

Építési műszaki ellenőri szakképzés

MŰSZAKI ISMERETEK ÉPÜLETGÉPÉSZETI ISMERETEK ÉPÜLETVILLAMOSSÁGI ISMERETEK

Sorozatszerkesztő:

Dr. Neszmélyi László okl. építőmérnök

Szerzők:

Greskovics Sándor okl. mérnök, Wiesner György okl. építésmérnök, Osváth Miklós okl. villamosmérnök, Zelenyánszky György épületgépész és épületvillamosítási mérnök

© Greskovics Sándor okl. mérnök, Wiesner György, Osváth Miklós,
Zelenyánszky György, 2011

© Belügyminisztérium Területrendezési és Építésügyi Helyettes Államtitkárság
Építésügyi Főosztály, 2011

A Belügyminisztérium Területrendezési és Építésügyi Helyettes Államtitkárság
Építésügyi Főosztály által jóváhagyott kézirat kiadását gondozta
a TERC Kereskedelmi és Szolgáltató Kft.

A kézirat lezárva: 2011. május 31.

TARTALOM

Előszó	6
1. Építési ismeretek	7
1.1. Talajfajták, talajfeltárás	7
1.1.1. Talajfajták	7
1.1.2. A talajok fejtési osztályba sorolása	9
1.1.3. A talaj vízviszonyai	9
1.1.4. Talajfeltárás	10
Szervetlen talajok	14
Néhány további talajelnevezés:	14
Szerves talajok	14
Mesterséges talajok	14
A talaj megnevezése	16
1.2. Földmunkák	17
1.2.1. A földmunkák osztályozása	17
1.2.2. A földmunkák kivitelezésének fontosabb fázisai	17
1.2.3. Földmegtámasztás, a munkagödör határolása	21
A rézsűhajlás	23
A rézsűhajlás	24
1.2.4. A munkagödör víztelenítése	27
1.3. Alapozási munkák	31
1.3.1. Alapok	31
1.3.2. Síkalapozások	32
1.3.3. Mélyalapozások	36
1.3.4. Átmeneti alapozások	39
1.3.5. A műszaki ellenőr fontosabb feladatai alapozási munkáknál	39
1.4. Monolit beton- és vasbeton szerkezetek	40
1.4.1. Általános tudnivalók	40
Betonacél	58
felülete	58
h határ-	58
A húzott betonacél lehorgonyzási hossza:	59
A betonszilárdság jele	59
Kampó és hurok esetén a meghajlítás ívének átmérője:	60
D a hajlítási átmérő, mm	60
1.4.2. Szerkezetek kivitelezése	69
1.4.3. A műszaki ellenőr fontosabb feladatai monolit vasbeton szerkezetek kivitelezésénél	76
1.4.4. Néhány jellemző hiba	77
1.5. Előregyártott szerkezetek	78
1.5.1. Általános tudnivalók	78
1.5.2. Gyártás, előállítás	80
1.5.3. Szállítás, tárolás	95
1.5.4. Épületszerkezetek szerelése	97
1.6. Teherhordó és vázkitöltő falszerkezetek	111
1.6.1. Általános tudnivalók	111
1.6.2. A falazatok anyagai, anyagjellemzők	112
1.6.3. A habarcs előállítása, szállítása	116

1.6.4. Falszerkezetek	118
1.6.5. Falazási munkák	120
1.6.6. A műszaki ellenőr feladatai	126
1.7. Fedélszerkezetek	126
1.7.1. Ácsszerkezetek	126
1.7.2. Tetőhéjalások	135
1.7.3. Bádoggoszerkezetek	137
1.8. Válaszfalak	139
1.9. Vakolatok, felületképzések	144
1.9.1. Belső vakolatok	144
1.9.2. Külső vakolatok	145
1.10. Szigetelések	147
1.10.1. Vízszigetelések	147
1.10.2. Hőszigetelések	151
1.11. Burkolatok	152
1.11.1. Hidegburkolatok	152
1.11.2. Melegburkolatok	153
2. ÉPÜLETGÉPÉSZETI ISMERETEK	155
2.1. VÍZELLÁTÁS	155
2.1.1. A vízigény	155
2.1.2. A vízhálózatok felépítése	155
2.1.3. Használati melegvíz-ellátás	160
2.1.4. Épületen belüli vízhálózatok csővezetékei, szerelvényei, berendezési tárgyai	160
2.2. CSATORNÁZÁS	161
2.2.1. A csatornahálózatok felépítése	162
2.2.2. Épületen belüli víz-csatorna hálózatok kivitelezésének műszaki ellenőrzése	165
2.3. FŰTÉS	165
2.3.1. A központi fűtések felépítése	166
2.3.2. Radiátoros fűtések	167
2.3.3. Padlófűtések	173
2.3.4. Kombinált fűtések	176
2.3.5. Fűtési csővezetékek, hőleadók, szerelvények	177
2.3.6. Fűtésszabályozás	178
2.3.7. A fűtési hálózatok kivitelezésének műszaki ellenőrzése	178
2.4. GÁZELLÁTÁS	179
2.4.1. A gázhálózatok felépítése	179
2.4.2. A gázvezetékek anyaga	179
2.4.3. Gázkészülékek, a helyiséglégterük és az égéstermék-elvezetésük	180
2.4.4. A gázhálózatok kivitelezésének műszaki ellenőrzése	182
Ellenőrző kérdések	183
3. ÉPÜLETVILLAMOSSÁGI ISMERETEK	184
3.1. Villamos hálózatok és szerelvények	185
3.1.1. Süllyesztett szerelés; védőcsöves hálózat szerelése	185
3.1.2. Falon kívüli szerelés; vezetékcsonka és kábelletra-hálózat szerelése	185
3.1.3. Szigetelt vezetékhálózat szerelése	185
3.1.4. Tartószerkezetek elkészítése és szerelése	186
3.1.5. Szerelvényezés	186
3.1.6. Kisfeszültségű (1 kV-ig) kábelek szerelése	186
3.1.7. Elosztótábla, kapcsolótábla és fogyasztói fő- és alelosztótábla szerelése	186

3.1.8. Világítótestek felszerelése, bekötése, szerelése	186
3.1.9. Motorbekötés, -felszerelés	186
3.1.10. Villamos hőfejlesztő készülék szerelése	187
3.1.11. Jelző-, védő- és működtetőkészülékek szerelése	187
3.1.12. Gyengeáramú és hírközlő berendezések csatlakozásának kiépítése, bekötése	187
3.1.13. A fogyasztásmérő berendezés csatlakozási helyének kialakítása és szerelése	187
3.1.14. Falhorog és tetőtartó szerelése	188
3.2. Érintésvédelem	188
3.2.1. Az érintésvédelem szükségessége	188
3.2.2. Védővezetős érintésvédelmi módok	189
3.2.3. A védővezetős érintésvédelmek közös alapelőírásai	189
3.3. Villámvédelem; túlfeszültség-védelem	190
3.3.1. Villámvédelem	190
3.3.2. Túlfeszültség-védelem	191
Ellenőrző kérdések	191
<i>Irodalom</i>	193

„Az ellenőrzés hibái két véglet közt ingadoznak. Gyenge vagy nem elég gyakori ellenőrzés nem kényszeríti ki a megkívánható minőséget, nem biztosítja az épületben szükséges fegyelmet. Ha a vállalkozó nem ellenőrzi eléggé saját munkáját, sokat veszíthet kisebb munkateljesítmény, be nem tartott határidők, anyagpazarlás, utólagos javítási költségek révén.

Indokolatlanul szigorú, akadékoskodó ellenőrzés elmergesíti a viszonyt a tervező vagy építtető és a vállalkozók, illetve a vállalkozók és a munkások között, anyagi kárt és késedelmet okoz mindkét félnek. Az együttműködés hiánya a minőségre is hátrányos és különösen az önérzetes, becsületes vállalkozó túri nehezen az olyan ellenőrt, aki benne nem ügyfelet, munkatársat, hanem vádlottat lát.”

„Az ellenőrzés legnagyobb hibája, ha az ellenőr tudatlan vagy jellemtelen, ami gyakran együtt jár. Az ilyen ellenőr akadályozza a munkát rossz intézkedéseivel, és a felelősségtől való húzódozásával.”

„Egyáltalán kívánatos, hogy az ellenőrző műszakilag legalábbis egyenrangú, sőt lehetőleg magasabb rendű, tapasztaltabb és tekintélyesebb legyen az ellenőrzötttnél, különben működése az ügyre káros, az ellenőrzöttre bántó lehet.”

Dr. Möller Károly: Építési hibák és elkerülésük
(A Mérnöki Továbbképző Intézet 1943. évi tanfolyamainak anyaga)

Előszó

Az építési és rekonstrukciós munkák megvalósítása során a műszaki ellenőrzési feladatok ellátásához az alapvégzettségre épülő és a szakmagyakorlás során gyarapodó műszaki ismereteken túl gazdasági, jogi és pénzügyi ismeretekre van szükség. Az igényelt műszaki ismeretek – az építmény jellegétől függően – több szakterületet érintenek. A műszaki ellenőrnek ahhoz, hogy megfelelően tudja a társvállalkozók munkáját is koordinálni, legalább alapvető ismeretekkel kell rendelkeznie az építményen előforduló összes szakma területén. Csak azok birtokában tudja jól megítélni a különböző szakmákhoz tartozó folyamatok egymáshoz való viszonyát, biztosítani a megfelelő technológiai sorrendet, a folyamatokhoz szükséges munkaterületek méretét, és az ott folyó munkavégzés megfelelő feltételeit, végső soron megbízójának az előírt minőségű építményt.

Ez a jegyzet e célok eléréséhez foglalja össze röviden a leggyakrabban előforduló szakterületek építési-szerelési feladataihoz tartozó alapvető – a műszaki ellenőr számára nélkülözhetetlen – műszaki ismereteket. Az elmondottak nem helyettesítik a részletes és teljes körű szakmai ismereteket, amelyekhez a műszaki ellenőr a megfelelő szakirodalom feltárásával és követésével folyamatosan, naprakészen és jó színvonalon tarthatja tudását.

1. Építési ismeretek

Szerző: Greskovics Sándor okl. mérnök

A fejezet az építési munkák során leggyakrabban előforduló építőmesteri és szakipari munkákkal kapcsolatos, a műszaki ellenőri munkavégzésnél nélkülözhetetlen ismereteket foglalja össze. Az egyes feladatcsoportokhoz – munkanemekhez – tartozó alapvető műszaki ismereteken túl tartalmazza az ellenőrzendő munkarészek felsorolását az előkészítéstől a szerkezet átvételéig terjedő időszakban, valamint a jellemző hibaforrásokat.

A napi építési és épületfelújítási gyakorlatban felhasználható ismeretek alkalmazása elősegíti az elvárt minőségű munkavégzést, megalapozva ezzel az építtető megelégedettségét.

1.1. Talajfajták, talajfeltárás

1.1.1. Talajfajták

A talajok alkotórészei *szilárd, cseppfolyós és légnemű* részecskékből állnak. A talajokat bizonyos jellegzetes tulajdonságaik alapján osztályozzák. Keletkezésük szerint *természetes* és *mesterséges* talajokra, a természetes talajokat a szilárd alkotórészek eredete szerint *szervetlen* és *szerves* csoportokra oszthatjuk. A szervetlen talajok legfontosabb fizikai és szilárdsági tulajdonságai a talajszemcsék méretétől függenek, ezért egyik jellemző osztályozásuk (megnevezésük) hagyományosan a szemcseméret alapján történt (1.1. táblázat).

Az MSZ EN 1997-2 (Eurocode 7) Geotechnikai tervezés című szabvány szerint a talajokat az anyagi összetételük alapján kell osztályozni, figyelembe véve a szemeloszlást, a plaszticitást, a szervesanyag-tartalmat és az eredetet. A szemcseméret alapján történő új osztályozást (megnevezést) az 1.1. M táblázatban mutatjuk be.

A földmunkák kivitelezésénél a kitermelés, a fejtés nehézsége az egyik legfontosabb tényező, ezért a talajokat ebből a szempontból is osztályozzák. A költségvetés-készítés, a munka elszámolása ennek ismerete alapján történhet (1.2. táblázat).

A talajok felismerése, fontosabb jellemzőik

Az egyes talajnemek – különösen a szemcsés talajok – ritkán fordulnak elő tisztán, a természetben legtöbbször kevert talajok találhatók vegyes szemnagysággal. Az elnevezés a mértékadó mennyiségű, a talaj viselkedését leginkább meghatározó szemnagyság-frakciótól függ. A szemcsés talajoknál lényeges az iszap és agyagtartalom.

A szemcsés talajok (kavics, homok), nagyon durva és durva szemcsecsoport

A szemcsék szabad szemmel felismerhetők, közöttük általában nincs semmiféle összetartó erő (kohézió). A szemcsék mérete, alakja, elrendeződése jelentősen befolyásolja a tulajdonságukat. A teherbíró képesség elsősorban a szemcsék közötti ellenállástól és a belső súrlódástól függ. A vizet könnyen áteresztik, a nagy pórusok miatt nem tapasztalható a kapillárisjelenség (hajszálcsőhatás). Nem fagyveszélyesek, fagyhatásnál a talajvíz térfogat-növekedése nem okoz észrevehető talajmozgást. Terhelés hatására a süllyedés gyorsan és viszonylag csekély mértékben játszódik le. Alapozás, feltöltés és tömörítés szempontjából kedvező talajok.

Átmeneti talajok (homokliszt: az újmegnevezések között nem szerepel!)

Szabad szemmel még éppen látni a szemcséket, szárazon por alakúak, nedvesen alig vagy nem sodorhatók. Kiszáradva szemcséik összetapadnak, de enyhe nyomásra szétesnek. Súrlódási szögük elég nagy, még vízáteresztők, kohéziójuk csekély, könnyen folyósodnak.

A kötött talajok (iszap, agyag), finom szemcsecsoport

A szemcséket szabad szemmel nem lehet felismerni, közöttük belső összetartó erő (kohézió) működik. Jellemző a talajok képlékenysége. A szemcsék mérete, alakja, elrendeződése és a szemcséket körülvevő víz jelentősen befolyásolja a tulajdonságukat. A teherbíró képesség elsősorban a talaj víztartalmától függ. A víztartalom növekedésével teherbíró képességük csökken. A vizet nehezen eresztik át, azonban a kis pórusok, a hajszálcsővesség miatt jelentős a vízfelszívódás (kapilláris jelenség). Fagyveszélyesek, a fagymentes mélységből folyamatosan felszívódó talajvíz a fagyhatárnál megfagy, a víz térfogat-növekedése észrevehető talajmozgást, megemelkedést okoz. Terhelés hatására a süllyedés lassú, és viszonylag nagy mértékű. Egyes agyagfajták térfogatváltozók, nedvesség hatására megduzzadnak, kiszáradáskor zsugorodnak. Alapozás, feltöltés és tömörítés szempontjából állapotuktól függően megfelelőek vagy gyengék.

Például:

- iszap: száraz állapotban szilárd, de könnyen szétnyomható és porlik; nedvesen sodorható, vízben szétesik
- sovány agyag: szárazon szilárd és törhető; nedvesen sodorható, ujjakról nehezen mosható le, vízben nem esik szét,
- kövér agyag: szárazon nagy szilárdságú, nem porlik, megvágva fényes felületű; nedvesen könnyen sodorható, vízben nem esik szét.

További talajmegnevezések:

Márga:

Agyag és mészkő keveréke. A mészben gazdag márga a kőzetek csoportjába tartozik.

Lösz:

Sárga, sárgásszürke színű, finom szemcséjű, porszerű, sajátos szerkezetű lerakódás. Anyaga iszap, iszapos homokliszt kevés agyaggal (kvarc, földpát, mészkő eredetű), sok mészszel, gyakran szárazföldi csigamaradványokkal. Makroporózus szerkezetű, a szemcséknél jóval nagyobb méretű, szabad szemmel látható pórusokat, járatokat tartalmaz. Száraz állapotban teherbíró, egyes fajtái víz hatására roskadnak, nagymértékben süllyednek. Nagy magasságig függőleges falban is megáll (szárazon és nyirkos állapotban).

Folyós homok:

Közel egyenlő nagyságú, legömbölyödött szemcséjű finom homok, homokliszt. Vízzel telített állapotban minden hirtelen, helyi talajtörést okozó hatás (cölöpverés, talajkiemelés, hirtelen vízszintcsökkenés, stb.) folyási jelenséget vált ki, a talaj sűrű folyadékként viselkedik. Alapozás szempontjából rossz.

Szerves talajok (tőzeg)

Nedvesen általában lágyak, jellegzetes rothadó szagúak, sötét barna, fekete, esetleg szürke színűek. A tőzegetes talajban a növényi rostok általában felismerhetők. Száraz állapotban könnyűek. Kis szilárdságúak, erősen összenyomhatók (bomlási állapotban vannak).

A szerves szennyeződésű talajoknál meg kell határozni a szerves és szervetlen alkotórészek jellegét. Alapozásra, tömörítésre alkalmatlanok.

Humusz:

A termőtalaj felső, laza, rendszerint növénygyökerekkel átszőtt, humuszsavakat tartalmazó rétege.

Mesterséges talajok (feltöltések)

Tömörítés nélküli laza feltöltések, sokszor szerves eredetű anyagokat tartalmaznak (szeméttelap). Terhelésre jelentősen összenyomódnak. Alapozásra jellemzően alkalmatlanok.

A földművek (mérnöki létesítmények), mint tervezett feltöltések nem ebbe a kategóriába tartoznak!

1.1.2. A talajok fejtési osztályba sorolása

A fejtési osztály a kitermelés szempontjából közel azonos tulajdonságú talajok vagy kőzetek egy-egy csoportja, amelyen belül a kitermelés legkedvezőbb módja, eszköze és teljesítménye körülbelül azonos.

Talajosztályozás kézi fejtés esetén:

A talajokat kézi fejtés szempontjából az 1.2. táblázat szerint kell osztályozni.

Talajosztályozás gépi fejtés esetén:

Gépi fejtés szempontjából a kézi fejtési osztályozás előírásai a mértékadók. A gépi fejtés a kézi fejtésű, I–IV. osztályú talajoknál előlazítás nélkül, az V–VII. osztályok esetében mindig előlazítással kell előirányozni. Előlazítás után a talajt tömör térfogatra vonatkoztatott IV. osztályúnak kell tekinteni. A termelőmunka közben végzett talajosztályozás a mértékadó. Az így megállapított talajosztályokat az érdekelteknek írásban kell rögzíteniük, ennek helyes-sége visszamenőleg nem vitatható. A talaj helyszíni fejtési osztályozásának rendjében az érdekelteknek meg kell állapodniuk.

1.1.3. A talaj vízviszonyai

Talajvíz a talaj vagy kőzet hézagait kitöltő, oda természetes úton bejutott összefüggő víztömeg. A talajvíz a vízzáró talajréteg felett vagy ilyen rétegek közötti lazább, vízvezető rétegben helyezkedik el. A talajvíz geológiai vagy egyéb ok miatt nyomás alatt is állhat („artézi” víz). A talajvíz az épületre, építményre nyomást fejthet ki.

Rétegvíznek nevezik a hegy- és a domboldalakra jellemző, a vizet át nem eresztő rétegek közötti, vékony vízvezető erekben, rétegekben található vizet. Gyakran nyomás alatt áll.

Felszíni vizek a felszínen szabadon mozgó vizek (például a területre hulló csapadék).

Szivárgóvíz a vízzáró talajréteg felszínén áramló leszivárgott és felgyülemlett csapadékvíz és/vagy talajvíz.

Torlaszvíz az épület külső fala körül összegyűlő, onnan el nem vezetett vagy ott megrekedt felszínről beszivárgó víz. A talajvízhez, rétegvízhez hasonlóan nyomást fejt ki az épületszerkezetekre.

Talajnedvesség a talajvízből felszívódó vagy a felszíni vizekből a talajba beszivárgott talajszemcsékhez tapadó víz. Nyomást nem fejt ki az épületszerkezetekre.

Talajpára a talajszemcsék közötti hézagokat, üregeket kitöltő vízpára, minden esetben talajnedvességként kell kezelni.

Az *agresszív talajvíz* az építőanyagokra káros hatású. A talajvíz agresszivitását a benne oldott agresszív folyadékok, gázok vagy szilárd anyagok okozzák.

Szabad felszínű talajvíz: alul vízzáró, térszín közelében vízáteresztő talajréteggel határolt talajvíz.

Nyomás alatti talajvíz: alul-felül vízzáró talajréteggel határolt talajvíz. A munkagödör kiemelésekor hidraulikus talajtörést okozhat.

A jellemző talajvízszintek

Fúraskor (talajfeltáraskor) észlelt vízszintek a megütött (először észlelt) vízszint, majd 24-48 óra múlva megmérve a nyugalmi vízszint.

Maximális talajvízszint

A vizsgálat időpontjáig észlelt vagy az épület tervezett élettartama alatt bekövetkező legmagasabb talajvízszint.

Mértékadó talajvízszint

A maximális talajvízszint biztonsági tényező figyelembevételével megnövelt értéke. A megbízhatóság alsó határértéke 50 cm (azaz a mértékadó talajvízszint min. = maximális talajvízszint + 50 cm).

Építési talajvízszint

Az építési területen az építkezés ideje alatt várhatóan bekövetkező, időszakosan változó talajvízszint. Kivitelezés szempontjából legkedvezőbb a minimális talajvízszint. Kivitelezés közben ellenőrizni kell az észlelt talajvízszinteket (megütött és nyugalmi vízszint), az esetleges vízáramlást és a pórusvíznyomást.

A talajvíz jelentősége a kivitelezés szempontjából

Építés közben a talajvizet távol kell tartani vagy el kell távolítani a munkaterületről. Ha ez nem lehetséges, akkor víz alatti építésre alkalmas speciális technológiákat kell alkalmazni. A talajvíz helyzete (*építési talajvízszint*) a földmunkákra, a munkagödör körülzárására, a szükséges víztelenítésre is kihat. A nyomás alatti talajvíz a munkagödör kiemelésekor hidraulikus talajtörést okozhat. A talajvízszint süllyesztése veszélyt jelent a környező épületekre, építményekre. A talajszilárdítási eljárások visszaduzzaszthatják a talajvizet.

A talajvíz jelentősége az épületszerkezetek szempontjából

A talajvíz hatással van a talajok teherbíró képességére, kihat az alapozásra. A talajvíz hidrosztatikai nyomást fejt ki az épültre, építményre, ezért a szerkezeteket (tartószerkezetek, szigetelések stb.) erre a hatásra (*mértékadó talajvízszint*) is tervezni kell. Az *építőanyagok agresszív talajvíz elleni védelmét* biztosítani kell, vagy annak figyelembevételével kell megválasztani azokat.

Egyéb hatások

A várható talajvízállások ismeretében a létesítménynél vizsgálni kell a *felúszás* veszélyét az építés közbeni és/vagy végleges állapotban is.

A nagy mélységű alapfalak, szerkezetek *visszaduzzaszthatják* az áramló talajvizet, ami az új építmény mellett a meglévő épületekre is káros hatású lehet.

Talajvízszint ingadozása az altalajban változásokat okozhat, a talaj tömörödésével, kötött talajoknál duzzadással és zsugorodással járhat, növeli a korrózió veszélyét.

A talajvízszint emelkedése szilárdságcsökkenést, a kötött talajokban számottevő térfogat-növekedést eredményezhet, a laza szemcsés talajok, feltöltések és lösz roskadását vonja maga után. A vízszintsüllyedés a felszínközeli kötött talajokban számottevő zsugorodást okozhat.

Az áramló víz a talaj finom szemcséit magával ragadva megbonthatja a talaj szerkezetét és építménykárokat okozhat.

Agresszív veszélyességi osztályok

I. nem agresszív, II. gyengén agresszív, III. közepesen agresszív, IV. erősen agresszív.

A laboratóriumi vizsgálatokhoz fúrásból vett vízmintát használnak. Ha talajvíz nem jelentkezik, de alapos gyanúja van a talajszennyezésnek, akkor talajmintából kell a vegyvizsgálatot elvégezni.

1.1.4. Talajfeltárás

Az építési területen az altalaj rétegződésére, minőségére és várható viselkedésére, a talajvíz helyzetére, az agresszív hatásokra, továbbá minden tervezést és kivitelezést befolyásoló tényezőre vonatkozó vizsgálatokat kell végezni. Ezek eredményét talajmechanikai-geotechnikai dokumentumban kell összefoglalni.

A talajmechanikai szakvélemény részletességét nagymértékben befolyásolja a tervezett, megvalósításra kerülő építmény, a helyszín, a talaj- és talajvízviszonyok.

A megvalósítandó építmények geotechnikai kategóriákba sorolása

1. *kategória*: egyszerű építmények, az alapvető követelményeket tapasztalat és minősítő talajmechanikai vizsgálatok alapján is ki lehet elégíteni

2. *kategória*: átlagos (szokásos) nehézségű, hagyományos szerkezetek és alapozások, amelyeket szabványos talajmechanikai vizsgálatok alapján tapasztalt mérnök megtervezhet

3. *kategória*: különleges szakértelmet kívánó szerkezetek, amelyeknél bonyolultak a talaj- és talajvízviszonyok

Geotechnikai (talajmechanikai) vizsgálatok, dokumentumok

A tervezési-kivitelezési feladat szakaszai illetve bonyolultsága határozza meg a vizsgálatok rendjét és követelményeit (MSZ EN 1997 Geotechnikai tervezés c. szabvány).

Geotechnikai vizsgálatok a beruházási folyamat előkészítési, tervezési, kivitelezési és üzemeltetési-használati szakaszaiban egyaránt készülhetnek, a célnak megfelelő tartalommal és részletezettséggel.

Talajvizsgálati jelentés:

Geotechnikai információkkal szolgál és értékeli azokat. Ismerteti az elvégzett helyszíni és laboratóriumi vizsgálatokat, a módszereket és az eredményeket. Részletesen értékeli és összegzi a vizsgálati eredményeket, ha szükséges, akkor közli további kiegészítő vizsgálatokra vonatkozó javaslatait. A talajvizsgálati jelentésnek *nem kell az építmény megvalósíthatósága szempontjából* értékelnie a talajadottságokat, veszélyeket, nem kell javaslatokat adnia a problémák megoldására. Az ilyen jellegű geotechnikai feladatokat a tervező oldja meg (lásd Geotechnikai tervezési beszámoló).

Talajmechanikai szakvélemény:

A „Talajvizsgálati jelentés” tartalmán túl elemzi a talaj, az alap és a felszerkezet kölcsönhatását, javaslatot tesz a geotechnikai feladatok megoldására, értékeli a terület építés előtti, alatti és utáni állékonyságát. (lényegében ez megfelel az eddigi gyakorlat szerinti talajmechanikai szakvéleménynek)

Geotechnikai tervezési beszámoló:

A „Talajvizsgálati jelentés” és/vagy „Talajmechanikai szakvélemény” alapján részletesen ismertetnie kell a geotechnikai tervezési értékeket, az alkalmazott szabványok és előírások jegyzékét, az elfogadható kockázatot. Tartalmaznia kell a tervezési számításokat és rajzokat, továbbá *a műszaki ellenőrzésre és megfigyelésekre, mérésekre vonatkozó előírásokat, terveket (ha szükséges)*. A részletesség a terv típusától függően jelentősen változhat (egyszerű építménynél egy lap is lehet)

A geotechnikai terveket készítheti a tartószerkezeti tervező vagy a geotechnikus szaktervező.

A talajvizsgálati jelentésért az azt készítő geotechnikus szaktervező (szakértő), míg a geotechnikai tervekért annak készítője felel.

A jelentéseknek, szakvéleményeknek általában tartalmaznia kell az alábbiakat (a feladat jellegének megfelelő részletességgel):

- kiindulási adatok, építési helyszín és környezetének ismertetése, előtanulmányok, helyszínen szerzett korábbi tapasztalatok
- a tervezett építmény leírása, terhelési adatok
- az építmény feltételezett geotechnikai kategóriája
- terepi és laboratóriumi vizsgálatok és körülményeik (talajfeltárások, mintavétel, talajrétegződés, talajfizikai jellemzők)
- létesítéssel érintett meglévő építmények vizsgálata, alap-, illetve szerkezetfeltárása
- talajjellemzők tervezési értékei a szükséges igazolásokkal
- geotechnikai tervezés számításai, rajzai

- talajvízviszonyok, agresszivitás
- talajok fejtési osztálya
- javaslat az alapozás megválasztására, lejtős terepen az alaplépcsőzés módjára, a munkagödör körülhatárolására, a talajvíz elleni védelemre, a meglévő építmények védelmére, alapjainak megerősítésére
- geodéziai adatok
- a térség geológiai és szeizmikus adottságai, a földrengés szempontjából fontos altalajosztály
- alkalmazott szabványok, előírások jegyzéke
- elfogadható kockázatok
- az építkezés közben ellenőrzés illetve az épületfenntartás, felügyelet szükséges megfigyelési terve, jegyzéke
- összefoglalás.

A talajfeltárás és az építmény közötti kapcsolat

Közelítő talajfeltárás:

Alapozás szempontjából alárendelt jelentőségű, egyenlőtlen süllyedésre nem érzékeny építményeknél, továbbá általános tájékoztató adatok beszerzésére készül. A vizsgálatnál a talajrétegződést és az egyes rétegek minőségét közvetlen szemléltetéssel, a talajállapotot becsléssel határozzák meg. A talajt nyílt feltárással vagy kutatógödörrel, kis átmérőjű furásokkal tárják fel. A talajvízszint meghatározása a feltárásokban méréssel történik. Ismert területen régebbi adatok is felhasználhatók.

Alapozás szempontjából kedvezőtlen talajok (kis szilárdság, nagy összenyomhatóság) esetén egyszerű talajfeltárást kell végezni.

Egyszerű talajfeltárás:

Alapozás szempontjából kisebb jelentőségű, süllyedésre érzékeny építmények esetén, továbbá összehasonlító vagy bővebb tájékoztatást nyújtó adatok beszerzésére készül. A vizsgálatnál a talajrétegződést és az egyes rétegek minőségét és állapotát kell meghatározni talajmechanikai vizsgálatokkal. A talajt fúrással, kutatógödrök vagy aknák ásásával tárják fel. A talajvízszint meghatározása a feltárásokban méréssel történik.

Alapozás szempontjából kedvezőtlen talajok (kis szilárdságú, nagy összenyomódású talajok) esetén részletes talajfeltárást kell végezni.

Részletes talajfeltárás:

Alapozás szempontjából jelentős, egyenlőtlen süllyedésre érzékeny építmények esetén készül.

A vizsgálatoknál az alapozás szempontjából fontos talajrétegek szilárdsági, alakváltozási és egyéb jellemzőit kell meghatározni talajmechanikai vizsgálatokkal, természetes szerkezetű és állapotú zavartalan mintán. A talajt fúrással, kutatógödrök vagy aknák, esetleg tárók ásásával tárják fel a vonatkozó előírások szerint. A talajvízszint meghatározása a feltárásokban méréssel történik.

Vizsgálat talajvízszint-süllyesztés esetén:

A talajfeltárásnak, a talajmechanikai szakvéleménynek adatokat kell szolgáltatnia a nagyobb kiterjedésű talajvízszint-süllyesztési munkálatokra, azok megtervezésére is.

A műszaki ellenőr és a talajmechanikai szakvélemény (jelentések)

A műszaki ellenőrnek vizsgálni kell, hogy a talajmechanikai szakvéleményt (jelentéseket) az épületnek, építménynek megfelelő tartalommal, részletességgel és az adott területen készítette-e.

A talajmechanikai szakvélemény alapján tudja – többi között – ellenőrizni:

- a tervekben foglalt műszaki megoldásokat, hogy azok megfelelnek-e a talaj- és a talajvízadottságoknak, különös tekintettel az alapozási szerkezetek és az épület talajvíz elleni szigetelésének megválasztására, a meglévő épületekkel kapcsolatos védelemre,
- a kivitelezői árajánlatot, hogy az a földmunka, a munkagödör-határolás, a talajvíz-süllyesztés tekintetében teljes körű vagy hiányos, továbbá a megajánlott technológiai megoldás megfelelő és indokolt-e,
- a kivitelezői elszámolás műszaki tartalmát és mennyiségét a földmunka, a munkagödör-határolás, a talajvíz-süllyesztés tekintetében,
- a kivitelezés közben észlelt talaj- és talajvízadottságokat (ha azok nem felelnek meg a talajmechanikai szakvéleményben foglaltaknak, akkor tervezői intézkedést kell kérnie).

Ha a szakvélemény tartalmazza a műszaki ellenőrzés és a megfigyelés, mérés tervét, azt be kell tartani illetve tartatni. A kivitelezés közben végzett ellenőrzések, mérések jegyzőkönyveit a „Geotechnikai tervezési beszámoló” mellékleteként kell kezelni.

Késedelem nélkül közölni kell az érintett személyekkel, ha a bármilyen eltérés mutatkozik a tervben feltételezett talaj- illetve talajvízviszonyokhoz képest.

Műszaki ellenőrzés és a geotechnikai kategóriák

1. geotechnikai kategória: szemrevételezés, egyszerűsített minőség-ellenőrzés, az építmény viselkedésének általános megítélése

2. geotechnikai kategória: sor kerülhet az általaj tulajdonságainak ellenőrző vizsgálatára, a szerkezet viselkedésének mérésére

3. geotechnikai kategória: folyamatos ellenőrzés kivitelezés közben, általában kiegészítő méréseket kell végezni, rögzíteni kell a talaj és talajvíz jellemző adatait, a felhasznált anyagok minőségét, a munka előrehaladását, a váratlan eseményeket, a tervtől való eltéréseket, a környezetre vonatkozó megfigyeléseket.

Az ellenőrzés eredményéről a tervezőt időben tájékoztatni kell.

Az ellenőrzési feladatokat a geotechnikai jelentés a fentieknél részletesebben is előírhatja.

A 2. és 3. geotechnikai kategóriáknál a geotechnikai tervezési beszámoló megadhatja a tervezéskor feltételezett építési sorrendet vagy a kivitelező döntésére bízhatja azt.

1.1. táblázat: A talajok csoportosítása

Természetes talajok									
Szervetlen talajok			d szemcseátmérő mm	I _p plasztikus index, %	Térfogatsúlyok tájékoztató értékei,kn/m ³				
					laza	tömör	puha	sodorható	kemény
Sziklás talajok	görgeteg (kőomladék)		>200	–					
szemcsés talajok	kavics (kőtörmelék)	durva	20–200	–	18-20	20-22			
		apró (finom)	2–20	–					
	homok	durva	0,5–2	–	17-18	20–21			
		közepes	0,25–0,5	–					
		finom	0,1–0,25	–	15–17	19–21			
	homokliszt		0,02–0,1	0–10	15–18	19–21			
kötött talajok	iszap		0,002–0,02	11–15			19–23	17–23	15–22
	agyag	sovány	<0,002	16–20			20–21	18–21	16–22
		közepes		21–30			21–22	19–22	16–23
		kövé		30 felett					
Néhány további talajelnevezés:									
Folyós homok	közel azonos átmérőjű, legömbölyített szemcséjű homokliszt								
Lössz	makroporozus talaj, anyaga finomszemcsés kvarc-, földpát- és mészkőpor								
Márga	agyag és mészkő keveréke (mészben gazdag márgaüledékes kőzet)								
Vályog	homokos agyag								
Szerves talajok									
Tőzeg					8-10				
Humusz					12-14				
Láptalajok									
Szerves szennyeződésű talajok	agyagos tőzeg, iszapos tőzeg, humuszos homok stb.								
Mesterséges talajok									
Feltöltések	hulladék (szemét), bányatörmelék, salakfeltöltés, építési törmelék stb. mesterséges lerakódása								

1.1.M táblázat. A talajok csoportosítása (érvényes szabványok szerint)

Szemcsecsoport	Szemcsefrakció		Jelölés	Szemcseméret [mm]	
nagyon durva		kötőmb	LBo		>630
		görgeteg	Bo		200 – 630
		macskakő	Co		63 – 200
durva	kavicsok		Gr	2,0 – 63	
		durva kavics	CGr		20 – 63
		közepes kavics	MGr		6,3 – 20
		apró kavics	FGr		2,0 – 6,3
	homokok		Sa	0,063 – 2,0	
		durva homok	CSa		0,63 – 2,0
		közepes homok	MSa		0,2 – 0,63
		finom homok	FSa		0,063 – 0,2
finom	iszapok		Si	0,002 – 0,063	
		durva iszap	CSi		0,02 – 0,063
		közepes iszap	MSi		0,0063 – 0,02
		finom iszap	FSi		0,002 – 0,0063
		agyag	Cl		≤ 0,002

1.2. táblázat: A talajok osztályozása kézi fejtés szempontjából

Talaj osztály	A talaj megnevezése	Közepes térf. súly természetes nedves állapotban, kN/m ³	Kohézió kN/m ²	A kitermelés módja, eszközei	Lazulási % fejtés után (szállítás, átmeneti állapot)	Lazulási % depóniában (tárolás, maradó állapot)
I.	Laza homok, iszapos homok Laza termőtalaj Tőzeg	15–16 12 8	0–2,5	lapáttal és ásóval könnyen fejthető	8–17 20–30 20–30	1–3 3–4 3–4
II.	Nedves homok, kavics, iszapos homokliszt Laza lösz, homokos agyag Tömör termőföld, tőzeg Leülepedett feltöltés	18–19 16 11–14 17–18	2,6–50	ásóval, lapáttal, kevés csákányozással	14–28	2–5
III.	Sókkal kötött homok Durva kavics és zúzalék Száras lösz, lösz kavicszal Kövér vagy homokos agyag Hom. agyag közúzalékkal, ép. törmelékkel Termőföld, tőzeg 30 mm-nél nagyobb gyökérszettel	20 17–18 18 17–18 19 14	51–70	lapáttal, állandó csákányozással	24–30	4–7
IV.	Tömör agyag Kövér vagy homokos agyag közúzalékkal, kavicszal Szikes vagy palás agyag Agyaggal kötött konglomerátum nagy szemű kavics kövekkel	19–20 19–20 19–20 20 20	71–90	lapáttal, csákány hegyes végével, esetleg bontórúddal	33–37	11–15
V.	Tömör megkeményedett lösz, sókkal kötött talaj Száras, kemény agyag Nem kemény márga, pala Lágy mész- vagy homokkő Gyengén cementesedett konglomerátum Kőgorgeteg	18 19–20 19–20 15–16 19–22 21	91–1000	kézi erővel bontórúddal, csákánnyal, bontókalapáccsal és ékkel, helyenként robbantással	30–45	10–20
VI.	Tufa, habkő, lyukacsos mészkő Repedéses puha homokkő Közepes keménységű márga Közepes keménységű pala Mészcementtel kötött konglomerátum, üledék	11–12 19 23 27 22	1001–5000	fejtőkalapáccsal, ékkel, bontórúddal és robbantással	30–45	10–20
VII.	Tömör mészkő, dolomit, gránit, bazalt, andezit, stb.	20–28	>5000	csak robbantással	45–50	20–30

1.2. Földmunkák

A földmunka a föld kitermelésével, szállításával, deponálásával és beépítésével kapcsolatos tevékenység. *Földmű* az eredeti terep és a földmunkával kialakított felület által határolt létesítmény, beleértve az eltávolított humusz helyére kerülő vagy egyéb módon cserélt földtömeget is.

A földmunkákra vonatkozó biztonságtechnikai és egészségvédelmi előírásokról az építési munkahelyeken és az építési folyamatok során megvalósítandó minimális munkavédelmi követelményekről szóló 4/2002. (II. 20.) SzCsM-EüM együttes rendelet rendelkezik.

1.2.1. A földmunkák osztályozása

Kiterjedésük szerint:

Gödör jellegű: mélysége a hossz- és keresztirányú kiterjedéséhez viszonyítva nagy (alapgödör, pincetömb, munkaárok stb.).

Területi jellegű: hossz- és keresztirányban nagy kiterjedésű, viszonylag kis mélységű (tereprendezések)

Vonalas jellegű: lényegesen hosszabb a keresztirányú méreténél (árvédelmi töltés, utak, vasutak pályája stb.).

A munka jellege szerint: töltés, bevágás, terepegyengetés

Fejtés szerint:

Kézi földmunkák: Általában csak alapárok kiemelésére, gépi munka utáni kiigazítás, kiegészítés vagy kisebb mennyiség esetén alkalmazzák, illetve akkor, ha gépi földmunkára nincs lehetőség. Részben gépesíthető szállítóeszközökkel (szállítószalag, szállítójármű). A kézi fejtés szerinti talajosztályozást az 1.2. táblázat tartalmazza.

Gépi földmunkák: Földmunkagépekkel végzett terep-előkészítés, tereprendezés, földfejtés, földkiemelés. A munkagép kiválasztását befolyásoló tényezők a földmű kiterjedése és jellege, a földmunka mennyisége, a talaj minősége, a terepviszonyok, az időjárási viszonyok és a műszaki és gazdasági lehetőségek. A gépi fejtés szerinti osztályozás szempontjait lásd az 1.1.2. pontban.

1.2.2. A földmunkák kivitelezésének fontosabb fázisai

Előkészítő munkák

A földmunka olyan *földmunkaterv* vagy *részletes tervezői előírás* alapján kezdhető meg, amelyből a munka jellege és minősége egyértelműen meghatározható és kivitelezhető. Az organizációs bejárás a költségvetés-készítéshez szükséges minden adatot rögzíteni kell (fejtési osztály megállapítása, deponálás, víztelenítés stb.). A munka megkezdése előtt kell dokumentálni a közeli meglévő építmények, a terep vagy földmű állapotfelvételét. A munkahely átadása *építési naplóban*, a kitűzési alappontok (irányok és magasság) átadásával történik. A földmű részletpontjainak kitűzését a kivitelező végzi a tervek alapján.

A kivitelezés megkezdése előtt kell a meglévő közműveket kiváltani, megvédeni. Ugyancsak megoldandó a meglévő épületek és a megmaradó növények védelme is. Gondoskodni kell a felszíni vizek (csapadék- vagy egyéb víz) biztonságos elvezetéséről a földmű állékonyságának biztosítása érdekében (terelejtés, árok, csatorna, szivárgó alkalmazásával).

A talaj fejtése, kiemelése

A fejtés a talaj vagy közet megbontása és szállításra alkalmassá tétele. A munkatér előkészítése, a humusz leszedése, helyszíni deponálása és/vagy elszállítása, majd a talaj fejtése, elszállítása és/vagy helyszíni deponálása. Téli munkavégzésnél a keményre fagyott felső talajréteg

lazítása vagy olvasztása is szükséges lehet. Az *építési naplóba* be kell jegyezni a talajminőségeket, a változások helyét és jellegét, a földmozgásokat, az ellenük tett intézkedéseket. Ugyancsak be kell jegyezni a munkavégzés közben talált építményeket, építménymaradványokat, közműveket, régészeti leleteket, értékeket is, megjegyezve, hogy azokat a terv szerinti helyen vagy attól eltérően találták vagy a terven nem szerepeltek.

A talaj elszállítása, lerakása

Általános követelmény, hogy a fejtő- és a szállítójárművek teljesítménye közel azonos legyen. A szállítási teljesítmény a terepen nagymértékben függ a talaj – a szállítási pálya – szilárdságától. A föld lerakható lehet ideiglenes vagy végleges helyen. A kijelölt lerakóhelyen külön kell deponálni a feltöltésre megfelelő, valamint a feltöltésre alkalmatlan talajokat. A szabályos depónia könnyen mérhető alakú. A fejtés és mozgatás közbeni, valamint depóniában (mesterséges tömörítés nélkül) tárolt állapotok *lazulási* (térfogat-növekedési) értékeit az 1.2. táblázat tartalmazza.

A munkagödör kialakítása

A munkagödör mérete az épület (építmény) talajba nyúló méretén felül magába foglalja a zsaluzat, a dúcolás, az épület körüli szigetelés vagy szivárgó, a rézsű, és a munkavégzéshez szükséges munkatér (min. 50 cm) helyigényét. A munkagödör oldalát beomlással szemben védeni kell. Ugyancsak gondoskodni kell a munkagödör víztelenítéséről, a felszíni vízelvezetésről.

A kiemelt munkagödör fenéksíkját meg kell óvni az átázástól, fellazulástól, átfagyástól. A fellazult, felpuhult rétegeket a további munkák előtt (alapozás, szigetelés) el kell távolítani. Általános szabály, hogy a munkagödör utolsó 20 cm vastag rétegét közvetlenül az alapozási szerkezet építése előtt szabad kiemelni. A munkagödör alját szemcsés talaj esetén tömöríteni kell.

A műszaki ellenőr feladatai földkiemelési és feltöltési munkák során

Földmunkaterv vagy részletes előírás ellenőrzése:

- kivitelezésre, költségvetés-készítésére alkalmas-e a dokumentáció (helyszínrajz a szükséges számú kereszt- és hosszszelvénnel, műszaki leírás, talajmechanikai szakvélemény stb.),
- a terv adatai megfelelnek-e az előzetes talajfelderítésnek, vizsgálatnak,
- tartalmazza-e a terv a kitűzés alappontjait és adatait (kitűzési vázlat),
- tartalmazza-e a kivitelezésre vonatkozó utasításokat, tudnivalókat (földkitermelés, feltöltés és tömörítés, munkagödör védelme, víztelenítés, minőségi és mérettűrési követelmények),
- tartalmazza-e a környezetben lévő épületek, építmények, föld alatti létesítmények, vezetékek helyét, nyomvonalát, az esetleges védelem, kiváltás megoldását.

Fontosabb műszaki ellenőri feladatok kivitelezés közben:

- a kitűzési alappontok védelmének ellenőrzése,
- a munkavégzéshez szükséges kitűzési részletpontok ellenőrzése szúrópróbaszerűen,
- a földmű terv szerinti alakjának ellenőrzése szúrópróbaszerűen,
- a kitermelésnél a fejtési osztály meghatározásában és annak dokumentálásában való részvétel,
- a talajminőség és -rétegződés szúrópróbaszerű ellenőrzése és összehasonlítása a tervvel,
- a földmunka közben a talajminőséggel és a változások helyével, jellegével kapcsolatos kivitelezői bejegyzések ellenőrzése az építési naplóban,

- annak ellenőrzése, hogy a kivitelező az építési naplóban megfelelően dokumentálja a munkaterületen megtalált föld alatti építményeket, vezetékeket, régészeti maradványokat stb. (a terven feltüntetettek és fel nem tüntetettek megtalálása, helye, lényeges adatai)
- munkagödör-határolás, víztelenítés és a felszíni vízelvezetés terv szerinti kivitelezésének ellenőrzése,
- feltöltésnél, földvisszatöltésnél a feltöltés anyagának, a rétegek vastagságának, a tömörítés tervszerűségének ellenőrzése, a feltöltésre alkalmatlan anyagok kiszűrése,
- váratlan vagy rendkívüli esemény bekövetkeztekor tervezői intézkedés, beavatkozás kérése:
 - a tervtől eltérő talaj-, illetve talajvízadottságok,
 - kétséges tulajdonságú, minőségű talaj, talajrétegződés észlelése,
 - a terven nem szereplő, de az alapozási szerkezetet érintő föld alatti építmény találása
 - vízbetörés a munkagödörbe, talajátázás,
 - a környezet károsodása (váratlan földmozgás, meglévő építmények károsodása)
 - visszatöltésnél nem lehet elérni a kívánt tömörséget,
- az elvégzett munka mennyiségének ellenőrzése (az eredeti terepszelvényt a munka megkezdése előtt, a kitermelt tömeget közvetlenül a munkavégzéskor kell meghatározni)
- az elszállított földmennyiség ellenőrzése (*fontos*: a szerződésben egyértelműen rögzíteni kell, hogy a mennyiségszámítást a kitermelt tömör, a gépkocsira rakott fellazult vagy a lerakás helyén depóniába rakott, kevésbé fellazult, illetve a terv szerint betömörített földtömegre kell-e végezni!),
- a terv szerint elkészült munka geometriai ellenőrzése (terv szerinti alak, felület) minőségi besorolása előírások szerint,
- a munka minőségét dokumentáló iratok beszerzése a kivitelezőtől (anyagbizonylatok, tömörítés-ellenőrzési jegyzőkönyvek, geodéziai felmérési jegyzőkönyv stb.)

Feltöltés, tömörítés

A térszint kialakítása földanyag vagy más alkalmas anyag beépítésével. Feltöltés készülhet tereprendezési tevékenységként vagy egy építmény melletti munkagödör visszatöltéseként. Feltöltés előtt a munkaterületről a később esetleg roskadást okozó, durvább hulladékokat el kell távolítani. A feltöltést arra alkalmas talajból, rétegesen, minden réteget gondosan tömörítve kell végezni. A betömörítéshez a tömörítőeszközöket, a beépítési módot, a rétegvastagságot úgy kell megválasztani, hogy az előírt tömörség a visszatöltés teljes terjedelmében egyenletes legyen. A visszatöltött talaj ne legyen kedvezőtlenebb, mint a kitermelt. Háttöltés anyagát iszapolással (árasztással) tilos tömöríteni!

Terhelésnek kitett feltöltésre alkalmatlan talajok:

- puha, lágy, nagy víztartalmú agyag és iszap ($I_c < 0,5$), szerves vagy szerves szennyeződésű (5% felett) talajok, szikes talajok, málló kőzetek, a $15,5 \text{ kN/m}^3$ száraz térfogatsúly alatti anyagok, fagyott talajok, építési törmelék (sitt),
- salak, törmelék esetenkénti elbírálás alapján engedhető meg.

A tömörítéshez alkalmazható gépek:

- szemcsés talajokban: vibrolapok, vibrohengerek, döngölők, a hengerlés hatása csekély
- kötött talajokban: homokliszt, iszap, sovány agyag: hengerek, optimális víztartalom esetén sima henger vagy döngölők is, vibrálás-rázás alkalmatlan; kövér agyag: bütty-

kös vagy gumiabroncsos hengerek optimális víztartalom esetén (nehezen tömöríthető talaj).

Optimális víztartalom:

- szemcsés talajoknál: $w_{opt} = 5-8 \%$
- kötött talajoknál: $w_{opt} = I_p - (2-4 \%)$ (plasztikus index ismeretében)

A legkedvezőbb víztartalmat Proctor-vizsgálattal és helyszíni próbatömörítéssel lehet megállapítani.

Minőségi ellenőrzés:

- tömörség
- teherbírás és vízzáróság
- geometriai méretek

Az ellenőrzés a helyszínen véletlenszerűen kijelölt helyeken, laboratóriumban véletlenszerűen vett mintákon, minden rétegben. A tömörségmérést a tervező és a kivitelező együtt határozza meg.

Földművek tömörségének néhány ajánlott értéke:

- tömörségi fok: $T_r \gamma = \gamma_d / \gamma_{dmax} \% = \text{száraz térfogatsúly/maximális száraz térfogatsúly} \%$,
- egyéb előírás hiányában: $\gamma_{dmax} > 17,5 \text{ kN/m}^3$ (egyébként $\gamma_{dmax} < 17,5 \text{ kN/m}^3$):
 - $T_r \gamma = 95 \%$ (100 %) merev burkolatok, statikailag határozatlan és dinamikus hatásnak kitett szerkezetek alapjai alatti felső, 0,5 m-es réteg, illetve talajcsere,
 - $T_r \gamma = 90 \%$ (95 %) hajlékony pályaszerkezetek, statikailag határozott és statikus hatásnak kitett szerkezetek alapjai alatti felső, 0,5 m-es réteg,
 - $T_r \gamma = 85 \%$ (90 %) a fenti feltöltések 0,5 m alatti, rétegei, egyéb földmunkák, kivéve a talajcserét és a műtárgyak mögötti feltöltést.

Teherbíróképesség mérése a legfelső rétegen:

Ha a visszatöltés terhelést is kap, a legfelső rétegnél tárcsás méréssel E_2 rugalmassági modulust is meg kell határozni. Ez a mérés nem igazolja a mélyebb rétegek megfelelőségét (pl. utórozkodás lehet).

Egyéb előírás hiányában:

- szemcsés talaj: $E_2 = 35 \text{ Mpa}$,
- iszap és homokliszt: $E_2 = 25 \text{ Mpa}$,
- agyag: $E_2 = 20 \text{ Mpa}$.

Tervezett feltöltés:

A cél, hogy a tervben rögzített *tömörségnek megfelelő földmunkát kivitelezzenek*. A rétegek anyagát, vastagságát, tömörítési víztartalmát, az előírt tömörítési feltételeket és követelményeket, valamint az ellenőrzés módját, gyakoriságát a tervező határozza meg. Leghelyesebb munkahelyi kísérlettel – próbaterítés, próbatömörítés – ellenőrizni a tervezett tömörítési technológiát (a talajrétegek anyagát, vastagságát, víztartalmát, a tömörítő- eszközök járatását a helyi viszonyoknak megfelelően optimalizálni kell). A tervezett tömörségi fok elérését helyszíni vizsgálatokkal kell igazolni.

Túltömörítés:

Az előírtnál nagyobb tömörség veszélyes lehet:

- földet támasztó szerkezeteknél (pincefal, támfal stb.) → tervezettnél nagyobb terhelés!
 - kis szilárdságú anyagoknál (salak, puha kőzet) → az anyag széttöredezik!
- Problémás, különös gondosságot igénylő feladatok:*
- feltöltések szabad szélének tömörítése (töltésvállak stb.),
 - háttöltések (falak, támfalak melletti visszatöltések stb),

- vezetékárkok visszatöltése (burkolatok alatti átvezetés, vezeték melletti tömörítés stb.),
- csatorna, víz- és egyéb vezetékek közvetlen környezetében végzett visszatöltés, tömörítés, gépalapok közötti földvisszatöltés és tömörítés

Utómunkálatok

A földmű felületének kialakítása (tervezett sík kialakítása az előírt pontossággal) a felület burkolása, termőföldborítás, felszíni vízelevezetés, vízrendezés, más szerkezetekhez való csatlakozások kiképzése.

1.2.3. Földmegtámasztás, a munkagödör határolása

A munkagödrök, munkaárkok kiemelésénél fő probléma a partfalak beomlása, megcsúszása, illetve a talajvíz elleni védelemnek a biztosítása, megoldása.

Az oldalfal határolásokat befolyásolja:

- talaj- és talajvízviszonyok
- térszínre ható terhelések, hatások
- rendelkezésre álló eszközök és a nyitvatartási idő
- környezet beépítettsége, adottságai
- létesítmény, építmény méretei

Rézsű

A földművek oldalait határoló, vízszintessel szöget bezáró felület, amely külön megtámasztás nélkül határolja a munkateret. Jellemzően kis kiemelési mélység, nagy alapterület vagy rövid ideig tartó, száraz időszak esetén alkalmazható.

A rézsű hajlásszögét a munkagödör mélységére, a talaj-, illetve talajvízviszonyokra, valamint a várható időjárásra és az esetleges külső felszíni terhelésre való tekintettel *kell megtervezni (állékonysági vizsgálat)*.

Veszélyes lehet rétegzett talaj esetén, ha befelé lejtő agyag van (csúszásveszély), vagy átázásnak kitett altalaj esetén. A talajvíz emelkedése is okozhat rézsűmozgást. Az állékonyságot csökkenti a környezet dinamikus terhelése (forgalom, cölöpverés, stb.).

Dúcolás nélküli, állékony, függőleges földfal tájékoztató magassága, ha csapadék, talajvíz nem fenyeget:

- | | |
|---|-----------|
| • laza szemcsés talaj: | 0,8 m |
| • közepesen tömör, lapáttal fejthető talaj: | 1,0-1,2 m |
| • száraz agyagtalaj: | 1,5 m |
| • kemény, csak csákánnyal bontható talaj: | 1,8-2,0 m |

Kedvező körülmények között kisebb méretű munkagödröknél megengedhető rézsűhajlások terheletlen térszint esetén:

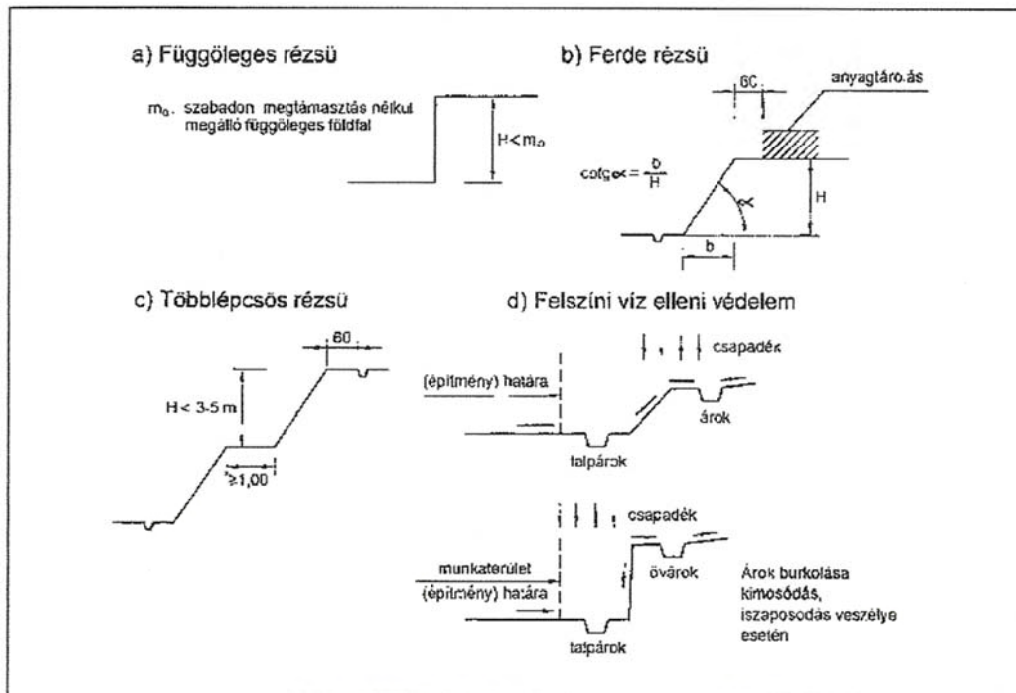
- | | | |
|---|-----|----------|
| • szemcsés vagy puha kötött talajok esetén: | 4/4 | (45°), |
| • kemény, félkemény kötött talajok: | 4/6 | (≈ 60°), |
| • szilárd, kemény kötött talajok, sziklák: | 1/5 | (≈ 80°). |

Részletesebb, gyakorlatban megengedett értékeket az 1.3a. és 1.3b. táblázatok tartalmaznak.

A rézsűk meredekségét, állékonyságát felületük beton- vagy vasaltbeton védelmével, talajerősítéssel is lehet növelni (pl. szegezett vashálós, lövelt betonos védelemmel).

Rézsűk tetején minden esetben egy kb. 60 cm széles védősávot kell kialakítani. Magasabb földmunkáknál kb. 1,0 m széles közbenső padkákat kell létesíteni, kb. 3,0–5,0 m-enként. Meredek rézsűn a járhatóságot létrával kell biztosítani.

Rézsút célszerűen lehet a munkagödör felső szintjén alkalmazni akkor is, ha alsó szinten dúcolást, résfal- stb. megtámasztást kell készíteni.



1.1. ábra. Munkagödör rézsús határolása

Dúcolás

A dúcolás földmű függőleges vagy közel függőleges határfelületének ideiglenes megtámasztása pallókkal, hevederekkel, dúcokkal. Alkalmazása akkor célszerű, ha a rézsús körülhatárolás gazdaságtalan, nem biztonságos, illetve nincs elegendő hely. Dúcolni kell mindenhol, ahol a földfal beomlása balesetet vagy kárt okozhat!

A dúcolás (megtámasztás és borítás) módját, rendszerét, anyagát és szerkezetét a talaj szilárdsága, a víztelenítés módja, a munkagödör mérete, a kivitelezés időtartama és a felszíni terhelés (anyag, gép, dinamikus hatás stb.) befolyásolja. A *dúcolás tervezésénél* ezeket a tényezőket figyelembe kell venni. Mindig méretezett dúcolást kell készíteni közlekedési útvonalak mellett, a dúcolás közelében dinamikus hatást, rázóhatást kifejtő berendezések, gépek alkalmazása esetén, átjáróknál.

A dúcolásoknál az azonos szerkezeti elemeknél azonos anyagot kell alkalmazni! (Például fa- és acélpallók, vagy fa- és acélhevederek nem alkalmazhatók vegyesen.)

A dúcolást a földkiemeléssel azonos ütemben kell végezni. A dúcolás mögött üregek nem maradhatnak (talajbeomlás veszélye). A dúcolásnak a terepszint fölé kell nyúlnia kb. 5–10 cm-rel, 60 cm védősáv biztosításával. A dúcolás nélküli földszakasz magassága nem haladhatja meg a függőleges rézsú biztonsági tényezővel (általános esetben $\alpha = 0,66-0,5$) csökkentett értékét. A dúcolások készülhetnek több lépcsőben is (ez 6,0 m-nél mélyebb munkagödörnél mindenképpen javasolt).

A dúcolások visszabontása a földvisszatöltéssel együtt, alulról felfelé történik.

**Tájékoztató gyakorlati értékek a földrészük megengedett hajlásaira
az MSZ 15003-65. IV. függelék alapján**

A talaj minősége és állapota	A kitermelés körülménye	A rézsűhajlás						
		függ.	2/4	3/4	4/4	5/4	6/4	7/4
		90°	≈ 60°	≈ 50°	45°	≈ 40°	≈ 35°	≈ 30°
		a rézsű megengedett magassága						
laza szemcsés	szárazon	0,0	0,8	1,0	1,2	1,5	3,0	3,0
	nyílt víztartás	0,0	0,0	0,0	0,8	1,0	1,5	2,5
tömör szemcsés	szárazon	0,8	1,0	1,2	1,5	2,0	3,5	3,5
	nyílt víztartás	0,0	0,0	0,8	1,0	1,5	2,0	3,0
kemény iszap, sodorható sovány agyag	szárazon	1,0	1,2	1,5	2,0	2,5	3,5	4,0
	nyílt víztartás	0,0	0,8	1,0	1,2	1,5	2,0	3,0
löss, sodorható kövér agyag	szárazon	1,5	2,0	2,5	3,5	5,0	7,0	7,0
	nyílt víztartás	0,8	1,0	1,2	1,5	2,0	3,0	3,0
kemény agyag	szárazon	2,0	3,0	4,0	5,0	7,0	7,0	7,0
	nyílt víztartás	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	4,0	4,0

A táblázatban feltüntetett értékek akkor alkalmazhatók, ha talajfelderítés vagy közelítő talajfeltárás megfelelő módon megtörtént.

A rézsű feletti térszinten a terhelés max. 2,0 kN/m².

A függőleges és a meredek rézsűk megengedett magasságának megállapításánál a biztonsági szabályokat is be kell tartani.

**1.3b táblázat. Dúcolatlan munkagödör, munkaárok megengedett mélysége
a 4/2002. (II. 20.) SzCsM-EüM e. r. szerint**

A talaj minősége és állapota	A ki-termelés körülménye	A rézsűhajlás						
		függőleges	1/4	1/4	1/4	1/4	1/4	1/4
		0°	60°	50°	5°	40°	35°	30°
		a rézsű megengedett magassága						
laza szemcsés	szárazon	0,8	1,0	1,2	1,5	2,0	2,0	2,0
	nyílt víztartás	0,8	1,0	1,5	1,5	2,5	2,5	2,5
tömör szemcsés, sodorható iszap	szárazon	0,8	1,0	1,2	1,5	2,0	2,5	2,5
	nyílt víztartás	0,8	1,0	1,5	1,0	2,0	3,0	3,0
kemény iszap, sodorható s.agyag	szárazon	1,0	1,2	1,5	2,0	2,5	3,0	4,0
	nyílt víztartás	0,5	0,8	1,0	1,2	1,5	2,0	3,0
sodorható kövér agyag	szárazon	1,5	2,0	2,5	3,0	4,0	5,0	7,0
	nyílt víztartás	1,0	1,5	2,0	2,0	3,0	4,0	4,0
kemény agyag	szárazon	1,7	3,0	4,0	5,0	7,0	7,0	7,0
	nyílt víztartás	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	4,0	4,0
A megengedett mélység terheletlen térszint esetére vonatkozik								

Utánhajtott dúcolás:

Állékony talajok esetén alkalmazható (l. a dúcolás nélküli függőleges rézsűt). Először az állékonyiságnak megfelelő mélységben kiemelik a talajt, majd beépítik a dúcolást (vízszintes pallók és függőleges hevederek, vagy függőleges pallók és vízszintes hevederek vízszintes vagy ferde támasszal, dúccal). Ha a talaj nem omlós, a pallózás hézagos (ritkített) lehet.

Előrehajtott dúcolás:

Egészen laza szemcsés, folyós, puha, kötött talajokban vagy talajvíz alatti munkáknál alkalmazzák. Először fent vízszintes hevederekkel és dúccokkal megtámasztott fa- vagy acélpallókat vernek (vibrálnak) le. A földkiemeléssel párhuzamosan építik be a további hevedereket és dúcokat. A pallók alul a mindenkori fenékszint alatt min. 30 cm-re benyúlnak a talajba.

Siemens-rendszerű (berlini) dúcolás:

Főleg mélyebb munkagödrök esetén célszerű alkalmazni. Földkiemelés előtt acél I tartókat vernek, sajtolnak le vagy helyeznek el fúrt lyukba 1,5–3,0 m-ként. A földkiemeléskor az acél I tartók közé építik be a pallókat és hevedereket, a talajadottságokat figyelembe véve az előző megoldások valamelyike szerint. Az acél I tartókat szükség szerint kitámasztják vagy hátrahorgonyozzák. Mindig méretezni kell.

Dúcolások kihorgonyozása:

Ha nagy a szembetámasztási távolság, vagy a munkagödörben zavarnak a ferde támasztások, akkor a dúcolást hátrahorgonyozzák (kihorgonyozzák) a megtámasztott földtömegbe. A hátrahorgonyzás a térszín felett vagy alatt, egy vagy több sorban történhet. A horgonyzó- szerkezetet (gömbacél, horgonyrúd stb.) a talaj lehetséges csúszólapján (szakadólapján) túl kell befogni, rögzíteni.

Dúcolatok bontása:

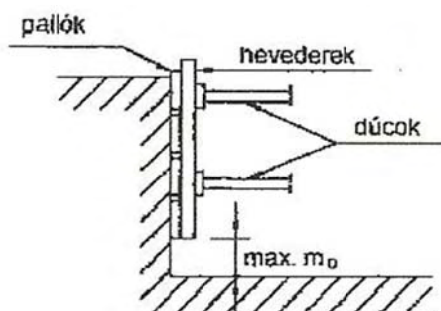
Az építéssel fordított sorrendet kell alkalmazni. A bontás alatt az ideiglenes alátámasztásokat és a pallók visszahúzását átváltásokkal kell megoldani. A dúcolat elemeit a földvisszatöltéssel párhuzamosan kell eltávolítani, az elbontott elemek helyét ki kell tölteni és tömöríteni.

Szádfal

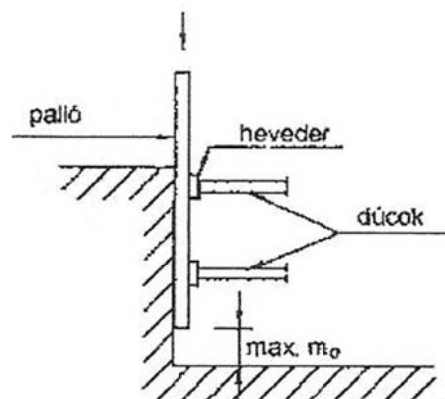
Ha a munkagödör oldalfalainak megtámasztása mellett a víz kizárásáról is gondoskodni kell, akkor javasolt a szádfalazás alkalmazása. A szádfal a földkiemelés előtt a talajba behajtott (bevert, bevibrált, besajtott stb.) szádpallókból álló összefüggő függőleges fal. Önállóan vagy kihorgonyozva, kitámasztva alkalmas a víz kizárására és a föld- és víznyomás felvételére. A szádpallók különféle rendszerben (horony, ereszték stb.) kapcsolódnak egymáshoz, biztosítva a vízzárást. Anyaga jellemzően acél, de lehet fa vagy előre gyártott vasbeton szádpalló is. Kivitelezése részletes tervdokumentáció alapján történhet.

a) Utánhajtott dúcolás

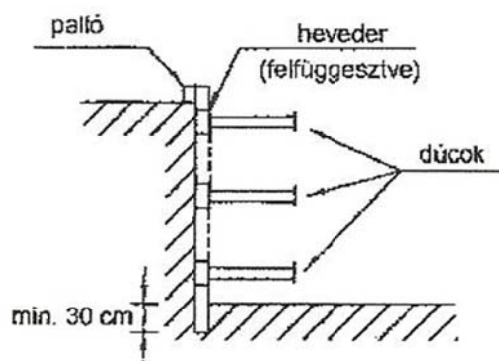
vízszintes pallózás



függőleges pallózás

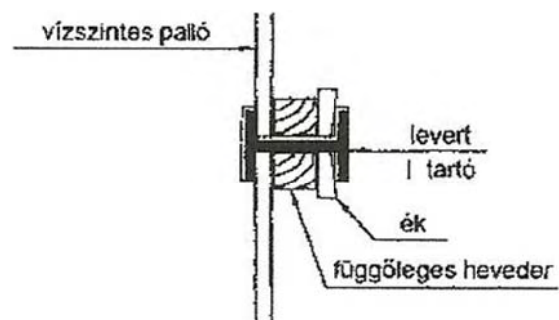
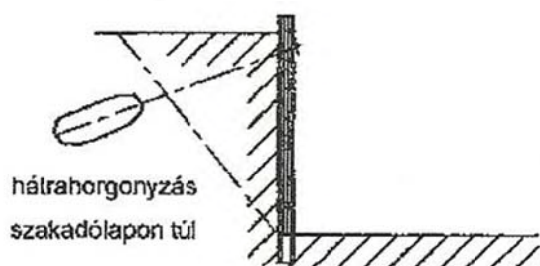


b) Előrehajtott dúcolás



c) Siemens-rendszerű dúcolás

vízszintes pallózással



1.2. ábra. Dúcolások jellemző megoldásai

Egyéb munkagödör-megtámasztások

Résfal, cölöpfal, ritkított cölöpfal (l. a mélyalapozásoknál).

Néhány jellemző hiba a földmegtámasztási, munkagödör-határolási munkáknál

- Nem készítenek kivitelezési tervet azokban az esetekben sem, ahol ez előírás.
- Nem a talajtulajdonságoknak megfelelő dúcolási módot alkalmaznak.
- Elhagyják a dúcolást ott, ahol szükséges.
- A beépített anyagok mérete, minősége nem megfelelő.
- Azonos szerkezeti elemeknél eltérő anyagokat alkalmaznak.
- A dúcokat, pallókat és hevedereket nem ékelik, merevítik megfelelően.
- A munkagödör mellett nem hagynak biztonsági sávot, nem készül védőkorlát (elkorlátozás) az 1 m-nél mélyebb gödör vagy árok körül.
- A megtámasztás nélküli munkagödör-határolás (a függőleges földpart magassága, a rézsűk kialakítása) szabálytalan, illetve közvetlenül a gödör szélén tárolják az anyagokat.
- A meredek rézsűt, földpartot „aláássák”.
- Megoldatlan a felszíni vízelvezetés.
- A dúcolást nem a munkagödör betöltésével egyidejűleg távolítják el.

1.2.4. A munkagödör víztelenítése

Víztelenítésnek a munkagödör építkezés alatti szárazon tartását értjük.

Nyitott munkagödör

A munkagödör megtámasztása, illetve biztosítása (földrézsű, dúcolás) nem akadályozza meg a talajvíz beszivárgását a munkagödörbe. A beszivárgó vizek eltávolítása víztelenítéssel történik.

Zárt munkagödör

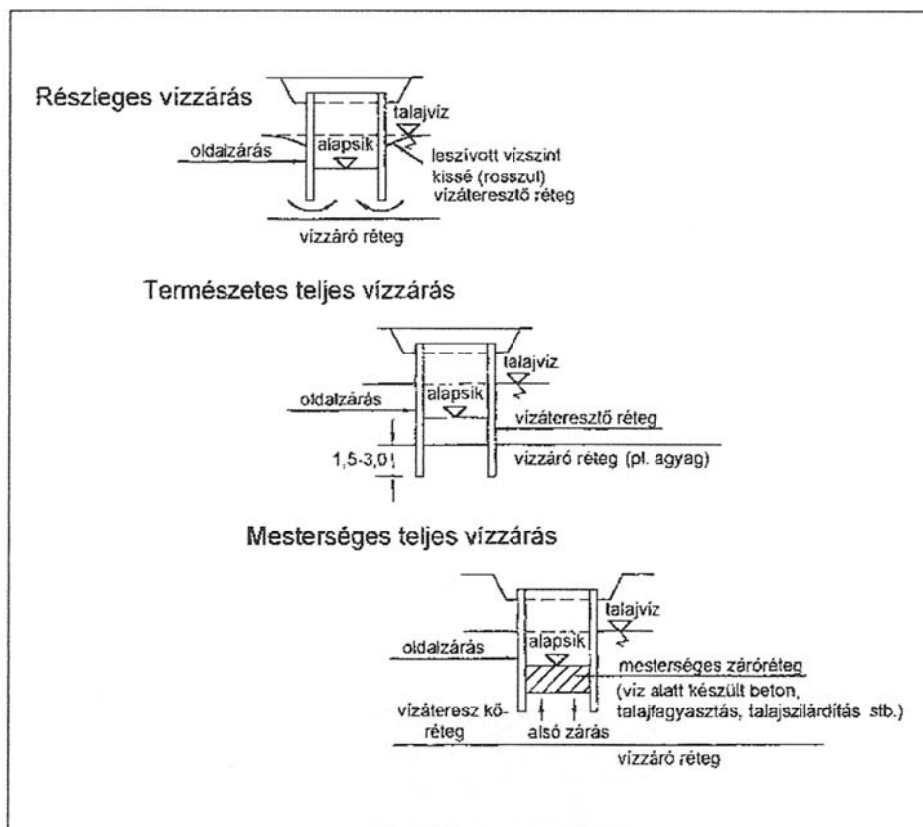
A munkagödör határoló- vagy megtámasztó elemei a talajvíz beszivárgását részben vagy egészben meggátolják, a nyílt víz (időszakos csapadékvíz, folyó vagy állóvíz) átszivárgását is megakadályozzák. A körbezárt munkagödörből a bennmaradt talajvizet kiszivattyúzzák vagy víztelenítéssel távolítják el.

Részleges vízzárás:

A szivárgó vizeket csak az oldalfelületeken zárják ki, az alulról feltörő vizeket víztelenítéssel távolítják el.

Teljes vízzárás:

A talajvizet az oldalfelületeken és a fenék felől is kizárják (alsó zárás), és a nyílt víz beszivárgását is megakadályozzák. Az alsó zárás lehet természetes, ekkor a vízzáró oldalhatárolást bekötik az alapsík alatti vízzáró talajrétegbe (agyag). Mesterséges az alsó zárás, ha a munkagödör fenekét víz alatti betonozással vagy talajszilárdítással vízzáróvá teszik.



1.3. ábra. Zárt munkagödör-kialakítások

Víztelenítési lehetőségek

A víztelenítést a talaj minőségének, a víznyomás nagyságának, a munkagödör méretének, az építendő szerkezetek kivitelezésének valamint a szomszédos építmények állékonyságának figyelembevételével kell megtervezni.

A kivitelezés megkezdése előtt meg kell állapítani a tényleges talajvízszintet, s ha szükséges, akkor a tervezőnek a víztelenítés módját, eljárását módosítani kell. A lesüllyesztett talajvízszintet addig kell folyamatosan tartani, amíg a munkavégzés és az építmény felhajtóerő okozta felemelkedési (felúszási) biztonsága megkívánja. A talajvízszint felengedéséhez tervezői jóváhagyás, engedély kell. A felengedés csak fokozatos lehet. A munkát úgy kell szervezni, hogy a víztelenítés a lehető legrövidebb idő alatt befejezhető legyen. A dűcolás szerkezeteit naponta ellenőrizni kell. Ugyancsak ellenőrizni kell a környezetben lévő építményeket, nincs-e épületmozgásra utaló repedés, alakváltozás.

A folyamatos vízszintsüllyesztéshez, illetve vízszinttartáshoz a zavartalan működést biztosító, bármikor üzembe helyezhető tartalékberendezést kell a helyszínen tartani. A vízbefogadó teljesítőképességét ellenőrizni kell. Közcsatornába kötés esetén engedélyre van szükség. A kiszivattyúzott vizet nem szabad a munkagödörön kívül a talajba engedni.

Nyílt víztartás

Ha lehet, akkor mindig nyílt víztartást kell tervezni. A lényege, hogy a munkagödörbe oldalról, alulról bejutó talajvizet, felülről bejutó csapadékvizet nyílt árokrendszer, szivárgó- vagy csőhálózat segítségével aknába (zsompba) gyűjtik, ahonnan kiszivattyúzzák és vezetéken egy vízbefogadóba vezetik. A vízgyűjtő hálózat mélyítése megelőzi a munkagödör mélyítését, lehet többlépcsős kiépítésű is. A talajvízszint min. 20 cm-re (gépek esetén 50 cm-re) legyen a munkagödör fenékszíntje alatt. A főgyűjtő szivárgót lehetőleg az építmény határain kívül kell

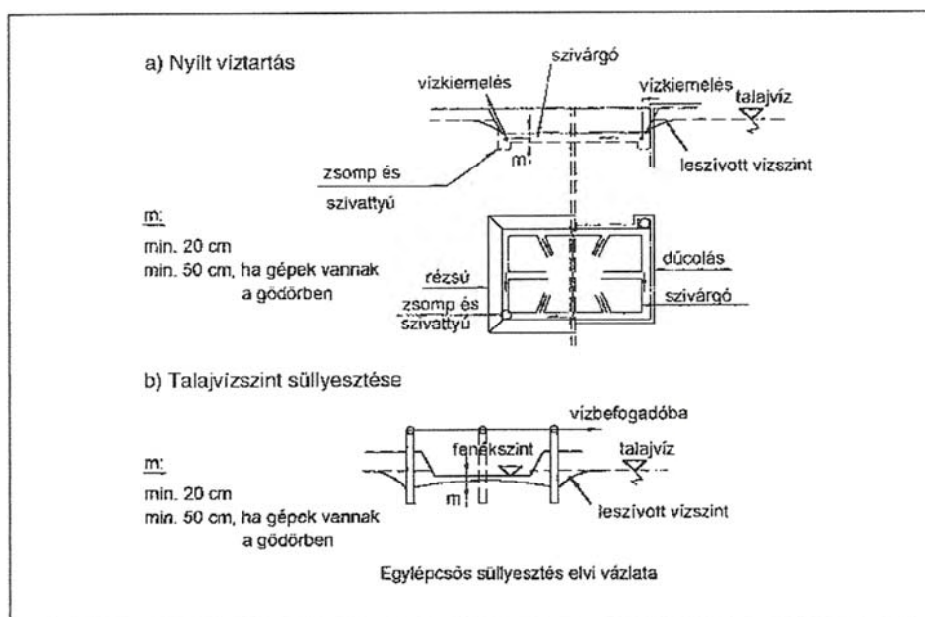
vezetni, mélysége max. 50–60 cm. Legalább két gyűjtőaknát kell előirányozni. A víztelenítés befejezése után a szivárgóhálózatot és a szivóaknákat cementhabarccsal vagy betonnal ki kell tölteni.

Talajvízszint-süllyesztés

Alkalmazása akkor indokolt, ha nyílt víztartás nem alkalmazható, ha a vízzáró oldalhatárolás költségesebb lenne, ha a munkagödörbe teljes szárazságra van szükség. Lényege, hogy a munkagödör köré (esetleg a munkagödörbe) telepített, a fenékszint alá süllyesztett kutakból a talajvizet kiszívják, így az nem juthat a munkagödörbe (zárt víztelenítés). A kutakból kiszivattyúzott vizet egy vízbefogadóba vezetik. A víztelenítő-rendszer kiépítése és a talajvízszint lesüllyesztése megelőzi a földmunkát. A talajvízszint min. 20 cm-re (gépek esetén 50 cm-re) legyen a munkagödör fenékszintje alatt. A talajvízszint-süllyesztést mindig tervezni kell (gépi berendezések, kutak telepítése, a vízszintsüllyesztés menete, a kiszivattyúzott víz elvezetése, az észlelőkutak telepítése, nyílt víz elleni védelem stb.). A talajvízszint-süllyesztés káros süllyedéseket okozhat a környezetben lévő építményeknél, ezért mindig állapotfelvételt kell végezni a munka megkezdése előtt, kivitelezés közben pedig folyamatos ellenőrzést kell tartani.

A jellemző talajvízszint-süllyesztési rendszerek a következők:

- A *gravitációs rendszerek* [szűrőkutas, pontkutas (tűkutas), nyomókutas (mélykutas), csáposkutas] lényege, hogy a kiépített kutakba természetes, gravitációs úton jut be a talajvíz, ahonnan azt kiszívják. A kútátmérő 15–150 cm, mélysége a szivattyú teljesítményétől függő. A kisebb átmérőjű szivókutak szivóvezetékekkel egy, a térszintre telepített gépházban lévő szivattyúhoz kapcsolódnak, míg a nagyobb átmérőjű mélykutaknál kutanként egy-egy vízfelnyomó búvárszivattyút telepítenek a kút aljára.
- A *vákuumkutas rendszer* lényege, hogy kis átmérőjű kutakból álló, vezetékkel összekötött kútsorban a légszivattyúval vákuumot létesítenek, ezért a víz a kutakba gyorsabban áramlik be.



1.4. ábra. Nyílt víztartás és talajvízszint-süllyesztés elvi vázlata

- A talajvízszint süllyesztése elektroosztatikus eljárással: a pontkútsor (– katód) és a vele párhuzamosan levert vasrúdsor (+ anód) között egyenáram bevezetésével a potenciálkülönbség növeli meg a gravitációs áramlást. Mindig helyszíni kísérlet szükséges a tervezéséhez.

További víztelenítési (vízkizárási) lehetőségek:

- talajfagyasztás.
- talajszilárdítás.

Az egyes talajokra vonatkozó víztelenítési lehetőségeket, a tájékoztató tapasztalati értékeket az 1.4. táblázat tartalmazza.

A műszaki ellenőr fontosabb feladatai a víztelenítési munkák során

- ellenőrizni kell a víztelenítés terv szerinti kivitelezését (berendezések telepítése, hálózat kiépítése, leszívás üteme, vízszinttartás, vízszint felengedése stb.),
- ellenőrizni kell a “talajvízszint-süllyesztési naplót” és a “kútfürési naplót”, mivel ezekbe kell a víztelenítéssel kapcsolatos fontos adatokat, eseményeket, utasításokat és javaslatokat, a munka menetét, előrehaladását bevezetni,
- szűrőpróbaszerűen ellenőrizni kell az észlelőkutak vízszintjét, vízállását,
- talajvízszint-süllyesztéskor ellenőrizni kell a folyamatos üzemet, leállás esetén azonnali kivitelezői és tervezői intézkedést kell kérni,
- ellenőrizni kell, hogy a víztelenítés leállítása után a kiépített alagsórhálózat kitöltése, a kutak lezárása, kitöltése szakszerűen megtörtént-e,
- a dúcolás, munkagödör-határolás és a környezetben lévő építmények szűrőpróbaszerű ellenőrzése, károsodásra utaló jelek esetén tervezői és kivitelezői intézkedés elrendelése.

1.4. táblázat. Talajok víztelenítési lehetősége (tájékoztató tapasztalati értékek)

Jellemzők		kavics		folyami homok	homok	finom homok	ho- moklis zt	iszap	agyag			
						folyós homokok						
Vízáteresztő-képességi együttható, cm/s		10 ¹	10 ⁰	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³	10 ⁻⁴	10 ⁻⁵	10 ⁻⁶	10 ⁻⁷	10 ⁻⁸	10 ⁻⁹
Nyílt víztartás		1-2 m-nél nagyobb vízmagasság esetén túl sok áramlik be, gazdaság- talan szivattyúzás				buzgárképződés, folyósodás veszélye		fő alkalmazási terület				
Talajvízszint- süllyesztés	mélykutas				alk. terület							
	Siemens kutas				alkalmazási terület							
	pontkutas				alkalmazási terület							
	vákuumkutas						alkalmazási terület					
	elektroosmozis							alkalmazási terület				
Rétegvíz szivattyúzása, nyomás- csökkentés					alkalmazási terület							
Megjegyzés		jó vízvezető				közepesen vízvezető	rossz vízve- zető	gyakorlatilag vízzáró				

1.3. Alapozási munkák

1.3.1. Alapok

Az alap az építmény és az altalaj közötti teherátadást biztosító teherhordó szerkezet. Az alapok feladata, hogy az építmény terheit annak károsodása nélkül átadják a talajnak.

Az alapokkal szembeni követelmények:

- megfelelő teherbírása legyen, a talajtörés, elcsúszás, elbillenés ellen kellő biztonságot adjon,
- biztosítsa a káros süllyedések, süllyedéskülönbségek elkerülését,
- egyszerűen, gyorsan és gazdaságosan kivitelezhető legyen.

Alapozási mód az alapozási mélység szerint lehet:

- síkalapozás,
- mélyalapozás,
- átmeneti alapok.

Az alapozás módja függ:

- az altalajtól és a talajvíztől,
- az épület szerkezetétől, beépítési módjától,
- a környezettől (szomszédos építmények),
- a munkavégzés körülményeitől és a kivitelező adottságaitól.

Sajátosságok:

- általában rossz körülmények között készülnek mind a kivitelezés, mind az ellenőrzés szempontjából,
- az alapozási hiba az egész építményt veszélyezteti, a hiba nehezen, költségesen javítható (a hiba legtöbbször az építkezés előrehaladott vagy kész állapotában derül ki).

Az alapozások kivitelezése:

- alapokat alapozási terv alapján kivitelezhetnek,
- az alapok kivitelezésének első lépése a kitűzés (értelemszerűen a földmunka kész, a szükséges víztelenítés tart),
- az alapok kivitelezése terv szerint,
- az alapozás kész, ha a további szerkezetépítésre alkalmas állapotban van.

A hibák leggyakoribb okai:

- rossz vagy hiányos talajfeltárás (meg kell jegyezni, hogy megfelelő feltárás esetén is számítani kell váratlan helyzetekre, mivel a talajfeltárás pillanatnyi állapotot tükröz és a terület egy-egy pontjára vonatkozik),
- helytelenül megválasztott alapozási mód (vagy az altalajviszonyoknak, vagy a rákerülő építmény szerkezetének nem felel meg),
- kivitelezési hibák.

Az alapozási okokra visszavezethető károsodások leggyakoribb okai FTI-vizsgálat alapján (ezeket az adatokat érdemes a műszaki ellenőri munka során is figyelembe venni):

- alapok alá szivárgó víz (csatorna- vagy nyomócsőtörés, felszíni víz, tetővíz): 67%,
- egyenlőtlen süllyedés: 10%,
- magas talajvízállással, vízállásváltozásokkal összefüggésbe hozható esetek: 7%,
- a talaj térfogatváltozása (ez is összefügg a felszíni, illetve talajvízzel): 6,5%,
- dinamikus hatás, túlterhelés, ismétlődő terhelés, hőhatás: 4,5%,
- alábányászás, talajcsúszás stb.: 3%,
- kivitelezési hiba: 2%,

- a károsodott elemek szerint a tartószerkezetek 44%-ban, a válaszfalak 57%-ban, a padozatok 74%-ban érintettek,
- *a feltöltésre alapozott szerkezeteknél (jellemzően válaszfal és padozat): tízszeres a károsodás valószínűsége!*

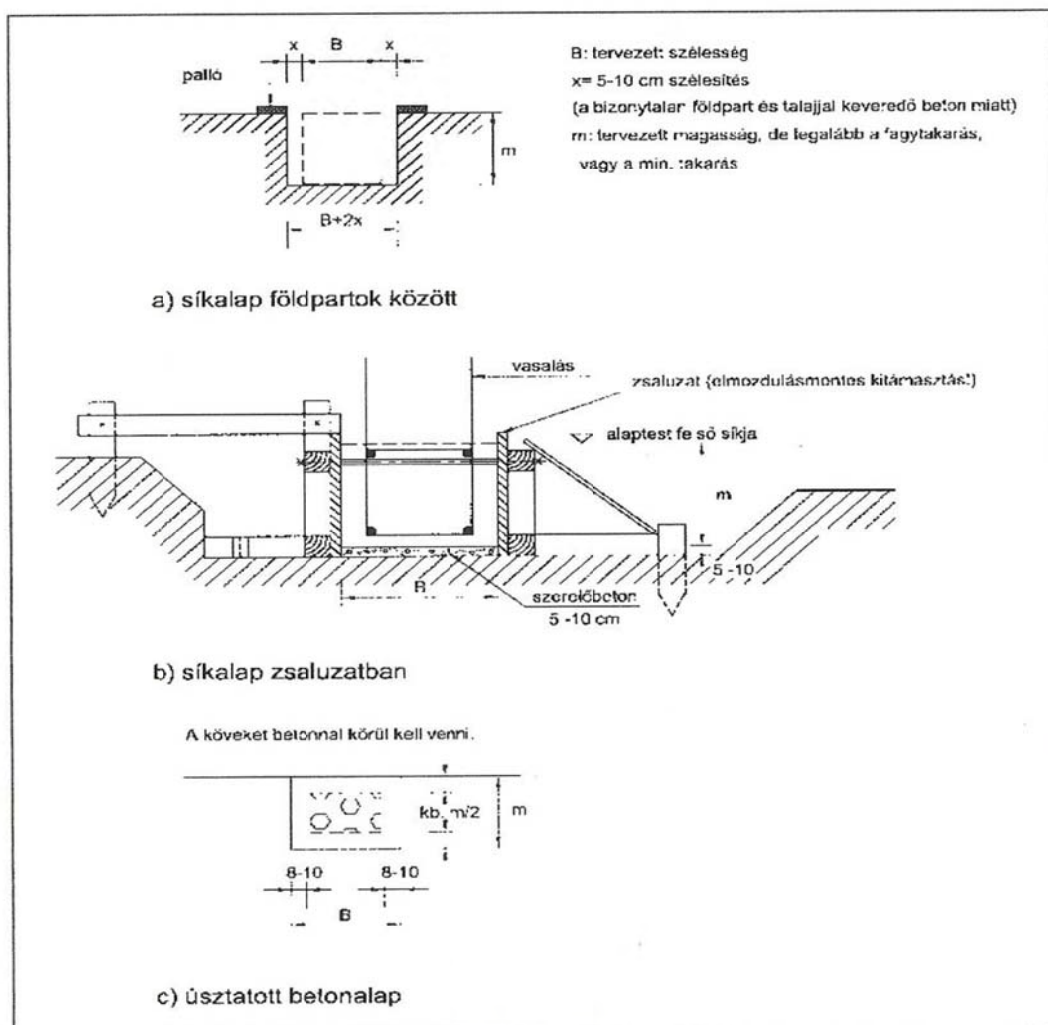
1.3.2. Síkalapozások

A síkalap az építmény terheit a felszínközeli teherbíró talajrétegnek átadó, a terhelő építményrésznel általában szélesebb szerkezet. Jellemzője, hogy a teherhordó altalaj egyszerű eszközökkel elérhető, ez a mélység 1-2 m.

Alkalmazható, ha a megfelelő teherbírású és vastagságú talajréteg van a felszín közelében, ha a várható süllyedések vagy süllyedéskülönbségek az építményre nem károsak, továbbá más alapozási mód nem gazdaságosabb (az összes körülmény figyelembevételével).

Jellemző síkalapok:

- *sávalap:* végigmenő falakat folytonosan alátámasztó alap [L (hossz)/ B (szélesség) $>3,5$],
- *pont-, tömb vagy talpalap:* oszlopokat vagy pilléreket alátámasztó alapok ($L/B <3,5$),
- *gerenda- vagy szalagalap:* oszlopokat, pilléreket alátámasztó sávalap,
- *gerendarács:* gerendaalapok rácsszerű kiképzéssel,
- *lemezalap:* végigmenő falakat, oszlopokat, pilléreket egy testként alátámasztó alap,
- *héjalap:* íves alapfelülettel kialakított pont-, sáv- vagy lemezalap.



1.5. ábra. Síkalapok

A síkalapok anyaga: Az alaptestek anyaga téglá, kő, beton, úsztatott beton, vasalt beton vagy vasbeton (lásd 1.5. ábrát).

Alapozási sík, fagyhatár

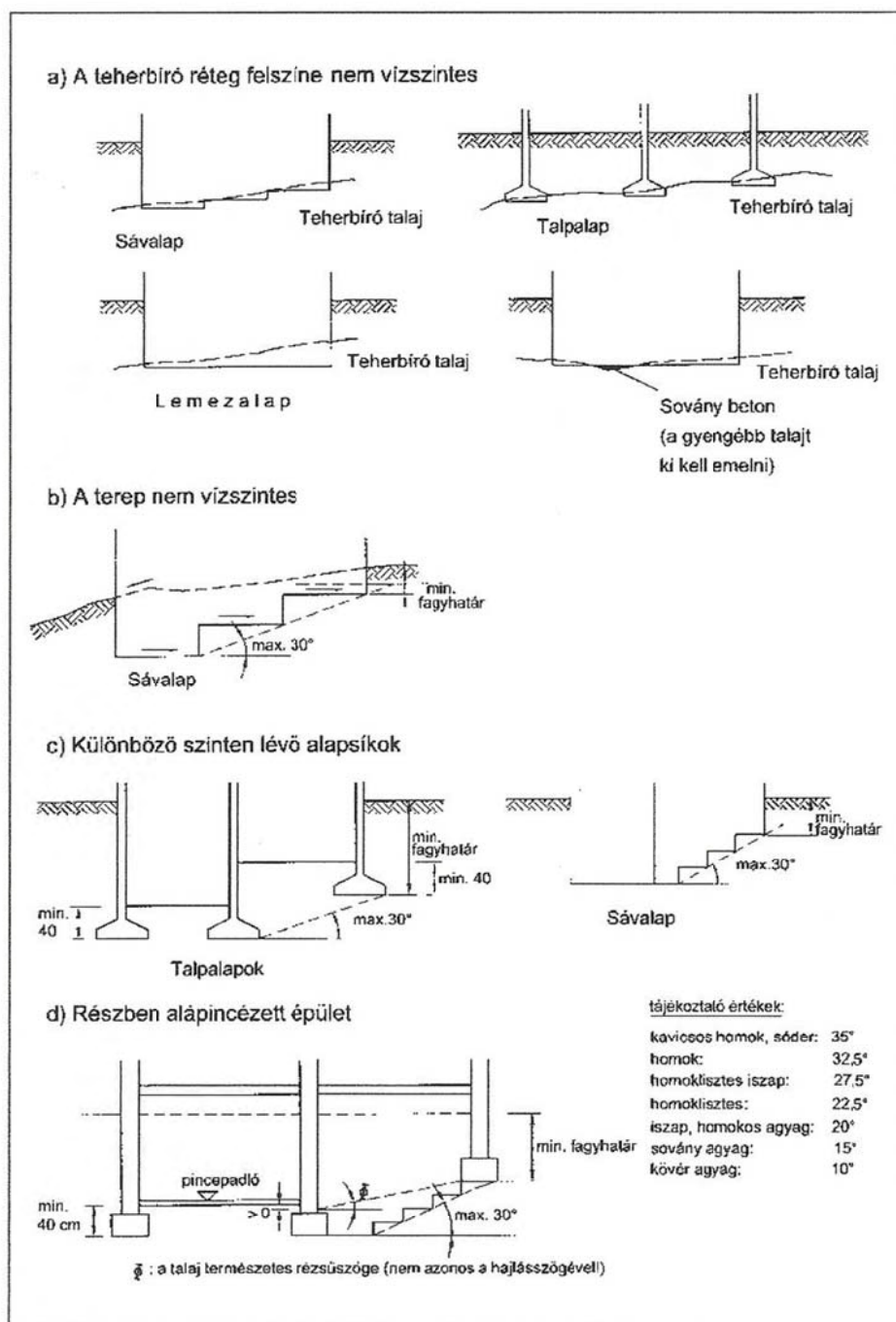
Az alapozási síkot a szerkezeti leg szükséges minimális értékre kell felvenni, azonban ez nem lehet kisebb, mint a fagyhatár (télen $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ alá hűlő talajréteg vastagsága), illetve a minimális takarási mélység.

Fagyhatár: szemcsés talajban: $0,8\text{ m}$,

kötött talajban vagy Balti tenger felett 500 m -re: $1,0\text{ m}$,

szilárd kőzetben: $0,5\text{ m}$,

Min. takarás fagyhatásnak ki nem tett alapoknál (pl. pincében): $0,4\text{ m}$.



1.6. ábra. Alapozási sík felvétele

Alapozási sík szempontjából *különleges figyelmet érdemlő* sákalapok:

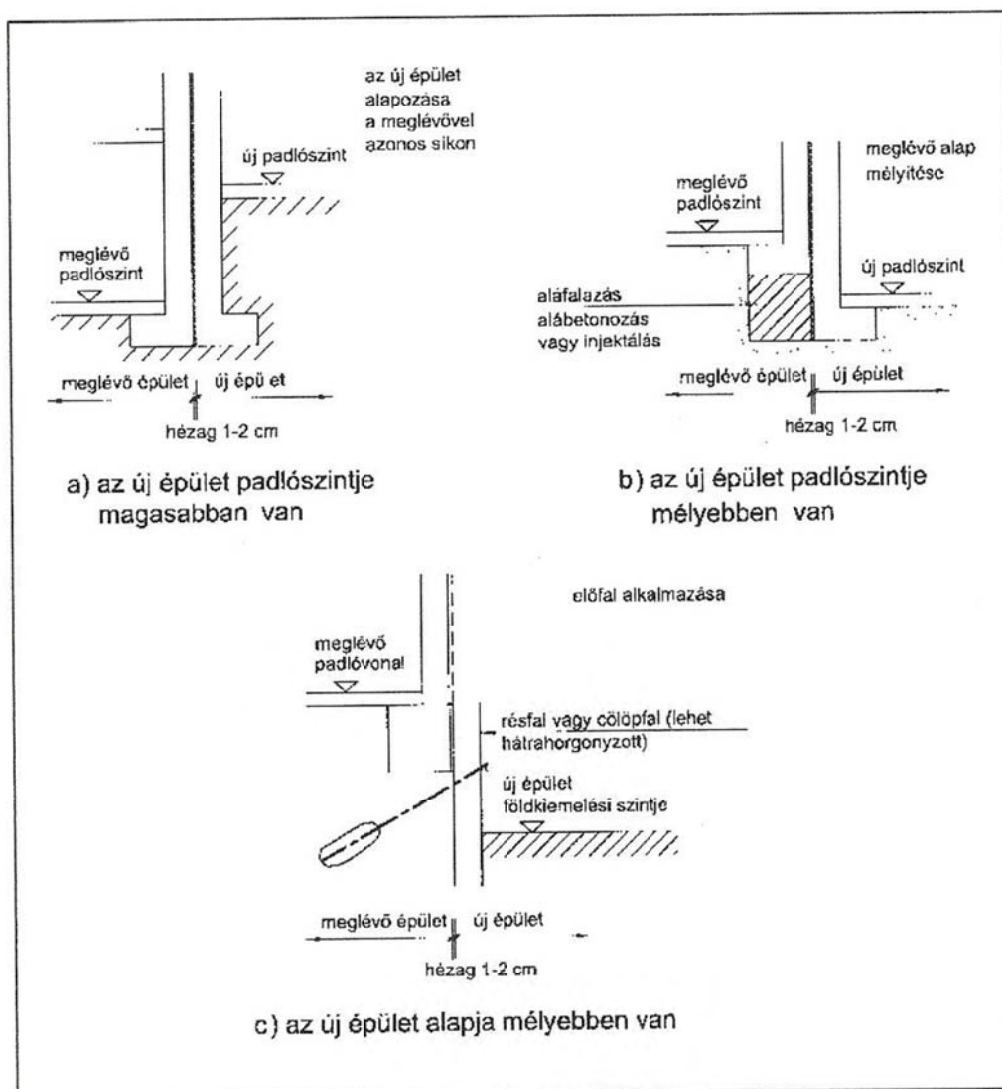
- erős hőhatásnak kitett alapok (kazánház, kemence),
- hűtőházak alapozása kötött talajon (fagyás, zsugorodás),
- térfogatváltozó talajon álló, kis terhelésű alapok.

Különböző alapozási síkok

Egy épület alatti eltérő alapozási síkok:

- részben alápincézett vagy lejtős terepen álló épületnél, esetleg nem vízszintes felszínnű teherbíró réteg esetén az alapozási sík változó
- *a különböző szinten* lévő alapokat lépcsőzetes mélyítéssel kell csatlakoztatni, az alapok megfelelő sarokpontjait összekötő egyenes hajlásszöge ne legyen nagyobb 30° -nál, a lépcsők magassága max. 0,5 m, ehhez a megfelelő lépcsőhossz 0,9–1,0 m
- természetesen a fagyhatárt, illetve a minimális takarást az alapok minden pontjában biztosítani kell.

A szabályos kialakítás elvi megoldásait az 1.6. ábra mutatja.



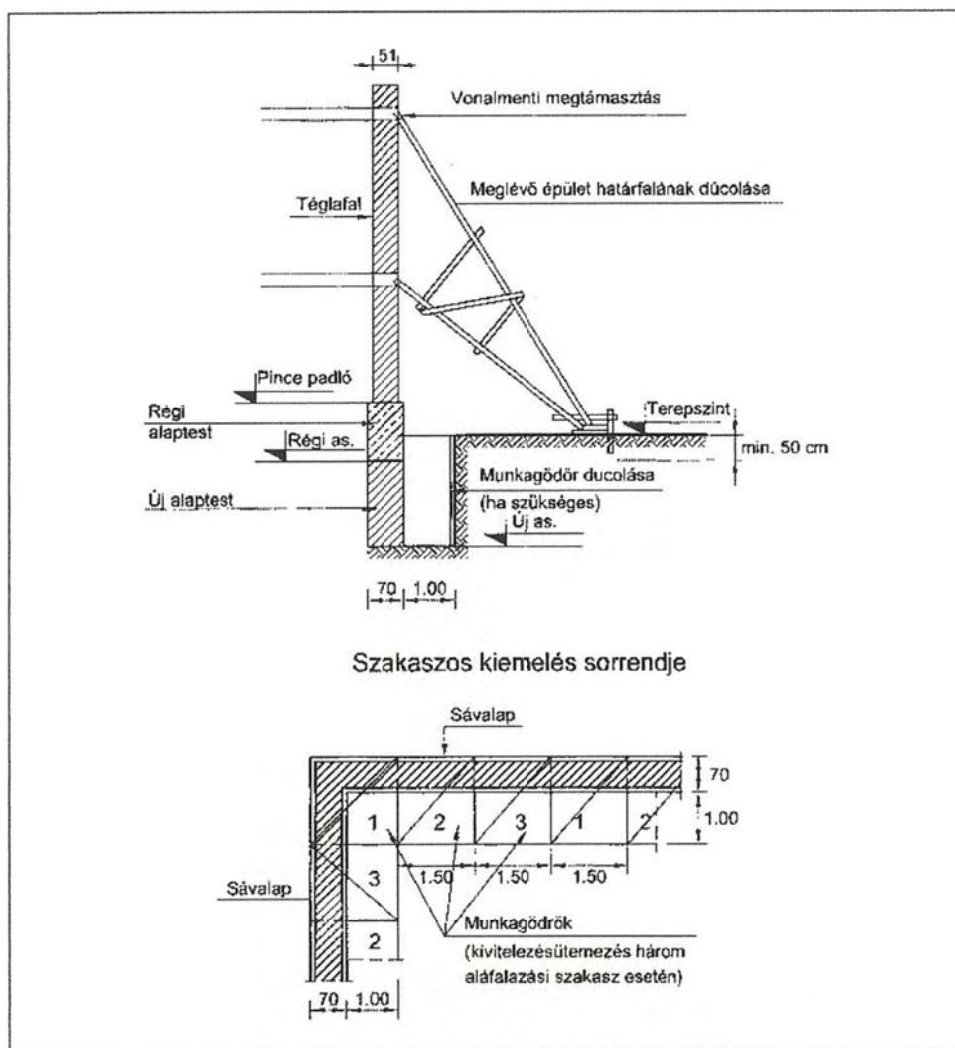
1.7. ábra. Alapozási megoldások melléépítésnél

Eltérő alapozási síkok melléépítés esetén:

- az új épület alapozási síkja nem kerülhet a meglévő fölé
- ha a meglévő épület alapozási síkja magasabban van, mint az új épületé, akkor a régi épület alapját alá kell falazni vagy betonozni, vagy más módon (pld. injektálással, rés- vagy cölöpfallal stb.) kell megvédeni (lásd 1.7. ábrát).

Az aláfalazást csak szakaszosan szabad végezni. Előtte a földkiemelést csak a meglévő alapok síkja felett 50 cm-es mélységig szabad kiszedni. Az építés alatt biztosítani kell, hogy a talajvíz az új alapsík alatt min. 50 cm-re legyen. A meglévő épület állékonyságát biztosítani kell (határfalak dúcolása). Egy ütemben kiemelt szakasz hossza általában 1,2–1,50 m, a munkában lévő szakaszok között legalább háromszoros távolságot kell tartani, ahol a talajt még nem emelték ki, vagy az aláfalazás már elkészült. A kiemelt munkagödört értelemszerűen biztosítani kell. Az aláfalazást, alábetonozást teljes alapszélességben, gondosan kell végezni. A régi alap és az aláfalazás közötti hézagokat különösen gondosan kell kitölteni (ez a kritikus pont). A szomszédos szakasz kiemelése csak az elkészült szakasz megfelelő teherbírása esetén kezdhető meg.

A szabályos aláfalazás, alábetonozás elvi megoldását lásd az 1.8. ábrán.



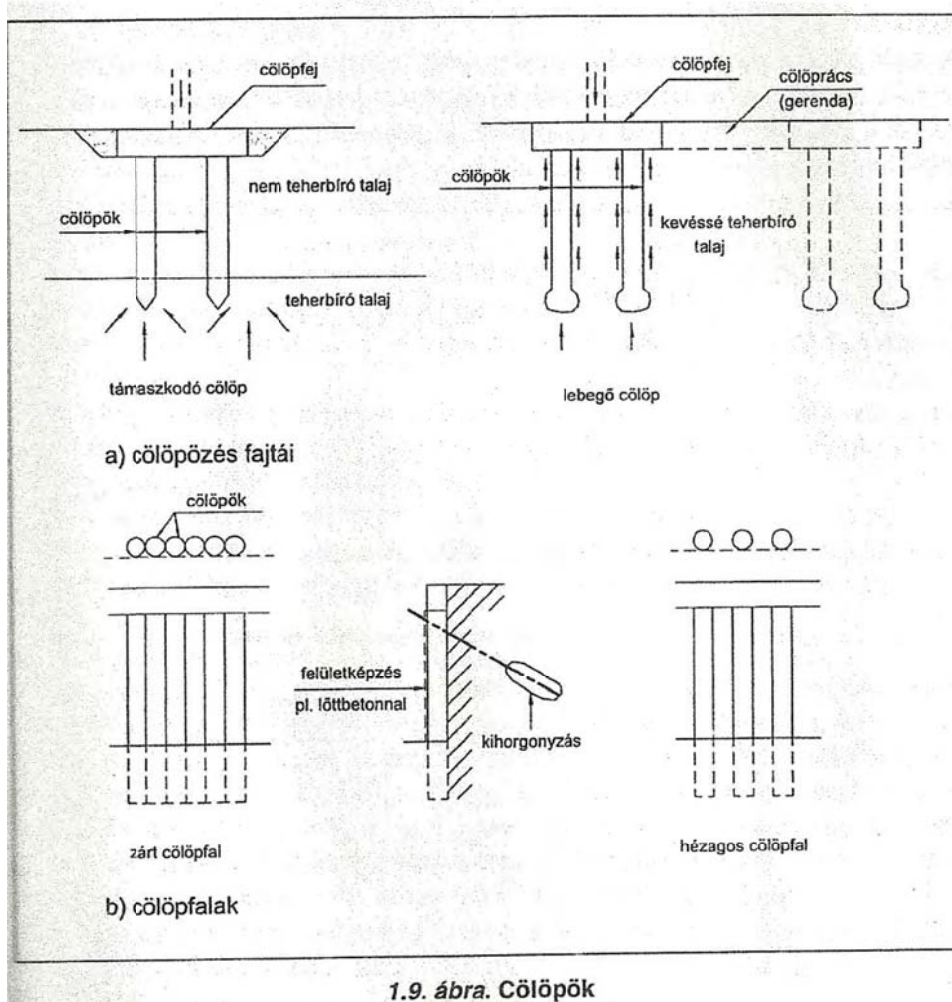
1.8. ábra. Alapok szakaszos aláfalazása

1.3.3. Mélyalapozások

A mélyalap az építmény terheit a nagy mélységben található teherbíró talajrétegeknek átadó, közvetítő szerkezet. A teherbíró altalaj csak különleges munkamódszerekkel érhető el. Mélyalapot csak akkor célszerű alkalmazni, ha a síkalap műszakilag nem megfelelő vagy nagyobb költséggel építhető (a kivitelezéssel összefüggő összes költséget kell vizsgálni). Alkalmazásuk 5–7 m mélységtől már gazdaságos lehet. Néhány jellemző mélyalapozási módszer a következő.

Cölöpalapozás

A cölöpök (beton, vasbeton, acél vagy fa anyagúak) a terheket mint nyomott oszlopok adják át a talajnak vagy letámaszkodva egy mélyen fekvő talajrétegre, vagy súrlódás révén a velük érintkező talajrétegeknek. Lényeges elemek még a cölöpfej és a cölöprács. Az egymás mellé kerülő cölöpök cölöpcsoportot alkotnak. Az egymás mellé sorban sűrűn elhelyezett cölöpök cölöpfalat alkotnak (lásd 1.9. ábrát).



A cölöpök többféleképpen építhetők be:

- az *előre gyártott cölöpök* veréssel, vibrálással, sajtolással, öblítéssel, csavarással vihetők be a talajba,
- a *monolit cölöpök*, illetve a cölöplyukak fúrással, markolással, vízöblítéssel, veréssel, vibrálással, robbantással és ezek kombinációjával készíthetők

- a cölöpkészítéshez használhatók acél köpenycsövek (visszanyerhető vagy bennmaradó),
- a helyben készült cölöpöknél talajvíz lyukból történő kiszorítására bentonitos zagy is alkalmazható,
- cölöpök készíthetők talajinjektálással is,
- a cölöpök teherbírása próbacölöpökön végzett terheléssel ellenőrizhető,
- a cölöpfalak használhatók foghíjbeépítésnél, mélypincék építésénél, támfalépítésnél is.

Néhány cölöpalapozási módszer:

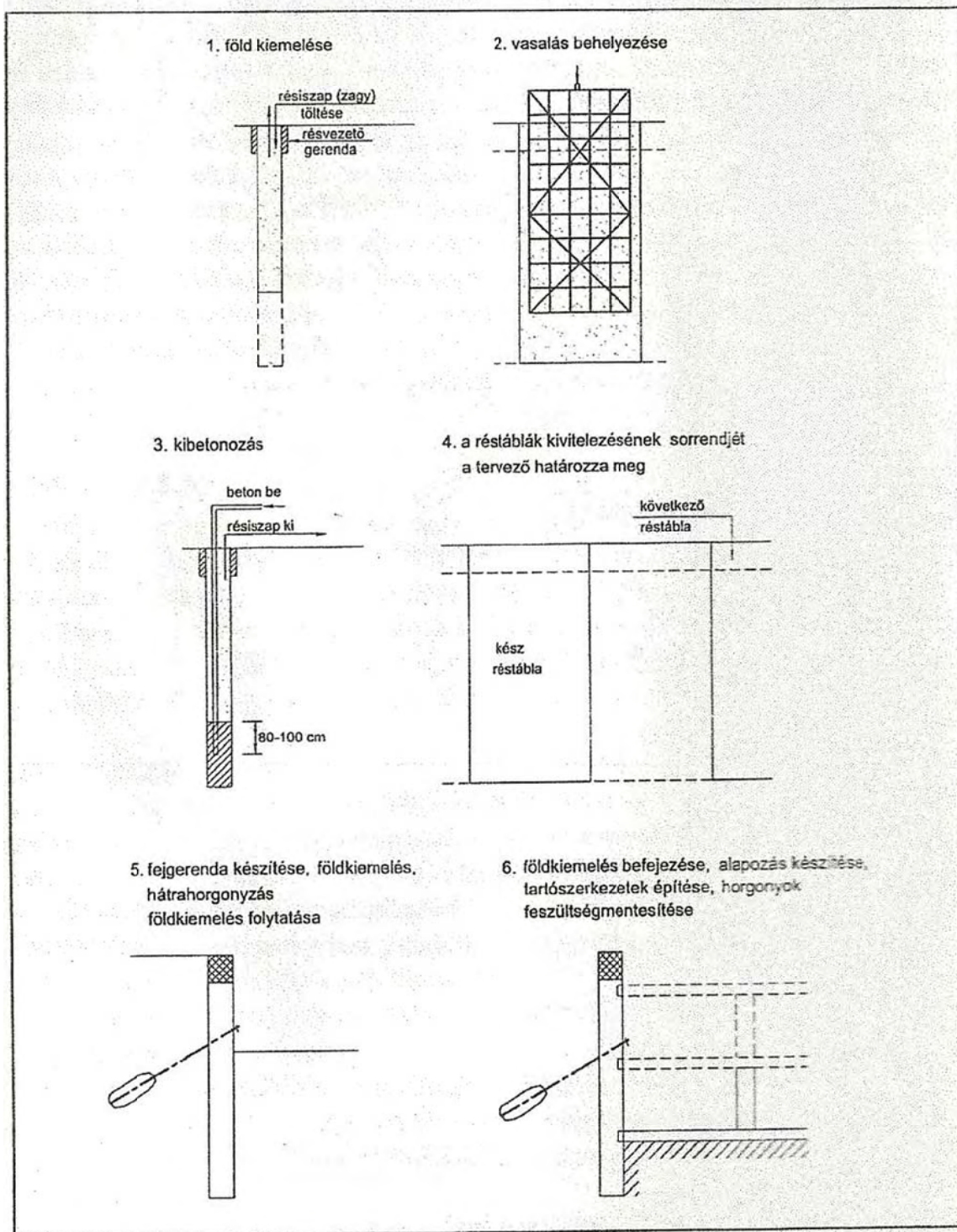
- hagyományos fűrt cölöp,
- Benoto-rendszerű, visszanyert köpenycsöves markolt cölöp,
- Franki-féle, visszanyert köpenycsöves vert cölöp,
- Soil-Mac-rendszerű, köpenycső nélküli fűrt cölöp,
- injektált fűrt cölöp,
- folyamatos spirállal készített cölöp (CFA, SOB technológiák),
- dugó cölöp,
- mikrocölöp (gyökércölöp)
- előre gyártott vert vagy vibrált vasbeton cölöp,
- MEGA-cölöp, sajtolt előre gyártott vasbeton cölöp.

Résfalas alapozás

A résfal alkalmas a munkagödör körülzárására, a talajvíz távol tartására és az épület teherhordó szerkezeteként is. A résfalas technológiával a talajba mélyített, szakaszokból álló folyamatos fal, vagy különálló, különböző keresztmetszetű pillérek kivitelezhetők.

A kivitelezés fő lépései: (lásd 1.10. ábrát):

- résvezető gerenda elhelyezése a térszínen (ez lényegében a résfal kitűzése is),
- árok kiemelése szakaszosan géppel (kotrás, marás, fúrás stb.), közben a bentonitos résiszap (zagy) folyamatos betöltése a kiemelt föld helyére,
- kellő mélység elérésekor a résfal vasalásának beemelése (a vasalás előre összeszerelt merev váz, tartalmazza az alap, a födémek és az átvezetések szerelvényeit is),
- víz alatti betonozási technológiával a gödör kitöltése, közben a résiszap kiszívása folyamatosan (tisztítás után újrafelhasználható),
- a betonozás után legalább egy munkaszakaszt kihagyva készül a következő réstábla
- a teljes szerkezet elkészülte után a résvezető gerenda elbontásra kerül, a réstáblákat egy monolit vasbeton fejgerendával kötik össze, majd megkezdődik a munkagödörből a földkiemelés,
- földkiemelés közben elkészítik a terv szerinti hátrahorgonyzásokat is,
- lehetőség van előre gyártott vasbeton réstáblák beépítésére is, ezeket elhelyezése a kiemelt árokba kell helyezni (elmarad a helyszíni vasalás és betonozás).



1.10. ábra. Résfal. A résfalépítés bemutatása

Kút- és szekrényalapozás

Süllyesztéses mélyalapozási technológiák. Térszinten elkészített beton köpenyfalat süllyesztenek le a talaj folytonos kiemelésével a teherbíró talajig. A süllyesztést elsősorban a szerkezet önsúlya biztosítja, de ezt a megfelelő kialakítással (vágóél, súrlódás csökkentése) is elősegítik. A *kútalapok* kisebb keresztmetszetűek (jellemzően körgyűrű), és süllyesztés után belsejüket kibetonozzák vagy kitöltik kavicssal. A kutakat gerendaráccsal is össze lehet kötni. Ha-

sonlítanak a cölöpalapokra, csak nagyobb átmérőjűek. A *szekrényalapok* nagyméretű (akár teljes épületalaprajznak megfelelő) vasbeton szerkezetek. A süllyesztés szintén földkiemeléssel történik.

1.3.4. Átmeneti alapozások

Az átmeneti alap az építmény terheit a nem túl nagy mélységben található teherbíró talajrétegeknek átadó, közvetítő szerkezet. A teherbíró altalajt különleges, a mélyalapozási eljárásokhoz hasonló vagy azokkal rokon munkamódszerekkel érik el.

A síkalapozás korszerű és gépesített technológiával történő mélyítésének eredményeképpen alakultak ki az átmeneti alapozások. Jellemzően a 2–7 m mélységben található teherbíró talajrétegek esetén gazdaságos az alkalmazásuk.

Néhány monolitikus átmeneti alap:

- rövid, fűrt (injektált) cölöp,
- mikrocölöpözés (fűrt, vibrált),
- markolt tömbalapozás,
- acélköpenyes kútalapozás,
- kavicscölöpözés.

Néhány előre gyártott átmeneti alap:

- rövid, vert vagy vibrált vasbeton cölöp,
- vert mikrocölöp.

1.3.5. A műszaki ellenőr fontosabb feladatai alapozási munkáknál

- Az alapozási tervek teljeskörűségének ellenőrzése (kitűzésre, kivitelezésre való alkalmasság, kellő számú részletrajz, műszaki leírás, minőségi és mérettűrési követelmények stb.).
- Az alapozási tervek összehasonlítása a felszerkezeti és a gépészeti tervekkel (megfelelőség ellenőrzése).
- Nem ismert alapozási mód esetén ismerkedés a technológiával, tervezői műszaki leírással és a kivitelező részletes technológiai utasításával.
- kitűzések szűrőpróbaszerű ellenőrzése.
- A terv vagy technológiai utasítás szerinti anyagminőségek és méretek betartásának ellenőrzése.
- A kivitelezés egyes lépéseinek, a technológiai szüneteknek betartásának ellenőrzése a technológiai utasítás alapján.
- Az alapozás közbeni földkiemelésnél a talaj ellenőrzése (l. földkiemelés).
- Szerkezetek ellenőrzése eltakarás előtt (az alap alatti talaj síkja és minősége, a vaszerelés betonozás előtt, az alapokba beépített egyéb szerkezetek megléte és helye stb.).
- A tervező által előírt próbaterhelések ellenőrzése.
- Az alapok körüli földvisszatöltés ellenőrzése.
- a munka megfelelőségét dokumentáló iratok, bizonylatok bekérése a kivitelezőtől (anyagbizonylatok, horgonyzási jegyzőkönyv, próbaterhelési jegyzőkönyv, geodéziai felmérési jegyzőkönyv stb.).

1.4. Monolit beton- és vasbeton szerkezetek

Az építmény végleges helyén előállított, anyagában folytonos beton- és vasbetonszerkezet. A vasbetonban a beton és a vasalás együtt dolgozik. A gyengén vasalt betonszerkezet a szabvány szerint előírt legkisebb vasmenyiségnél kevesebb számításba vehető vasalást tartalmaz.

A témára vonatkozó szabványok és szakirodalom mellett praktikus segítség a műszaki ellenőr számára a Magyar Építőanyagipari Szövetség kiadásában megjelent, *ME-04.19:1995 Műszaki előírás a beton és vasbeton készítésére* c. kiadvány.

1.4.1. Általános tudnivalók

1.4.1.1. A beton

A beton kötőanyagból, adalékanyagból, vízből, esetleg adalékszerekből és/vagy kiegészítő anyagokból előállított, mesterséges építőanyag. A betont képlékeny állapotban dolgozzák be, a kötés (szilárd állapotúvá válás) és a szilárdulás (a már megkötött beton kötőerejének növekedése) kémiai reakcióval megy végbe. A beton állaga szerint van:

- *friss beton*: a megkevert és még feldolgozható beton a kötés kezdetéig.
- *megkötött beton*: a szilárdulás folyamatában lévő beton,
- *szilárd beton*: a megkeményedett és meghatározott szilárdságot elért beton.

A) A beton alapanyagai

A kötőanyag

A kötőanyag alkalmas az adalékanyag tartós kötésére. Levegőn vagy vízben önmagában is szilárdul. Beton és vasbeton szerkezetek betonjának készítéséhez portland-, kohósalak-portland-, pernye-portland-, kis hőfejlesztésű portland-, szulfátálló portland-, továbbá fehér és színes portlandcementek használhatók fel kötőanyagként.

A gyakran használt cementek jelölése és jellemző tulajdonságaik:

A cementek jelölésénél az MSZ EN 197-1 előírásai használatosak (régi jelölés MSZ 4702/2 szerint). A CEM cementek jelölése tartalmazza a cement összetételére, szilárdságára vonatkozó adatokat. Megadja a cement fajtáját és fő- és kiegészítőanyag-tartalmát, szabványos nyomószilárdságát, a nem szokványos felhasználási területet (a szilárdulás gyorsasága, a szulfátállóság stb.) és a vonatkozó szabványt.

Cementjelölések értelmezése:

- CEM I portlandcement,
- CEM II kiegészítőanyag-tartalmú portlandcement,
- CEM III kohósalakcement,
- CEM IV puccoláncement,
- CEM V kompozitcement,
- II/A, II/B alkotórészek %-os aránya.

A fő alkotórészek:

- K portlandcement klinker,
- S granulált kohósalak,
- P természetes puccolán,
- Q mesterséges puccolán,
- V pernye,
- L mészkő,
- M kompozit-portlandcement.

Szilárdsági osztály (28 napos szabványos nyomószilárdsági követelmény): 32,5; 42,5;

52,5.

Különleges tulajdonságok jelei:

- szulfátálló S,
- mérsékelten szulfátálló MS,
- szálerősítésű termékekhez ACM,
- kis hőfejlesztésű KH,
- mérsékelt hőfejlesztésű MH,
- fehér portlandcement F,
- gyorsan kötő (rapid) R.

Példák cementjelölésre:

CEM I 42,5R – MSZ EN 197-1

- I: tiszta portlandcement
- 42,5: 28 napos szabványos nyomószilárdsági követelmény
- R: rapid – gyorsan kötő

CEM II/A-V 32,5R – MSZ EN 197-1

- II: kiegészítőanyag-tartalmú portlandcement
- /A: kiegészítőanyag (pernye) %-os mennyisége (6–20%)
- V: pernye
- 32,5: 28 napos szabványos nyomószilárdsági követelmény
- R: rapid-gyorsan kötő

CEM I 32,5RS – MSZ EN 197-1

- I: tiszta portlandcement
- 32,5: 28 napos szabványos nyomószilárdsági követelmény
- R: rapid – gyorsan kötő
- S: szulfátálló

Néhány cementfajta fontosabb jellemzői:

Portlandcement (CEM I):

- szilárdulás üteme alapján van szokványosan szilárduló (32,5) cement mérsékelt hőfejlesztéssel és nagy kezdőszilárdságú (42,5/52,5) cement jelentős hőfejlesztéssel, nagy végszilárdsággal
- a szilárdulás feltétele a beton fagyponthoz feletti hőmérséklete és a gondos utókezelés,
- + 30°C hőmérséklet felett a nagy kezdőszilárdságú cementek csak akkor alkalmazhatók, ha keverés után a beton gyorsan bedolgozható, és állandó nedvesen tartása, utókezelése biztosított,
- a nagy kezdőszilárdságú cementek alkalmazása hideg időben (–5°C környezeti hőmérsékletig) előnyös.

Kohósalak- és pernyeportlandcement (CEM II/A-V, A-S CEM II/B-V, B-S)

- szilárdulás üteme alapján van szokványosan szilárduló (32,5/42,5) és mérsékelt ütemben szilárduló (32,5/42,5) cement mérsékelt hőfejlesztéssel,
- a beton szilárdulása kezdetben viszonylag lassú, 28 napon túl számottevő az utószilárdulás,
- kötés közben hőfejlesztésük kicsi, hűvös időjárásra érzékenyek,
- kiszáradásra érzékenyek (az utókezelés 7 – 10 nap,)
- a szilárdulás feltétele a beton fagyponthoz feletti hőmérséklete és a gondos utókezelés,
- nagy tömegű betonszerkezetnél előnyösen alkalmazhatók,

Puccolán portlandcement (CEM II/A-P, II/A-Q, II/B-Q)

- jellemzői hasonlítanak a kohósalak-portlandcementéhez,
- jól alkalmazható vízzáró betonokhoz,
- gondos utókezelést igényel,

Szulfátálló portlandcement:

- gazdaságos felhasználása csak szulfátagresszív hatásnak kitett betonokban.
- *Kis- vagy mérsékelt hőfejlesztésű cement: jelölése: KH vagy MH*
- nagy tömegű betonnál, illetve +30°C-nál magasabb környezeti hőmérséklet esetén alkalmazható kedvezően,
- + 10°C-nál kisebb környezeti hőmérséklet esetén nem szabad alkalmazni!
- *Színes portlandcementek:*
- tulajdonságuk a portlandcementével megegyezők,
- zsugorodásra hajlamosak, ezért gondos utókezelést igényelnek,
- felhasználásuk elsősorban látszóbetonokhoz és hézagolóhabarcsként.

A szabványos cementek ellenőrzését a gyártó vállalat, illetve független ellenőrző szervezet végzik. A cement tulajdonságait a cementzsákon, illetve a szállítólevélen fel kell tüntetni.

Nem szabványos, illetve ismeretlen eredetű cementet csak előzetes vizsgálat után, hivatalos engedéllyel szabad felhasználni!

A fentiek vonatkoznak a hosszabb ideig tárolt, vagy ismeretlen korú, továbbá a helytelenül tárolt cement felhasználására is.

Az adalékanyag

Természetes és/vagy mesterséges ásványi anyagokból álló, olyan szemcsés anyag, amelynek szemnagysága és szemalakja alkalmas beton előállítására.

Normál adalékanyag: 2000–3000 kg/m³ testsűrűségű adalékanyag. A normál betonok (C jelű) adalékanyaga természetes állapotú, vagy feldolgozott (mosott, zúzott, osztályozott) kavics, homokos kavics, homok, zúzottkő, darabos kohósalak lehet.

Könnyű adalékanyag: 2000 kg/m³-nél kisebb testsűrűségű, porózus szövetszerkezetű szemcséből álló anyag. A könnyűbetonokhoz (LC jelű) felhasználható adalékanyagok a tufa, téglavagy cseréptörmelék, salak (láva vagy kazán), kohóhabsalak, agyagkavics (duzzasztott agyag), perlit, polisztirolgyöngy.

Nehéz adalékanyag: 3000 kg/m³-nél nagyobb testsűrűségű adalékanyag. A nehézbetonokhoz (NC jelű) felhasználható adalékanyagok a közüzalék, súlypát, acélpór, vashulladék stb.

Az adalékanyagok jellemzői: a szemszerkezet (szemnagyság, szemmegoszlás, szemalak), a víztartalom, a térfogat- és tömegadatok, a szennyeződések (agyag-iszap tartalom, szerves és vegyi szennyezők), a szilárdsági és közetfizikai tulajdonság. Az adalékanyag megválasztásakor figyelembe kell venni a beton szilárdságát, az egyedi követelményeket (kopásállóság, fagyállóság, vízállóság stb.), a cementtakarékoskosságot, a jó bedolgozhatóságot (jól tömöríthető, fészekmentes beton), az egyenletes minőség biztosítását.

A betontervezéshez szükséges adatokat, az adalékanyag jellemzőit csak anyagmintán végzett vizsgálattal (mérés, osztályozás, tisztasági vizsgálat stb.) lehet meghatározni.

Helyszíni betonkeverésnél, ha szemrevételezés alapján megállapítható, hogy az adalékanyag nem megfelelő, akkor anyagvizsgálatot kell végezni. Az adalékanyagból legalább 4 különböző helyről kell mintát venni.

Munkahelyen szemrevételezéssel ellenőrizhető:

- az anyag egyenletességének minősége (osztályozott, osztályozatlan, egyenlőtlen)
- az adalékot alkotó jellemző anyag (kavics, bazaltzúzalék, homok stb.),
- a becsült legnagyobb szemnagyság,
- a szemalak (gömbölyű, lapos, zömök stb.),
- a látható szennyeződés (agyag, szerves anyag stb.).

A víz

A víz nem tartalmazhat olyan anyagokat, amelyek károsan befolyásolják a beton szilárdulását, tulajdonságait, vagy a vasalás korrózióvédelmét.

A lakossági vezetékes ivóvíz minden esetben, az egyéb ivóvíz általában vizsgálat nélkül megfelelő, kivéve a gyógyvizeket, ásványvizeket, hévizet. A kellemetlen szagú víz nem használható fel keverővízként. Különösen figyelni kell azokra a vizekre, ahol szennyvíz bejutására lehet számítani (rendszeres ellenőrzés).

Az egyéb víznyerőhelyről származó vizet meg kell vizsgáltatni. Csak a vizsgálat kedvező eredménye esetén szabad felhasználni betonkészítéshez.

Adalékszerek és kiegészítő anyagok:

A beton meghatározott tulajdonságának javítására vagy speciális tulajdonság elérésére a betonhoz vagy a cementhez adott folyékony vagy por formájú anyagok az adalékszerek és a kiegészítő anyagok.

Adalékszerek

Az adalékszereknek főhatása (a kedvező hatás, amelyért adagolják), mellékhatása (egyes szempontból kedvező, más szempontból kedvezőtlen) és kedvezőtlen járulékos hatása is lehet. A gyártóknak a minőségi tanúsítványban a felhasználtót tájékoztatnia kell az egyes hatásokról.

Hiányos minőségi tanúsítvánnyal (hiányos adatokkal) rendelkező adalékszereket a beton készítője csak saját felelősségére alkalmazhatja.

Az adalékszerek főhatás szerinti csoportosítása és jele:

1. *Plasztifikátorok (képlékenyítők)*, csoportjelük: **P**, címke színe: sárga. Alkalmazásukkal változatlan összetétel mellett javul a beton bedolgozhatósága vagy azonos bedolgozhatóság és cementadagolás mellett a víz-cement tényező csökkenthető.

2. *Folyósítók (szuperplasztifikátorok)*, csoportjelük: **F**, címke színe: szürke. Nagy hatékonyságú képlékenyítők, igen könnyen bedolgozható anyaggá változtatják a betont (egyes szerekkel nagyobb szilárdságot vagy cementmegtakarítást is el lehet érni).

3. *Légpórusképzők (légbuborékképzők)*, csoportjelük: **L**, címke színe: kék. A betonban egyenletesen eloszló légbuborékokat képeznek (csökkentik a beton vízfelszívó képességét, javítják a fagyállóságát, de a szilárdság csökkenhet, a zsugorodás növekedhet).

4. *Betontömítők*, csoportjelük: **T** címke színe: barna. Csökkentik a beton vízfelvételét, az átszivárgást, de növelhetik a beton zsugorodását.

5. *Késleltetők*, csoportjelük: **K**, címke színe: zöld. A friss beton kötését, korai szilárdulását késleltetik (előnyösen alkalmazhatók nyáron, munkahézagok elkerüléséhez, transzporbetonhoz).

6. *Szilárdulásgyorsítók*, csoportjelük: **S** címke színe: vörös (S-Cl kloridtartalommal; S-O kloridmentesen). A friss beton kötését gyorsítják (a korai szilárdságot növelik, de a vég-szilárdságot csökkenthetik).

7. *Fagyásgátlók*, csoportjelük: **FG**, címke színe: lila (FG-Cl kloridtartalommal; FG-O kloridmentesen). A +5 és -10 °C közötti hőmérsékleten lerövidítik a beton fagyállóságának eléréséhez szükséges időt a keverővíz fagyáspontjának csökkentésével és a beton hőháztartásának javításával.

8. *Injektálást segítő*, csoportjelük: **I**, címke színe: fehér.

9. *Stabilizátorok*, csoportjelük: **V**, címke színe: ibolyakék. Feladatuk a friss beton vérzésének csökkentése, a szétosztályozódási hajlam mérséklése, javítják a szivattyúzhatóságot, a betonfelület egységesebb színhatását, az egyenletesebb vízelosztást.

10. *Korrózió ellen védők*, csoportjelük: **C**, címke színe: narancssárga.

Kiegészítő anyagok:

Finomszemű szervesetlen anyagok a beton bizonyos tulajdonságait (bedolgozhatóság, tömörség stb.) javítják, befolyásolják. A kiegészítő anyagokat általában a cementhez keverve hozzák forgalomba (például trasz, kőliszt, pernye, festékek stb.).

B) A betonok fajtái, osztályozása és jelölése

Az MSZ 4798-1 [3] szabvány alkalmazása:

Az új betonszabvány az EN-206-1 illetve az MSZ EN 206-1 szabványok hazai alkalmazását segíti. Fontos gondolata, hogy a szerkezetek betonjának tartósnak, időtállóknak és a környezeti hatásoknak ellenállóknak kell lenni. Tartalmazza a „kitéti” (korábban környezeti) osztályokat, melyeket a beton jelében is fel kell tüntetni. A kiteési osztályokba besorolást nyertek például a vízzáróság, a kopásállóság és egyéb különleges betontulajdonságok.

Testsűrűség szerint:

A testsűrűség kiszáritott állapotban, vasbetét nélkül mért érték. Alapvetően az adalék- anyagtól függ. Van:

- normálbeton: $2000 - 2800 \text{ kg/m}^3$, jelölés: C
- nehézbeton: $> 2800 \text{ kg/m}^3$, jelölés: NC + a megengedett legkisebb testsűrűség,
- könnyűbeton: $< 2000 \text{ kg/m}^3$, jelölés: LC + a megengedett legnagyobb testsűrűség,
- teherbíró könnyűbeton: $600 - 2000 \text{ kg/m}^3$
- hőszigetelő könnyűbeton: $< 600 \text{ kg/m}^3$, jelölése lehet: LLC.

Nyomószilárdság szerint:

A beton legfontosabb tulajdonsága. A minősítési szilárdságot az egy betontételből vett mintákból készített próbatestek vizsgálata alapján határozzák meg. A nyomószilárdság minősítési értékét $\varnothing 150 \times 300$ mm-es hengeren végzett vizsgálat alapján, N/mm^2 -ben kifejezve 28 napos korra adják meg (a vizsgálatot végezhetik 200 mm-es vagy 150 mm-es kockán is). például:

- a henger alakú normálbeton próbatest minősítési szilárdsága $16,0 \text{ N/mm}^2$, jelölés: C 16,
- 150×300 mm-es hengeren és 150 mm-es kockán meghatározott minősítési szilárdság két számjeggyel történő jelölése esetén a jelölés C 16/20

A beton különleges tulajdonságai szerint:

Vízzárósági követelmény: a megadott víznyomást nem engedi át a beton.

- Régi MSZ 4719 szabvány szerinti követelményértékek: 2, 4, 6 és 8 bar ($\approx$ at), például 4 bar víznyomásra minősített beton: vz 4.
- Új MSZ 4798-1 szabvány szerinti vízzárósági osztályok:
 - mérsékeltén vízzáró XV1(H): 1 m^2 felületen a legnagyobb üzemi víznyomás mellett 24 óra alatt legfeljebb 0,4 l víz szivárog át,
 - vízzáró XV2(H): 1 m^2 felületen a legnagyobb üzemi víznyomás mellett 24 óra alatt legfeljebb 0,2 l víz szivárog át,
 - különlegesen vízzáró XV3(H): 1 m^2 felületen a legnagyobb üzemi víznyomás mellett 24 óra alatt legfeljebb 0,1 l víz szivárog át.

Megjegyzés: a beton vízzáróságát külön kell értelmezni a betonra, mint anyagra és a betonból készített szerkezetre

Fagyállósági követelmény: a megadott fagyasztási-olvasadási ciklusnak ellenálló beton.

- Régi MSZ 4719 szabvány szerinti követelményértékek: 25, 50 és 150 ciklus, például 50 ciklusnak megfelelően minősített beton: f 50 jelű.
- Új MSZ 4798-1 szabvány szerinti fagyási/olvasadási osztályok:
 - mérsékelt víztelítettség, jégolvasztó anyag nélkül: XF1,
 - mérsékelt víztelítettség, jégolvasztó anyaggal: XF2,

- nagyméretű víztelítettség, jégolvasztó anyag nélkül: XF3,
- nagyméretű víztelítettség, jégolvasztó anyaggal: XF4.

Kopásállósági követelmény: száraz és vizes koptatással a próbatesten mért térfogatveszteség (koptató igénybevétellel szembeni ellenállás). Követelményeket lásd az 1.5. táblázatban.

1.5. táblázat: Kopásállósági fokozatok

Új MSZ 4798-1 szabvány szerinti kopásállósági fokozatok:		
XK1(H)	könnyű szemcsés anyagok koptató igénybevétele, gyalogosforgalom, puha abroncsú kerekek koptató igénybevétele	
XK2(H)	gördülő igénybevétel okozta koptató hatás nehéz terhek alatt	
XK3(H)	csuszató-gördülő igénybevétel okozta koptató hatás igen nehéz terhek alatt	
XK4(H)	csuszató-gördülő igénybevétel okozta koptató hatás igen nehéz terhek alatt, nagy felület pontosság és pormentesség igénye esetén	
Régi szabvány szerinti követelményértékek kopásállóságra:		
kopásállósági		
osztály	fokozat	jel
I.	különlegesen kopásálló	k 6/9
II.	igen kopásálló	k 8/12
III.	fokozottan kopásálló	k 10/15
IV.	kopásálló	k 12/18
V.	mérsékelten kopásálló	k 14/21
VI.	gyengén kopásálló	k 16/24

További különleges betontulajdonságokra (például öntömörödő beton, agresszív hatásnak ellenálló betonok, hő- illetve tűzálló betonok, stb.), vonatkozó előírt határértékeket, jelöléseket és jellemzőket az MSZ 4798-1 szabvány tartalmazza.

Példa a különleges tulajdonságok jelölésére:

- régi szabvány szerint: fokozottan kopásálló beton: C 16/20–k 10/15,
- új szabvány szerint: XK3(H) kitéti osztály (koptatóhatás): C 16/20-XK3(H).

Legnagyobb szemnagyság szerint:

Az a ($D_{\max}$) legnagyobb szemnagyság mm-ben, amelynél nagyobb legfeljebb 5 tömeg% ($D < 4$ esetén 10 %) mennyiségben fordul elő a betonban.

Például ha $D_{\max} = 32$ mm, akkor a beton jelölése: C 16/20– XK3(H)-32.

Konzisztencia szerint:

A beton konzisztenciája (képlékenysége) a bedolgozhatóság szempontjából fontos tulajdonság. Kihat a beton viselkedésére szállítás, beépítés és tömörítés közben.

A konzisztencia tömörödési, területi, roskadási és vibrációs vizsgálattal határozható meg.

Az új szabvány szerint a konzisztenciát mérésének módjától függő jelöléssel kell feltüntetni. A konzisztenciát lehet területtel (F1 – F6), roskadással (S1 – S5), tömöríthetőség mértékével (C0 – C3) és Vebe-idővel (v0 – v4) megadni.

1.6. táblázat: A konzisztencia megnevezése és jelölése

rég szabvány szerint			hatályos szabvány	
konzisztencia		terület [mm]	jelölés területtel	terület [mm]
földnedves	FN	< 360	F1	< 340
kissé képlékeny	KK	360 – 420	F2	350 – 410
képlékeny	K	430 – 500	F3	420 – 480
folyós	F	> 500	F4	490 – 550
			F5	560 – 620
			F6	> 630

Például:

- a kissé képlékeny beton régi jelölése: C 16 – 32 - k 10/15 / KK,
- az új szabvány szerint területtel mért konzisztencia osztály F2 (területi átmérő 350-410 mm), a beton jelölése: C 16/20– XK3(H)-32-F2.

Adalékszer szerint:

A felhasznált adalékszer a főhatás szerinti csoportosítási jellel feltüntetve: AD+csoportjel

Például ha a betont folyósító adalékszerrel kell készíteni:

- régi szabvány szerinti jelölés: C 16 – 32 - k 10/15 / KK – ADF,
- új szabvány szerinti jelölés: C 16/20– XK3(H)-32-F4 – ADF.

Példa a betonok jelölésére és azok értelmezésére az új szabvány szerint:

Jelölés: C20/25–XC1–XA1-XV2(H)-32-F4–ADL.

Jelentése: C: 2000–2500 kg/m³ testsűrűségű normálbeton,

20: szabványos Ø150×300 mm hengeres próbatesten vizsgálva 20 N/mm² minősítési szilárdság,

25: szabványos 150 mm-es próbakockán vizsgálva 25 N/mm² minősítési szilárdság,

XC1: kitéti osztály, karbonátosodás okozta korrózió,

XA1: kitéti osztály, kémiai korrózió, enyhén agresszív környezet,

XV2(H): kitéti osztály, igénybevétel víznyomás hatására,

32: az adalékanyag legnagyobb szemnagysága 32 mm,

F4: konzisztencia osztály, területtel mérve,

ADL: légbuborékképző adalékszer.

C) A beton tulajdonságai, jellemzői, vizsgálata

A betonkeverék legfontosabb jellemzői:

A keverési arány:

- az összekeverendő betonalkotók (alapanyagok és kiegészítők) mennyisége, jellemzően tömegarányukkal megadva (c:w:a:ka), amelynek alapján az előírt betonösszetétel előállítható,
- az adalékszereknél a cementhez viszonyított %-os arányát kell megadni,
- a keverési arány keverési utasításként is felhasználható, ha a cement és adalékanyag fajtáját, minőségét is megadják.

A konzisztencia:

- a friss beton bedolgozhatósága nagymértékben függ a konzisztenciától [l. a B) pontban],

- a konzisztencia feleljen meg a betonszállítási módszernek, olyan legyen, hogy a beton ne osztályozódjon szét, továbbá sűrű vasalás vagy kedvezőtlen keresztmetszeti és zsáuzási körülmények mellett is bedolgozható és gyakorlatilag tömörre tehető legyen az alkalmazott (alkalmazható) tömörítőeszközökkel,
- a tervezőnek a konzisztencia előírásakor figyelembe kell vennie a kivitelező adottságait (a szállítási, tömörítési lehetőségek, környezeti körülmények miatt),
- a konzisztencia elsősorban a cement és a víz mennyiségétől függ, de adalékanyagokkal változtatható (a konzisztencia víz hozzáadásával történő megváltoztatása a beton minőségét lerontja).

A beton eltarthatósága (bedolgozási idő):

- az eltarthatóság a keverővíz adagolásától számított idő, amelynek elteltével a beton még kellő tömörségűre bedolgozható, meghatározható a próbatestek szilárdsági változásának vizsgálatával,
- a betont jellemzői mellett az adott körülmények (hőmérséklet, páratartalom) is befolyásolják,
- az eltarthatóság (bedolgozási idő) adalékszerrel növelhető vagy csökkenthető
- átlagos körülmények között a beton kötése nem indulhat meg 1 órán belül, de 12 órán belül befejeződik.

A bedolgozott, tömörített és végleges alakját elnyert friss beton legfontosabb jellemző:

A testsűrűség: azonos a készítési testsűrűséggel, próbatesten lehet meghatározni

A betonösszetétel:

- a bedolgozott térfogategységben lévő alkotóanyagok tömege,
- csak akkor azonos a tervezettel, ha az alkotóanyagokat pontosan mérték és a tervezett sűrűségűre tömörítették a betont.

A levegőtartalom: kialakulásának oka lehet a nem megfelelő tömörítés, a szükségesnél kevesebb cementpép (víz + cement) vagy ha adalékanyaggal mesterségesen létrehozzák

Péptelítettség: annak a mértéke, hogy a cementpép mennyire tölti ki az adalékanyag közti hézagot (lehet telítetlen, telített és túltelített).

A megszilárdult beton jellemzői

A szabványok előírják a vizsgálati módszereket az egyes esetekre:

- testsűrűség, sűrűség és hézagterfogat,
- víztartalom, vízfelvétel, vízzáróság, vízáteresztés és fagyállóság,
- szilárdság (nyomó, hajlító-húzó, hasító-húzó), meghatározása roncsolásos vizsgálattal, próbatesteken vagy magmintán továbbá roncsolásmentes szilárdságvizsgálattal,
- betonösszetétel (cementtartalom, adalékanyag szemeloszlása),
- kopásállóság,
- alakváltozás (rövid és hosszú idejű).

A beton tulajdonságait befolyásoló tényezők

A cement fajtája és mennyisége:

- a cement mennyisége (a legkisebb és legnagyobb cementtartalmat az adalékanyag legnagyobb szemnagyságától és a környezeti hatásoktól függően a szabványok előírják; 1.8. és 1.9. táblázat),
- a cement szükséges mennyisége megfelel a telített beton cementpépigényének az adott víz-cement tényező mellett,
- a beton tulajdonságát a túl kevés és a túl sok cement egyaránt lerontja (többi között mindkettő szilárdságcsökkenést eredményez).

A víztartalom, a víz-cement tényező:

- a víztartalmat a bedolgozhatóság, tömöríthetőség figyelembevételével kell meghatározni,
- a szükséges víz mennyiségét az adalékanyag és a cement vízigénye, valamint a cementtartalom befolyásolja,
- a megengedett legnagyobb víz-cement tényezőt a szerkezetet érő környezeti hatások, igénybevételek és a betonszilárdság függvényében a szabványok előírják (lásd 1.7. táblázat),
- a beton tulajdonságait a túl kevés és a túl sok víz egyaránt lerontja (szilárdsági, tömörségi, korrózióvédelmi, fagyállósági, porozitási stb. problémákat okoz),
- a túlzott vízadagolás határa a betonkeverék vízmegtartó képessége, *vérzési hajlama*, amelynek látható jele szállítás, zsaluzatba helyezés és tömörítés közben a víz elfolyása, tömörítés után vízszákok képződése betonacél, nagy adalékszemcsék mellett (szilárdság csökkenést, rosszabb bedolgozhatóságot, felületi hibákat okoz).

Az adalékanyag:

- az adalékanyag minősége, szilárdsági tulajdonságai szintén befolyásolják a beton szilárdságát,
- az adalékanyag szemelosztása akkor megfelelő, ha víz- és cementpéigénye kicsi (ez a betonszerkezet geometriájából adódó legnagyobb szemnagyságú, zömök alakú adalékanyag),
- a kedvezőtlen szemeloszlású adalékanyagból csak jelentős mennyiségű cement- és/vagy vízmennyiséggel lehet megfelelően bedolgozható betont készíteni, ennek eredménye a beton tulajdonságainak romlása (zsugorodás, szilárdságcsökkenés stb.),
- veszélyes lehet a betonra, ha az adalékanyag és a cement között kémiai reakció jöhet létre.

Bedolgozás és utókezelés:

- lényeges a beton zsaluzatba helyezésének szakszerűsége (a beton szétosztályozódását el kell kerülni),
- a betont megfelelő tömörítőeszközzel kellő mértékben kell tömöríteni (a beton szilárdságának növeléséhez az adott tömörítőeszközhöz a lehető legszárazabb konzisztenciát kell választani),
- az utókezelés (nedvesen tartás) elmaradása vagy rövid ideig tartása szilárdságcsökkenést, repedésképződést okoz (átlagos betonoknál, átlagos időjárási körülmények között legalább 7 napig biztosítani kell a nedvesen tartást) (1.10. táblázat),
- téli (hideg) időjárásban biztosítani kell a kötés ideje alatt a fagy elleni védelmet

A környezeti hőmérséklet:

- a kötés és szilárdulás sebessége a környezeti hőmérséklettől függ
- meleg hatására a kötés és szilárdulás felgyorsul, de +30 °C hőmérséklet felett a túl sok víz elvesztése miatt a beton tönkremehet (l. utókezelés, cementválasztás),
- +10 °C hőmérséklet alatt a kötés és szilárdulás lelassul, fagypont körül (+4 °C alatt) gyakorlatilag leáll

A beton kora:

- a beton korával a beton szilárdsága, tömörsége, fagyállósága, vízzárósága nő,
- a szilárdulás üteme a cement típusától, a víz-cement tényezőtől, a beton telítettségétől és a környezeti körülményektől függ,
- a betonra jellemző a kezdeti szilárdság és az utószilárdulás mértéke (pl. kis kezdeti szilárdság esetén a 28 napon túli utószilárdulás jelentős).

1.7. táblázat: A legnagyobb víz-cement tényező tájékoztató értékei

a) Környezeti hatástól függő értékek:						
Környezet	Beton	Vasbeton	Feszített beton			
Száraz	-	0,65	0,6			
Nedves, fagy nélkül	0,7	0,6	0,6			
Nedves, faggyal	0,55	0,55	0,55			
Nedves, faggyal, sóval	0,5	0,5	0,5			
b) A beton szilárdságától függő értékek:						
Cement	Beton					
	C20	C25	C30	C35	C40	C45
32,5	0,65	0,6	0,55	0,5	0,45	–
42,5	–	0,65	0,6	0,55	0,5	0,45

1.8. táblázat: Cementfajta kiválasztása a beton szilárdsági jele szerint (tájékoztató adatok)

Ce- ment jele	A beton szilárdsági jele											
	4	6	8	10	12	16	20	25	30	35	40	45
2,5												
2,5												
2,5												
+ elsősorban alkalmazható x alkalmazható, de a beton telítetlen marad 0 alkalmazható, de adalékszerrel (képlékenyítő, folyósító) - nem alkalmazható												

1.9. táblázat: Cementtartalom tájékoztató értékei

Szerkezet	$D_{\max}$ adalék- anyag,	Megengedett legnagyobb cementtarta- lom, kg/m ³	Megengedett legkisebb cementtartalom kg/m ³			
			az adalékanyag szemeloszlása (szemszerkezeti osztálya)			
			A-B (I.)	B-C (II.)	A-B (I.)	B-C (II.)
			időjárásnak kitett szer- kezet		időjárástól védett szer- kezet	
Beton	–	500	125			
Vasbeton	8		290	320	260	290
	12		275	305	245	275
	16		260	290	230	260
	24		250	275	220	245
	32		240	260	210	230
	48		225	240	200	220
	63		210	220	190	210
Szivattyús beton	–		270			

Az érvényes MSZ EN szabvány vonatkozó előírását lásd az 1.17. táblázatban.

D) A beton tervezése, előállítása; betontechnológia

A betonok csoportosítása a keverés helye szerint:

- *munkahelyi beton*: az építés helyén vagy közvetlen közelében összemért és megkevert beton,
- *transzportbeton*: üzemben előállított, a felhasználó részére friss állapotban az építéshelyre szállított beton.

Az összetétel meghatározása szerint:

- *egyedileg tervezett beton*: a beton összetételét a beton készítője egyedileg tervezi meg a megrendelő által előírt követelmények kielégítésére (a *megrendelő felelős* a beton tulajdonságainak és kiegészítő követelményeinek előírásáért, a *beton készítője felelős* azért, hogy az átadott keverék ezeket kielégíti),
- *receptbeton*: a beton összetételét a beton készítője a gyakorlatában megfelelőnek bizonyult receptek vagy az ME-04-19-95 előírás táblázataiban javasolt értékek alapján határozza meg a megrendelő által előírt követelményekre (a *megrendelő felelős* a beton tulajdonságainak és kiegészítő követelményeinek előírásáért, a *beton készítője felelős* azért, hogy az átadott keverék ezeket kielégíti),
- *előírt összetételű (rendelt) betonkeverék*: a megrendelő írja elő a beton összetételét, alapanyagait majd a beton előállítója ennek alapján készíti el (a *megrendelő felelős* a beton összetételéért, a beton tulajdonságaiért, a *beton készítője felelős* azért, hogy az átadott keverék összetétele az előírásoknak mindenben megfelel, de *nem* felelős a beton tulajdonságaiért).

A betontechnológiai terv (utasítás, előírás) nemcsak a beton összetételének tervezését jelenti, hanem a keverés, a szállítás, a bedolgozás és az utókezelés, esetleg megmunkálás teljes folyamatára kiterjed.

A beton helyszíni előállítása

A beton összetételét meg kell tervezni. Munkahelyen a betont legmegfelelőbb *receptbetonként* előállítani. Az alkotórészek mennyiségét a keverési arány adja meg, amit dokumentálni kell, továbbá a keverés helyén hozzáférhető helyen fel kell tüntetni. A cement csak tömeg (kg) szerint mérhető, az adalékanyagnál is ez a célszerű mérési mód (a térfogatmérést az adalékanyag víztartalma jelentősen befolyásolja). A mérésnél a 3%-os pontosság elfogadható.

A receptbeton alkalmazásának néhány alapfeltételei:

- a homokos kavics szemeloszlása a táblázatnak megfelelő, agyag-iszap tartalom max. 3 %,
- a beton bedolgozva legfeljebb 2 térfogat % levegőt tartalmaz, nincs szétosztályozódás,
- a beton készítése kielégíti a műszaki előírásban (ME-04.19) foglalt ajánlásokat,
- az átlagos hőmérséklet a beton keverése, bedolgozása és a kezdeti szilárdulás (egy hét) alatt 10–30 °C,
- a tervező nem írt elő a betonnal szemben különleges követelményt (vízzárás, fagyállóság stb.).

Ezekről eltérő körülmények esetén a receptbeton összetételét módosítani kell, vagy tervezett betont kell készíteni.

Kézi keveréssel betont előállítani csak kis mennyiség esetén vagy olyan esetben szabad, amikor a keverőgép üzemzavara miatt kellene a betonozást megszakítani olyan helyen, ahol munkahézag nem képezhető. A kézi keverést az építési naplóban fel kell tüntetni (bedolgozási hely, mennyiség).

Gépi keverésnél általában szabadonejtő vagy kényszerkeverőgépet használnak. A szabadonejtő keverőgépbe a folyós konzisztenciájú, konzisztenciától függetlenül a $D = 63$

mm vagy nagyobb szemnagyságú, továbbá a keverőgéppel aprított adalékanyagú betonokat célszerű keverni. Kényszerkeverőbe a $D = 16$ mm-nél kisebb szemnagyságú földnedves és képlékeny, vagy vizet gyorsan felszívó, tapadó kötő- és adalékanyagú betonokat célszerű keverni. A többi beton bármelyik típusú keverőben készíthető. A keverőgépekre jellemző a ciklusidő, azaz a *töltés + keverés + ürítés* ideje. Ügyelni kell az előírt adagolási sorrendre és időtartamra! A szabadonejtő keverőbe a víz $1/3$ -ának, majd a cement és az adalékanyag betöltése után keverés ($1/5$ keverési ideig), majd a maradék víz egyenletesen adagolva ($2/5$ k.i.), végül az átkeverés ($2/5$ k.i.). A kényszerkeverőben száraz előkeverés ($1/5$ keverési ideig) után történik az egyenletes vízadagolás ($2/5$ k.i.), majd az átkeverés ($2/5$ k.i.).

A *keverési idő* az adott gépre jellemző adat, de általában ejtőkeverőnél legalább 1 min, kényszerkeverőnél legalább $\frac{1}{2}$ min. A *beton minőségére károsan hat a túl rövid keverési idő*.

Készbeton (transzportbeton)

A beton összetevőit a betonüzemben (építkezésen kívül) mérik ki, és keverve, feldolgozásra készen szállítják az építkezésre. A transzportbeton lehet gyári keverésű, amikor a járműben a már készre kevert betont szállítják (szállítás közben folyamatosan forgatva, percenként 2-6 fordulattal), vagy a készre keverést a járműben végzik menet közben, vagy az építési helyszínen (legalább 50 fordulattal kell megkeverni, víz és adalékanyag hozzáadásával, percenként 4–12 dobfordulattal).

A beton szállítása és bedolgozása

A helyszínen készített betont a keverés, a transzportbetonokat a megérkezés után közvetlenül, még a kötés megindulása előtt be kell dolgozni. Ez száraz, meleg időben kb. $\frac{1}{2}$ óra, nedves, hűvös időben 1 óra. A beton bedolgozási ideje adalékanyagokkal szükség esetén hosszabbítható.

Betonozás megkezdése előtt a zsaluzatot és a vasalást gondosan meg kell tisztítani. A zsaluzat felületét vízzel le kell mosni majd védőbevonattal kell ellátni (betonacélt *tilos!*). Nedvszívó felületeket (pl. szikla, meglévő beton stb.) tisztítás után be kell nedvesíteni, vízzel jól át kell itatni. Cementtejjel való leöntés *tilos!*

A beton munkahelyi szállításához a konzisztencia figyelembevételével kell a szállítóeszközt kiválasztani. A szétosztályozódás elkerülése miatt a betont max. 1,0–1,5 m magasságból szabad leejteni, ennél nagyobb magasság esetén (pl. alapok, pillérek, falak betonozása) betonozócsúszdát, -tölcsért, -ormányt vagy -tömlőt kell használni. A ferde felületeket alulról felfelé kell kitölteni. A betont egyenletes vastagságban kell elteríteni, terítés közben tömöríteni *tilos!* A rétegvastagság igazodik a tömörítőeszközhöz (általában 30–50 cm).

Tömörítés

A zsaluzatba öntött friss betont tömöríteni kell, mert a beton tervezett tulajdonságai csak megfelelő tömörség esetén biztosíthatók. A tömörítés eszközét és módját a beton konzisztenciájának megfelelően kell kiválasztani.

A tömörítést addig kell végezni, amíg a beton az acélbetéteket körbe nem veszi, a zsaluzatot ki nem tölti. A tömörítés megfelelő, ha a beton nem tömörödik tovább, a felületén megjelenik a cementpép (elsimul, fényes és egyenletesen zárt lesz), és a légbuborékok eltávolítása már nem észlelhető. Módjai:

- Csömöszöléssel, zsaluütögetéssel tömöríthető: K, F konzisztencia.
- Döngöléssel tömöríthető: az alig földnedves, FN (réteg: 15 – 30 cm).
- Vibrálással tömöríthető: FN, KK, (réteg: a vibrátor hatómélysége).
- Nem szabad vibrálni: K konzisztencia (szétosztályozódik).
- Különösebb tömörítés nélkül bedolgozható: F konzisztencia.

Tömörítés közben az acélbetéteket, a zsaluzatot, a bebetonozandó elemeket, szerelvényeket nem szabad megrongálni, elmozdítani!

Munkahézag

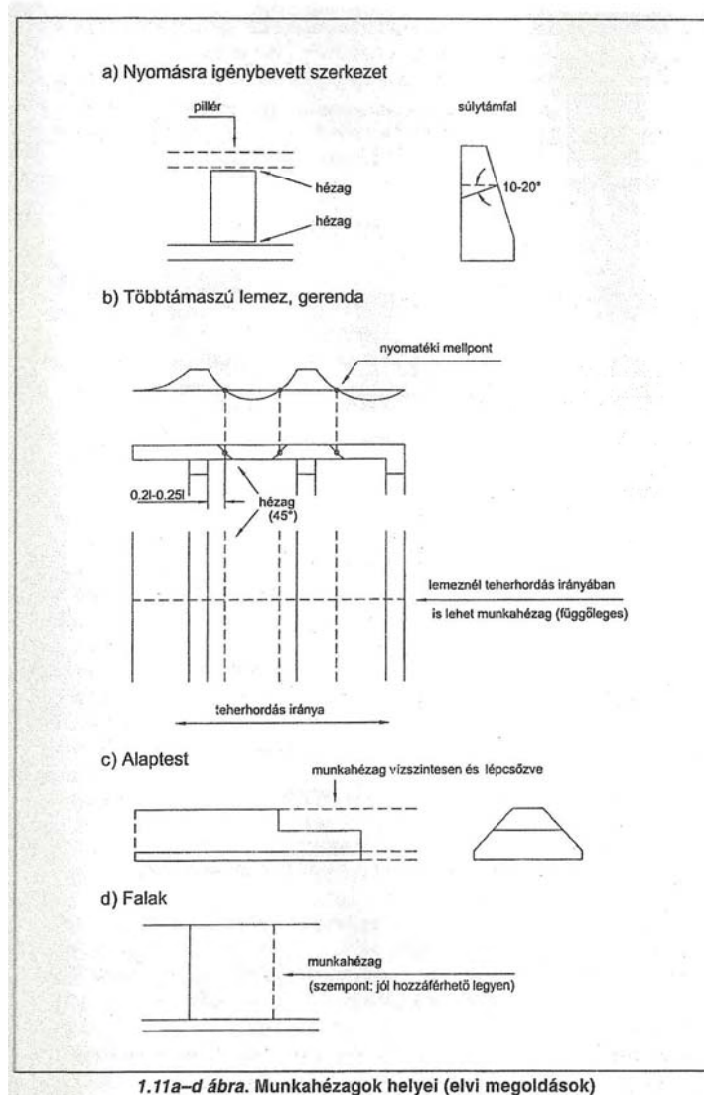
A munkahézagot lehetőleg kerülni kell, törekedni kell a folyamatos betonozásra. Betervezett munkahézag: ha a tervezéskor ismert és elkerülhetetlen (például túlzott zsugorodás elkerülése miatt), akkor a terven meg kell adni a helyét és a kivitelezés módját is.

Organizációs okok miatti munkahézag: Tervezői utasítást kell kérni és azt be kell tartani.

Váratlan esemény miatti munkahézag:

A munkahézagot olyan helyen kell képezni, hogy az jól hozzáférhető legyen, és ne zavarja a tartószerkezet működését (lásd a 1.11a-f. ábrán). Ott célszerű kialakítani, ahol tervek szerint a betonban húzóerő és nyíróerő nem keletkezik (a beton teherbírása ilyen igénybevételekre nincs figyelembe véve).

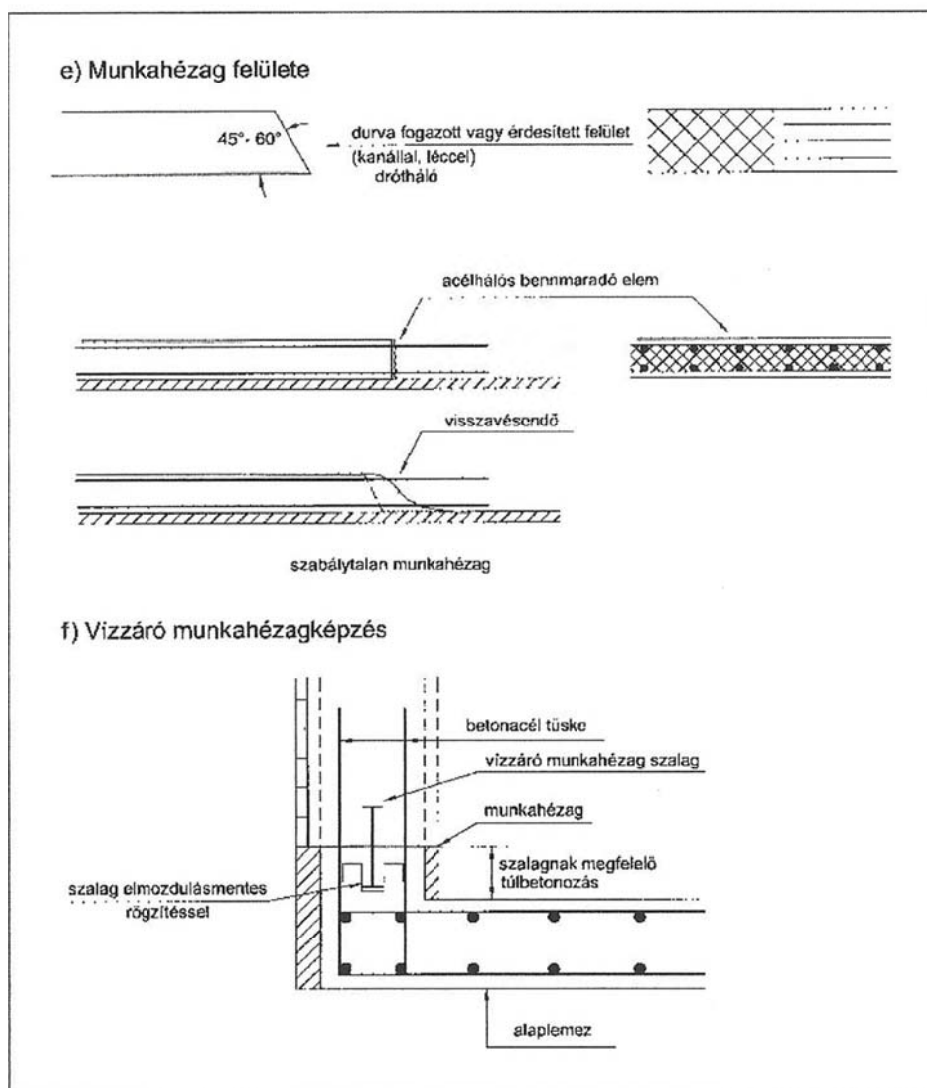
A friss beton és a munkahézag letisztított betonfelülete között tapadásjavító anyagokat célszerű alkalmazni (cementtejes locsolás tilos!)



A munkahézag esetenként elkerülhető kötőanyag (kötéskésleltető) alkalmazásával. Ha a munkahézag olyan helyre került, ahol a betonozás nem szakítható meg, a már elkészült friss betont vissza kell vésni addig, ahol a munkahézag már kialakítható lesz.

Munkahézag nem alakítható ki:

- kéttámaszú gerendában és kéttámaszú lemezben teherhordás irányára merőlegesen,
- konzolos gerendánál és konzolos lemeznél a konzolra merőlegesen,
- húzásra igénybe vett szerkezetnél,
- vízzáró szerkezeteknél (tartálék betonozó berendezés kell, a visszavésés nem megoldás!),
- gombafödémnél az oszlopfőben,
- kétirányban teherhordó lemezeknél.



1.11e-f ábra: Munkahézagok helyei (elvi megoldások)

Utókezelés

Az utánkezelés egyrészt *védelem* a beton kiszáradásának megakadályozására, elsősorban a nap és a szél hatása ellen. A védelemnek meg kell akadályoznia az eső vagy víz miatti kimosó-

dást, a gyors lehűlést, a nagy hőmérséklet-ingadozást, a fagy hatását. Az utókezelés, ill. védelem minimális időtartamát előírások határozzák meg. Az időtartam a beton összetételétől, hőmérsékletétől, a környezeti feltételektől (levegő nedvességtartalma, napsugárzás, szél) és az elem méretétől függ.

Az utókezelés:

- a nedves környezet folyamatos fenntartása (letakarás nedvesített anyagokkal, permepezés, elárasztás),
- a betonban lévő víz eltávolításának megakadályozása (zsaluzatban tartás, vízátnemeresztő réteggel való bevonás, burkolás),
- az utókezelésre használt víznek meg kell felelni a beton keverésére is.

A beton védelme:

- a kötés alatt és a szilárdulás korai szakaszában a betont a fagytól védeni kell (hőszigetelő táblák, hőkezelés, hő bevezetése, melegítés fűtőszállal stb.),
- a beton felülete és belseje közötti hőmérséklet-különbség nem lehet 20 °C-nál nagyobb, a felületi repedések elkerülése miatt.

1.10. táblázat: Az utókezelés megengedett legrövidebb időtartama

(tájékoztató értékek)

A beton szilárdulása	gyors			közepes			lassú		
Víz-cement tényező	450, 550			0,5–0,6			minden más esetben		
Cementosztály				450, 550					
Víz-cement tényező				<0,5					
Cementosztály				350, 450					
Környezeti feltételek az utókezelés alatt	0 °C feletti betonhőmérséklet utókezeléskor, °C								
	5	10	15	5	10	15	5	10	15
Közvetlen napsugárzás és szél nincs, rel. nedvességtartalom >80 %	2	2	1	3	3	2	3	3	2
Közepes napsugárzás vagy közepes szélsébség vagy > 50% rel. nedvességtartalom	4	3	2	6	4	3	8	5	4
Erős napsugárzás vagy nagy szélsébes- ség, vagy 50%-nál kisebb rel. nedvesség- tartalom	4	3	2	8	6	5	10	8	5

Felületkezelő szerek

Olyan szerek, amelyek a zsaluzatra, a bedolgozott friss betonra vagy a megszilárdult beton felületére felhordva a beton felületi tulajdonságait módosítják. Ezek:

- *formaleválasztó anyagok:* zsaluzatra a betonozás megkezdése előtt egyenletesen felhordva csökkentik a beton tapadását, kizsaluzáskor kevesebb betonhibát eredményeznek;
- *felületi kötéstáplók:* a bedolgozott betonra vagy a zsaluzatra felhordva a felület 5–8 mm astag rétegében késleltetik a kötést, ezért a szilárd vagy kizsaluzott betonfelület könnyebben mintázható, érdesíthető;
- *párazáró anyagok:* a bedolgozott és meghúzott beton felületére felhordva tartós párazáró réteget képeznek, ezzel megakadályozzák a kötéshez szükséges víz eltávolítását, a beton kiszáradását, *részben* helyettesítik a nedves utókezelést;

- *tapadásjavító anyagok*: a megszilárdult betonra felhordva megnövelik a hozzáadagozott friss beton tapadását;
- *víztaszító és vízzáró bevonatok*: a megszilárdult betonfelületre felhordva vízlepergető hatást lehet elérni, vagy a vízelvételt jelentősen lehet csökkenteni;
- *fluátok*: a megszilárdult beton gáz- vagy folyadékállapotú kezelőszerei, a felületen víz- és gázzáróságot, kopás- és vegyszerállóságot javító védőréteget alakítanak ki;
- *biológiai korrózió elleni védőszerek*: a betonfelületen megtelepedő mohákat, gombákat, algákat stb. életképtelenné teszik.

A fenti anyagok, szerek kiválasztásához, alkalmazásához felhasználásuk előtt célszerű szakértőt felkeresni. Jó eredményt elérni csak a szakértői útmutatás és a gyártó által adott felhordási előírás, technológia szigorú betartásával lehet.

Kizsaluzás

A kizsaluzás csak akkor kezdhető meg, ha a beton kellő szilárdságú. A tervező előírhatja ezt az értéket. A kellő szilárdságot próbatest törésével és/vagy helyszíni vizsgálattal kell igazolni. Ugyancsak ilyen vizsgálat szükséges, ha környezeti vagy egyéb körülmények miatt kétséges a beton kellő szilárdsága. A próbatestet a betonszerkezet mellett kell tartani, és ugyanúgy kell kezelni, mint a betont.

Ha előírás nincs, akkor a kizsaluzási időket + 15 °C és 25 °C között környezeti hőmérsékleten az 1.11. táblázat tartalmazza.

A kizsaluzásig terjedő időtartamot meg kell növelni, ha a külső hőmérséklet huzamosan +5°C alatt volt a szilárdulás alatt. Bizonytalanság esetén a kizsaluzás elrendelését előzze meg a beton szilárdságvizsgálata (próbakockák törése csak akkor elfogadható, ha a kockákat a szerkezetnek megfelelő körülmények között tárolták).

1.11. táblázat: Tájékoztató adatok a kizsaluzhatóság időpontjára, nap

A zsaluzat és állványzat eltávolítható része	Cement	
	CEM I 52,5 CEM I 42,5 CEM II/A-S 32,5 CEM II/A-V 32,5 R	CEM II/A-V 32,5, CEM II/B-S 32,5, CEM II/A-P 32,5
Gerendák és 1/5 aránynál nem karcsúbb pillérek oldalzsaluzata	2	4
1/15 aránynál karcsúbb pillérek oldalzsaluzata	4	8
Max. 3,0 m szabad nyílású tartók teljes zsaluzata és max. 7,0 m szabad nyílású tartók alatt a dúcolás fele	5	10
Max. 7,0 m szabad nyílású tartó teljes zsaluzata és ennél nagyobbaknál a dúcolás fele	11	14
Bármely szerkezet teljes zsaluzata, amelynek önsúlya a teljes tehernek legfeljebb 80 %-a (tetőszerkezet kivételével)	14	21
Tetőszerkezet és bármely szerkezet, amelynek önsúlya a teljes tehernek több, mint 80 %	21	28

Ha kizsaluzás közben gyanús jeleket tapasztalunk (túlzott alakváltozás, repedés stb.), akkor a kizsaluzást abba kell hagyni, esetleg visszaállványozni, majd statikus tervezői vizsgálat és intézkedés után az építési naplóban rögzítettek szerint lehet folytatni. A kizsaluzás után

észlelt egyéb hibákra (repedés, felületi- és élhibák, stb.) és azok javítására is az előbbiekre vonatkoznak.

Betonzás különleges körülmények között, különleges betonzási eljárások

Téli betonzás:

Hideg időben történő (3 napig $+15\text{ }^{\circ}\text{C}$ -nál kisebb a max. hőmérséklet) betonzásnál a betont egy meghatározott minimális hőmérsékleten szabad csak bedolgozni. A beton hőmérséklete a cementfajtától, a cementtartalomtól, az adalékanyag és a keverővíz előmelegítésétől és a környezeti hőmérsékletétől függ. A betont az átfagyástól óvni kell addig, amíg nyomószilárdsága el nem érte a 28 napos szilárdság 40%-át, az utókezelést pedig folytatni kell a 10 N/mm^2 ($1,0\text{ kN/cm}^2$) nyomószilárdság eléréséig.

Ha a betont fagy keverés után 3–6 órával éri, akkor a kötés nem indul meg, kizsuzni nem szabad. Felengedés után általában megszilárdul, ha további fagy nem éri.

Ha kötés közben éri fagy a betont (általában 6–24 óra), akkor a beton általában nem szilárdul meg vagy csak kis mértékben (a felületen apró, sűrű repedéseket látni). Próbatesten lehet vizsgálni a betont, de legtöbbször el kell bontani.

Ha a betont szilárdulás közben éri a fagy (24 óra elteltével), akkor a fagy elmúltával a szilárdulás folytatódik. A többszöri megfagyás-felolvadás ártalmas a betonra, próbatesten végzett vizsgálat után lehet a beton megfelelőségéről dönteni (felületi szilárdság-ellenőrzés nem elegendő).

Nyári betonzás:

A meleg az idő betonkészítés szempontjából, ha a levegő hőmérséklete tartósan, legalább 4 órán át $+24\text{ }^{\circ}\text{C}$ vagy ennél magasabb, a $+38\text{ }^{\circ}\text{C}$ felett a beton készítése nem ajánlatos. Védekezés a betonkeverék hőmérsékletének csökkentésével (adalékanyag, víz hűtése), a környezet hűtésével (permetezés, locsolás), az időben megkezdett utókezeléssel (előnyös a vízzel telített anyaggal, nemezzel, jutazsákkal való letakarás folyamatos locsolással és a fazsaluzat nedvesen tartása) és védelemmel (árnyékolás) lehet. Előnyös a késő délután végzett betonzás. A nedves utókezelés és védelem legalább 10 napig, a nedvesítés nélküli még legalább 4 napig tartson.

Öntömörödő beton:

Olyan beton, amely saját súlyánál fogva képes a zsaluzat minden részébe befolyjni és betömörödni vibrátoros tömörítés nélkül. Szétosztályozódás nélkül lassan folyik, közben légtelenedik. Kivitelezése betontechnológiai előírás (utasítás) alapján történhet.

Különleges tulajdonságú betonok:

Különleges beton például a látszóbeton, a fagyálló beton, a különböző könnyűbetonok, a vízzáró betonok, a kopásálló betonok, a hő- és tűzálló betonok stb. Kivitelezésük betontechnológiai előírás (utasítás) alapján történhet. A betonokat és esetenként a zsaluzatukat és/vagy a vasalástechnikát is szakszerűen meg kell tervezni.

Vákuumbeton:

A frissen tömörített betonra szűrőpaplant arra pedig vákuumszönyeget terítenek, majd géppel létrehozott vákuum segítségével a betonban lévő víz egy részét elszívják. Csökken a víz-cement tényező és a pórusok térfogata. A beton kezdeti szilárdsága megnő, zsugorodási hajlama csökken, fagyállósága javul.

Lövellt (lőtt) beton:

Tiszta, szilárd felületre géppel úton fellőtt és egyúttal tömörített beton. Konzisztenciája max. KK-fokozatú. A szárazon lövellésnél a száraz keveréket szállítják, és ehhez a keverőfűvókában keverik a vizet, a nedves lövellőeljárásnál kész betonkeveréket lő fel a gép. Készülhet vasalással vagy a nélkül.

Szálerősítésű betonok:

A szálerősítésű betonoknál a kiindulókeverékhez, például cementpéphez acél-, üveg-, műanyag- vagy szénszálakat adagolnak. A szálak javítják a beton rugalmasságát, s csökkentik a repedések képződését.

E) A beton vizsgálata és minősítése

A betonok általános és különleges követelményeit a tervező írja elő (l. betonjelöléseknél).

A kivitelező saját ellenőrzést tart gyártás közben és a betonszerkezet készítésekor. A saját ellenőrzés célja, hogy a beton készítője tájékozott legyen a beton várható minőségéről, a minőségingadozásáról. Felöleli a beton készítésének, a bedolgozásnak, a tömörítésnek, az utókezelésnek és a kizsaluzásnak az ellenőrzését. Transzportbetonnál a szállító megnevezését és a szállítólevél adatait is tartalmazza.

Minőségtanúsítás:

A minőség a beton szilárdsági jelétől függően különböző vizsgálatok alapján határozható meg (a vonatkozó szabványok részletesen meghatározzák ezeket). A megfelelés átvételt, a nem megfelelés további intézkedéseket, kiegészítő vizsgálatokat jelent. A minőségtanúsítás elemei a szemrevételezés, a mintavétel, a vizsgálat, az értékelés és a minősítés.

A beton minőségének bizonylatolása:

A betonminőség bizonylatában azt kell tanúsítani, hogy a beton a tervező által előírt valamennyi követelménynek megfelel, továbbá a felhasznált alapanyagok és a kivitelezési technológia alkalmasak a minősítésre.

1.4.1.2. A betonacél

A betonacélokat melegen hengerléssel, illetve hideg mechanikai megmunkálással készítik. A vasbeton szerkezetekben a betonacél legfontosabb tulajdonsága a húzószilárdsága. Az a legnagyobb feszültség, ahol a betonacél még rugalmas marad, a folyáshatár. A méretezési határfeszültség lényegében a folyáshatárhoz kötött, ezért a betonacélok szilárdsági összehasonlítása szempontjából ez a lényeges adat. Felhasználás szempontjából fontos még a hegeszthetőség, az alakíthatóság és a tapadás.

A vasbeton szerkezetek tervezői mellett a kivitelezéssel és az ellenőrzéssel foglalkozó szakembereknek is ajánlható az *MSZ 15022/7 Vasbetonszerkezetek szerkesztési előírásai* és az *Eurocode-2 Vasbetonszerkezetek tervezése, szerkesztési szabályok* szabványok ismerete (fontos tudnivalókat tartalmaz a betonacél vázak kialakítása, elhelyezése és az egyes szerkezeti elemek, részletek helyes kivitelezése szempontjából).

A hajlított vasbeton szerkezetekben (gerendák, lemezek, keretek stb.) jellemzően a nyomást a beton, a húzást a betonacél veszi fel. Minden olyan helyre, ahol húzás léphet fel, betonacélt kell elhelyezni, mégpedig a keresztmetszet szélső húzott övébe beépítve. A gerendákban a nyíróerőket kisebb részben a beton, nagyobb részben betonacél (kengyel vagy felhajlított vas) veszi fel. A kengyelek átfogják a betonacélokat, elhelyezésük a támaszok felé sűrűbb.

Nyomott szerkezetekben (oszlopok stb.) a terhet a beton és a betonacél együtt viseli. A nyomott betonacélt kengyelekkel kell kihajlás ellen megfogni.

Húzott szerkezetekben (koszorú, húzott rúd stb.) a betonacél veszi fel a húzóerőt.

Összetett igénybevételű szerkezetekben is az a jellemző, hogy a beton elsősorban a felépő nyomófeszültségeket, a betonacél pedig a húzó- és nyírófeszültségeket veszi fel.

A betonacél további szerepe lehet a beton repedésének korlátozása (medencék stb.).

A beton és a betonacél együttdolgozását a betonacél felületének kialakításától függő tapadás biztosítja (ezért nem szabad a betonacél felületét szennyezni, például olajjal). A jó tapadás feltétele még, hogy a beton vegye körbe a betonacélt (betontakarás, minimális vastagság).

A) A betonacélok jelölése és jellemző tulajdonságai

Régi szabvány (MSZ) szerint:

Jelölése: B 38.24.

Jelentése: B betonacél, 38: szakítószilárdság, kN/cm^2 , 24: folyáshatár, kN/cm^2 .**1.12. táblázat: Betonacélok jelölése (régí szabványok)**

Jel	Betonacél felülete	σ_{H} határ-feszültség, kn/cm^2	ϵ_{H} határ-nyúlás, ‰	α tapadási tényező	Hegesztési csoport
B 38.24	sima	21	25	1,0	a , c
B 38.24B		21	25	1,0	a , c
B 50.36	bordás	31	25	2,0	a , c
B 55.40		35	25	2,0	b , c
B 60.40		35	15	2,0	d
B 60.50		42	25	2,0	a , c
B 60.50S	sima	42	15	1,0	a
BHS 60.50		42	15	1,0	a
BHB 60.50	bordás	42	15	2,0	a
B 75.50	bordás	42	15	2,0	d
C 15	sima	41	15	1,0	B

Hegesztési csoportok: *a* kézi ívhegesztés, ponthegeztés; *b* kézi ívhegesztés előmelegítéssel, ponthegeztés; *c* leolvastó tompahegesztés; *d* hegesztésre nem javasolt.

További, a betonba kerülő acélok: feszítőhuzalok, feszítőpázmák, feszítőkábelek.

Új szabvány (MSZ EN):

1.12M. táblázat: A leggyakrabban előforduló betonacélok és adataik az érvényes szabvány (MSZ EN 10080) szerint

Megnevezés	Szilárdsági jel		
	B240	B400	B500
folyáshatár f_{yk} [N/mm^2]	240	400	500
szakítószilárdság f_{tk} [N/mm^2]	$\geq 1,1 f_{yk}$	$\geq 1,1 f_{yk}$	$\geq 1,1 f_{yk}$
szakadó nyúlás ϵ_{uk} [%]	25	20	18
tapadási tényező α	1,0	2,0	2,0
átmérő $\varnothing$ [mm]	6 - 40	8 - 40	8 - 28
hegeszthetőség	a	c	a
tervezési szilárdság $f_{yd} = f_{yk} / 1,15$ [N/mm^2]	209 ($\approx$ B 38.24)	348 ($\approx$ B 60.40)	435 ($\approx$ B 60.50)
A hidegen húzott acélok (pl. C15 régi jelű hegesztett háló anyagának megfelelőek) B500 szilárdsági kategóriába tartoznak.			
hegesztési csoportok: a: kézi ívhegesztés , ponthegeztés; c: nem hegeszthető			
szívóssági (duktilitási) besorolás: A, B, C (legkedvezőbb a C)			
További betonba kerülő acélok: feszítőhuzalok, feszítőpázmák, feszítőkábelek			

Jelölése: B500C

Jelentése: B: betonacél, 500: folyáshatár, N/mm^2 , C: duktilitási kategória

B) Vasalási szabályok

A vonatkozó szabványok: **MSZ EN 1992**, régi szerkezetekre: **MSZ 15022/7**.

Csak a gyakorlatban gyakran előforduló szabályokat ismertetjük!

A vasbetétek lehorgonyozása, toldása

A húzott betonacél lehorgonyozási hossza:

1.14. táblázat: Betonacélok lehorgonyzási és toldási hossza a régi (MSZ) szabvány szerint

A húzott betonacél lehorgonyzási hossza:						
A betonacél jele	A betonszilárdság jele					
	10	12	16	20	30	40
B 38.24, B 38.24B	5 <i>d</i>	0 <i>d</i>	5 <i>d</i>	0 <i>d</i>	5 <i>d</i>	5 <i>d</i>
B 50.36	5 <i>d</i>	5 <i>d</i>	5 <i>d</i>	0 <i>d</i>	5 <i>d</i>	0 <i>d</i>
B 55.40, B 60.40	0 <i>d</i>	0 <i>d</i>	0 <i>d</i>	5 <i>d</i>	0 <i>d</i>	0 <i>d</i>
B 60.50, BHB 55.50, B 75.50	5 <i>d</i>	0 <i>d</i>	5 <i>d</i>	0 <i>d</i>	5 <i>d</i>	5 <i>d</i>
B 60.50 S, BHS 55.50, C15	50 <i>d</i>	20 <i>d</i>	0 <i>d</i>	0 <i>d</i>	5 <i>d</i>	0 <i>d</i>
A nyomott acélbetétek lehorgonyzási hossza: a húzott acélbetétek lehorgonyzási hosszának 60%-a, de legalább 10 <i>d</i> .						
<i>d</i> a betonacél átmérője: mm						
Toldási hossz: - átfogásos toldás esetén legalább a lehorgonyzási hossz legyen, - egy keresztmetszetben a húzott vasalásnak legfeljebb a felét (fáradásra igénybe vett elem esetén sima acélbetétek-nél a negyedét) szabad toldani, - rúdszerkezet nyomott öv nélküli szakaszában átfogásos toldást nem szabad tervezni, egyéb toldási megoldások (hegesztett, csavározott stb.) tervezői előírás szerint.						

Új szabvány (MSZ EN):

1.15. táblázat: betonacélok lehorgonyzási hossza

Húzásra illetve nyomásra kihasznált egyenes acélbetét lehorgonyzási hosszának alapértéke:							
$l_b = c \cdot \varnothing$							
	c értéke a betonszilárdság szerint						
betonacél	C 12/15	C 16/20	C 20/25	C 25/30	C30/37	C 35/45	C 40/50
B 500	66	54	47	40	36	32	30
B 400	53	43	37	32	29	26	24
B 240	32	26	22	19	17	15	14

Lehorgonyzási hossz tervezési értéke (l_{bd}) a betonacél kihasználtság és a lehorgonyzás módját (egyenes vasvég, kampó, hurok, hegesztett keresztbetét) figyelembe véve számítható.

Legkisebb horgonyzási hossz: $l_{min} = \max\{10\varnothing; 100 \text{ mm}\}$

$\varnothing$: a betonacél átmérője

Toldási hossz:

A toldási hossz (l_0) általában megegyezik a lehorgonyzási hosszal (l_{bd}), de ha az acélbetétek több mint 25 %-át toldják egy keresztmetszetben, a toldási hosszat növelni kell (a toldási arálynak megfelelően számítandó).

A toldási hossz minimális értéke: $l_{0min} = \max\{15\varnothing; 200 \text{ mm}\}$

Az elosztóbetétek 100 %-a toldható egy keresztmetszetben, az átfogásos toldási hossz (Ø6, Ø8 min. 250 mm; Ø10, Ø12 min. 350 mm) legalább két keresztbetét legyen.

Hegesztett hálók toldása a hálóelhelyezéstől (összeforgatástól) függően az egy keresztmetszetben toldott betétek analógiája szerint határozandó meg.

Egyéb toldási megoldások (hegesztett, csavarozott stb.) tervezői előírás szerint.

A vasbetétek hajlítása

A betonacél íves hajlításának átmérője kampó és hurok esetén a betonacél és a beton minősége alapján:

1.13. táblázat: Betonacélok megengedett hajlítása a régi (MSZ) szabvány szerint

Kampó és hurok esetén a meghajlítás ívének átmérője:			
A betonacél jele	D a hajlítási átmérő, mm		
	hurok-nál	kampónál	
		$d > 14 \text{ mm}$	$d < 14 \text{ mm}$
B 38.24, B 38.24B		$5d$	$2,5d$
B 50.36, B 55.40, B 60.40		$5d$	$4d$
további betonacélok		$7d$	$5d$
d a betonacél átmérője: mm			

Új szabvány (MSZ EN):

Ø: a betonacél átmérője

A hajlítási ív minimális belső átmérője (D): $\varnothing \leq 16 \text{ mm } D_{min} = 4\varnothing$,
 $\varnothing > 16 \text{ mm } D_{min} = 7\varnothing$,
 hegesztett háló $D_{min} = 5\varnothing$.

A húzásra teljesen kihasznált ívesen vezetett acélbetét D_{min} belső hajlítási átmérőjét a betonacél és a beton minőségének függvényében számítani kell ($D_{min} = c\varnothing$, c: képlettel vagy táblázatból)

A betonfedés (betontakarás): a d átmérőjű betonacél tervezett C betonfedése:

Régi szabvány (MSZ):

1.16. Betontakarás a régi (MSZ) szabvány szerint

A betonfedés (betontakarás): a d átmérőjű betonacél tervezett C betonfedése:			
$C_{\min} = d$			
$C = C_1 + C_2 + C_3$	C_1	C_2	C_3
Általános esetben	20 mm		
Felületszerkezetek acélbetétein és kengyeleken	15 mm		
Átlagos, 65%-nál tartósan nem nagyobb páratartalmú belső térben (lakás vizesblokkja is)		0 mm	
Nedves közegben, szabadban, 65%-nál magasabb páratartalomnál, nem agresszív vízzel érintkező szerkezeteknél		5 mm	
Talajjal és/vagy időszakosan vízzel vagy agresszív gázokkal, folyadékokkal érintkező szerkezetek		15 mm	
Utólag vakolt, burkolt felületnél, ha az acélbetét betonfedésének leválása gátolt (pl. kibetonozott hézagok mellett)			-5 mm
Utólag megmunkált betonfelületnél			>10 mm
Üzemszerűen kopthatóhatásnak kitett felület			>20 mm
MSZ 17215/2 szerinti agresszív környezetben az MSZ 17215/3 szerinti betontakarás			

Új szabvány (MSZ EN)

1.17. A vasbeton (beton) szerkezetek megfelelő tartósságának szükséges feltételei az érvényes (MSZ EN) szabvány szerint

Környezeti feltételek osztályai (MSZ EN 206)		min. beton-szil.	min. cement [kg/m ³]	max. v/c %	min. betontakarás c _{min,dur} [mm]
jel	példa				
XO	Belső száraz tér	C12/15	260	65	10
XC1	Közepes légnedvesség belső térben, víz alatti építmény	C20/25	260	65	15
XC2	Alapozási szerkezetek, víztározók, nyitott	C25/30	280	60	25
XC3	csarnokok, gépkocsi tárolók, magas légned- vesség tartalmú belső tér	C30/37		55	
XC4	Esőnek kitett építményrészek	C30/37	300	50	30
XD1	Légköri klórszennyeződésnek kitett felületek	C30/37	300	55	35
XD2	Szigeteletlen medence, kloridtartalmú ipari víz hatásának kitett építmény	C30/37	300	55	40
XD3	Kloridtartalmú szernek kitett híd, járda, parkolófödém	C35/45	320	45	45
XS2	Tengervízzel töltött medence	C35/45	300	50	40
XF1	Esőnek, fagynak kitett függőleges felületek	C30/37	300	55	*
XF3	Esőnek, fagynak kitett vízszintes felületek	C30/37	320	50	*
XA1	Szulfáttartalmú talajban, talajvízben álló	C30/37	300	55	*
XA2	szerkezetek (agresszív környezet miatt a	C30/37	320	50	
XA3	cementre külön előírás)	C35/45	360	45	
Környezeti hatás:					
0: száraz; C: karbonátosodás (nedves); D: kloridos (nedves), S: tengervíz; F: víz+fagy; A: agresszív					
*: a konkrét min. betonfedésről nem intézkednek					

- $c_{\min, \text{dur}}$ értéke növelendő:
 - koptató hatás miatt gyalogosforgalomnál 5 mm-rel, targoncaforgalomnál 10 mm-rel, gépkocsiforgalomnál 15 mm-el (méretezésnél figyelmen kívül kell hagyni!),
 - 50 évnél hosszabb élettartamra tervezésnél 10 mm-el;
- $c_{\min, \text{dur}}$ értéke 5 mm-el csökkenthető C30/37 betonszilárdság felett
- $c_{\min, \text{dur}}$ értéke legalább 40 mm talajjal érintkező szerkezeteknél

A betonfedés a betonfelület és a betonacél ahhoz legközelebbi pontja közötti távolság. A terveken mindig a felülethez legközelebbi acélbetéthez viszonyítva tüntetik fel a mértékadó betonfedést (a számított C_{nom} értékek alapján meghatározva).

A betonfedést betonacélonként (hosszvas, kengyel, stb.) kell meghatározni:

- $C_{\text{nom}} \geq 10 \text{ mm} + \max \{c_{\min, \text{b}}; c_{\min, \text{dur}}; 10 \text{ mm}\}$
 - $c_{\min, \text{b}}$: a tapadáshoz szükséges betonfedés, ez általában a vasátmérő
 - $c_{\min, \text{dur}}$: min. betonfedés, lásd a fenti táblázatot
- C_{nom} értéke 5 mm-el csökkenthető lemez és falszerkezeteknél illetve különleges minőségbiztosítás esetén (pl. előregyártás).

A távolságtartók és támaszok javasolt távolsága:

- Lemezekben:
 - fővasalás $\varnothing 14$ mm-ig: alátét távolságtartó: 4 db/m², max. 50 cm-enként,
 - támasz $\varnothing 12$ betonacélból: 4 db/m², max. 50 cm-enként,
 - vonalas támasz: 70 cm-enként,
 - fővasalás $\varnothing 16$ mm-től: alátét távolságtartó: 2 db/m², max. 70 cm-enként,
 - támasz $\varnothing 14$ betonacélból: 4 db/m², max. 70 cm-enként,
 - vonalas támasz: 100 cm-enként,
 - megjegyzés: 50 cm-nél vastagabb lemezekben a távolságtartást egyedileg kell megoldani.
- Gerendákban: a távolságtartást a gerenda 3 oldalán kell biztosítani. A gerenda magassága és szélessége 100 cm alatt:
 - fővasalás $\varnothing 10$ mm-ig: távolságtartó: 12 db/fm, max. 50 cm-ként hosszirányban,
 - fővasalás $\varnothing 20$ mm-ig: távolságtartó: 6 db/fm, max. 100 cm-enként,
 - fővasalás $\varnothing 20$ mm felett: távolságtartó: 5 db/fm, max. 125 cm-enként,

A távolságtartók keresztmetszetben mért távolsága egymástól max. 75 cm.

A 100 cm-nél nagyobb magasság vagy szélesség esetén további távolságtartókat kell elhelyezni egy-egy keresztmetszetben (max. 75 cm távolságban).

- Távolságtartók falakban:
 - fővasalás $\varnothing 14$ mm-ig: alátét távolságtartó: 4 db/m², max. 70 cm-enként,
 - S kampók: 4 db/m², max. 60 cm-enként,
 - U kampók: 1 db/m², max. 100 cm-enként,
(az S kampó elhagyható, ha a betonfedés a vasátmérő kétszerese)
 - fővasalás $\varnothing 14$ mm-felett: alátét távolságtartó: 2 db/m², max. 100 cm-enként,
 - S kampók: 4 db/m², max. 60 cm-enként,
 - U kampók: 1 db/m², max. 100 cm-enként.

- Távolságtartók oszlopokban:
 - fővasalás $\varnothing 14$ mm-ig: alátét távolságtartó: 12 db/m², max. 70 cm-enként,
 - fővasalás $\varnothing 14$ mm-felett: alátét távolságtartó: 8 db/m², max. 100 cm-enként.

A 100 cm-nél nagyobb oldalméret esetén további távolságtartókat kell elhelyezni egy-egy keresztmetszetben (oldalanként max. 75 cm távolságban).

Az acélbetétek egymástól mért távolsága

Régi szabvány (MSZ):

Két acélbetét között megengedett legkisebb távolság:

- 2 cm vagy a nagyobbik vasátmérő,
- a min. távolságot vízszintes és függőleges értelemben is be kell tartani,
- a toldott bordás acélbetétek az átfedési szakaszon érintkezhetnek egymással,
- a betonacélok érintkezhetnek, ha a hálók kettőzött betétei vagy terv szerint csoportosan elhelyezett betonacélok,
- a betonacélok közötti tényleges t távolság figyelembevételével kell a beton max. szemcse nagyságát meghatározni: $D_{\max} < 1,5 t$, ahol t a két legalsó sorban a vízszintes acélbetétek közötti legkisebb távolság.

Acélbetétek közötti legnagyobb távolság

Az MSZ 15022/7 szabvány szerkezetenként megadja az egyes betonacélok egymástól mért legnagyobb távolságát. Ennél távolabb még akkor sem szabad egymástól tenni az acélbetéteket, ha a statikai számítás szerint lehetne!

Új szabvány (MSZ EN):

A betonacélok közötti legkisebb távolságot a kibetonozhatóság és az átrepedés elkerülése miatt kell betartani. A távolság vízszintes és függőleges értelemben is betartandó.

Legkisebb távolság: $a_{\min} = \max \{ \emptyset; 20 \text{ mm}; d_g + 5 \text{ mm} \}$

$\emptyset$: betonacél átmérő

d_g : az adalékanyag legnagyobb szemcse nagysága

(pl. adalékanyag $d_g = 32 \text{ mm}$, $a_{\min} = 37 \text{ mm}$!)

- a toldott bordás acélbetétek az átfedési szakaszon érintkezhetnek egymással
- a betonacélok érintkezhetnek, ha a hálók kettőzött betétei vagy terv szerint csoportosan elhelyezett betonacélok,

A vasak közötti legnagyobb távolság: általában 400 mm

Egyes szerkezeti elemekre vonatkozó fontosabb új szabályok az MSZ EN szabványokban

A betonacél mennyiségét a betonkeresztmetszetre kell vonatkoztatni.

Lemezek:

- monolit lemez legkisebb vastagsága nyírási vasalás nélkül 70 mm, nyírási vasalás alkalmazása esetén (pl. pontokon megtámasztott sík födém) 200 mm
- minimális húzott vashányad betonacél-betonminőség szerint számítandó, $d_e > 1,3 \text{ ‰}$
- megengedett legnagyobb vasmennyiség egy keresztmetszetben 4 %
- egyirányban teherhordó lemezek elosztó vasalásának keresztmetszete legalább a fővasalás 20 %-a, a minimális vashányad biztosításával
- legnagyobb vasátmérő: $\emptyset_{\max} \leq h/10$

1.18. táblázat: Legnagyobb vastávolság vasbeton lemezekben

Lemezvastagság h [mm]	Fővasalás távolsága $S_{\max}$ [mm]	Elosztó vasalás $S_{\max}$ [mm]
≤ 150	150	300
$150 \leq h \leq 250$	h	300
≥ 250	250	300

Kétirányban teherhordó lemeznél mindkét irányban a fővasalást kell figyelembe venni.

- konzollemez bekötése: a felső húzott vasalást legalább a konzolkinyúlás 1,25-szörösének megfelelő hosszal túl kell vezetni a támaszvonalon
- a szabad lemezszéleken szegő vasalást kell kialakítani a fővasalás visszahajtásával vagy kiegészítő U alakú kengyelekkel
- a lemezszél részleges befogása: monolit lemezek szélső támaszánál a lemezt a maximális mezőnyomaték 15 %-ra méretezni kell akkor is, ha szabadon felfekvőnek tekintjük, a minimális húzott vashányadot be kell tartani
- belső támasz esetén a szomszédos mezőnyomatékok nagyobbikának legalább 25 %-ra kell a lemezt méretezni
- az alsó mezővasalás legalább 50 %-át az elméleti támaszokon túl kell vezetni és lehorgonyozni

Gerendák:

- minimális húzott vashányad a betonacél-betonminőség szerint számítandó, de $> 1,3 \text{ ‰}$
- megengedett legnagyobb vasmennyiség egy keresztmetszetben 4 %
- - minimális nyírási vashányad a betonacél-betonminőség szerint számítandó, de $> 0,55 \text{ ‰}$
- méretezett nyírási vasalás esetén a nyíróerőnek min. 50 %-át kengyelekkel kell felvenni
- nyírási vasalási betétek legnagyobb távolsága általában $s_{s,\max} = 0,75d$ (d : a keresztmetszet hatékony magassága), méretezett nyomott vasalás esetén $s_s \leq 12\varnothing$ ($\varnothing$: a legkisebb nyomott acélbetét átmérője)
- tartóvég részleges befogása: monolit gerendák tartóvégét a maximális mezőnyomaték 15 %-ra méretezni kell akkor is, ha szabadon felfekvőnek tekintjük, a minimális húzott vashányadot be kell tartani
- az alsó mezővasalás legalább 1/3-át az elméleti támaszokon túl kell vezetni és lehorgonyozni

Oszlopok:

- legkisebb keresztmetszeti méret 200 mm, fekvő helyzetben betonozva (előregyártás) 150 mm
- minimális vasátmérő 8 mm, minimális vashányad 2 ‰, maximális vasmennyiség 4 % (átfogásos toldásnál 8 %)
- hosszvasak: minden sarokban legalább egy, max. vastávolság 300 mm (400 mm oldalhosszig a sarkokban min. egy vas),
- kör alakú keresztmetszetben legalább 6 db hosszvas, vastávolság max. 300 mm
- kengyelezés: max. kengyeltávolság $s_{s,\max} = \min\{15\varnothing; h_{\min}; 400 \text{ mm}\}$, ahol $\varnothing$ a legkisebb hosszvas átmérője, $h_{\min}$ a legkisebb oldalhossz
- kengyelátmérő legalább a legnagyobb hosszvas $\frac{1}{4}$ -e, de min. 6 mm
- kengyelszárok keresztezésénél hosszvasat kell elhelyezni

Falak, faltartók:

- falnak nevezett függőleges teherhordó szerkezet: a keresztmetszeti szélesség/vastagság négynél nagyobb
- faltartó: szakaszosan alátámasztott fal, a támaszköz/magasság aránya ötnél kisebb
- minimális vasmenyiség: függőleges vasalás 2 ‰, illetve $300 \text{ mm}^2/\text{m}$, vízszintes vasalás a függőleges vasalás 25 %-a (faltartónál 100 %-a) illetve 1 ‰
- maximális vasmenyiség 4 ‰
- betonacélok legnagyobb távolsága: $t = \text{falvastagság}$
 - falak: függőleges vasalás $s_{\max} = \min(3t; 400 \text{ mm})$
vízszintes vasalás $s_{\max} = 400 \text{ mm}$
 - faltartók: függőleges vasalás $s_{\max} = \min(2t; 300 \text{ mm})$
vízszintes vasalás $s_{\max} = \min(2t; 300 \text{ mm})$
- 100 mm falvastagság alatt egyrétegű, 200 mm falvastagság felett kétrétegű vasalást kell tervezni többsíkú vasalás esetén összekötő vasalást kell alkalmazni, minimum $150 \text{ mm}^2/\text{m}^2$ összkétszámúval, legalább 4 db/ m^2 mennyiségben

C) A betonacél váz kivitelezése

A betonacél váz kialakítása olyan legyen, hogy a beton bedolgozását, tömörítését ne akadályozza, és megfelelően merev legyen (tartsa helyzetét és alakját). A fővasakat, elosztóvasakat, kengyeleket szilárdan egymáshoz kell rögzíteni. A betonfedést és az acélbetétek helyzetét távolságtartókkal és támaszokkal (zsámolyokkal, sámlikkal) kell biztosítani. A betonacél nem lehet szennyezett (olaj, beton, leveles rozsdá stb.).

Jellemző hibákra mutat néhány példát az 1.12. ábra.

A vasalások átalakítása, átszámítása

A vasalási terven feltüntetett betonacélok minőségét és keresztmetszetét, azok elhelyezkedését a szerkezetben csak tervezői jóváhagyással szabad megváltoztatni.

1.4.1.3. A zsaluzat

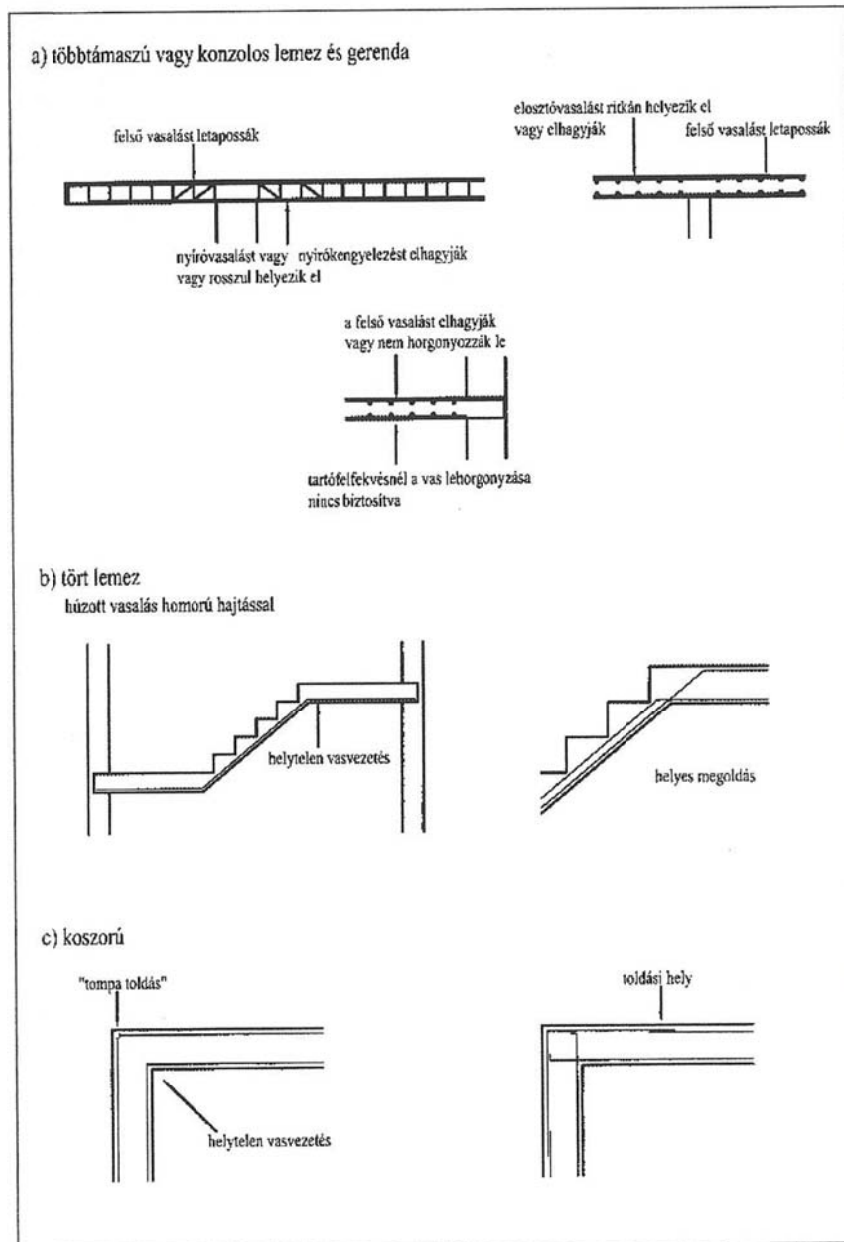
A zsaluzat feladata, hogy építés alatt a beton vagy vasbeton szerkezetek terv szerinti alakját és méreteit a beton megszilárdulásáig biztosítsa.

A zsaluzatok elemei

- zsaluhéj (ez adja a formát és a felületi megjelenést).
- megtámasztógerendák (merevítik a zsaluhéjat, korlátozzák alakváltozását, átveszik a zsaluhéjról a terheket és átadják az alátámasztó állványra, illetve az összekötő elemekre).
- alátámasztó- vagy megtámasztóállvány (közvetíti a terheket a zsaluzat és az alap között, biztosítja a zsaluzat állékonyságát).

A zsaluzatra ható terhek:

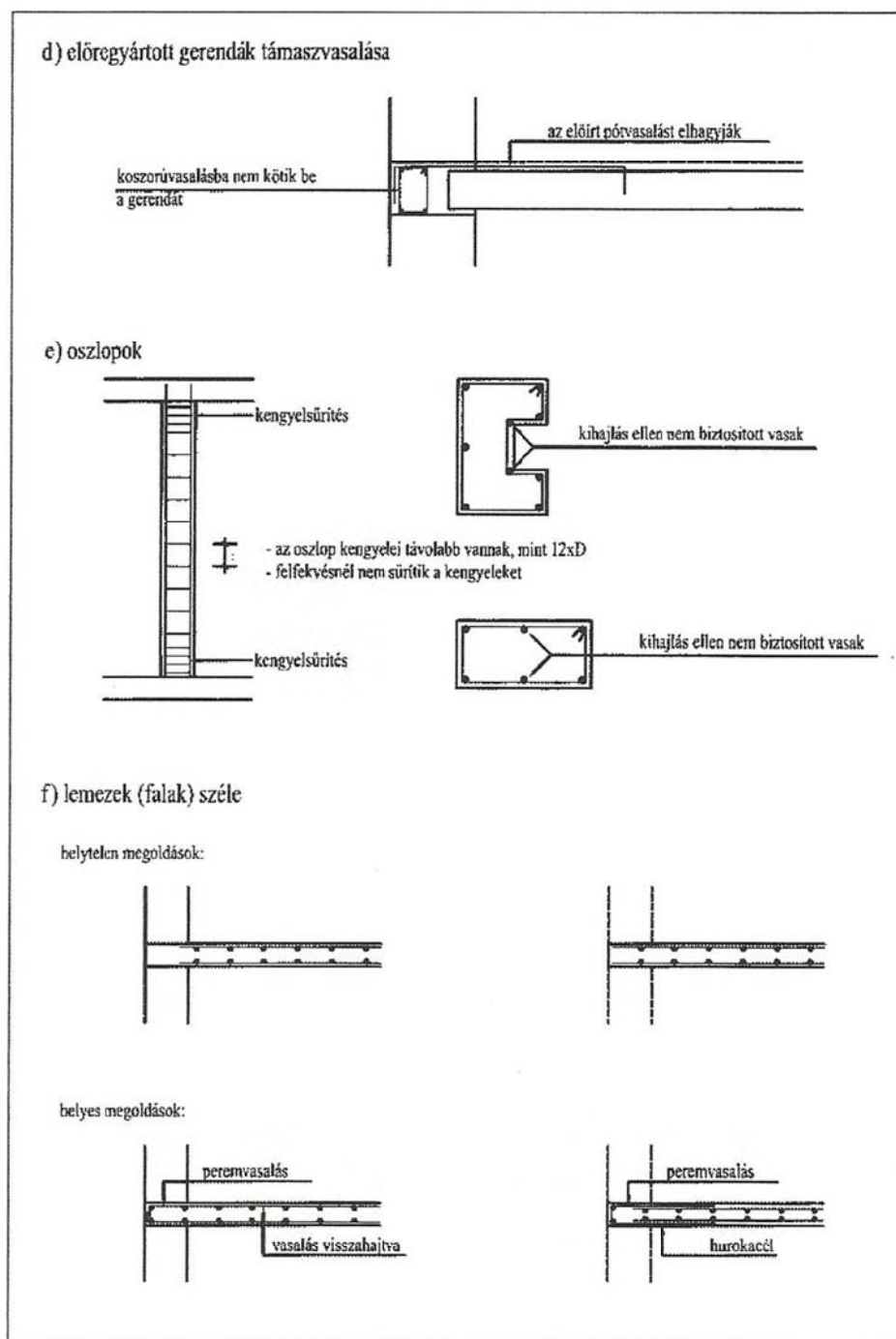
- önsúly,
- a dolgozók és a betonacél súlya,
- a beton bedolgozása és tömörítése közbeni terhek, dinamikus hatással,
- szélteher



1.12a–c ábra. Néhány jellemző vasalási hiba

A zsaluzat minden elemének kellő biztonsággal és megfelelő alaktartással el kell bírnia a rá ható terheket.

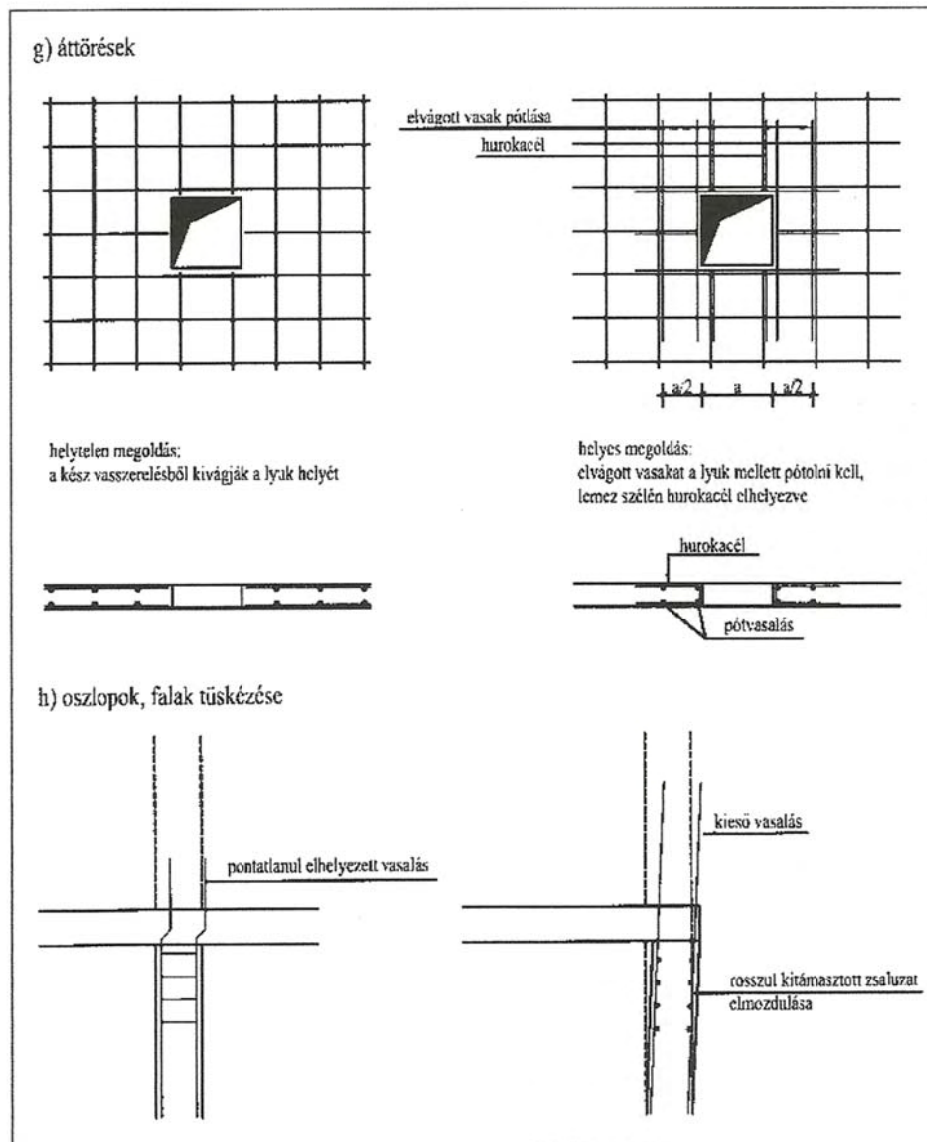
A zsaluzat elemeit lehet egyedileg méretezni a vonatkozó szabványok alapján vagy a zsalurendszerek útmutatói szerint kiválasztani és összeállítani. A zsaluhéjnál általában a lehajlás a mértékadó (lehetőleg kisebb legyen, mint $L/400$), de az összes elemet ellenőrizni kell alakváltozásra is.



1.12d-f ábra. Néhány jellemző vasalási hiba

Hagyományos vagy egyedi zsaluzatok

A hagyományos zsaluzatot egyedileg, az adott épületszerkezetnek megfelelő alakban és méretben készítik. Az anyaga általában fa, korszerűbb megoldások esetén acél kiegészítőelemekkel.



1.12g–h ábra. Néhány jellemző vasalási hiba

A zsaluhéj:

Elsősorban deszkát vagy fa zsalutáblát használnak. A deszka lehet nyers vagy gyalult. Beépítésnél 2-3 mm közt kell hagyni, mert nedvesség hatására megduzzadnak. Célszerűen a geszt felőli oldalt kell a beton felé fordítani. A zsaluzótáblákat gyalult deszkából, 22 mm-es építőipari rétegelt (furnér) vagy farostlemezéből is lehet készíteni. Műanyag zsaluzatként kemény polisztiroltábla vagy üvegszál-erősítésű zsaluzóelemek (felületképzésre, alulbordás és kazettás födémnél zsaluzásra, síkfödémnél bennmaradó könnyítésre) is felhasználhatók. Zsaluhéjként vagy bennmaradó zsaluelemként lehet még acéllemezt, gipsz- vagy betonelemet, impregnált papírt és más anyagokat is felhasználni.

Zsaluzattartók:

A zsaluzattartók a zsaluhéjat támasztják meg. Kialakításuk, kiosztásuk a terhektől és a zsaluhéj teherbírásától függ. Lehet használni pallókat, gerendákat vagy összetett fatartókat. A tartók elhelyezése lehet főtartós vagy főtartós és fióktartós rendszerű. Egyes esetekben a zsaluzattartót és a zsaluhéjat összeépítik.

Alátámasztás: a vízszintes zsaluzat alátámasztása áll a függőleges oszlopokból (dúcokból) és a megfelelő térbeli merevítésből. A függőleges zsaluzat megtámasztása ferde kitámasztó rudakkal történik, szükség szerint térbeli merevítéssel. Az oszlopokat és kitámasztó rudakat megfelelő alapra kell állítani (kritikus a feltöltésre épített állványzat). A dúcok, a kitámasztások és a merevítések készülhetnek fából vagy fémből.

Zsaluzatot összekötő, illetve helybiztosító elemek: a távtartók, a hevederek, a kalodák, a szorítódeszkák, a zsaluhorgonyok és a többi kiegészítő elem a zsaluzat megfelelő teherbírása és alaktartása szempontjából rendkívül fontosak, szerepüket nem szabad másodlagosnak tekinteni. Anyaguk lehet fa vagy fém, esetleg műanyag.

Zsalurendszerek

Egy zsalurendszer ipari előre gyártott zsaluelemekből épül fel. Jellemzői a sokszoros felhasználhatóság, az egyszerű és könnyű szerelhetőség és lebontás, a viszonylag csekély önsúly. Az egyes elemek jó minőségben, nagy méretpontossággal, változatos alkalmazási és felhasználási lehetőséggel készülnek.

Alkalmazásukhoz a forgalmazók megfelelő segítséget adnak mind tervezési, mind kivitelezési területen. Az alkalmazástechnikai utasítások betartásával általános esetekre a zsaluzat összeállítható, eltérések esetén az adott cég illetékese útmutatást ad.

A zsaluzatok kivitelezésének lényeges szempontjai

- A célnak megfelelő zsaluzási módszert kell választani.
- Zsalurendszerrel való építés esetén a rendszer összes szükséges elemét alkalmazni kell, az egyedi, rögtönzött kiegészítő megoldásokat kerülni kell.
- A zsaluzás minél kisebb hulladékkal járjon.
- A bezsaluzásnál figyelembe kell venni a kizsaluzás sorrendjét, a szétbonthatóságot.
- A zsaluhéjat, a zsaluzatot betonozás előtt elő kell készíteni (tisztítás, bevonat, nedvesítés).
- Függőleges zsaluzatok aljáról a behullott szemetet betonozás előtt el kell távolítani.
- A zsaluzatokat a terv szerinti méretben és helyzetben, elmozdulásmentesen kell elkészíteni (kitűzés vízszintes és magassági értelemben szintenként).
- Az indulószintnél a zsaluzatok állványait úgy kell alapozni (födémzsalu dúcai, fal- és pillérzsalu ferde támaszai), hogy azok a betonozás közben ne mozduljanak el, ne süllyedjenek meg.
- Magasban végzett betonozómunkánál zsaluzatra szerelt betonozókonzolt vagy önálló betonozóállványt kell építeni.
- Téli munkavégzésnél a zsaluzatok jégmentesítéséről a vasalás és a betonozás megkezdése előtt is gondoskodni kell.
- Kizsaluzásnál óvatosan kell eljárni, a zsaluzatot lökések nélkül kell eltávolítani, lassan kell leengedni, a ferde támaszokat meglazítani.

1.4.2. Szerkezetek kivitelezése

A monolit vasbeton szerkezetek kivitelezésére vonatkozó biztonságtechnikai és egészségvédelmi előírásokról az építési munkahelyeken és az építési folyamatok során megvalósítandó minimális munkavédelmi követelményekről szóló 4/2002. (II. 20.) SzCsM-EüM együttes rendelet rendelkezik.

Néhány jellemző zsaluzási megoldást és részletet mutatnak be az 1.13. – 1.16. ábrák.

Oszlopok

Zsaluzás:

- különálló zsaluhéj és megtámasztás, vagy önhordó zsaluhéj esetén a zsalutáblákat kalodák fogják össze, a kalodák kiosztását a beton oldalnyomása alapján kell meghatározni (alul sűrűbb),
- korszerű táblás zsaluzólapok esetén kalodázás nem készül, a táblák közvetlenül kapcsolódnak egymáshoz, ebben az esetben azonban a betonozás sebességénél figyelembe kell venni a zsalutáblák teherbírását,
- kör keresztmetszetű oszlopok zsaluzata lehet fa-, fém-, műanyag vagy papírcső, esetleg bennmaradó betoncső, a kialakítástól függően kell kalodázni,
- az oszlopzsalukat két irányban ki kell támasztani,
- a zsaluzat bezárása előtt a szemetet el kell távolítani,
- a zsaluzat sarkaiba célszerű háromszögbetéteket elhelyezni.

Vasszerelés:

- a függőleges vasakat kengyelekkel össze kell fogni (ha szükséges, akkor közbenső kengyeleket is be kell építeni),
- a négy- vagy sokszög keresztmetszetű oszlop minden sarkába betonacélt kell elhelyezni,
- kör keresztmetszet esetén legalább 6 db betonacélt kell elhelyezni egyenletes távolságra, a csavarkengyeles megoldás növeli e teherbírást,
- a kengyeleket az oszloptalp és az oszlopfaj környezetében sűríteni kell,
- a sarokvasaknál minden csomópontot, közbenső vasaknál minden másodikat kötözni kell,
- a szinteken átmenő oszlopvasalásokat a magasabb szintre való átmenetnél, a födém vagy gerenda keresztmetszetében kell befelé megtörni, és kellő hosszban túlnyújtani,
- a távtartókat a kengyelekre kell felhelyezni.

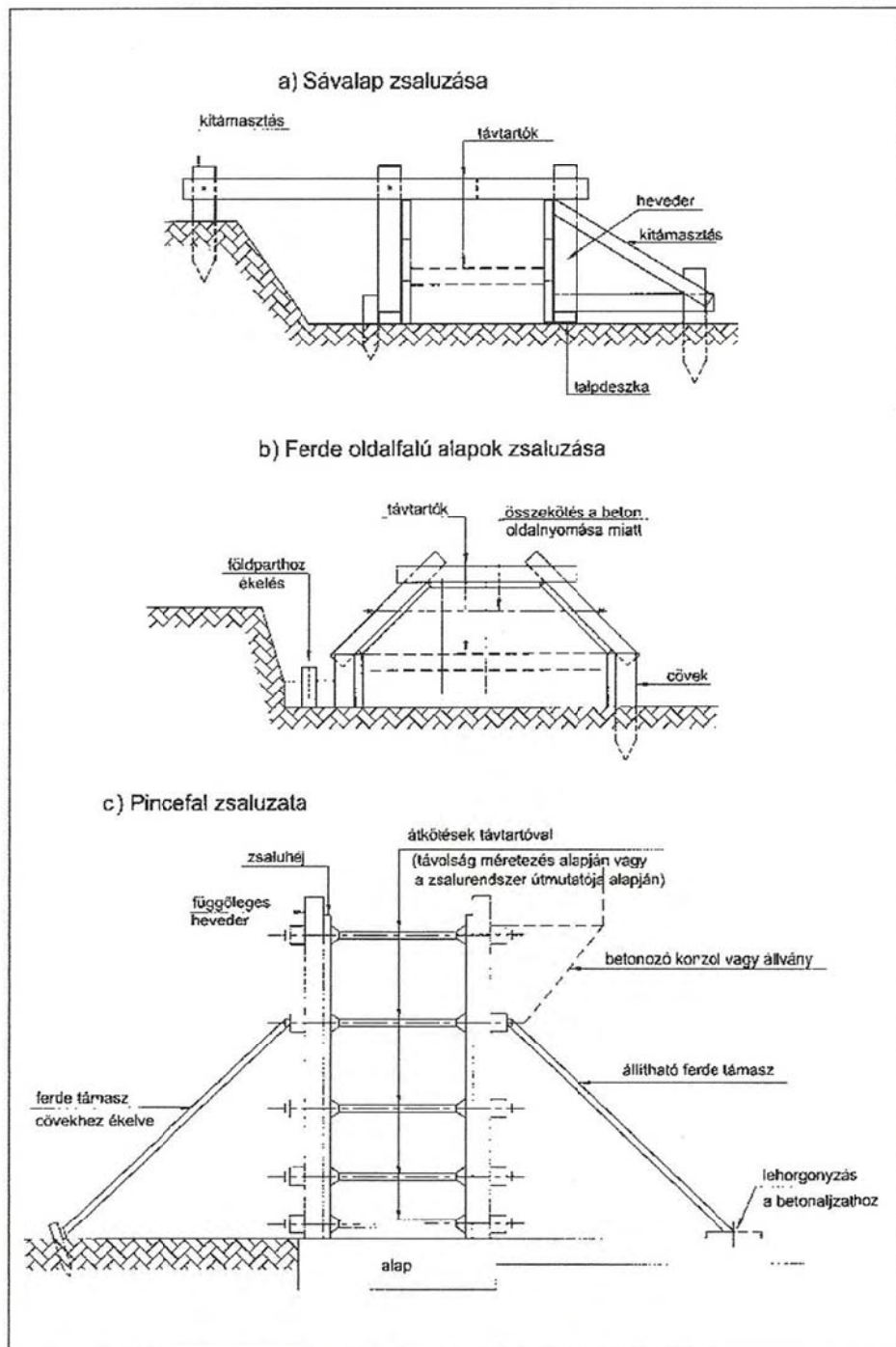
Betonozás:

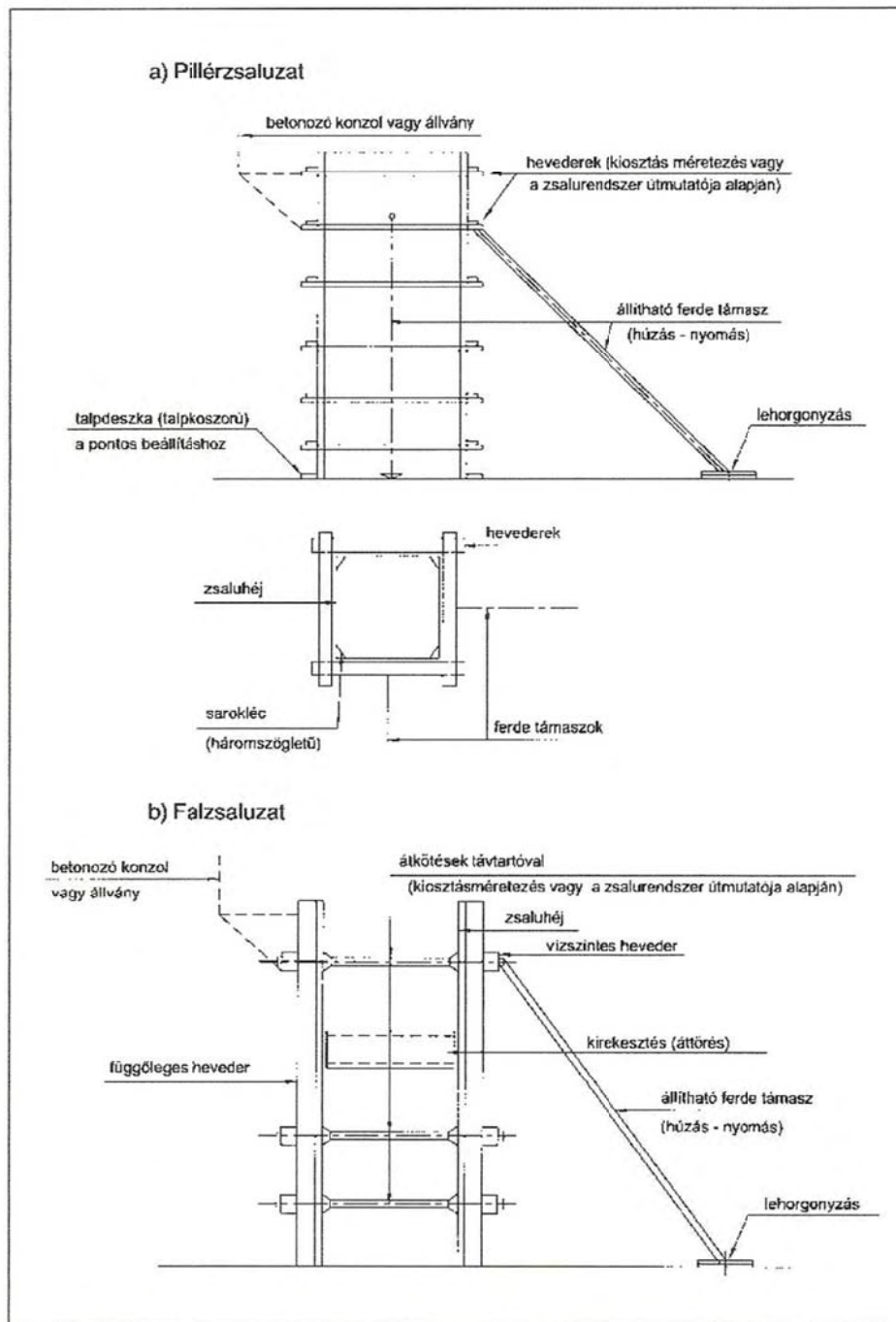
- meg kell akadályozni a beton szétosztályozódását (l. a betonozásnál)
- a betont kb. 50 cm-es rétegekben kell bejuttatni és tömöríteni
- utókezelés és kizsaluzási időről l. az 1.4.1.1. alpontot).

Falak

Zsaluzás:

- különálló zsaluhéj és megtámasztás, vagy önhordó zsaluhéj esetén a zsalutáblákat vízszintes vagy függőleges gerendák támasztják meg, és távtartók, valamint átkötők fogják össze, kiosztásukat a beton oldalnyomása alapján kell meghatározni (alul sűrűbb),
- korszerű, táblás zsaluzólapok esetén a táblák közvetlenül kapcsolódnak egymáshoz, az átkötések ebben az esetben adott helyre kerülnek, ezért a betonozás sebességénél figyelembe kell venni a zsalutáblák teherbírását,
- a falzsalukat két irányban ki kell támasztani, esetenként falsíkban merevíteni is kell,
- egyoldali falzsalu támasztóállványát két pontban kell rögzíteni (felemelkedés ellen le kell horgonyozni a zsalutábla közelében, illetve elmozdulás ellen a kitámasztásnál),
- a vasalás megkezdése előtt az elsőként felállított zsalutáblára a kirekesztőelemeket, bebetonozandó szerelvényeket fel kell erősíteni,
- a zsaluzat bezárása előtt a szemetet el kell távolítani,
- a falvégnél a zsaluzat sarkaiba célszerű háromszögbetéteket elhelyezni.





1.14a–b ábra. Függőleges szerkezetek zsaluzata (elvi megoldások)

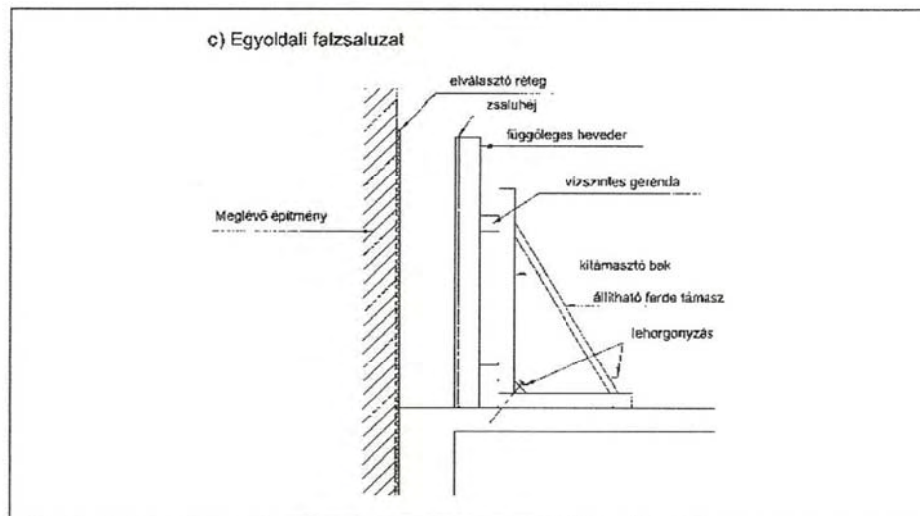
Vasszerelés:

- a kétoldali függőleges vasakat S vagy U kengyelekkel össze kell fogni,
- a fal minden sarkába betonacélt kell elhelyezni, a szabad falvégeket hurok- vagy visszahajtott vasalással le kell zárni,
- az elosztóvasalás jelentős szerepet játszik a zsugorodás miatti függőleges repedések megakadályozásában (különösen hosszú falaknál),
- a nagyobb nyílások felett a nyíláson túlnyújtott erősítővasalást kell elhelyezni,
- falaknál minden második keresztezést kötni kell (ahol mászkálnak a vasaláson, ott vastagabb kötőhuzallal),

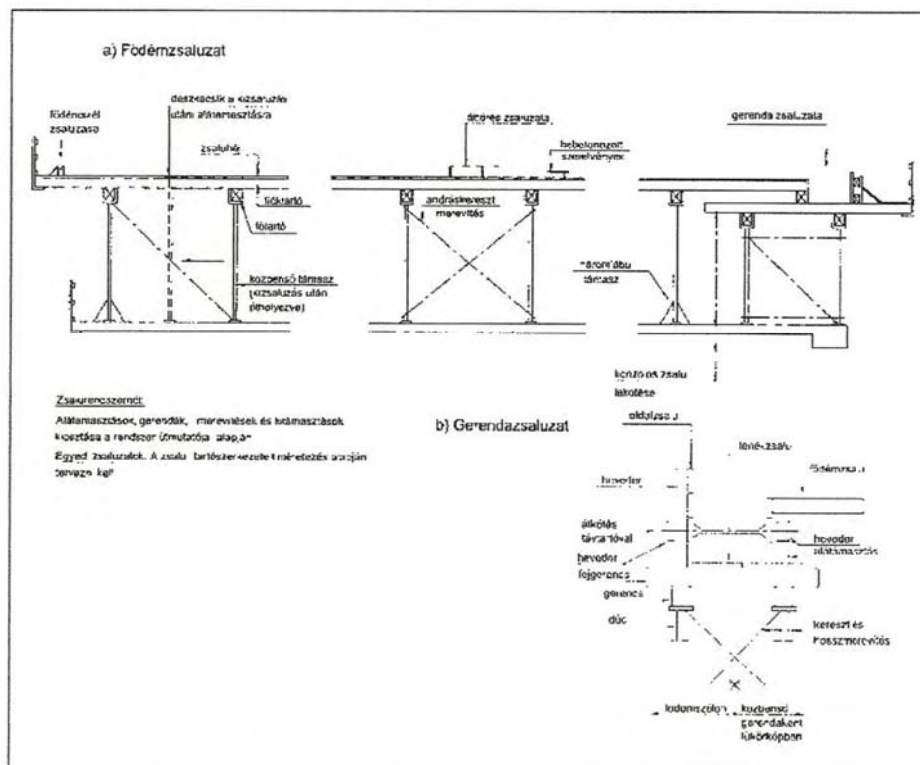
- egyrétegű vasalás általában a falközépre kell helyezni, a távolságtartást így kell biztosítani,
- a szinteken átmenő falvasalásokat a magasabb szintre való átmenetnél általában nem szükséges megtörni (ha igen, akkor a földem vagy gerenda keresztmetszetében kell befelé törni), de kellő hosszban túl kell nyújtani,
- a távtartókat a külső oldali vasakra kell felhelyezni.

Betonozás:

- meg kell akadályozni a beton szétosztályozódását (l. a betonozásnál),
- a betont kb. 50 cm-es rétegekben kell bejuttatni és tömöríteni,
- utókezelés és kizsaluzási időről l. a betonozásról szóló, 1.4. alfejezetet.



1.15c ábra. Fűgőleges szerkezetek zsaluzata (elvi megoldások)



1.15. ábra. Zsaluzási részletek munkáknál (elvi megoldások)

Gerendák

Zsaluzás:

- a zsaluhéj összeállításánál figyelembe kell venni a kizsaluzási sorrendet (oldalzsalu előbb eltávolítható, mint a fenékszalu),
- az oldal megtámasztását és a zsalutáblák összekötését, az elemek kiosztását a beton oldalnyomása alapján kell meghatározni,
- a függőleges támaszokat (dúcokat) két irányban kell merevíteni,
- ha gépészeti átvezetés kerül a gerendába, akkor annak zsaluzatát a vasalás készítésével összhangba kell elhelyezni (egymás kivitelezését zavarják),
- lemezes gerendák zsaluzatát úgy kell kialakítani, hogy az alátámasztása a födém zsaluzatának alátámasztására is felhasználható legyen,
- a betonozás megkezdése előtt a szemetet el kell távolítani a zsalu fenekéről,
- a zsaluzat sarkaiba célszerű háromszög betéteket elhelyezni.

Vasszerelés:

- a vízszintes vasakat kengyelekkel össze kell fogni (ha szükséges, akkor közbenső kengyeleket is be kell építeni),
- a gerenda minden sarkába betonacélt kell elhelyezni, magasabb gerendáknál pedig közbenső szerelővasakat,
- a kengyeleket a támaszok közelében sűríteni kell,
- ha azonos méretűek a keresztező gerendák és a szinteken átmenő oszlopok, akkor a vasalások megfelelő beépítése miatt az egyes szerkezetek kengyelkeresztmetszetét úgy kell megadni, hogy a sarokvasak a sarokba kerülhessenek, és “ne üssék el” egymást a keresztező fővasak (sokszor célszerűbb az egymást keresztező elemeket eltérő geometriai méretekkel tervezni),
- a gerendavasalás kötözését a sarokvasaknál minden kengyelcsomópontban, közbenső vasaknál alul 40–50d, felül 30–40d távolságban,
- a távtartókat a kengyelekre kell felhelyezni.

Betonozás:

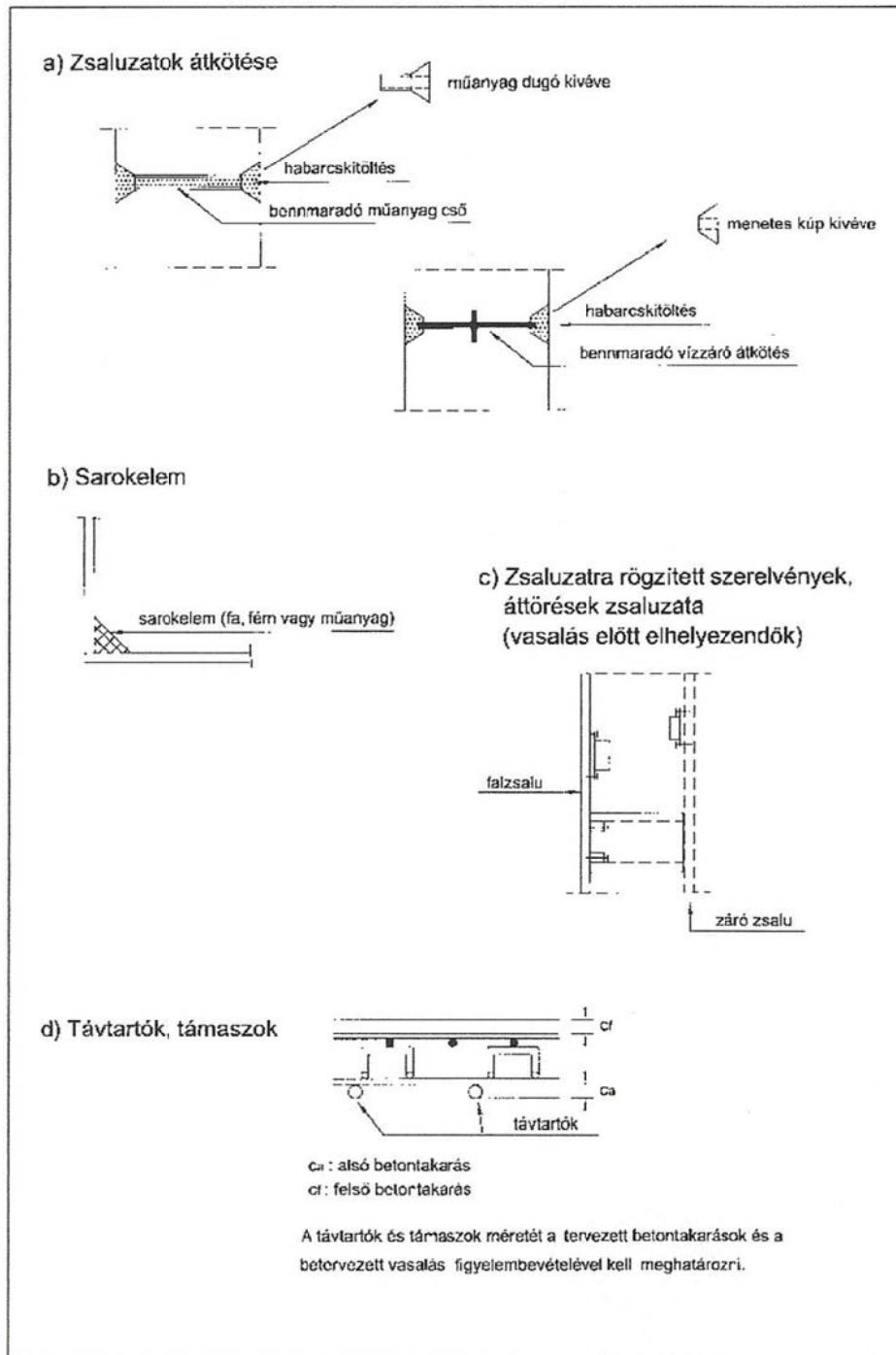
- meg kell akadályozni a beton szétosztályozódását (l. betonozásnál),
- a betont kb. 25–30 cm-es rétegekben kell bejuttatni és tömöríteni,
- utókezelés és kizsaluzási időről l. a betonozási alfejezetet.

Födémek, lépcsők

Zsaluzás:

- különálló zsaluhéj és megtámasztás vagy önhordó zsaluhéj esetén a zsalutáblákat gerendák és oszlopok támasztják alá, ezek méretét, kiosztását a zsaluzatra ható terhek alapján kell meghatározni,
- a dúcokat két irányban kell merevíteni,
- a födémáttörések zsaluzatát és a bebetonozandó szerelvényeket a vasalás megkezdése előtt vagy azzal párhuzamosan kell elhelyezni és a zsaluzathoz rögzíteni,
- a túlemelést a vasalás elkészülte után célszerű elvégezni,
- ferde födém felső ellenzsaluját a betonnyomás figyelembevételével kell az alsó zsaluhoz le kötni, egyúttal a távtartást biztosítani kell (a friss beton belső súrlódási szöge alatti)
- hajlásnál nem kell ellenzsalu, a körülbelüli értékek földnedves betonnál 25°, plasztikus betonnál 15°, folyós betonnál 12°),
- a betonozás megkezdése előtt a szemetet el kell távolítani,
- a kizsaluzott födém behajlásának megakadályozására segéddúcokat kell beépíteni vagy bennhagyni (a föléjük kerülő deszkát célszerű a zsaluzatba beépíteni),

- többszintes épületnél a bennmaradó dúcok kiosztását és az egyidejűleg alátámasztott szintek számát a statikai tervező határozza meg.



1.16a-d ábra. Zsaluzási részletek (elvi megoldások)

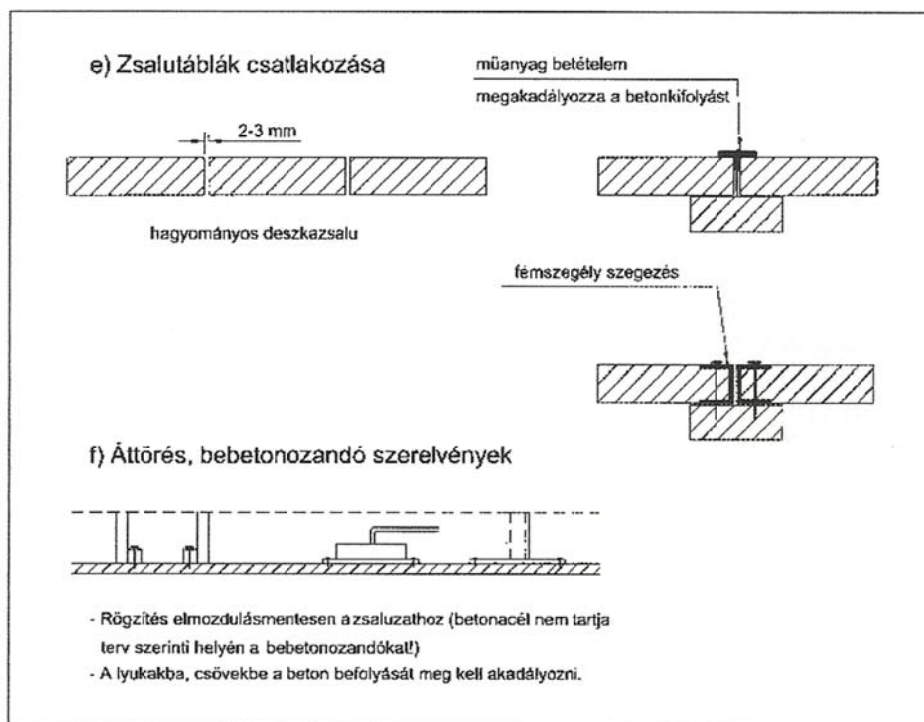
Vasszerelés:

- az egy- és kétirányú vasalásnál is be kell tartani a terv szerinti szerelési sorrendet, mert a viszonylag kis lemezvastagság miatt az egyes vasak helyzete jelentősen befolyásolja a teherbírást (alapelv, hogy a fővasalás alulra, az elosztóvasalás felülre kerül),

- az alsó és felső háló közötti távolságot kellő alátámasztással minden pontban biztosítani kell, megakadályozva a felső vasalás “letaposását”,
- a szabad lemezszéleket a vasalás meghajlításával vagy hurokvasalással le kell zárni, a sarkokban egy betonacélt alul és felül végig kell vinni,
- nagyobb födémáttöréseknél (kb. 20x20 cm felett) az elvágott vasakat a lyuk két oldalán pótolni kell, a lyuk szélét hurokvasalással és sarkokba helyezett vassal kell bezárni,
- a lemezvasalás kötőzése a kerület mentén minden keresztezési pontban, közben alul $40-50d$, felül $30-40d$ távolságban,
- a távtartókat az alul lévő vasakra kell felhelyezni,

Betonozás:

- meg kell akadályozni a beton szétosztályozódását (l. a betonozásnál),
- a betont max. 25–30 cm-es rétegekben kell bejuttatni és tömöríteni,
- utókezelés és kizsaluzási időről a betonozási alfejezetet.



1.16e-f ábra. Zsaluzási részletek (elvi megoldások)

1.4.3. A műszaki ellenőr fontosabb feladatai monolit vasbeton szerkezetek kivitelezésénél

A kivitelezési tervek ellenőrzése:

- a tervek teljeskörűségének ellenőrzése (kivitelezésre való alkalmasság, kellő számú terv részlettervekkel, a szerkesztési szabályok betartása, műszaki leírás, az építési sorrendre és a munkahézagokra vonatkozó utasítás, minőségi és mérettűrési követelmények stb.),
- a tartószerkezeti tervek összehasonlítása az építészeti és a gépészeti szakági tervekkel,
- a tervezett mérettűrések ellenőrzése egymásra épülő, egymáshoz kapcsolódó szerkezeteknél,

- ismeretlen vagy kevésbé ismert technológia esetén ismerkedés a technológiával (tervezői műszaki leírás és kivitelezői technológiai utasítás alapján).

Fontosabb műszaki ellenőri feladatok a kivitelezés során:

- a beépítésre kerülő anyagok ellenőrzése bizonylatok és szemrevételezés alapján,
- a zsaluzat szakszerű összeállításának, állékonyságának, alaktartásának és terv szerinti méretének (kitűzésének) ellenőrzése szemrevételezéssel,
- áttörések, bebetonozandó szerkezetek, szerelvények terv szerinti elhelyezésének ellenőrzése (célszerű bevonni a gépésztervezőket),
- betonozás előtt a zsaluzat túlemelésének, tisztaságának, megfelelő kezelésének ellenőrzése,
- vasszerelésnél a vasalás terv szerinti, illetve szerkesztési szabályok szerinti elkészítésének ellenőrzése (be kell vonni a statikai tervezőt),
- a betontakarás, a távolságtartás és a kötözés ellenőrzése (falaknál, oszlopoknál még a zsaluzat bezárása előtt),
- a betonacél tisztaságának ellenőrzése,
- helyszíni betonkeverésnél a betonkészítés folyamatának szűrőpróbaszerű ellenőrzése,
- transzportbeton esetén a betonszállítás és bedolgozás ellenőrzése, különös tekintettel a keverés és bedolgozás közti időtartamra,
- a beton tömörítésének, munkahézag-képzésének és utókezelésének ellenőrzése,
- a kész szerkezetek méretellenőrzése (terv szerinti alak, felület, beépített szerkezetek, áttörések, kapcsolati elemek helye, mérete), minőségi besorolás előírások szerint,
- a munka megfelelőségét dokumentáló iratok, bizonylatok bekérése a kivitelezőtől (anyagbizonylatok, jegyzőkönyvek, szállítólevelek, felmérés stb.).

1.4.4. Néhány jellemző hiba

- A szakági tervek nem felelnek meg egymásnak.
- Hiányos a kiviteli terv (hiányoznak lényeges vasalási részletek, lényeges kiegészítő vasalások, nincs meghatározva pontosan a betonminőség, a betontakarás, a munkahézag, a szerkesztési szabályokat nem tartják be stb.).
- A zsaluzatot szakszerűtlenül állítják össze (nem állékony, nem alaktartó, nem biztosítja a megfelelő felületi minőséget).
- Rosszul tűzik ki a zsaluzatot, az egymás fölé kerülő szerkezetek külpontosak.
- Pontatlanul helyeznek el, vagy kihagynak födémáttörés zsalukat, szerelvényeket.
- Nem vagy csak az előírtnál kisebb mértékben emelik túl a zsaluzatot.
- Falzsaluban deformálódnak a nyíláskihagyó keretek.
- Nem tisztítják ki, nem jégtelenítik a zsaluzatot.
- Rosszul végzik a zsaluzat felületkezelését (zsaluleválasztó olajozás), nem teljes felületű, vagy a betonacélt is szennyezik.
- Korai vagy rossz sorrendű kizsaluzás.
- A vasbetétek távolságtartása, kötözése nem megfelelő, betonozás közben könnyen elmozdulhat (téglatörmelék és betonacél alátét alkalmazása is előfordul).
- Kihagynak feleslegesnek tartott vasalásokat (szegélyvasak, elosztóvasak, pótvasak stb.).
- Ritkítják a kengyelezést pillérben, gerendában, az összekötő vasakat falban.
- Túl sűrűn teszik egymás mellé a vasakat, nem lehet rendesen kibetonozni a csomópontot.
- Nem megfelelő hajlítási átmérővel hajtják a betonacélt.

- Nem hegeszthető betonacélt hegesztenek.
- Helytelen a vasvezetés.
- A betonozáskor a vasalást letapossák, vibrálással “szétrázzák”.
- Magasról ejtik a betont, az szétosztályozódik.
- Konzisztenciát javítanak víz hozzáadásával, megváltoztatják a víz-cement tényezőt.
- Keverési hibák: rossz keverési arány, rövid ideig kevernek, helytelen konzisztencia.
- Állott betont dolgoznak be (különösen melegben fordul elő, hogy a kötés hamar megindul).
- A beton nem takarja eléggé a betonacélt.
- A beton bedolgozása, tömörítése és utókezelése nem megfelelő.
- Túltömörítik a betont (szétosztályozódás).
- Rossz helyen és szakszerűtlenül alakítanak ki munkahézagot.

1.5. Előregyártott szerkezetek

Az előre gyártott szerkezeti elemeket nem a végleges beépítési helyükön készítik. Az építmény végleges helyén az oda szállított elemekből állítják össze a tartószerkezetet. A gyárilag (üzemileg) előre gyártott szerkezetek anyaga beton-, vasbeton, acél- és faszerkezet (különleges esetekben műanyag vagy papír) lehet.

A jellemző előregyártott építési rendszerek

Tartószerkezet alapján:

- *vázás építéssrendszer:* jellemzően oszlopokból, gerendákból (rúd alakú) és viszonylag kis szélességű födémpanel építőelemekből készített szerkezet, a térelhatárolást a teherhordó szerkezetek közötti nem teherhordó falelemek, kitöltőfalak biztosítják,
- *panelos építési rendszer:* fal- és födémpanelokból összeállított szerkezet, a falelemek a térelhatárolás mellett teherhordó és merevítő szerepet is ellátnak,
- *térelmes építési rendszer:* az építőelemek helyiségméretű “dobozok”, ezeknek teherviselő és térelválasztó feladatuk is van,
- *vegyes építési rendszer:* a fenti előregyártási rendszerek egymással vagy monolit vasbeton szerkezettel kombinált alkalmazása

Az elemek felhasználhatósága szerint:

- *zárt építési rendszerek:* szigorúan csak egy gyártó által egy adott épülettípusra gyártott építőelemeket lehet felhasználni,
- *nyitott építési rendszerek:* különböző helyekről, gyártóktól származó előre gyártott építőelemeket lehet felhasználni, összeépíteni.

Egyedileg előre gyártott szerkezet:

- egyedi igényeknek megfelelően egy adott épületre megtervezett, legyártott és összeszerelt, rendszerkötöttségektől mentes előre gyártott szerkezet
- ha a gyártást és/vagy a kivitelezést egy rendszergyártó végzi, akkor az egyedi szerkezetek tervezésénél célszerű figyelembe venni a kivitelező technológiai adottságait, alkalmazni a rendszer részleteit, megoldásait → nyitott építési rendszer.

1.5.1. Általános tudnivalók

1.5.1.1. Általános követelmények

Az előregyártott szerkezeteknek meg kell felelniük:

- a gyártási adottságoknak és körülményeknek (a gyártó felszereltsége, technológiai adottságai, személyi háttere stb.).

- a megbízható ellenőrzési, vizsgálati követelményeknek (a hiba szükség esetén javítható legyen),
- a felszakítás, mozgatás, tárolás és szállítás közbeni igénybevételekre,
- a beemelés, beállítás közbeni igénybevételekre,
- a csatlakozási, összeépítési és beállítási követelményeknek,
- beépítés után az épülettel szemben támasztott követelményeknek (tartószerkezeti, épületszerkezeti, épületfizikai, karbantartási stb.),

1.5.1.2. A tervezéssel, a gyártással és a kivitelezéssel kapcsolatos legfontosabb feladatok

- *Szerkezetvizsgálat:* elemekre bontás lehetőségei, gyártási szempontok, mérettűrések, szállítási és szerelési megoldások.
- *Kapcsolatok vizsgálata:* a kapcsolat jellege (nedves, száraz, ragasztott), többtámaszúsítás és együttdolgoztatás problémái, feszítések, helyszíni elemtoldások (betonacél toldása, hegesztés, csavarozás), elemek csatlakoztatása, hézagképzések, támaszok jellege (befogás, csukló, beállítások, alátétek stb.).
- *Szerkezeti elemek megfogása, mozgatása:* egyes elemek megfogása és mozgatása (fordítás, felállítás, billentés), technikai és technológiai lehetőségek, emelőfűl vagy megfogóelem.
- *Emelési segéd szerkezetek, segédeszközök:* emelőhimbák (kötél, gerenda vagy speciális), elemek emelés közbeni vezetése, állványok (szerelő- vagy alátámasztó), kitémasztó- szerkezetek (kötelek, rudak, dúcok stb.), beállításhoz csörlők, kéziemelők stb.
- *Szerkezetek szállítása, tárolása:* szállítás ütemezése (gyártástól vagy szereléstől függő), az egyes elemek szállítási sorrendje, a tárolás helye és módja.
- *Emelőgépek kiválasztása:* emelési követelmények (a mértékadó emelési helyzetek alapján a teherbírás, gémkinyúlás és horogmagasság meghatározása, páros emelés vizsgálata), helyi adottságok figyelembevétele (az emelőgép szállítási, fel- és leszerelési lehetőségei, mozgékonyasága és mozgási helyigénye, üzemi súlya, energiaigénye), költségek.
- *Szerelési sorrend megállapítása:* a sorrendet befolyásoló tényezők (a szerkezet elemekre bontásával, a csomóponti kapcsolatok jellegével és az állékonysággal szorosan összefüggenek), az előszerelés lehetősége, a szerkezet stabilitása az egyes állapotokban, az építési terület adottságai, tervezői előírások (pl. süllyedéskülönbségek kiküszöbölése miatti kötöttségek), az alkalmazott emelőgép adottságai.
- *Szerkezetek beemelése:* kitűzés, az egyes elemek beemelése, beállítása, rögzítése és csomópontképzése, az egyes elemek beemelésénél alkalmazott segéd szerkezetek és segédeszközök, az épület szerelés közbeni merevítése, a szerkezet beszabályozása és a kapcsolatok véglegesítése.

1.5.1.3. Az előre gyártott szerkezetek tervezése

A gyártás és szerelés a kiviteli tervek és a tervezői utasítások alapján történhet.

Az előre gyártott elem kiviteli tervdokumentációja:

A tervnek és tervezői utasításnak tartalmaznia kell az elem geometriai méreteit és jellemző csomópontjait a gyártáshoz szükséges részletességgel, a beépített anyagokat és azok minőségét, a mérettűréseket, a felületvédelmet (betonfedés, korrózióvédelem, felületkezelés stb.), az elem tömegét, a megfogási pontokat, a jellemző igénybevételeket, az átmeneti állapotokra (pl. emelés, szállítás, tárolás) vonatkozó szilárdsági követelményeket és előírásokat.

A kiviteli tervek alapján az elemek gyártásához technológiai és/vagy műhelytervet kell készíteni.

Az előregyártott szerkezet tervdokumentációja:

A tervnek és tervezői utasításnak (műszaki leírásnak) tartalmaznia kell a szereléshez szükséges részletességgel az elemek összeépítésére vonatkozó előírásokat (szerelési sorrend, ideiglenes és végleges alátámasztások, rögzítések, csomóponti kapcsolatok kivitelezése, me-revítések stb.) és a szerelési mérettűréseket.

A kiviteli tervek alapján szereléstechológiai tervet kell készíteni.

A tervek ellenőrzése az építőelemek és a szerelési-illesztési mérettűrések szempontjából:

Az előregyártott szerkezetek mérettűrését a tervezőnek kell megadnia, ellenkező esetben a gyártó vagy szerelést végző vállalkozó a maga számára legkedvezőbb (azaz a „legpon-tatlanabb”) pontossági osztályt választhatja a vonatkozó szabvány (MSZ 7658/2) ajánlott be-sorolásából.

A tervező a mérettűrést megadhatja az alaplíméretekhez tartozó megengedett eltérések nagyságával és irányával (+ , -), vagy meghatározhatja a pontossági osztályt (a–k), amely alapján a határméreteket (tűrésmezők) számíthatók. A tervezőnek a szerkezet vagy elem mé-retének, anyagának, rendeltetésének, gyártás- és szereléstechológiájának figyelembevételével úgy kell megállapítania a mérettűréseket, hogy azok lehetővé tegyék a gyártást és szerelést utólagos megmunkálás nélkül, kedvezőek legyenek műszaki és gazdasági szempontból, ne veszélyeztessék az üzembiztonságot (terhelések, szigetelés, mozgások stb.), és kielégítsék az esztétikai követelményeket.

Az ellenőrzés során a tervezői mérettűrések figyelembevételével meghatározhatók a gyártási, kapcsolati, elhelyezési és kitűzési méreteltérések (MSZ 7658/1 és 2) és ezek alapján a szükséges határméreteket. Ugyancsak meghatározhatók a kivitelezési adottságok figyelembe-vételével a gyakorlatban elérhető (lehetséges) határméreteket. Megfelelő a szerkezet terve, ha a szükséges határméreteket értékei azonosak vagy kedvezőbbek, mint a gyakorlatban elérhető határméreteket értékei. Ha ez a feltétel nem teljesül, akkor vagy a tervezői előírást kell megvál-toztatni, vagy a gyakorlatban elérhető kivitelezési pontosságon kell javítani (megfelelőbb gyártási vagy szerelési technológiai választása, a szigorúbb feltételeknek megfelelő kitűzési megoldások stb.).

A tervek ilyen jellegű ellenőrzése különösen akkor fontos, ha az előre gyártott szerke-zetű épület meglévő építmények közé vagy mellé épül, esetleg kapcsolódik hozzájuk.

1.5.2. Gyártás, előállítás

A gyártás csak az előre gyártott elem kiviteli tervdokumentációja és az ennek alapján készített gyártástechológiai és/vagy műhelytervben foglaltak betartásával történhet.

A gyártónak az összes szükséges adatot tartalmazó bizonylattal (szállítólevéllel) kell igazolnia az előre gyártott elem megfelelőségét.

Ha a gyártó nem rendelkezik saját ellenőrzéssel (nem minősített gyártó), és nem készí-tett az adott szerkezet gyártására vonatkozó minőségügyi dokumentációt, vagy készített, de azt nem tartja be és/vagy nem megfelelően dokumentál (hiányzó vagy hiányos bizonylatok), akkor célszerű az üzem többször ellenőrizni. Kedvezőtlen tapasztalatok esetén független szakértőt kell felkérni a szükséges ellenőrzésekre.

1.5.2.1. Beton- és vasbeton szerkezetek

A gyártás helye szerinti csoportosítás

Helyszíni előregyártás: az építés helyén vagy ahhoz közel, általában szabadban kialakított ideiglenes előregyártó telepen végzett elemgyártás. *Előnyei:* az elemeket csak kis távolságra kell szállítani, esetleg csak függőlegesen kell felemelni, az elemek súlyát (méretét) csak a felemelhetőségük korlátozza, viszonylag kevesebb elem és kevesebb kapcsolat szükséges.

Hátrányai: a gyártás gépesítése korlátozott, időjárásfüggő, a jobb minőségű munkavégzés feltételei korlátozottak, a gyártás közbeni folyamatos minőség-ellenőrzést nehéz biztosítani.

Üzemi előregyártás: erre a célra létesített állandó üzemben folyik az elemgyártás. *Előnyei:* gyárszerűen szervezhető a gyártás és a minőség-ellenőrzés, a korszerű gépesítés és gyártástechnológia lehetősége adott, nem időjárásfüggő, állandó és szakmailag specializálódó munkaerőt lehet alkalmazni. *Hátrányai:* az elemeket nagy távolságra kell szállítani, a szállítási súly- és mérethatár korlátozza az elemméretet, viszonylag többféle elem és kapcsolat szükséges, a kész elemek szállítása és tárolása külön szervezési feladatot jelent.

Gyártási eljárások sablonrendszer szerint csoportosítva

Állósablonos rendszer (szendrendszer): az elemet egy helyben álló sablonban (zsaluzatban) gyártják. A technológiák (a sablon előkészítése, szerelvényezés, vasalás, betonozás és utókezelés stb.) a sablonok között “mozognak”. Viszonylag egyszerű, könnyű sablonok alkalmazhatók (a sablon lehet betonmag, fa, fémburkolatú fa, műanyag stb.). Helyszíni előregyártásnál jellemző, de üzemi körülmények között is alkalmazzák, különösen kis darabszámú vagy különleges elem gyártásánál.

Mozgósablonos rendszerek (kötetlen ritmusú aggregát vagy kötött ritmusú konveor): az elemet mozgó sablonban állítják elő. Gyártás közben a sablont mindig az “álló” technológiához viszik (egy adott helyen csak a zsaluzat előkészítése, a következő helyen a szerelvényezés stb. történik). A mozgatás miatt megfelelően méretezett, jellemzően fém sablonokat lehet csak használni (a sablonnak *mozgatás közben is alakváltozás nélkül* kell a még képlékeny betont megtartania). A viszonylag drága sablonok miatt csak nagyobb sorozatok gyártásánál célszerű a alkalmazni rendszert. Jellemzően üzemi előregyártásnál használt rendszerek.

Elemgyártás

Az előre gyártott vasbeton elemet a terv szerinti alakban és mérettűréssel, a terv szerinti anyagból kell elkészíteni.

A gyártási folyamatot, a gyártástechnológiát (zsaluzás, betonacél-szerelés és szerelvényezés, betontechnológia) úgy kell megválasztani, hogy a terv szerinti előírásokat és minőségi követelményeket teljesíteni lehessen (l. az 1.4. Monolit beton- és vasbeton szerkezetek vonatkozó fejezeteit).

Az előregyártott vb. szerkezetek betontakarásának C_1 értéke 10 mm-rel csökkenthető bizonyos feltételek betartása mellett (min. C20 beton és pontos távtartás vagy feszített szerkezet), azonban a betonfedés nem lehet kisebb 10 mm-nél vagy a betonacél átmérőjénél.

Különösen figyelni kell a bebetonozott elemekre:

- acél csatlakozóelemek megfelelő behorgonyzására a viszonylag kis vastagságú betonba
- nyílásképzők, gépészeti szerelvények elmozdulásmentes rögzítésére, az üregek kibetonozásának elkerülésére,
- hőszigetelő táblák terv szerinti hézagmentes elhelyezésére és rögzítésére

Az emelőfül vagy a megfogószerkezet csak lágyacélból készülhet.

A kész elemek tárolásánál és szállításánál csak olyan megoldásokat szabad alkalmazni, amelyekkel az elemek sérülés nélküli és balesetmentes tárolása, mozgatása biztosított.

A sérült vagy hibás elemeket elkülönítve kell tárolni. A javítható elemeket csak engedéllyel, a tervezői utasítás szerinti javítások után szabad beépíteni.

Kész elemek ellenőrzése szerelés előtt, néhány jellemző hiba

Az elemek ellenőrzése:

- szállítólevél vagy bizonylat (minőségi bizonyítvány) adatai,

- az elemek hossz- és magasságméretei (főméretek és mellékméretek, a kapcsolati helyek és a bebetonozott elemek mérete és helye),
- alakmérés (szögek, átlók, torzulás, hullámosság),
- méretellenőrzés alapján a méretpontossági osztály megállapítása (terv szerinti vagy nem)
- sarkok és élek minősége,
- felületi minőség (egyenetlenség, repedés, érdesség, szín, tisztaság stb.),
- szállítás és tárolás körülményei (elemek terv szerinti megfogása, megtámasztása, rögzítése és depóniaképzése, a tárolóterület altalaja).

Néhány jellemző hiba:

- a zsaluzat gondatlan előkészítése (tisztítás, összeállítás, leválasztás) miatt az elem sérült vagy a felülete nem megfelelő,
- a zsaluzat nem alaktartó (hasasodási és torzulási problémák),
- rossz méretűre gyártott zsaluzat (mérethiba egy elemtípusnál),
- egyfajta elemet két különböző méretű sablonban készítenek (méreteltérés azonos jelű elemek között),
- rosszul megválasztott betontechnológia (pl. nem megfelelő hőérlelés szilárdság-csökkenést vagy felületi hibákat okozhat),
- korai kiemelés a sablonból (az elem sérül, törik, reped),
- pontatlan vasszerelés (a kis betontakarás miatt a felületen megjelenik a betonacél),
- szerelvények, nyílásképzők nem megfelelő rögzítése (elmozdulnak, vagy az üregekbe beton kerül, a javítás csak véséssel történhet),
- hőszigetelő táblák pontatlan vagy nem megfelelő beépítése (hőhidas lesz az elem, esetleg a betonkeresztmetszetek kedvezőtlenül változnak),
- az elemet nem jó helyen fogják meg (megsérül, reped, törik).

A hibák kijavítása és a kijavított elemek felhasználása csak tervezői utasítás szerint történhet.

1.5.2.2. Acélszerkezetek

Az acélszerkezetek előnyei:

- az alapanyag megbízható mechanikai tulajdonságai,
- a kedvező fajlagos tömeg (viszonylag kis önsúly),
- a jó gyártási, szállítási és szerelési tulajdonságok,
- a könnyű átalakíthatóság és megerősíthetőség.

Az acélszerkezetek hátrányai:

- a korrózió elleni védelem költséges és rendszeresen fel kell újítani,
- a tűzállósági határértéke kicsi (0,25 h), ami növelése csak költségesen, bevonattal vagy burkolattal növelhető.

Az acél épületvázak elemgyártása egy e célra létesített, állandó jellegű üzemben folyik. Az acélszerkezetek gyártásának és kivitelezésének a tervezésnél is figyelembe veendő gyártástechnológiai követelményei vannak, ezért az üzem gyártási lehetőségeit, felszereltségét ismernie kell a tervezőnek, a megrendelőnek és a műszaki ellenőrnek is.

A) A leggyakrabban felhasznált anyagok, kapcsolatok

Az építési acélszerkezetek anyagainak csoportjai:

- alapacélok (kereskedelmi acélok)
- minőségi acélok (megbízhatóbb anyagjellemzők, igényesebb szerkezetekhez használják)

Alapelv: egy szerkezetben egy anyagminőség legyen! (Ha mégis többféle, akkor eltérő méretűek legyenek az elemek.)

Szerkezeti acélok:

Régi szabvány (MSZ):

- általános rendeltetésű acélok (MSZ 500):

„A” csoport: a mechanikai tulajdonság és a vegyi összetétel szavatolt

acélminőségek: A0, A34, A38, A44, A55, A60, A70

jelölése: A + szakítószilárdság, kN/cm^2 + egyéb anyagtulajdonság jele,

például: A38: általános szerkezeti acél, min. szakítószilárdsága 38 kN/cm^2 ,

A38X: mint fent, de csillapítatlan

A38B: mint fent, de csillapított

Megjegyzés: az A0 minőségű acélnál az előírt szilárdságot nem garantálják!

„B” csoport: előírt vegyi összetételű acélok

csak a vegyi összetétel szavatolt, a mechanikai tulajdonságok nem

tulajdonságok azonosak az „A” csoporttal, de a jelölés pl. B38X

- acélok hegesztett szerkezetekhez (MSZ 6280):

a választék azonos az általános szerkezeti acélokéval, de a hegesztés szempontjából

fontos ún. átmeneti hőmérsékletet szavatolják

acélminőségek: 37, 45, 52, E420, E460 (emelt folyáshatárú acélok)

jelölése: szakítószilárdság kN/cm^2 + ütévizsgálat jele,

a betűjelek az ún. ütévizsgálat hőmérsékletére utalnak (B: +20, C: 0, D: -20, E: -50),

(a D - 20 °C-on, az E - 50 °C-on vizsgált acél, ezért szabadtéri, hideg körülmények

között indokolt a felhasználásuk)

például 37B: hegeszthető szerkezeti acél, min. szakítószilárdsága 37 kN/cm^2 ,

ütévizsgálat + 20 °C-on

Új szabvány (MSZ EN):

Az MSZ EN 1993 Acélszerkezetek tervezése c. szabvány szerint tervezett tartószerkezetekhez melegen hengerelt és finomszemcsés nagyszilárdságú acélok (MSZ EN 10025) valamint zártszelvények (MSZ EN 10210-1, EN 10219-1) használhatók.

Az acélfajták jelölése az MSZ EN 10027 szabvány szerint:

vezérjel: S – szerkezeti acél

követő számjel: a legkisebb folyáshatár N/mm^2 -ben (min. anyagvastagsághoz)

kiegészítő jelek: egyéb mechanikai tulajdonságok:

ütőmunka értéke + a vizsgálati hőmérséklet jele

(J: 27J, K: 40J, L: 60J; R: +20 °C, 0: 0 °C, 2: -20 °C ... 6: -60 °C)

szállítási állapot, az acél felhasználhatósága, egyéb jellemzők:

hengerlés: AR: felt. nélkül, M: termomechanikus, N: normalizált

Q: edzett, FF: csillapított, C: hidegalakítással keményített,

W: időjárásálló, L: alacsony hőmérsékletre alkalmas,

H: hengerelt zártszelvényhez alkalmas,

G+ szám: egyéb jellemzők, stb.

1.19. táblázat: A leggyakrabban alkalmazott szerkezeti acélok szilárdsági jellemzői

Acélfajta jele (MSZ EN)	A szerkezeti elem névleges vastagsága t [mm]				Megfeleltetés	
	t ≤ 40 mm		40 mm ≤ t ≤ 80 mm			
	Folyáshatár f _y [N/mm ²]	Szakítószil. f _u [N/mm ²]	Folyáshatár f _y [N/mm ²]	Szakítószil. f _u [N/mm ²]	MSZ 500	MSZ 6280
S 185	185				A 0	
S 235 JR	235	360	215	360	A 38	
S 235 JRG1					A 38 X	
S 235 JRG2					A 38 B	37 B
S 235 J0						37 C
S 235 J2G3						37 D
S 275 JR	275	430	255	410	A 44	45 B
S 275 J0						45 C
S 275 J2G3						45 D
S 355 J0	355	510	335	470		52 C
S 355 K2G3						52 D

Csavarok

1.20. táblázat: Átmenő anyáscsavarok alkalmazási lehetőségei

Átmenő anyáscsavarok:		
Pontossági osztály (pontossági fokozat)	Minőség	Alkalmazás helye
III. (C)	3.6; 4.6; 4.8.	alárendelt kapcsolatoknál (korlát, rács stb.)
II. (B)	5.6; 5.8; 6.8; 8.8	egyszerűbb szerkezetek kapcsolatainál (szálrácsok, szelemenek stb.)
I. (A)	5.6; 5.8; 6.8; 8.8	igényesebb szerkezeti kötéseknel
NF nagy szilárdságú feszített csavar	8.8; 10.9; 12.10	igényesebb szerkezeti kötéseknel

Az NF, nagy szilárdságú feszített csavar az erőátadást súrlódással biztosítja, ezért:

- az átadott erő függ a tartó anyagminőségétől
- az átadott erő függ a súrlódó felület minőségétől (érdesített felület!)
- a csavart az előírt erővel kell meghúzni.

Vékony lemezek összekapcsolása lemezcsavarokkal:

- önmetsző csavar: saját maga alakítja ki a lyukat és a menetet
- menetnyomó csavar: előre fúrt vagy ütött lyukba maga vágja a menetet.

A csavarok és szegecsek megengedett tengelytávolságait az 1.22. táblázat foglalja össze.

Új szabvány (MSZ EN):

1.21. Csavaranyagok szilárdsági jellemzői (MSZ EN):

Csavaranyag minősége	4.6	5.6	6.8	8.8	10.9
Folyáshatár f_{yb} [N/mm ²]	240	300	480	640	900
Szakítószilárdság f_{ub} [N/mm ²]	400	500	600	800	1000

A csavarozott kapcsolatokat az MSZ EN 1993 szabvány öt kapcsolati típusba (A – E) sorolja az erőátadásban játszott szerepük szerint, a csavarminőség meghatározása a besorolástól is függ! Az alkalmazási helyekre iránymutató lehet a régi (MSZ) szabvány l. 1.20. táblázatát.

A csavarok és szegecsek megengedett tengelytávolságait az 1.22. és 1.23. táblázat foglalja össze. A csavarokra vonatkozó eljárások – általában – alkalmazhatók a többi mechanikus kapcsolatra is (szegecsek, csapok, lehorgonyzó és injektált csavarok).

Csavarképek

Régi szabvány (MSZ) szerint:

1.22. táblázat. Csavarok és szegecsek megengedett tengelytávolságai acélszerkezeteknél

Legkisebb tengelytávolság az elem szélétől	erő irányában	$2d$
	erő irányára merőlegesen	$1,5d$
Legnagyobb tengelytávolság	az elem szélétől általában	$3d$ vagy $6t$
	az idomacélok merevített szélétől	$3d$ vagy $9t$
	az övlemez szélétől	$4d$ vagy $9t$
Legkisebb távolság két lyuk tengelye között		$3d$
Legnagyobb tengelytávolság	csavarokra, kapcsolószegecsekre és fűzőszegecsekre nyomott elemeknél	$8d$ vagy $15t$
	fűzőszegecsekre húzott elemeknél	$10d$ vagy $20t$
d a csavar vagy a szegecs átmérője; t az összekapcsolt elemek közül a vékonyabbik vastagsága. Ahol a táblázatban két érték van, ott a kisebbik a mértékadó.		

Új szabvány (MSZ EN):

1.23. táblázat: Csavarképre vonatkozó előírások (acélszerkezetek):

Méret	Min. távolság	Max. távolság		
		Külsőtér, korrózió veszély	Belső tér, nincs korrózió veszély	Korróziónak fokozottan ellenálló acél
Széltávolság az erő irányában (e_1)	$1,2d_0$	$40 \text{ mm} + 4t$	-	$8t$ vagy 125 mm
Széltávolság az erő irányára merőlegesen (e_2)				
Csavartávolság erőirányában (p_1)	$2,2d_0$	$14t$ vagy 200 mm	$14t$ vagy 200 mm	$14t$ vagy 175 mm
Csavartávolság erőirányra merőlegesen (p_2)	$2,4d_0$			

Hegesztett szerkezetek

Az anyag kiválasztás szempontjai:

- - az acél minőségét a lemezvastagság, a mértékadó üzemi hőmérséklet, a szerkezeti és a jelentőségi tényezők, és a hidegalakítás mértéke alapján határozzák meg,
- - a leggyakrabban használt anyagminőségek: A38, 37B és A38B, az új szabvány szerinti megfelelést lásd előzőekben.

Varratot csak olyan helyre szabad tervezni, ahol megfelelő minőségben előállítható, vizsgálható és javítható. A helyszíni varratok mennyisége a lehető legkisebb legyen (teherhordó kapcsolat esetén helyette inkább csavarozott kötés legyen).

A varratok és jelölésük

A leggyakrabban alkalmazott varratokat és jelölésüket lásd az 1.24.a-c. táblázatokban. A rajzjelben minden olyan adatot meg kell adni (mm-ben), amely a kötés elkészítéséhez és ellenőrzéséhez szükséges.

A jelöléseket általában a varratra mutató vonatkozási vonalon kell megadni. A vonal fölött az elől lévő, alatta a hátsó varratra vonatkozó adatokat tüntetik fel. A varratokat vonalkázással is lehet jelölni (szemléletesebb). Egyszerűsített jelölések vagy sokszor ismétlődő varratok jelölése esetén egyedi jelölések is használhatók, de ilyen esetben külön jelmagyarázatot kell a terven megadni.

Erőátadó sarokvarrat legkisebb méretei:

- legkisebb hasznos varratméret (varrat vastagság) a ,
- általában 3 mm,
- hidegen hajlított vékony szelvényeknél 2 mm,
- 15 mm-es vagy vastagabb elemeknél 4 mm,
- legkisebb hasznos hossz " l ": $8a$ vagy 30 mm.
- A jellemző varrathibák:
 - repedések (meleg- vagy kristályosodási repedések), lehetnek hossz- vagy keresztirányúak, a varrat belsejében lévők vagy felületiek,
 - gyökhibák,
 - beégések,
 - felületi hibák,
 - összeolvadási hiányok,
 - különféle zárványok (gáz, fém).

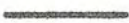
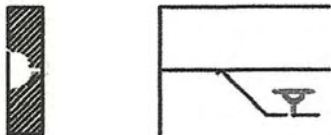
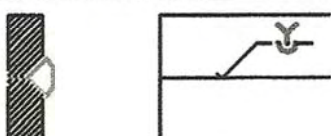
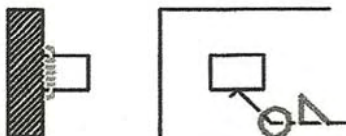
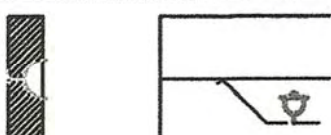
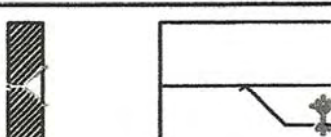
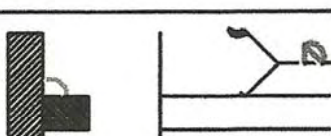
A hibák szemrevételezéssel, roncsolásmentes (röntgen, ultrahang, stb.) vagy roncsolásos vizsgálattal mutathatók ki. Javításuk kivéssel és utánhegesztéssel történhet.

1.24a táblázat: Varratok jelölése (MSZ 4302)

Varratok jelölése (MSZ 4302 szerint)

a) Varratok jelölése				
A varrat megnevezése	Egy oldali		Két oldali	
	Jelölés	Metszet	Jelölés	Metszet
I-varrat				
V-varrat				
V-varrat alátétlemezzel				
$\frac{1}{2}$ V-varrat				
Y-varrat				
$\frac{1}{2}$ Y-varrat				
U-varrat				
J-varrat ($\frac{1}{2}$ U-varrat)				
Sarokvarrat				
Horonyvarrat ívpont furattal				
Ívpont furat nélkül				
Egyoldalról hegesztett tompavarrat tetszőleges éllel és illesztéssel				
X-varrat			lásd kettős V- vagy Y-varrat	
K-varrat			lásd kettős $\frac{1}{2}$ V- vagy $\frac{1}{2}$ Y-varrat	

1.24b táblázat: Varratok jelölése (MSZ 4302)

b) Kiegészítő jelölések		
Követelmény	Jele	Példa
domború felületűre hegesztett varrat		
sík felületűre hegesztett varrat		
homorú felületűre hegesztett varrat		
gyökhegesztett tompavarrat		
körbehegesztés		
megmunkálás az elemek síkjáig		
megmunkálás teljesen símára folyamatos átmenettel (egyenletlenségek és szegélyhibák eltűnéséig)		
helyszínen hegesztett varrat (szereléskor)		

1.24c táblázat: Varratok jelölése (MSZ 4302)

c) Példák varratok jelölésére	
- a mutatóvonal fölötti jelkép a látható illetve a nyíl irányából hegesztendő kötést jelöli - a mutatóvonal alatti jelkép a takart illetve a nyíl irányával ellentétes oldalról hegesztendő kötést jelöli - tompakötésben az aszimmetrikus varratok ($\frac{1}{2}V$, $\frac{1}{2}Y$, stb.) esetén a nyíl a letört (megmunkált) él felé mutat - a rajzjelben minden olyan adatot meg kell adni, mely a kötés elkészítéséhez és ellenőrzéséhez szükséges (mm-ben) példák: a: varrat mérete l: varrat hossza l': egy varratszakasz hossza c: a varratszakaszok távolsága N: a varratszakaszok száma h: letörés mértéke	
V-varrat gyökhegesztéssel 	$\frac{1}{2}V$-varrat
X-varrat (kettős V-varrat) 	K-varrat (kettős $\frac{1}{2}V$-varrat)
Y-varrat gyökhegesztéssel 	sarokvarrat
kettős sarokvarrat 	szakaszos kettős sarokvarrat (szemben álló)

A varratok minősége az MSZ 6442 Acélszerkezetek ömlesztőhegesztéssel készített kötéseinek és szerkezeti elemeinek gyártási követelményei c. szabvány szerint értelmezve I., II. vagy III. minőségű lehet.

A legjellemzőbb varratok feltételezhető minősége:

- a sarokvarrat III. minőségű,
- a nem teljes keresztmetszetű vagy gyökkimunkálás nélküli tompavarrat III minőségű,
- melegen hengerelt szelvények tompavarratos kötése III minőségű,
- a teljes keresztmetszetű és gyökkimunkált tompavarrat II (esetleg I minőségű).

A hegesztési eljárások és jelölésük:

- G: gázhegesztés (lánghegesztés),
- E: villamos ívhegesztés,
- R: villamos ellenálláshegesztés,
- A: automatikus hegesztés,
- FA: félautomatikus hegesztés.

Az építési munkahelyen az elektromos ívhegesztés és a lánghegesztés a jellemző.

A hegesztésnél kialakuló alakváltozásokat (hossz- és keresztzsugorodás, szögzsugorodás) megfelelő technológiával, jól megválasztott hegesztési sorrenddel lehet kiküszöbölni.

B) Acélszerkezetek gyártása

Az acélszerkezetek gyártása a kiviteli tervekből készített műhelytervek alapján történik. A műhelyterveknél figyelembe veszik a gyártástechnológiából adódó méretkorrekciókat is. Az acélszerkezetek gyártásának jellemző lépései (gépesítéstől és szerkezettől függően változhat):

- az alapanyag előkészítése,
- elemek és részegységek gyártása,
- előrajzolás,
- leszabás, darabolás, élek lemunkálása, fúrás, egyengetés,
- részegységek összeállítása, összeszerelése (hegesztés, csavarozás, szegecseles, egyengetés),
- felületkezelés,
- minőség-ellenőrzés és átvétel,
- szállítás.

Nagyobb méretű, a helyszínre darabokban kiszállított és összeszerelt elemeket kiszállítás előtt a műhelyben próbaszerelik, a lyukakat összefűrják, és az összetartozó elemeket egyértelműen összejelölik.

C) Korrózióvédelem, felületkezelés

A korrózió elleni védelmet a szerkezet megkívánt élettartama, a védőbevonat felújításának lehetősége, a műszaki szempontok (a tartó alakja, mérete stb.) és a gazdasági megfontolások figyelembevételével kell meghatározni, megtervezni. A védelem módját a tervdokumentációban kell megadni.

A szerkezet kialakításával is meg kell akadályozni, hogy víz (csapadék, üzemi) vagy páralecsapódás esetén vízszákok (kifolyás nélküli üregek, hézagok, felületek) keletkezzenek.

A terveken jelölni kell azokat a felületeket, amelyeket nem szabad mázolni (NF-csavaros kapcsolat felülete, bebetonozott elemrész stb.).

Nehezen mázolhatóknak minősül a 10 mm-nél, vagy a hézag 1/10-énél szűkebb hézag.

Felületkezelési eljárások

Minden eljárás csak akkor megbízható, tartós és hatékony, ha a felület előkészítését gondosan végezték el!

Az acélfelületek tisztasági fokozatait az 1.25. táblázat foglalja össze.

A felületkezelés jellemző lépései *festéssel* kialakított bevonatok esetén:

- felület-előkészítés (zsírtalanítás, oxidmentesítés),
- a felület előkezelése, tapadást növelő réteg kialakítása (pl. foszfátózás),
- alapozás,
- felületi hibák javítása, csiszolás,
- közbenső bevonatok,
- fedőmázolás, fedőbevonat,
- szárítás, beégetés.

A teljes felületvédelemmel ellátott szerkezeteknél a helyszíni javításokat (sérülések, hegesztés, csavarozás és lyukfúrás környezete) az üzemi védelemnek megfelelően kell elvégezni.

A felületkezelés jellemző lépései *fém* bevonatok esetén:

- felület-előkészítés (zsírtalanítás, oxidmentesítés),
- a felület előkezelése (bevonattól függően),
- elektrokémiai (horganyozás, kadmiumozás) vagy termikus eljárás (tűzi horganyozás),
- utókezelés (bevonattól függően),
- fedőrétegek vagy fedőmázolás (kiegészítő védelemként vagy esztétikai követelmény miatt),
- szárítás, beégetés.

A fém bevonatú szerkezeteket úgy kell megtervezni, hogy a helyszínen ne kelljen hegesztetni (ha elkerülhetetlen, akkor a varratot gondosan meg kell tisztítani, és cinkalapú festéssel kell védeni). A kapcsolatoknál tűzi horganyzott csavarokat kell használni.

1.25. táblázat: acélfelületek tisztasági fokozatai

A tisztasági fokozatok		Az oxidmentesítés módja
jelölése	jellemzése	
0	A felületen reve vagy rozsda hatszoros nagyítással sem észlelhető (fémtiszt)	gépi csiszolás, szemcseszórás
1	A felületen csak hatszoros optikai nagyítással észlelhető reve vagy rozsda (gyakorlatilag fémtiszt)	gépi csiszolás, szemcseszórás, vibrációs vagy forgódobos eljárás
2	a/ afémszínű felületen kezdődő visszarozsodástól származó elszíneződés (még nem futó rozsda) b/ a fémszínű felületen az érdességi egyenetlenségek mélyedéseiből szabad szemmel látható max. 1 mm átmérőjű reve vagy rozsdapontok c/ futtatási szín d/ az a/, b/ és c/ együttes előfordulása	gépi csiszolás, gépi drótkéfézés, kézi-gépi drótkéfézés
3	a/ a felületen visszarozsodástól származó lemezesen nem leválasztható rozsdafoltok és csíkok (futó rozsda) b/ a felületen visszamaradt, lemezesen nem leválasztható rozsdafoltok és csíkok (esetleg bemozdások) c/ az a/ és a b/ együttes előfordulása	kézi drótkéfézés, kézi-gépi drótkéfézés
4	A felületen visszamaradt, jól tapadó revefoltok, csíkok (az ilyen felületet további tisztítás után lehet felvinni)	

D) Kész elemek ellenőrzése szerelés előtt; néhány jellemző hiba

Az elemek ellenőrzése:

- szállítólevél vagy bizonylat (minőségi bizonyítvány) adatai,
- az elemek hossz- és magasságméretei (fő- és mellékméretek, a kapcsolati helyek mérete és helye, próbaszerelés szerinti jelölések),
- alakmérés (szögek, átlók, torzulás, hullámosság),
- méretellenőrzés alapján a méretpontossági osztály megállapítása (terv szerinti vagy nem),
- sarkok és élek minősége,
- felületi minőség (egyenetlenség, varrat, szín, tisztaság stb.),
- felületvédelem minősége (rétegek, felület előkészítése),
- szállítás és tárolás körülményei (elemek terv szerinti megfogása, megtámasztása, rögzítése és depóniaképzése, a tárolóterület általaja).

Néhány jellemző hiba:

- ismeretlen szilárdságú vagy származású anyag felhasználása,
- hibás alapanyag (hullámos, repedt, változó vastagságú stb.),
- mérethibák (fő- vagy rész méretek),
- alakhibák (pl. a nyomott rácsrúd eleve görbe!),
- eltérés a tervtől (más szelvények felhasználása, toldások, csomópontok más helyen vagy más méretben stb.),
- hibás hegesztés (a varrat nem kellő méretű, kráteres, salakos, beégett stb.),
- hibás csavarozás vagy szegecselés (nem megfelelő hosszúság, túl sok vagy hiányzó alátét, kotyogás, hibás szegecsfej stb.),
- nyomott rudak helytelen tompa toldása (nem megfelelőek az érintkező felületek, hézag van a szelvényvégek között),
- a próbaszerelés elmulasztása (a hibák a helyszíni szerelésnél jelentkeznek: nem kivitelizezhetők a kapcsolatok, a tervezett alaktól jelentős az eltérés, káros feszültségek lépnek fel, a csatlakozó szerkezeteknél problémák adódnak stb.),
- a próbaszerelésnél nem jelölik össze az elemeket, vagy rossz a jelölés (a hibák a helyszíni szerelésnél jelentkeznek: szerelhetetlen a szerkezet, nem a megfelelő elemeket építik össze, nem a terv szerinti alakú lesz a szerkezet stb.),
- a felületvédelem hibás (nem az előírt védelem készült, rossz a felület-előkészítés, nem megfelelő a rétegszám vagy a rétegvastagság, a védelem nélkül hagyandó felületeket is védelemmel látták el).

A hibák kijavítása és a kijavított elemek felhasználása csak tervezői utasítás szerint történhet.

1.5.2.3. Faszervezetek

E a célra létesített állandó üzemben folyik az elemgyártás. Ezek az üzemek megfelelő minőségbiztosítási rendszerrel rendelkeznek, a szervezetek gyártástechnológiája kidolgozott és megbízható.

A szervezetek összeállítása, a csomópontok kialakítása a kiviteli terv alapján készített gyártmánytervek szerint történik. Az egyes gyártók pontosan meghatározzák, hogy milyen adatszolgáltatásra, milyen részletezettségű kiviteli tervre tartanak igényt az épület tervezőjétől.

A faszerkezetek az üzemből a károsítók és tűz elleni védelemmel ellátva kerülnek ki, a faanyagvédelemmel jelen könyvben nem foglalkozunk.

A) Faanyagok és faszerkezet típusok

Természetes faanyagok, fűrészáru:

- fenyőfélék
- lombosfák
- egzotikus keményfa

ragasztott fanyagok, faszerkezetek:

- rétegelt ragasztott fatartók (RRF-tartók)
- hosszitoldott fűrészáru
- tömörfa és rétegelt lemezek
- LVL KERTO furnérfa termékek

kompozit termékek:

- farostlemez
- OSB (tartószerkezetként: OSB 4 nagyszilárdságú, fokozottan vízálló lemez)

kötőelemes termékek, szerkezetek:

- szegezett tartók
- szeglemezes tartók
- többszelvényű alacsony vagy magas tartók (az övek pallóból vagy deszkából, a gerinc (gerincek) rétegelt lemezből, farostlemezből, deszkából, faforgácslemezből) készülhet szegezett vagy csavarozott kötésekkel
- fémmel erősített fatartók: vasalt fatartók (beragasztott acélrudakkal erősített fagerendák), feszített fatartók (utófeszített kábellel erősített fagerendák)

Ezen szerkezetek gyártástechnológiájával nem foglalkozunk.

A ragasztott faszerkezetek gyártástechnológiájának kidolgozásához (gyártási fanedvesség meghatározása, a ragasztóanyag kiválasztása) a tervezőnek meg kell adnia:

- a rendeltetésszerű használat során várható átlagos nedvességtartalmat,
- a várható időjárási hatásokat.

Faanyagok jelölése és szilárdsági osztályai az MSZ EN 1995 és MSZ EN 338 szabványok alapján

Jelölések:

C: puhafa (fenyő, nyár)

D: lombos fák

GL: rétegelt ragasztott faanyag h: homogén

c: kombinált

A számjel: hajlítószilárdság 20 C°-on és 65 % páratartalom mellett

KERTO-S/Q

1.26. táblázat: A leggyakrabban használt faanyagok**szilárdsági osztályai (MSZ EN):**

Faanyag	Szilárdsági osztály	Sűrűség [kg/m ³]	Hajlítószilárdság [N/mm ²]
Puha lombosfa (nyár, éger, fűz)	C14	3,5	14
	C20	4,0	20
Erdei fenyő	C22	4,1	22
	C24	4,8	24
	C27	4,5	27
Vörösfenyő	C40	5,0	40
Hazai keményfa (akác, bükk, tölgy)	D30	6,4	30
	D35	7,0	50
Egzotikus keményfa	D60	8,4	60
Rétegelt ragasztott fatartó homogén	GL24h	3,7	24
	GL36h	4,4	36
Rétegelt ragasztott fatartó kombinált	GL24c	3,3	24
	GL36c	4,2	36
KERTO furnérfa	KERTO-S	4,8	44 / 50
	KERTO-Q	4,8	32 / 36

B) Kész elemek ellenőrzése szerelés előtt; néhány jellemző hiba*Az elemek ellenőrzése:*

- szállítólevél vagy bizonylat (minőségi bizonyítvány) adatai,
- az elemek hossz- és magasságméretei (főméretek és mellékméretek, kapcsolati helyek, a beépített acélszerkezetű elemek mérete és helye),
- alakmérés (szögek, átlók, torzulás, hullámosság, ívek alakhelyessége stb.),
- méretellenőrzés alapján a méretpontossági osztály megállapítása (terv szerinti vagy nem),
- sarkok és élek minősége,
- felületi minőség (egyenetlenség, repedés, érdesség, szín, tisztaság stb.),
- az acélszerkezetek korrózióvédelme,
- a tervek szerint előírt faanyagvédelem,
- szállítás és tárolás körülményei (elemek tervek szerinti megfogása, megtámasztása, rögzítése és depóniaképzése, a tárolóterület altalaja).

Néhány jellemző hiba:

- nem megfelelő minőségű vagy szilárdságú faanyag felhasználása,
- hibás alapanyag (repedt faanyag, rossz méretű faanyag, nem megfelelő ragasztó stb.),
- mérethibák (fő- vagy részmméretek),
- alakhibák,
- eltérés a tervtől (csomópontok más helyen vagy más méretben stb.),
- hibás szegezés, csavarozás (rossz szegkiosztás, nem megfelelő méretű szeglemez, nem megfelelő hosszúságú csavar túl sok vagy hiányzó alátétrel stb.),
- nem megfelelő minőségű ragasztás (hibás ragasztási felületek, kis présnyomás, nem megfelelő présidő, nem megfelelő a gyártóüzem hőmérséklete és páratartalma stb.),
- a helyszínen részekből összeszerelt nagyméretű fatartók esetére a gyártóüzemi próbászerezéssel kapcsolatos hibákat l. az acélszerkezeteknél.

A hibák kijavítása és a kijavított elemek felhasználása csak tervezői utasítás szerint történhet.

1.5.3. Szállítás, tárolás

Szállítás

A szállítás az előre gyártott elem jellegének megfelelő szállítójárművel (platós kocsival, trélerrel, speciális járművel, vasúttal stb.) végzendő.

A szállítóeszköz kiválasztásának szempontjai:

- az elem mérete, súlya,
- a szállítójármű teherbírása (minél jobb kihasználásra kell törekedni),
- az útviszonyok (út teherbírása, úrszelvények, vonalvezetés stb.),
- a szállított elem sérülésmentességének biztosítása,
- közlekedésbiztonsági szempontok.

Szállítás közben az elemeket biztonságosan kell rögzíteni. Az elemeket a tervező által meghatározott helyzetben, a megadott pontokban vagy a beépítési helyzet közelében, esetleg teljes felületen alátámasztva kell szállítani. A több sorban felrakott elemek alátámasztása és a sorok száma szintén tervezői utasítás szerint történhet. A szállítójármű egyenletes leterhelését biztosítani kell, a két oldal leterhelési különbsége ne legyen nagyobb 10 %-nál.

Az elemek járműre rakásánál a következőkre kell ügyelni:

- a járműről történő szerelésnél az elemek rakodási sorrendje ellentétes legyen a beemelési sorrenddel, azaz az alsó sorba az utoljára beemelendő elemet, a felső sorba a kezdő beemelendő elemet kell rakni (közbenső elemet szerelésnél *tilos* kihúzni),
- ha a szerelést nem járműről végzik, de az elemeket a szerelési helyen tárolják és közvetlenül a tárolóterületről emelik be, akkor a rakodási sorrend megegyezik a szerelési sorrenddel, azaz az elsőként beemelésre kerülő elemet kell az alsó sorba rakni, mivel lerakásnál ez kerül majd felülre,
- közbenső tárolás, többszöri szállítás miatti fel- és lerakás esetén a rakodási sorrendet a szerelési megoldás és sorrend figyelembevételével kell meghatározni (pl. szállító járműről történő szerelésnél egy közbenső tárolás esetén a kétszeri rakodás miatt helyreáll a helyes sorrend).

Ha a fentieket nem tartják be, akkor többszöri fölösleges elemmozgatásra kerül sor, ez pedig többek között sérülésveszéllyel is jár (l. 1.5.10. ábra).

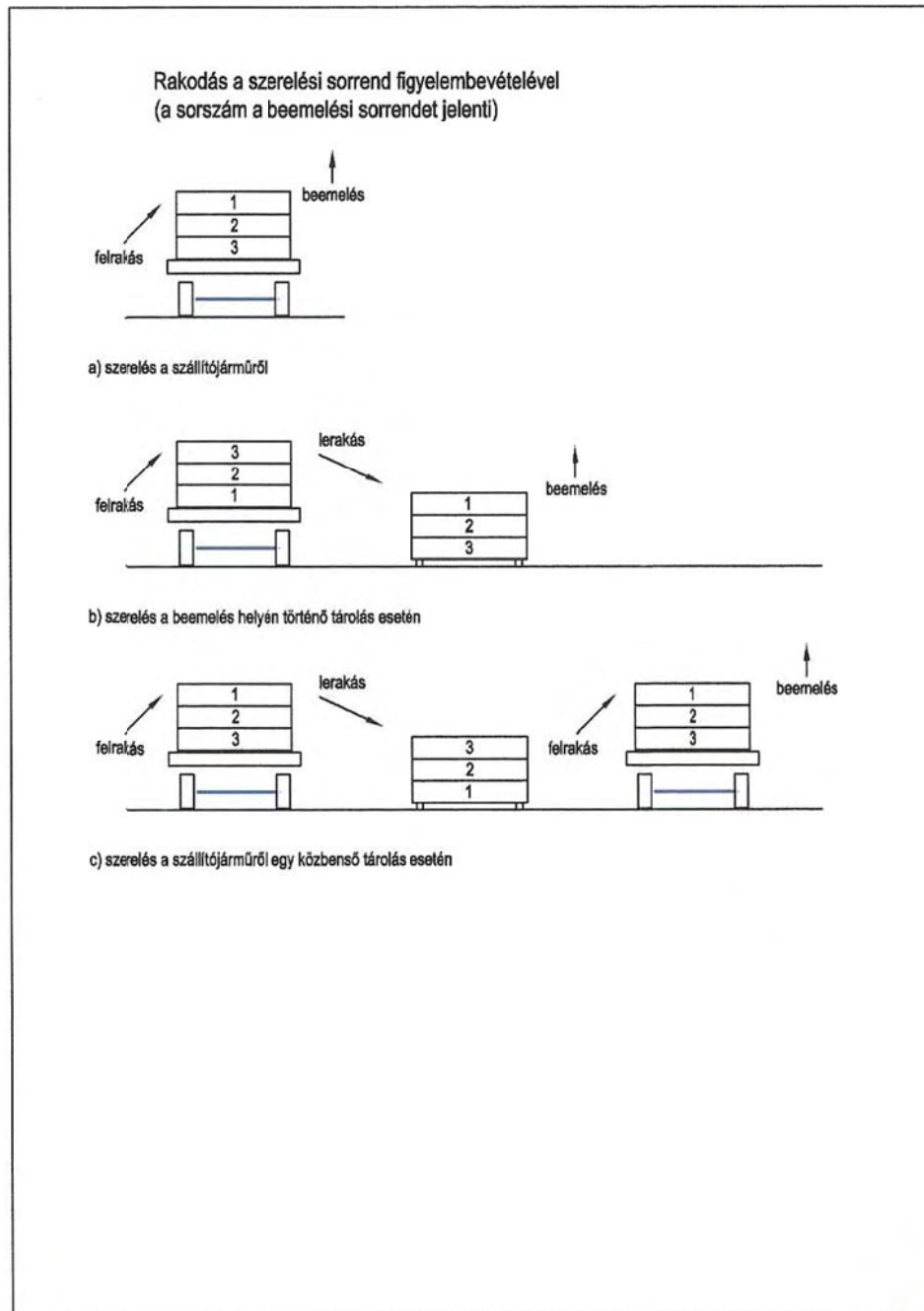
Tárolás

Alapelv: a tárolást úgy kell megoldani (megszervezni), hogy minél kevesebb átrakásra, mozgatásra kerüljön sor.

A tárolási sorrend meghatározásához ismerni kell a szereléstechológiát, a szerelési sorrendet.

Az előre gyártott elemeket a tervező által megadott módon, helyzetben és alátámasztással szabad tárolni. A tárolási területnek kellő teherbírásúnak kell lennie, mert az esetleges süllyedésnél az elemek károsodhatnak. Az elemeket közvetlenül a talajra fektetni *tilos*, csak alátétekre (palló, gerenda stb.) helyezhetők. Az alátétek helye lehetőleg egyezzen meg a végleges felfekvési hellyel. A több sorban elhelyezett elemek közé is alátéteket kell tenni. Az alátétek mérete (szélessége, vastagsága) az elemek súlyától és az emelőfülek méretétől függ.

Függőleges (enyhén dőlt) elemtároláshoz megfelelő teherbírású támasztóállványt kell használni, amit lehetőleg szimmetrikusan kell terhelni. Tört síkú vagy szabálytalan alakú elemek esetén is biztosítani kell az alátámasztások kialakításával a végleges helyzetnek megfelelő tárolást (ez a helyzet a későbbi felemelés miatt szükséges, ellenkező esetben az elemeket forgatni kell).



Az érzékeny elemek (vékony falú rúdelemek, takaróelemek stb.) kötegelve, a nagyobb méretű kiegészítő eleme, lemezáru (burkolatok, homlokzati elemek stb.) egységcsomagokban vagy kalodázva tárolhatók.

A szereléshez szükséges egyéb anyagok (kötőelemek, segédanyagok, tömítések stb.) tárolása rakodólapon, rakodókonténerben történhet.

A nedvességre érzékeny elemeket az időjárási hatások ellen vízhatlan borítással kell védeni, vagy fedett helyen kell elhelyezni.

A tárolást úgy kell megoldani, hogy az elemek ellenőrizhetők, azonosíthatók legyenek. Az elemek tároláskor nem sérülhetnek, balesetet nem okozhatnak. Az elemeket egymáson csúsztatni nem szabad!

1.5.4. Épületszerkezetek szerelése

Épületszerkezetek szerelése (összeállítása) az előre gyártott szerkezet tervdokumentációja és az azt kiegészítő, a feladatnak megfelelő részletességű szereléstechológiai terv alapján történhet.

A szerelést végző kivitelezőnek minden szükséges adatot tartalmazó dokumentációval (építési-szerelési napló, szállítólevelek, minőségi bizonyítványok, anyagbizonylatok, kitűzési jegyzőkönyv, helyszíni vizsgálatok jegyzőkönyvei stb.) kell igazolnia az elkészült munka megfelelőségét.

Az üzemen előre gyártott elemek a szerelés helyszínére minőségi bizonyítvánnyal (szállítólevéllel) érkeznek. Ennek hiányában az elemek nem építhetők be.

Az elemek átvételénél ellenőrizni kell:

- az 1.5.2. pontban foglaltaknak megfelelően
- a minőségi bizonyítványt (szállítólevelet, bizonylatot) a lényeges adatok meglétét, továbbá, hogy az a kiszállított elemre vagy elemekre vonatkozik-e (azonosítás),
- a szállítás, tárolás közbeni sérüléseket (élek, sarkok, felületek, csatlakozási csomópontok, felületképzés stb.),
- a rögzítő- és beállítószerelvények, alátétek, kapcsolóelemek meglétét, minőségét.

A nem megfelelő szállítás és tárolás miatti hibás elemek kijavítása és a kijavított elemek felhasználása csak tervezői utasítás szerint történhet.

Megjegyzés: az előre gyártott szerkezetek gyártásánál, az elemek helyszíni méretellenőrzésénél és az épületszerkezet kitűzésénél komparált (hitelesített) mérőeszközöket kell használni!

A szerkezetek szerelésére vonatkozó *biztonságtechnikai és egészségvédelmi előírásokról* az építési munkahelyeken és az építési folyamatok során megvalósítandó minimális munkavédelmi követelményekről szóló 4/2002. (II. 20.) SzCsM-EüM együttes rendelet rendelkezik.

1.5.4.1. Az elemek mozgatásának, szerelésének segédszerkezetei, eszközei

A szerkezeti elemek megfogása

Követelmények:

- *erőtani:* mozgatás közben az elem ne károsodjon (a megfogási pontok helyét a tervező statikai vizsgálattal határozza meg, választja ki),
- *technológiai:* biztosítsa a megfogóberendezés gyors, könnyű és biztonságos fel- és leszerelését.

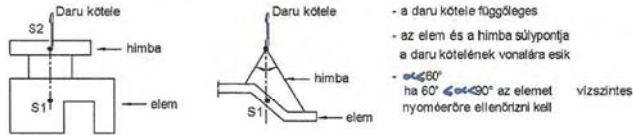
A megfogási pont elhelyezhető az elem súlypontja felett (ez a legbiztonságosabb), a súlypontban (kifordulás szempontjából bizonytalan) és a súlypont alatt (ebben az esetben az elemet kifordulás ellen mindig biztosítani kell).

A megfogási pontok jellemző kialakítása:

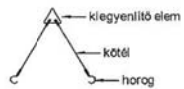
- emelő-, illetve megfogófülek, megfogólemezek
- csavaros vagy menetes megfogások,
- beakasztócsapok,
- emelőnyílások áttolt vagy beakasztott emelőcsappal (csövekkel).

Emelőhimbák néhány jellemző kialakítása

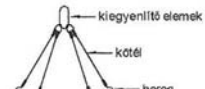
a.) Himbák működési elve



b.) Kétágú kötélhimba

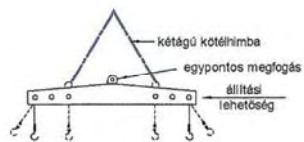


c.) Négyágú kötélhimba

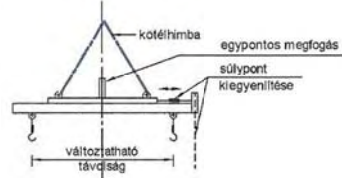


(a négy kötélfeszített állapotban egyenlő hosszú)

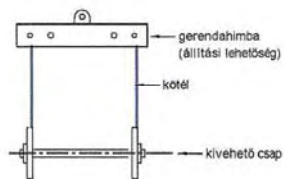
d.) Egyszerű gerendahimba



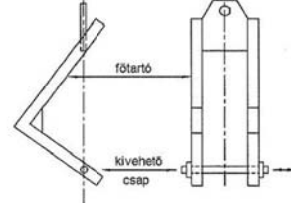
e.) Kiegyenlítő himba



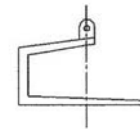
f.) Oszlopemelő himba



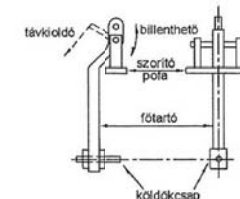
g.) Oszlopemelő himba



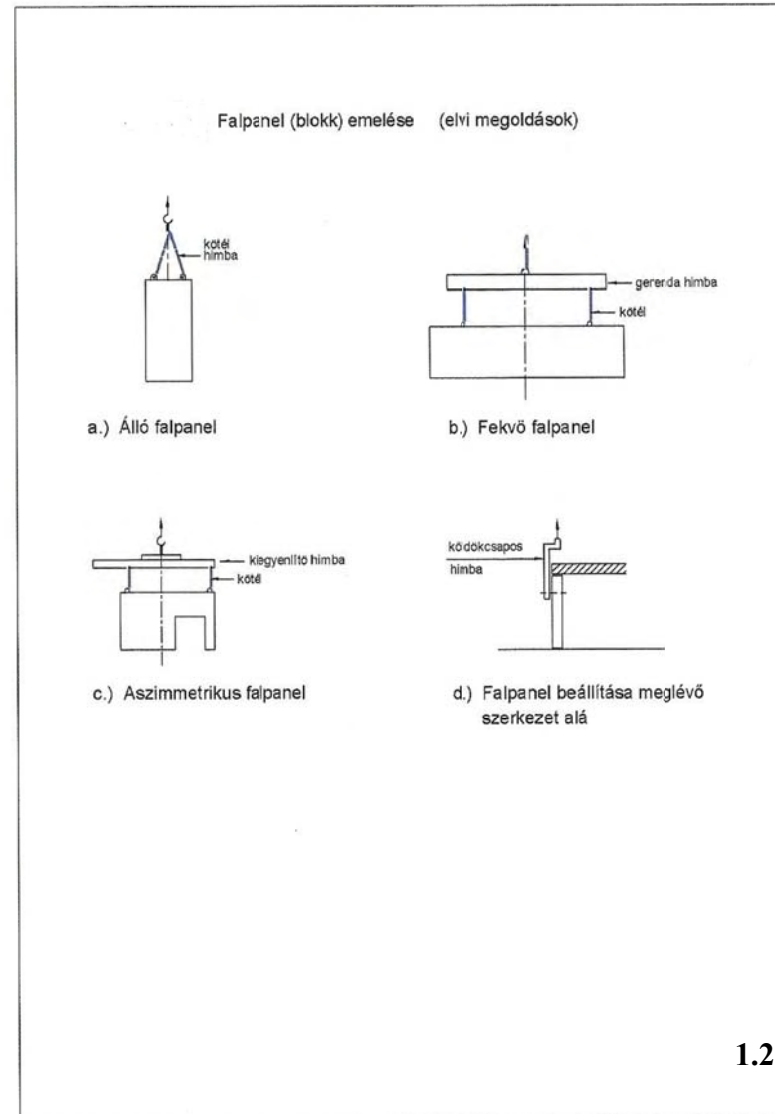
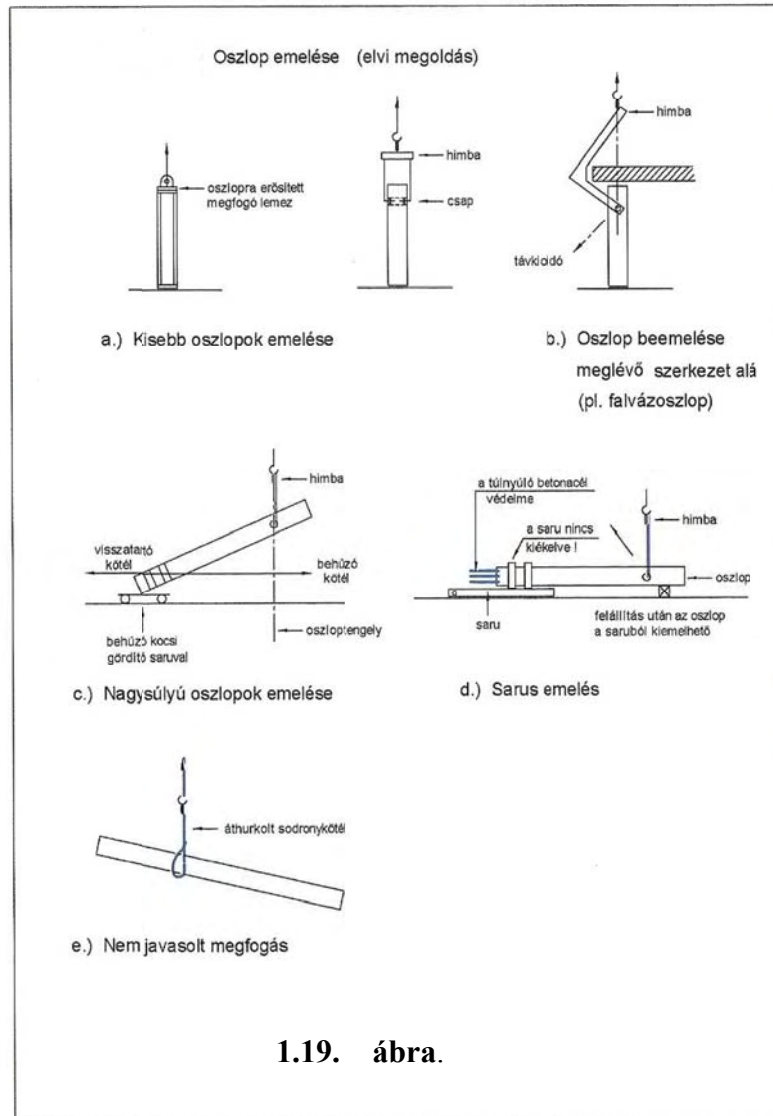
h.) Villás megfogás



i.) Köldökcscapos himba



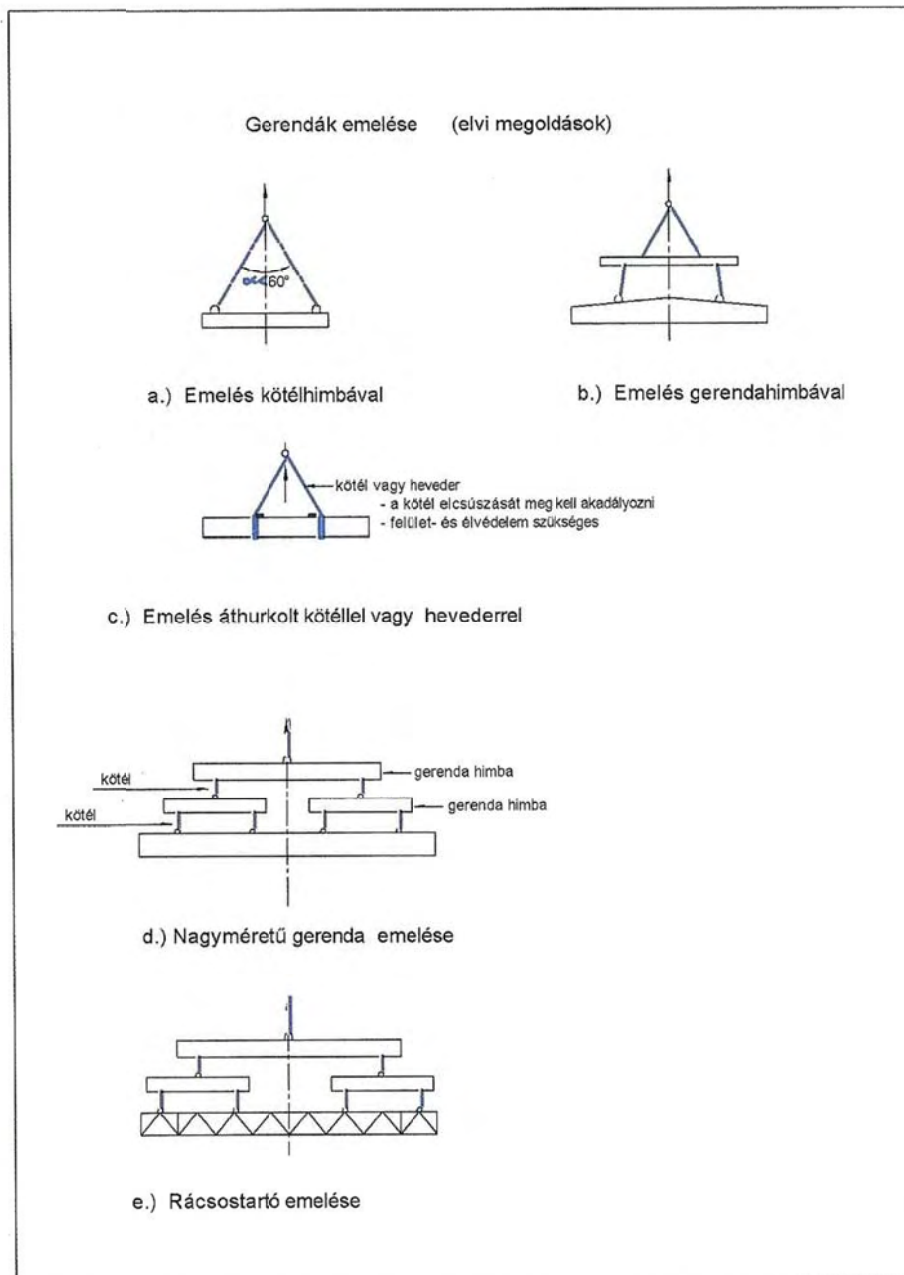
1.18. ábra



A megfogások elemei, szerkezetei csak lágyacélból készíthetők. A jellemző, általában használatos kialakításokat lásd az 1.25. ábra mutatja.

Emelési segédstruktúrák:

- kötélhimba (sodronykötél, heveder, szemeslánc)
- gerendahimba (merevhimba)
- kötelek, hevederek
- csörlők, emelők (hidraulikus, csavarorsós stb.), ékek
- állványok (szerelőállvány, alátámasztó állvány)
- kitérítőszerkezetek (kötél, rúd, oszlop)
- élére állító (kantoló-) szerkezetek
- a többlet-igénybevételeket felvevő szerkezetek (feszítőkötél, stabilizálószerkezet stb.)



1.21. ábra

A jellemző, általában használatos himbamegoldásokat az 1.18. – 1.23. ábrákon, néhány kikötési, kitámasztási megoldást az 1.24a-e. ábrán látható.

A teheremelő eszközöket teherpróba után beütött jelzéssel kell ellátni. Emeléshez csak jelzett és ép (nem sérült, nem deformálódott) eszközök használhatók!

Emelőgépek

Az emelőgépek osztályozása néhány jellemző tulajdonságuk alapján:

- mozgásuk szerint: helyhez kötött, pályához kötött, kötöttség nélküli,
- a gém mozgása szerint: fix gémű, billenőgémű, vízszintes gémű (futómacskás),
- felállításuk szerint: önszerelő, részben önszerelő, nem önszerelő,
- szerkezetük szerint: kerekas vagy láncalpas, állóoszlopos vagy forgóoszlopos stb.

Az emelőgép kiválasztásának szempontjai:

- az emelőgép teherbírása: a szükséges teherbírás az emelendő elem és az emelt segédszerkezetek együttes tömegéből állapítható meg,
- a horogmagasság: a szükséges horogmagasság az emelendő elem méretéből, az alkalmazott segédszerkezet (himba) méretéből, a szükséges túlemelésből és a daruzási, illetve elhelyezési szint különbségéből számítható,
- a gémkinyúlás: az emelőgép tengelye és a beemelt elem súlypontja közötti távolságból számítható.

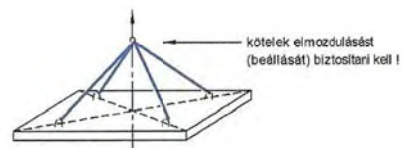
A szorosan összefüggő **teherbírás – horogmagasság – gémkinyúlás** kapcsolatból meg kell keresni a **mértékadó helyzetet**, majd ennek alapján kiválasztani az emelőgépet a további szempontok figyelembevételével.

- az emelőgép szállíthatósága, fel- és leszerelhetősége,
- az emelőgép mozgási helyigénye: haladó- vagy forgómozgás, ellensúly helyzete, kitalpalás, gémmozgatás, futómacska-mozgás, több emelőgép egy emelési területen történő működése, az épülő, illetve meglévő építmények figyelembevétele,
- az emelőgép üzemi súlya: útburkolat, darupálya, rézsű, munkagödör-megtámasztás, pinceszinti fal, fix telepítésű daru alapozásának vizsgálata,
- az emelőgép mozgékonyasága, alkalmazkodási képessége az emelési feladathoz: emelési és süllyesztési sebesség, max. emelési magasság stb.
- az emelőgép költségei, energiaigénye, környezetvédelem és biztonság.

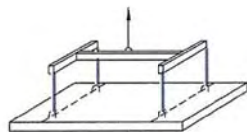
A jellemző emelőgépek:

- *autódaruk:* a teherbírás a gémkinyúlással csökken (a gyártók által megadott max. teherbírás alapgémmel, minimális gémkinyúlással, kitalpalva értendő),

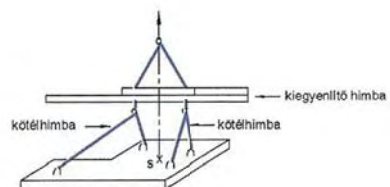
Födémelemek emelése (elvi megoldások)



a.) Négy pontos megfogás kötélhimbával



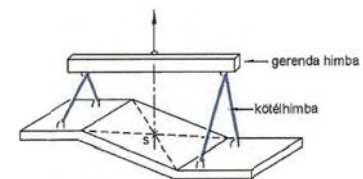
b.) Négy pontos emelés mérleghimbával



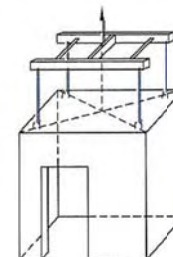
c.) Aszimmetrikus födémpanel emelése

1.22. ábra

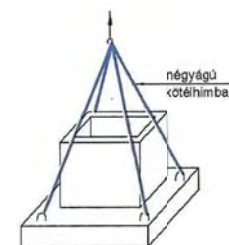
Térbeli elemek emelése (elvi megoldások)



a.) Tört lemez (lépcső) emelése



b.) Térelem emelése

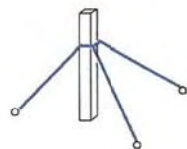


b.) Kehelyalap emelése

1.23. ábra

Elemek kitámasztása kikötése (elvi megoldások)

a.) Oszlopok



kikötés kötéllel három irányban



kitámasztás rúddal két irányban

b.) Falelemek

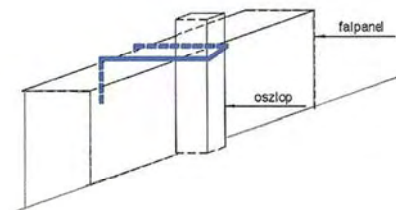


kitámasztás rúddal

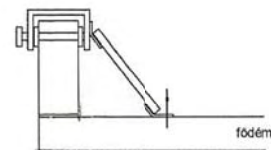


kikötés egymáshoz

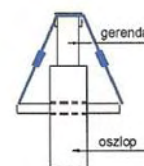
c.) Falpanel rögzítése kiborulás ellen



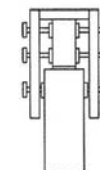
d.) Attikafal rögzítése kiborulás ellen



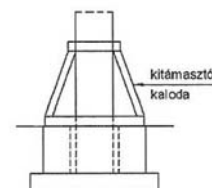
e.) Gerenda rögzítése kibillenés ellen



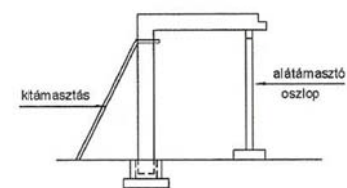
lefedezés



kalodázás



kehelybe állított pillér
kitámasztása kiékelés előtt



kehelybe állított
"fél - keret"

1.24. ábra

- *mobildaruk*: a teherbírás a gémkinyúlással csökken (a gyártók által megadott max. teherbírás alapgémmel, minimális gémkinyúlással, kitalpalva értendő),
- *toronydaruk*: a teherbírás a gémkinyúlással csökken (a gyártók által megadott max. tehernyomatékból közelítőleg számolni lehet egy-egy gémkinyúlásra a teherbírást),
- *árbócdaruk*: a teherbírás függőleges oszloppal állandó, dőlt oszlopnál csökkenő,
- *bakdaruk*: a teherbírás állandó,
- *szerkezeten mozgó daruk (kúszódaruk, Derrick-daruk)*: a teherbírás a gémkinyúlás függvénye.

Fontos szempontok az emelőgép kiválasztáshoz és telepítéséhez

- az emelőgépek leszereléséhez ugyanannyi terület szükséges, mint a felszerelésükhöz,
- az építmény felépítésével a leszerelési terület és tér lecsökkenhet a felszerelési területhez képest,
- a leszerelés is lehet a meghatározó (kritikus) állapot az emelőgép kiválasztásánál.

Néhány különleges emelési feladat, művelet:

- *egymás hatósugarában telepített és működő daruk*: a biztonságos üzemeltetést szervezési és műszaki intézkedésekkel kell biztosítani,
- *együttes emelés több daruval*: csak a mozgatás teljes folyamatára kiterjedő, külön emelési technológiai utasítás alapján szabad végezni, megbízott irányító vezetésével,
- *erősáramú vezeték közelében végzett emelés*: a vezeték kezelőjével egyeztetett és írásban dokumentált nyilatkozata alapján meghatározott műszaki megoldásokkal ki kell zárni a szerkezet feszültség alá kerülését (feszültségmentesítés, lehatárolás a biztonsági távolság biztosításával, jelzőőr állítása stb.),
- *szélsőséges környezeti hatások*: a daruzást le kell állítani, ha az időjárási vagy környezeti körülmények miatt az emelési folyamat nem figyelhető meg, nem irányítható, vagy a daru nem üzemeltethető.

1.5.4.2. A szerkezetek szerelésének általános ismertetése

A szerelési munkaterület

A szerelési munkaterületért és a szerelésért a vezető szerelő felel. Feladata a személyi feltételek (szerelők, kötözők, gépkezelők stb.), a tárgyi és technikai eszközök (lásd az 1.5.3. pontot), a biztonságos munkavégzés biztosítása, valamint a szereléstechnológiai terv és a munkavédelmi, biztonságtechnikai előírások betartása, betartatása. Fontos feladata még a munkaterületen dolgozó többi kivitelezővel való egyeztetés.

A szerelési területnek és az utaknak kellő teherbírásúnak, elegendő szélességűnek és hosszúságúnak kell lenniük, figyelembe véve a tárolás és előszerelés helyigényét is. A szerelési veszélyzónát (épülettől min. 6 m) figyelmeztető táblákkal, jelzésekkel meg kell jelölni, az illetéktelenek bejutását és ott tartózkodását meg kell akadályozni. Éjszakai munkavégzésnél a munkaterület megvilágításáról gondoskodni kell.

A szerelési területen a szükséges energiát biztosítani kell.

A fogadószerkezetek (alapok) szerkezetszerelésre kész állapota:

- a fogadószerkezetek (alapok) geometriai mérete, kialakítása és minősége megfelel a kiviteli terveknek,
- az alapok körül a tömörített feltöltés elkészült,
- a felfekvési szinteket kitűzték és rögzítették (szintezési jegyzőkönyvvel és az állandó magassági alappont adataival átadták),
- a tengelyeket kitűzték és jól láthatóan, tartósan jelölték a fogadószerkezeten (alapon),

- a kapcsolati elemek mérete és minősége megfelelő (pl. a kehely mélysége, mérete, kialakítása, tisztasága, a csavarok épsége, tisztasága, mérete stb.),
- az esetleges hibákat kijavították (tervezői jóváhagyással).

A szerkezetek emelésének és elhelyezésének általános követelményei

A fogadósintek és az előre gyártott elemek méretellenőrzése alapján – a mérethibák csökkentése miatt – szükséges lehet az egyes elemeket a nekik legmegfelelőbb helyre kiosztani (pl. az alacsonyabb pilléreket a magasabban fekvő fogadószerkezetekre helyezni).

Az előre gyártott elemek emelése a tervező által megadott pontokban a közbeiktatott szükséges segédszerkezettel (segédszerkezetekkel) történhet. A végleges emelés előtt próbaemelést kell végezni, az elemek kb. 30–50 cm-es megemelése után rövid szünetet kell tartani. Az emelés csak akkor folytatható, ha az elem emelési helyzete megfelelő (nem billen el, súlypontja nem helyeződik át, kifordulás ellen stabil, merevsége kielégítő stb.), és az emelési segédszerkezet, valamint az emelőgép teherbírását ellenőrizték.

Emelés közben az elem irányítását két oldalról irányítókötéllel kell végezni. A biztonságot veszélyeztető mértékben lengő terhet tilos emelni, szállítani. Emelés közben vigyázni kell, hogy a már elhelyezett elemekkel az emelt elem ne ütközzék össze. A terhet lehelyezés (beállítás) közben kézzel vezetni csak indokolt esetben, kinyújtott kartávolságig és vállmagasság alatt szabad.

A magasban dolgozók állványon, létrán vagy a már beépített és kellően rögzített elemeken tartózkodhatnak, megfelelően kikötött biztonsági övvel. A leesésveszélyes helyeket (födémén lévő nyílások, födém széle stb.) védőkorlattal vagy lefedéssel kell ellátni.

Az elemeket beemelésük, beállításuk, majd ideiglenes vagy végleges rögzítésük után szabad csak az emelőgépről leoldani. Az ideiglenes alátámasztó, megtámasztó- vagy kikötő-szerkezeteket csak a végleges kapcsolatok elkészítése és kellő teherbírása után szabad eltávolítani, elbontani.

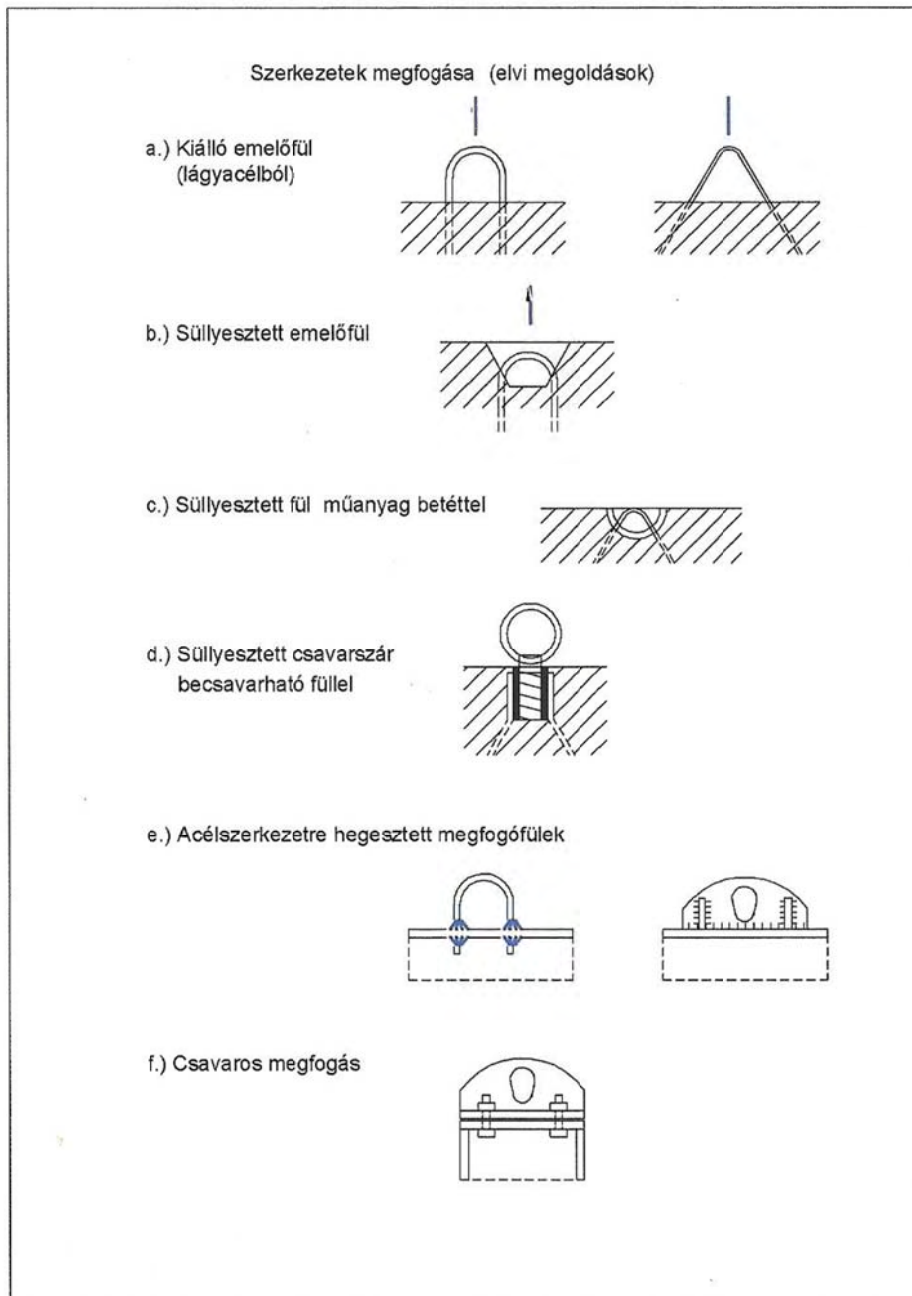
Az épületszerkezet állékonyságát a szerelés minden állapotában biztosítani kell. Ezt végleges vagy szerelés közbeni ideiglenes merevítő-szerkezetek beépítésével, alátámasztásokkal, kikötésekkel kell biztosítani. Az épületszerkezet szerelését egy végleges merevítéssel tervezett mezőben célszerű kezdeni. Szerelés közben a szerkezet geometriai beállítását rendszeresen kell ellenőrizni és a szükség szerinti beszabályozásokat folyamatosan kell végezni. A továbbépítés feltétele a már elkészült szerkezetek terhelésre kész állapota.

A szerelési munka pontossága a szerelés módjától és bonyolultságától, a beállító szerkezetektől és az ellenőrző mérések számától, módjától függ. A hibák mérsékelhetők a szerelés közbeni, minden építési ütem utáni méretellenőrzéssel.

A kritikus pontok a felfekvések (vízszintes és függőleges értelemben) és az elemek közötti illesztések (pl. homlokzaton a vízszintes és függőleges hézagok rajzolata).

A csomóponti kapcsolatokról:

- a szerkezet a szerelés után a valóságban is úgy működjön, mint ahogy a tervező feltételezte (pl. csuklós kapcsolatból befogás lehet egy rosszul kivitelezett csomópontban),
- a fektetőhabarcs min. 10 mm, max. 30 mm vastag lehet,
- a fektetőhabarcs vonalmenti terhelésnél legalább H-25, pontszerű terheléseknél legalább H-50 minőségű legyen,
- a hézagokat teljes keresztmetszetben kell kibetonozni, az legnagyobb szemcseátmérő nem lehet nagyobb, mint a hézagméret negyede ($D_{\max} < v_{\text{hézag}}/4$),
- ha a repedésmentesség nem követelmény, akkor nem vasalt, kibetonozott kapcsolatnál a felületi repedéstágasság 1 mm lehet,



1.25 ábra

- kelyhek kibetonozásánál a betonminőség legalább olyan legyen, mint a kehely betonja,
- eltakarásra kerülő csomópontokat különös gondossággal kell ellenőrizni,
- kész felületvédelemmel ellátott acélszerkezeteknél a helyszíni javítások után a sérült felületvédelmet helyre kell állítani, ki kell javítani,
- az acélszerkezetek felfekvése falazatra vagy vasbetonra min. 12 cm.

Néhány példa szerkezetek szerelésére

Pillérvázaz épület szerelése:

- *pillérek magassági kitűzése:* alátét acéllemezek elhelyezése vagy csavarbeállítás sablonnal,
- *pillértengelyek kitűzése:* az alapra és a pillér oldalára felfestve,
- *pillérek fektetése:* elhelyezés az alapok mellé a szereléstechológiai terv szerint,
- *pillérek felállítása és beemelése:* segédszerkezetek (himba, függő, vezetőkötél stb.) felszerelése, a pillér felállítása és beemelése a fogadoszerkezetre, beállítás, kapcsolattól függően ideiglenes vagy végleges rögzítés, a segédszerkezetek leszerelése,
- *csavarozott vagy hegesztett (száraz) kapcsolat:* azonnal terhelhető, ideiglenes kikötésre, kitámasztásra nincs szükség,
- *kehelybe állított pillér (nedves kapcsolat):* ideiglenes kikötés vagy kitámasztás szükséges, a rögzítést keményfa ékekkel kell biztosítani, kibetonozás első ütemben az ékekig, majd azok eltávolítása után a kehely felső síkjáig, az ideiglenes merevítés a beton megkötése után távolítható el,
- *gerendafelfekvések ellenőrzése:* szintezés, felületellenőrzés, korrekció, alátétlemezek (neoprén, acél) elhelyezése,
- *gerendák beemelése:* segédszerkezetek (himba, vezetőkötél, stb.) felszerelése, a gerenda beemelése a fogadoszerkezetre, beállítás, kapcsolattól függően ideiglenes vagy végleges rögzítés és stabilizálás, a segédszerkezetek leszerelése, emelőfülek levágása, acélszerkezetek korrózióvédelme (a beemelést szállító járműről vagy a pillérek melletti tárolóhelyről történhet),
- *csavarozott vagy hegesztett (száraz) kapcsolat:* azonnal terhelhető, ideiglenes rögzítésre, stabilizálásra nincs szükség,
- *kibetonozott tüskés (nedves) kapcsolat:* ideiglenes kitámasztás, stabilizálás szükséges, az ideiglenes rögzítés a beton megkötése után távolítható el,
- *födémelemek beemelése:* segédszerkezetek (himba, vezetőkötél stb.) felszerelése, a födémelem beemelése a fogadoszerkezetre, beállítás (neoprén alátét általában előre felragasztva), elemtől függően ideiglenes vagy végleges rögzítés és stabilizálás, a segédszerkezetek leszerelése, csomópontok kialakítása, az emelőfülek levágása, az acélszerkezetek korrózióvédelme (a beemelést jellemzően szállító járműről, de a pillérek melletti tárolóhelyről is történhet),
- *előre gyártott lépcsőkarok beemelése:* a műveletek hasonlóak a födémelemek beemeléséhez,
- *falpanel felfekvések, kapcsolatok ellenőrzése:* fogadoszerkezet szintezése, csomópontok ellenőrzése, korrekció, alátétlemezek, kapcsolati elemek elhelyezése, beállítása,
- *falpanelok beemelése:* segédszerkezetek (himba, vezetőkötél stb.) felszerelése, a falpanel beemelése a fogadoszerkezetre, beállítás, elemtől függően ideiglenes vagy végleges rögzítés és stabilizálás, a segédszerkezetek leszerelése, a csomópontok végleges kialakítása, az emelőfülek levágása, az acélszerkezetek korrózióvédelme, az illesztések hézagképzése (a beemelést jellemzően tárolóhelyről történik, mert általában forgatni kell az elemeket).

Síkbeli csuklós keretek (ívek) szerelése:

- *keretállások tengelyének kitűzése:* az alapra felfestve, csomóponttól függően a fogadoszerkezetek beépítése,
- *a keretek magassági kitűzése:* alátét acéllemezek elhelyezése vagy csavarbeállítás sablonnal, csomóponttól függően,
- *a keretek előszerelése:* fekvő helyzetben (csavarozás, hegesztés),

- *az első keret beemelése:* segédszerkezetek felszerelése a keretre (himba, vezetőkö-tél), a keret felállítása, beemelés a fogadószerkezetre, beállítás, ideiglenes kikötés,
- *a második keret beemelése,*
- *a hosszmerítések beszerelése:* szelemenek, rácsozatok, falvázgerendák beszerelése,
- *a harmadik keret beemelése:* szelemenekkel hozzákapcsolva a már merevített kere-tekhez,
- *a további keretek beemelése:* a terv szerinti helyeken a végleges merevítések beépí-tésével kell a vázszerkezet állékonyságát biztosítani, beszabályozás után a csomó-pontok véglegesítése,
- *falvázszerkezetek, fedés és burkolat beépítése.*

Síkbeli befogott keretek szerelése:

- *keretállások tengelyének kitűzése:* az alapra felfestve, csomóponttól függően a foga-dószerkezetek beépítése,
- *a keretek magassági kitűzése:* alátét acéllemezek elhelyezése vagy csavarbeállítás sablonnal, csomóponttól függően,
- *befogott keretoszlopok beemelése:* segédszerkezetek (himba, függő, vezetőkö-tél stb.) felszerelése, az oszlop felállítása és beemelés a fogadószerkezetre, beállítás, kapcsolattól függően ideiglenes vagy végleges rögzítés, a segédszerkezetek leszerelése,
- *a keretoszlopok közötti hosszirányú merevítés beszerelése:* rácsozás, falvázgerenda,
- *a keretgerendák előszerelése:* fekvő helyzetben párosával, szelemenekkel és tetősíkú merevítéssel együtt (csavarozás, hegesztés),
- *az első keretgerenda-pár beemelése:* segédszerkezetek felszerelése (himba, vezető-kötél), beemelés a négy keretoszlopra, beállítás, rögzítés,
- *a második keretgerenda-pár beemelése,*
- *a köztes tetőszelemenek és falvázgerendák beszerelése,*
- *a további keretgerenda-párok beemelése:* a terv szerinti helyeken a végleges merevítések beépítésével kell a vázszerkezet állékonyságát biztosítani, beszabályozás után a csomópontok véglegesítése,
- *páratlan számú keretnél:* a keretgerendát a daru tartja addig, amíg szelemenekkel a már merevített szerkezetekhez hozzá nem kötik,
- *falvázszerkezetek, fedés és burkolat beépítése.*

1.5.4.3. A szerelési munkák ellenőrzése, néhány jellemző hiba

A szerelési munkák ellenőrzése szerelés közben és átadásnál

A szerelési munkát az épületszerkezet kiviteli terve, a szereléstechológiai terv és a kivitelező minőségügyi dokumentációja alapján kell ellenőrizni (tervszerűség).

Szerelés közben ellenőrizni kell:

- a szerelés közbeni kitűzéseket, azok tervszerűségét, szakszerűségét, gyakoriságát,
- a szerelési napló folyamatos vezetését,
- az emeléshez használt segédszerkezetek és -eszközök megfelelőségét, szakszerű al-kalmazását,
- az elemek tárolását, mozgatását,
- a szerkezet szerelésénél felhasznált kapcsolóelemeket és beépítésüket (az előírtak-nak megfelelnek-e),
- a csomóponti kapcsolatok, dilatációk, hézagképzések tervszerűségét, szakszerű kivi-telezését.

Az átadásnál ellenőrizni kell:

- a szerelést végző kivitelező elkészült munka megfelelőségét igazoló dokumentációját (tartalom, teljeskörűség, mellékletek stb.),
- a hálózati alakot, az elemek helyét, helyzetét, beépítését a szerkezetben,
- a külső homlokzati fő- és részméreteket szintenként és az egész épületre,
- az oszlopok (pillérek) és falak függőlegességét szintenként és az egész épületre, a szintek magasságát,
- a nyílásméreteket (homlokzaton, beépített szerkezetek helyén),
- az illesztések méretét, kialakítását (hézagok, felfekvések, dilatációk),
- a homlokzati elemek közötti hézagképzést,
- a felületeket (sík, minőség) és a felületvédelmet,
- az előre gyártott szerkezethez kapcsolódó monolit szerkezetek geometriai méreteit és helyét,
- a szerkezet minősítését, osztályba sorolását.

Néhány jellemző hiba:

- Elemek átvétele és méretellenőrzése felületes.
- Helytelen szállítás és rakodás miatti sérülések.
- Helytelen tárolásból eredő sérülések (rosszul tömörített altalaj miatti egyenlőtlen süllyedés, helytelen vagy hiányzó alátámasztások, rosszul elhelyezett alátámasztások, túl magas depóniák).
- Az elemeket nem megfelelő helyen fogják meg, az elem sérül, esetleg eltörik.
- Sérült elemeket építenek be.
- A szerelési munka méretpontossága nem megfelelő, az összeépítési problémák miatt a szerkezetet “megfeszítik”, maradótöbbletfeszültséget, deformációkat okozva.
- Szerelés közben tűzik ki a tengelyeket, végzik a magassági beállításokat (a pontos beállítás nehéz).
- A magasságkitűzést nem szintezőműszerrel végzik, a pontos beállítás nehéz.
- Az alapszavak elhelyezése vagy beállítása pontatlan.
- Az alapszavar sérült (hegesztéssel “javítani” tilos!)
- Rossz szerelési sorrend (utólagos rögtönzések, esetleg visszabontás).
- a szerkezetet a kapcsolatok véglegesítése előtt terhelik (deformáció, kötőelemek eltolódása, elmozdulása, káros feszültségek stb.).
- Az oszlopok (pillérek) függőbeállítása nem megfelelő, vagy rossz kikötés miatt elmozdul (a szerelés közbeni utólagos korrekció nehéz vagy lehetetlen).
- A magas főtartók vagy karcsú szerkezetek függőbeállítása pontatlan, kifordulásveszélyt okozva.
- A homlokzati szerkezetek, szelemenek nincsenek egy síkban.
- nem ellenőrzik a kapcsolóelemeket, hiányoznak vagy rosszak (eredménye helyszíni rögtönzés)
- A felfekvési helyek kiöntése (lehorgonyzócsavarok, alátétlemezek stb.) nem megfelelő
- A mozgó támaszok beállítása pontatlan, vagy mozgásukban gátolt.
- A csomópontképzés hiányos (kibetonozás, vasalás, hegesztés, csavarozás)
- Felfekvőfelületek hibája (felületi minőségi hiba (NF csavar), előírtnál kisebb felfekvési felület, hézagméret-eltérés).
- A kitámasztó, stabilitást biztosító szerkezet kevés, korán elbontják vagy nem építik be.
- Rések, hézagok a csatlakozóelemek között (kitűzési, szerelési vagy elemmérethiba).

- Hézagok helytelen kialakítása, tömítési és ragasztási hiányok (a felületi tisztaság befolyásolja a tömítés, ragasztás minőségét).
- Mérethibás vagy eltolódott hézagok (tengelykitűzési hiba, pontatlan szerelés vagy elem mérethiba).
- Hiányoznak a csatlakozószervek, nyílászárók, gépészeti rögzítések stb.
- A tető- és falburkolatnál a nagyobb szélterhelésre igénybe vett kényes helyeken (épület sarkai, szélei) nem sűrítik be a kötéseket, rögzítéseket.

1.6. Teherhordó és vázkitöltő falszerkezetek

1.6.1. Általános tudnivalók

Teherhordó fal (szerkezeti fal): saját tömegén kívül más terhet is hordó fal

- külső- vagy belső főfal ,
- merevítőfal: az épületet és/vagy a teherhordó falakat merevíti.

Vázkitöltő fal: teherhordó szerkezetek közötti terheletlen fal

- a fal általában a saját tömegét hordja,
- kis széltehernek ki lehet téve, az igénybevételeket teherhordó szerkezetnek adja át.

Tűzfal: a teret tűzrendészetileg megosztó vagy lezáró fal.

Határfal: az épületet a szomszédos telekhatár felől határoló fal.

Vasalt falazott szerkezet: a falazatba acélbetétet, acélhálót építenek be habarcsba vagy betonba ágyazva, a teherviselésbe együttesen vesznek részt.

Közrefogott falazat: négy oldalon vasbeton oszlopokkal és gerendákkal szilárdan összeépített falazott szerkezet (nem kitöltő fal!).

Kétrétegű vagy kitöltött üregű fal: két párhuzamos rétegből álló, együttdolgozó fal, vasalattal összekötve, a függőleges hézag habarccsal kitöltve (5 cm-nél nagyobb hézag: üreg).

Acélbetét, fugavasalás: falazott szerkezetekben alkalmazott erősítő betonvas, előregyártott vasszerelés fekvőhézagban.

Kitöltőbeton: megfelelő konzisztenciájú és szemszerkezetű beton falazott szerkezetek üregeinek kitöltésére.

A falakkal szemben támasztott követelmények és a hozzájuk kapcsolható műszaki adatok

- könnyű kivitelezhetőség → testsűrűség, tömeg, méret;
- teherhordó képesség (szilárdság, állékonyság) → nyomószilárdság;
- épületfizikai igények kielégítése → hővezetési és hőátbocsátási tényező, → páradiffúziós tényező, → léghanggátlási mutató, léghanggátlás;
- nedvességállóság → vízfelvétel, fagyállóság;
- tűzbiztonság → éghetőség, tűzállósági határérték;
- különleges igények (vízzárás, fokozott hőszigetelés, sav- és lúgállás stb.) kielégítése;
- gazdaságosság: a kész falra az összes körülmény (teherbírás, hő- és hangtechnika-költségek stb.) figyelembevételével lehet vizsgálni.

A teherhordó és vázkitöltő falak csoportosítása szerkezetük szerint

- *elemekből épített falak:* kész építőelemekből falazott falak
 - kézi falazóelemek (kiselemes),
 - előregyártott elemek (közép- vagy nagyelemes);
- *monolitikus falak:* helyszínen öntött, csömöszölt vagy más módon készített falak (nem építőelemekből épített!).

Megjegyzés: az egyes falazóelemek és a kész falazat műszaki tulajdonságai eltérőek!

1.6.2. A falazatok anyagai, anyagjellemzők

A) A falazóelemek csoportosítása fajtájuk és anyaguk szerint

A falazóelemek fajtája:

- tömör falazóelemek,
- lyukas falazóelemek a teherhordás irányába eső függőleges lyukakkal,
 - kevés lyukú téglák: 10 – 15% üregtérfogattal,
 - soklyukú téglák: 15 – 25% üregtérfogattal,
 - blokk téglák (vázkerámiák): 25 – 55% üregtérfogattal,
- üreges falazóelemek a teherhordás irányára merőleges vízszintes üregekkel (pl. RÁ-BA és ALFA kézi falazóblokkok).

További téglafajták:

- falburkoló és idomtégla,
- hő- és tűzálló téglák (samott, magnezit stb.),
- sav- és lúgálló téglák,
- kéménytégla,
- padlásburkoló téglák,
- kábeltégla, sántégla stb.

A falazóelem anyaga:

- égetett agyag (kerámia),
- mészhomok,
- beton,
- pórusbeton (gázbeton, habbeton),
- könnyűbeton (salakbeton, biobeton, gyöngybeton stb.),
- kő,
- vályog.

A falazóelemek lényeges tulajdonságai és vizsgálatuk

A falazóelem minőségét meghatározó lényeges tulajdonságok:

- alak, épség, méret, mérettűrés, felület,
- üregtérfogattal, üreg- és bordaméret,
- nyomószilárdság, hajlító-törő erő,
- vízfelvevő képesség, fagyállóság,
- térfogati tömeg, testsűrűség,
- nedvességtartalom,
- hővezető képesség,
- zsugorodás.

A tulajdonságok közül értelemszerűen az elem anyagának, jellegének megfelelőeket vizsgálják.

A falazóelemekre vonatkozó követelményeket az **MSZ EN 771 – (1 – 6)** szabványok tartalmazzák. Az **MSZ EN 1996** Falazott szerkezetek tervezése című szabvány a falazóelemekkel szembeni követelményeket a környezeti hatások osztályozása (MX1 – MX4) függvényében is előírja. A környezeti hatások szempontjából a falazóelem kiválasztását jellemzően a fagyállóság és a kioldható sótartalom befolyásolja.

A szabványos nyomószilárdság és a falazóelemek kategória (nem minőségi osztály!):

- I. kategóriájú falazóelem: a gyártó garantálja a karakterisztikus szabványos szilárdságot
- II. kategóriájú falazóelem: a gyártó az átlagos szabványos szilárdságot garantálja

Falazóelem-csoportok: a gyártóknak a falazóelem anyaga, a falazóelemben lévő lyuk/üreg %-ok, illetve a lyuk/üreg körüli anyagvastagság alapján kell besorolni a terméket.

A csoportok: 1. csoport: tömör és csekély lyukmennyiség

2. és 3. csoportok: lyukas elemek

4. csoport: üreges elemek

Fagyállósági kategóriák:

F0: védett falazatba épített falazóelem (belső fal, megfelelő vakolattal / burkolattal védett fal)

F1: mérsékelt fagyásnak kitett falazóelem, a falazat nedvességgel való telítettségét meg kell akadályozni (eresz, párkány, vízszigetelő réteg, bádогоzás, stb.)

F2: erős fagyhatásnak kitett falazóelem, védelem nélküli, talajszinthez közeli falazat (vakolatlan falak, támfalak, kerítések, vízzel nélkül lezárt falak, védelem nélkül falazott kémenyek, párkányok, falazott fedések, stb.)

Kioldható aktív sótartalom szerinti kategóriák:

S0: nincs követelmény (lényegében száraz környezetnek megfelelő)

S1: nedves környezetnek megfelelő

S2: nedves környezetnek megfelelő

További lényeges adatok:

- - a falazóelem mérete és mérettűrése, térfogatsúlya és tűrése
- - a falazóelem beépítési módja, méretei, üreg- és/vagy lyuktérfogat mennyisége
- - nyomószilárdság (szabványos és a fekvőhézagra merőlegesen illetve párhuzamosan)
- - tapadászilárdság (a falazat nyírószilárdságának meghatározásához)
- - falazóelem-kategória
- - hőtechnikai és páradiffúziós jellemzők
- - vízfelvétel, fagyállóság, aktív kioldódó sótartalom
- - nedvességváltozásra történő duzzadás, zsugorodás mértéke
- - tűzállóság

A falazóelemek jelölése: betű- és számjelzés (ált. az építhető falvastagság) – megnevezés – szilárdsági osztály vagy minőségi fokozat – a falazóelemre vonatkozó szabvány vagy ÉMI alkalmassági bizonyítvány.

Példák különböző falazóelem-jelölésekre:

1. példa: PTH 38 feles kézi falazóblokk – 100/800 – HWT VSZ-01;

POROTHERM kézi falazóblokk, 38 cm falvastagsághoz, feles méretű, 10 Mpa szilárdsági fokozatú, 800 kg/m³ testsűrűségű, a HWT VSZ-01 szabvány szerint gyártva.

2. példa: YTONG 300 NF+GT - P2-0,5 – A-51/95.

YTONG nútféderes megfogóhornyos falazóelem, 30 cm falvastagsághoz, P2 szilárdsági osztályú és 500 kg/m³ kiszáritott testsűrűségű, A-51/95 sz. ÉMI alkalmassági bizonyítvány szerint gyártva.

3. példa: Pillértégla MSZ 109;

tömör kisméretű égetett agyagtégla, pillértégla (minősítési nyomószilárdsága 2,0 kN/cm², fagyálló), MSZ 109 szabvány szerint gyártva

4. példa: Kettős méretű, kevés lyukú téglát I. MSZ 524;

kettős méretű kevéslyukú égetett agyagtégla, I. osztályú (minősítési nyomószilárdsága 1,0 kN/cm², nem fagyálló), MSZ 524 szabvány szerint gyártva.

5. példa: Minősítési nyomószilárdság szerinti jelölés: T100;

a téglát minősítési szilárdsága: 10 N/mm² (1 kN/cm²).

6. példa: A falazóelemek jelölése az érvényes (MSZ EN) szabványok szerint:

A következő adatokat kell feltüntetni:

- a gyártó neve, árujele vagy más ismertető jegye
- a falazóelem beazonosításához szükséges adatokat: szabványszám, falazóelem fajtája, mérete, mérettűrése, bruttó testsűrűsége
- a tervezett felhasználási célból lényeges adatokat: nyomószilárdság, tapadószilárdság, alak, nettó száraz testsűrűség, hőtechnikai tulajdonságok, páraátteresztő képesség, fagyállósági kategória, aktív oldható sótartalom kategória, nedves-ség okozta tágulás, tűzveszélyességi osztályba sorolás

B) Habarcsok

A habarcs kötőanyag, finomszemcséjű adalékanyag és víz felhasználásával készülő kenhető vagy önthető keverék. Hézagkitöltés, felületképzés, ragasztás és burkolás céljára alkalmas.

A habarcs akkor megfelelő, ha képlékeny állapotban feldolgozható az alkalmazott technológiával az adott körülmények között, megfelelő a szilárdsága és felületi tapadása, szilárdulás közben nem zsugorodik és nem duzzad, az elvárt különleges követelményeket kielégíti.

Az alapanyagok

- kötőanyagok: mész (mészpép, méshidrát, őrölt égetett mész), cement, gipsz (építési, vakoló, ragasztó), hidraulit,
- adalékanyagok: homok, köpor, egyéb adalékok (zúzott vagy őrölt kőzet, salak, téglaperlit, polisztírol-gyöngy stb.),
- víz,
- kiegészítő anyagok,
- festékek.

Az alapanyagokkal kapcsolatos ismereteket lásd az 1.4.1.1. pontban.

A habarcsok osztályozása a kötőanyag szerint

- *mészhabarcs*: kötőanyag csak mész
- *javított méshabarcs*: cement vagy hidraulit max. 200 kg/m^3 portlandcementnek megfelelő mennyiségig
- *cementhabarcs*: cement vagy hidraulit min. 200 kg/m^3 portlandcementnek megfelelő mennyiségig és legfeljebb $0,1 \text{ m}^3/\text{m}^3$ mészpép
- *gipsz és gipszes habarcs*: gipsz vagy gipsz is a kötőanyag (cementtel együtt nem!)

A habarcsok csoportosítása felhasználás szerint

Falazóhabarcsok:

A falazóelemek összekötésére, ágyazására és hézagkitöltésére szolgál.

Régi szabványok (MSZ) szerint:

Jelölése: Hf10 (H10): falazóhabarcs, minősítési nyomószilárdsága 1 N/mm^2
(a jelölő szám a nyomószilárdság tízszerese!)

Teherhordó falazatba alkalmazott habarcsminőségek:

- Hf 5 javított falazó méshabarcs,
- Hf 10 különlegesen javított falazó méshabarcs,
- Hf 30 falazó cementhabarcs,
- Hf 50 nagyszilárdságú falazó cementhabarcs,
- Hf 3 falazó méshabarcs: (válaszfal, kitöltő fal),
- Hf 80 igen nagy szilárdságú falazó cementhabarcs,
- Hf 90 különleges falazóhabarcs: különleges szilárdsági követelmények esetén.

Új szabványok (**MSZ EN**) szerint:

Jelölése: M: falazóhabarcs

szám: a habarcs átlagos nyomószilárdsága N/mm^2 -ben

például: M5 jelentése: 5 N/mm^2 nyomószilárdságú falazóhabarcs

(megfelel a régi H50 nagyszilárdságú falazó habarcsnak)

a jelölés recepthabarcsoknál kiegészíthető az előírt összetevők térfogatarányával:

pl. 1 : 1: 5 cement – mész - homok

kiegészítő jelölések egyéb tulajdonságokra, pl L M5 hőszigetelő (L) habarcs

Téherhordó falazatba alkalmazott habarcsminőségek:

A leggyengébb falazóhabarcs az M1, a legnagyobb szilárdságú az M20 jelű.

A habarcsok tervezése az MSZ EN 998-2 szabvány szerint végezhető.

Az adalékanyag legnagyobb szemmagysága általában 2,5 mm, kőfalaknál 5 mm lehet.

Könnyű (hőszigetelő) falazóhabarcsok:

- testsűrűség $600\text{--}1500 \text{ kg/m}^3$
- adalékanyag: perlit, polisztirolgyöngy, stb.

- habarcshézag 6 – 15 mm

Vékony rétegű (ragasztó) habarcsok:

- habarcshézag 0,5 – 3 mm
- szárazhabarcsként kerül forgalomba
- nagy méretpontosságú falazóelemeknél használható

Ragasztóhab: speciális ragasztók nagypontosságú falazóelemekhez

(pl. POROTHERM Profi DRYFIX extra)

Vakolóhabarcsok:

Falfelületekre és mennyezetekre felhordott, az egyenetlenségeket kiküszöbölő, védelmet biztosító és a felületképző habarcsok alapjául szolgáló habarcsok.

Régi szabványok (**MSZ**) szerint:

Jelölése:

Bv5: belső vakolóhabarcs, minősítési tapadószilárdsága $0,05 \text{ N/mm}^2$ (5 N/cm^2);

Hv10: homlokzati vakoló-hézagolóhabarcs, min. tapadószilárdsága $0,5 \text{ N/mm}^2$ (5 N/cm^2).

Vakolathoz alkalmazott habarcsminőségek:

- Hvb 2 belső vakoló mészhabarcs
- Hvb 5 belső javított vakoló mészhabarcs
- Hvb 7 belső erősen javított vakoló mészhabarcs
- Hvh 3 homlokzati vakoló mészhabarcs
- Hvh 7 javított homlokzati vakoló mészhabarcs
- Hvh 10 különleges homlokzati vakoló- és hézagolóhabarcs

Az adalékanyag legnagyobb szemmagysága egyrétegű, valamint alapvakolat készítésekor 2,5 mm, simítóvakolatoknál 1 mm.

Belső vakolathoz III. o. adalékanyag megengedett, külső vakolatokhoz legalább 50 %-ban II. o. adalékot kell felhasználni.

Korszerű, feldolgozásra kész vékonyvakolatok, nemesvakolatok kötőanyagai lehetnek akrilgyanta, szilikongyanta, kálivízüveg, stb.

A vakolóhabarcsoknak a tapadó- és nyomószilárdságuk is fontos mechanikai tulajdonságuk.

Új szabvány (**MSZ EN 998-1**) szerinti vakoló habarcs jelölések:

GP: normál vakolóhabarcs

LW: könnyű (hőszigetelő) vakolóhabarcs

CR: nemes vakolathoz való habarcs

OC: kültéri közbenső (ágyazó) habarcs

R: felújító vakolóhabarcs

T: hőszigetelő vakolóhabarcs

Szilárdsági jel: minősítési érték [N/mm^2]

például: GP5 normál vakolóhabarcs, 5 N/mm^2 nyomószilárdság

kiegészítő jelölések egyéb tulajdonságokra

Felületképző habarcsok:

Azok a habarcsok, amelyeket a falazatok végleges felületének, általában homlokzati felületének kiképzésére használnak. Felületképzéshez használt habarcsok:

- Ks 4 felületképző habarcs kőporos fröcsköléshez
- Kd 7 felületképző habarcs kőporos dörzsöléshez
- N 12 nemesvakolat

Jelölése: Kd 7, felületképző habarcs kőporos dörzsöléshez, minősítő tapadékszilárdsága $0,07 \text{ N/mm}^2$ (7 N/cm^2),

Az adalékanyag legnagyobb szemnagysága kőporos fröcsköléshez 2,5 mm, kőporos dörzsöléshez és nemesvakolathoz 5 mm. Adalékanyagként legalább II. o. homok, kőpor és zúzott homok, nemesvakolathoz I. o. homok és I. o. közüzalék, továbbá víz, kiegészítő és színező anyagok használhatók. Kötőanyag cement, mész és savanyú hidraulitok lehetnek.

Különleges habarcsok:

- hőszigetelő habarcs
- injektáló habarcs (IH)
- vízzáró habarcs (VH)
- tűzálló habarcs
- szulfátálló habarcs
- sugárvédő habarcs
- felújító vakolóhabarcs (pl. nedves falazaton sóközömbösítés)

Burkolóhabarcsok, ágyazóhabarcsok:

Burkolóhabarcsokból különféle mechanikai követelményeknek és az időjárásnak ellenálló, vakolatként felhordott burkolatot készítenek.

Az ágyazóhabarcsokat különféle burkolólapoknak falazathoz vagy padlóhoz való rögzítésére, ragasztására használják.

1.6.3. A habarcs előállítása, szállítása

A habarcs összetétele:

- recept alapján készülő habarcs,
- tervezett összetételű habarcs,
- gyári szárazkeverék.

A habarcs helyszíni előállítása

A habarcs gépi keveréséhez dobkeverőt vagy kényszerkeverőt használnak. Kézi keverést csak kis mennyiségű habarcs keverésénél célszerű alkalmazni. Az összetevőket súly szerint kell kimérni.

Keverési, adagolási sorrend mészhabarcs esetén:

- keverővíz + mész → mésztejjé elkeverve,
- adalékszer (ha van) adagolása a mésztejbe,
- adalékanyag (homok) és keverővíz adagolása a mésztejbe.

Keverési, adagolási sorrend javított mészhabarcs esetén:

- keverővíz + mész → mésztejjé elkeverve,
- por alakú kötőanyag (cement) és adalékanyag (homok) összekeverése szárazon,
- keverővíz, adalékszer (ha van) és a szárazkeverék adagolása a mésztejbe.

Keverési, adagolási sorrend kőporos habarcs esetén:

- keverővíz + mész → mésztejjé elkeverve,
- por alakú kötőanyag (cement) és adalékszer (ha van) adagolása a mésztejhez,
- keverővíz és adalékanyag (homok) adagolása a mésztejbe.

Keverési, adagolási sorrend gipszes habarcs esetén:

- keverővíz + mész → mésztejjé elkeverve,
- gipsz adagolása és elkeverése a mésztejbe,
- keverővíz, adalékszer (ha van) és az adalékanyag adagolása a mésztejbe.

Keverési, adagolási sorrend 100 kg/m³-nél kevesebb por alakú kötőanyag esetén:

- keverővíz + mész → mésztejjé elkeverve,
- por alakú kötőanyag összekeverése a mésztejjel,
- keverővíz, adalékszer (ha van) és az adalékanyag adagolása a mésztejbe.

Keverési, adagolási sorrend színezett(festett) habarcs esetén:

- a festéket szárazon az adalékanyaghoz kell keverni.

Keverési, adagolási sorrend cementhabarcs – por alakú kötőanyagok – esetén:

- a betonkészítésre vonatkozó szabályok érvényesek.

Az előírt keverési arányokat be kell tartani, az alkotókat gondosan össze kell keverni!

Szárazhabarcs (szárazvakolat), előkevert habarcs, készhabarcs

A *szárazhabarcsot* gyárban állítják és keverik össze, a munkahelyre zsákolva vagy ömlesztve szállítják ki. A helyszínen csak az előírás szerinti mennyiségű vízzel kell összekeverni.

A gyárban előállított a munkahelyre zsákolva vagy ömlesztve kiszállított *előkevert habarcs*hoz a helyszínen csak vizet, esetleg kötő- vagy kiegészítő anyagot kell adagolni az előírás szerinti mennyiségben, majd és összekeverni.

A *készhabarcsot* habarcsüzemben állítják elő és a munkahelyre felhasználható állapotban szállítják ki. Megfelelő adalékszeres hozzáadásával (kötéskésleltetés) kb. 30 h-n belül lehet felhasználni.

Habarcsszállítás, bedolgozás

Készhabarcs *közúti szállítása* íves kiképzésű billenőteknős gépkocsival vagy leülepedést akadályozó kavarkocsival, a habarcs fogadása billenthető fémbunkerrel vagy habarcsládával történhet.

A *munkahelyi habarcsszállítás* korszerű módja a gépi (szivattyús vagy pneumatikus) csővezetékű szállítás. Egyébként megfelel minden betonszállításnál is alkalmazható megoldás.

A habarcs bedolgozásának korszerű módja a gépi szállításhoz kapcsolódó gépi vakolás. A gépi vakoláshoz különösen alkalmasak a szárazkeverékek, az előkevert habarcsok. A habarcsokkal végzett munkákat is befolyásolja az időjárás, a környezeti hőmérséklet, a csapadék és a szél. A megfelelő utókezelésről, védelemről betonozó munkákhoz hasonlóan gondoskodni kell, (l. 1.4. alfejezetet).

Mészhabarcsot levegőtől elzárt helyen nem szabad használni, mert nem köt meg (kötéshez kell a levegő szén-dioxidja). Csak a megszilárdult méshabarcs vízálló. Gyorsan kötő habarcsok (pl. gipszhabarcs) esetén vigyázni kell, hogy a kötés kezdete előtt a bedolgozás megtörténjen!

Hibák habarcskészítésnél és bedolgozásnál

- Az összetevőket rosszul mérik ki vagy nem súly szerint adagolják.
- A keverővíz nem megfelelő minőségű (szerves anyagot tartalmaz, nem semleges PH-értékű).

- Nem megfelelő a homok szemszerkezete, legnagyobb szemnagysága.
- A homok agyag-iszap tartalma nagy (I.-II. o. homokban 3%, a III. o. homokban 8% a megengedett érték, a gyakran használt bányahomokban kb. 15%!).
- Nem kellően pihentetett meszet használnak (kipattogzás).
- Túladagolják a meszet (a kövér habarcs zsugorodik, a felületén repedezik).
- Kötőanyaghiány miatt (sovány habarcs) a vakolat homokszerűen ledörzsölhető.
- A vakolóhabarcsban túl sok a finom homok, köpor, festék (hajszálrepedések, morzsolódik).
- Nagy szilárdságú cementet használnak (a cementpép nem tudja bevonni az adalékanyagot).
- A nem megfelelő minőségű adalékszer vagy kiegészítőszer kivirágzást okozhat.
- A felhordott vakolatot nem védik az időjárási hatásoktól, pl. túl nagy melegben az árnyékolást, hidegben a fűthető védőburkolatot, esős, szeles időben a védőfóliát hagyják el (a vakolat szilárdsága, tapadása csökken, repedezik, átázik).
- A falazó- vagy a vakolóhabarcs megfagyott (szilárdságcsökkenés, felengedéskor lemálás).
- A felület rossz előkészítése vagy a rossz technológia miatt a vakolat leválik.
- A habarcs szilárdsági tulajdonságai (nyomószilárdság, tapadó szilárdság) nem megfelelőek.
- Nem várták meg a falazat ülepedését, ezért a vakolat repedezik, leválik.

1.6.4. Falszerkezetek

A falazatok szilárdsága

A falazat szilárdsága alapvetően a falazóelem és a falazóhabarcs szilárdságától függ, azonban a kivitelezés technológiája és minősége (kötések, habarcsvastagság, stb.) is jelentősen befolyásolja.

A falazatok szilárdsági jelölése

Régi szabvány (MSZ 15023) szerint:

A falazat szilárdsági osztályát a tervező a falazóelem anyagára és nyomószilárdságára utaló jellel, valamint a falazóelem fajtájának megnevezésével adja meg. Általában szilárdsági szempontból II. osztályú falazatot terveznek (l. MSZ 15023 F2. Függelék).

A falazóelemek betűjele:

- K: kő,
- T: égetett agyagtermék,
- MT: mészhomok téglá,
- B: beton,
- BK: könnyűbeton.

Például: TF 10 kisméretű, tömör téglából.

A falazat elkészíthető: T 100 min. kisméretű, tömör téglából, Hf 10 min. falazóhabarccsal.

Ha a tervező csak a fal szilárdsági kategóriáját jelöli meg, a falazat elkészíthető bármely olyan téglá-habarcs összetételben, amelynek szabványos nyomó-határfeszültsége a kategóriaszámot eléri vagy meghaladja!

A példában megadott szilárdságú falazat készíthető többi között az alábbi összetételekben is:

- B25 falazóblokkból: T70 min. téglából, Hf 30 min. falazóhabarccsal;
- Kettős méretű soklyukú téglából: T100 min. téglából, Hf 10 min. falazóhabarccsal;

• POROTHERM falazóblokkból: T50 min. téglából, Hf 10 min. falazóhabarccsal;
(a téгла-habarc összeállításokhoz tartozó falazati szilárdsági kategóriákat l. az *MSZ 15023* szabványban!)

Új szabvány (**MSZ EN 1996**) szerint

A falazat szilárdsága függ:

- - a falazóelem és a habarc szilárdságától
- - a szerkezet fajtájától
- - a kivitelezés minőségétől, osztályától

A falazóelemeket különböző követelmények szerint négy csoportba (1.-4.) kell sorolni (ezt általában a gyártó megadja), továbbá a gyári minőség-ellenőrzés alapján I. vagy II. osztályba kell sorolni a terméket.

A kivitelezés körülményeit (munka felügyelete, az ellenőrzés és mintavétel rendje) és a falazási módot, a fugák habarcstelítettségét figyelembe véve meg kell állapítani a falazat besorolási osztályát (1. – 5.), ez lényegében egy megvalósulási kategória.

A falazat anyagi jellemzőinek tervezéskor használandó biztonsági tényezőjét (1,5 – 3,0) a besorolási osztály (kivitelezés, ellenőrzés minősége) és a falazat anyagának minősége (falazóelem, habarc, esetleges vasalás) alapján kell meghatározni. A falazat szilárdsága ezt követően tervezhető. A szabvány olyan táblázatot nem tartalmaz, ahonnan a falazóanyag és a habarcminőség ismeretében a fal szilárdsági adatait ki lehetne olvasni (lásd a régi MSZ szabványnál a példákat).

A tervezőnek a kiviteli terven egyértelműen meg kell határoznia az alkalmazott anyagokra és a kivitelezésre, ellenőrzésre vonatkozó követelményeket (ezek alapján tervez!):

- falazó elem: anyaga, mérete, csoportja, minőségi osztálya
- falazóhabarc: minősége, előállítása (egyedileg tervezett, recepthabarc vagy tetszőleges)
- kitöltőbeton (ha van): szilárdsága, konzisztenciája, szemszerkezete
- vasalás (ha van): vasalás típusa, anyaga, toldási hossza, stb.
- a falazás módja: a falazóelemek vágása, darabolása, a hézagok habarcstelítettsége (%) és a habarcsvastagság (-tól –ig)
- vasalásra, kibetonozásra vonatkozó utasítás
- a kivitelezés: a munka felügyeletére, minőségellenőrzésre, mintavételre vonatkozó utasítás.

A falak mérete, habarcshézagok

A falazatok kivitelezésére vonatkozó ismertetés nem teljeskörű, egy-egy falazattípus felhasználásakor a gyártó alkalmazástechnikai leírásaiban, technológiai utasításaiban foglaltakat is be kell tartani.

A falak és faltestek mérete a falazóelem és a habarcshézag méretéből számítható. A fal különböző méreteinek (belmagasság, nyílások, faltestek, parapetmagasság stb.) megállapításánál tekintetbe kell venni az alkalmazott falazóelem méretét.

Falvastagság:

- egy téгла (elem) vastagságú fal; v = elem mérete,
- több téгла vastagságú falak; v = elemek mérete + habarcshézagok mérete. A habarcshézagot 10 mm-re lehet felvenni.

Hosszméretek:

- a fal névleges mérete; L_n = elemek száma $\times$ (elemméret + habarcshézag),
- a fal külmérete: $L_k = L_n - 1 \times$ habarcshézag,
- a falban lévő nyílás belmérete: $L_b = L_n + 1 \times$ habarcshézag.

A hosszmeretek számításánál $\frac{3}{4}$, $\frac{1}{2}$ és $\frac{1}{4}$ elemeket is figyelembe lehet venni. A habarcs hézagokat 10 – 12 mm-re lehet felvenni.

Falmagasság:

- a fal névleges magassága: $H_n = a \times \text{rétegek száma} \times (\text{elemmagasság} + \text{habarcs hézag})$ (a habarcs hézagot 1,0–1,2 cm-re lehet felvenni).

A habarcs hézagok szilárdsági osztály szerinti átlagos vastagságát a vonatkozó szabvány (pl. MSZ 15023), a „–tól – ig” értéket a falazóelemre vonatkozó alkalmazástechnikai útmutatók, segédletek, valamint a tervezői előírások tartalmazzák.

A falazóelemek nem egységes méretrendben készülnek. Egyeseket össze lehet egymással építeni (rakni), másokat nem. A méreteltéréseket csak szabályosan darabolt tört falazóelemekkel és megengedett habarcs hézag méretekkel szabad kiegyenlíteni.

Burkolótéglaénál a téglamodul használata elengedhetetlen!

A falak teherbírása, állékonysága

A falak teherbírását, állékonyságát a falazat szilárdsága és a kivitelezés minősége (kötések, habarcsvastagság stb.) mellett befolyásolja a falak keresztmetszeti mérete és a karcsúsága (a fal szélességének és magasságának aránya). A fal teherbírása a vízszintes hézagokba beépített vasalással növelhető. Teherhordó falba a legkisebb téglaméret fél téglá, egyéb falba negyed téglá.

A falak merevítése merőleges falakkal, keresztfalakkal vagy erősítő falpillérekkel történhet.

A falak együttdolgozását monolit vasbeton koszorúval vagy ékkel megfeszített falkötő vassal lehet biztosítani.

A koszorúba min. 2 cm² keresztmetszetű hosszirányú, szabályosan toldott acélbetét és Ø6/30 kengyelezés szükséges. Koszorúnak tekinthető többi között a monolit vasbeton födém felfekvő födémsegélye is, ha abban elhelyezték a hosszirányú koszorúbetéteket. A teherelosztó vagy teherhordó koszorúkat tervezői utasítás szerinti vasalással és betonkeresztmetszettel kell kivitelezni.

A teherhordó falra a nyílászathidalóknak (a fal síkjában lévő gerendáknak) legalább 15 cm-re, a falra merőleges gerendáknak min. 10 cm-re, a monolit vasbeton födémlemeznek min. 6 cm-re fel kell feküdnie.

A falazott pillér legkisebb keresztmetszeti mérete a falazóelem méretétől függ. A legkisebb keresztmetszet két egész falazóelem mérete (pl. kisméretű téglából 25 x 25 = 625 cm², YTONG falazóelemből 50 x 30 = 1500 cm², POROTHERM téglából 50 x 30 = 1500 cm²).

A falazatok szerkesztési előírásait az 5. pontja tartalmazza.

1.6.5. Falazási munkák

A falazat vízszintbe rakott falazóelem-rétegekből és az elemek közötti vízszintes és függőleges habarcsrétegekből áll (a szabályos hézagméreteket l. az előző pontban). A függőleges hézagok lehetnek keresztirányúak (átmenők vagy részben átmenők) és hosszirányúak. A vízszintes és a hosszirányú hézagokat teljes keresztmetszetükben ki kell tölteni habarccsal, a keresztirányúaknál az elemre vonatkozó előírások szerint kell eljárni.

A) Téglakötések

Téglakötés adja meg a téglák helyzetét a falban. A szabályos téglakötés a fal kellő teherbírásának egyik feltétele.

A téglák elhelyezkedése:

- futótégla: a fekvő téglá (falazóelem) hosszoldala a falsíkkal párhuzamos,
- kötőtégla: a fekvő téglá (falazóelem) hosszoldala a falsíkra merőleges,
- éltégla: a téglá hosszirányú élén való elhelyezése a fal síkjával párhuzamosan,
- állótégla: a téglá szélességirányú élén való elhelyezése a fal síkjával párhuzamosan.
- teherhordó falakat éltégla- vagy állótégla-falazással nem készítenek.

A téglarétegek (sorok):

- futóréteg: a falazat homlokzatán futótégla-sort mutató réteg,
- kötőréteg: a falazat homlokzatán kötőtégla-sort mutató réteg.

Jellemző kötésfajták:

- futókötés: csak futórétegeket mutató falazat,
- kötőkötés: csak kötőrétegeket mutató falazat,
- keresztkötés: egymást váltó futó- és kötőrétegeket mutató falazat (a futórétegeket egymáshoz képest fél téglával el lehet tolni).

A függőleges hézagok helyzete:

- egymás fölötti rétegeknél a függőleges hézagok egybeesése *tilos*,
- falvégen a függőleges hézagok átfedése falbelsőben max. 1/4 téglányi lehet,
- a téglák szokásos átfedése $\frac{1}{2}$ vagy $\frac{1}{4}$ téglaméret,
- a téglák legkisebb átfedése 0,4 x elemmagasság, de nem lehet kisebb 5 cm-nél

Jellegzetes falrészek:

- a falazás a falsarkoktól, falvégektől indul, ezért ezek kötése az egész falszakaszt meghatározza,
- a falvégek befejezéséhez $\frac{3}{4}$ -es, fejlő- vagy gyártott feles elemet kell használni (falazóelemtől függően),
- a kávékat, falfülkéket és falhornyokat a falvégekhez hasonlóan kell falazni,
- a derékszögű falsarokban a rétegeket irányonként váltva kell kifutatni, úgy, hogy a falsíkra a futósort fusson ki (a falazást a falvégkötés szabályának betartásával kell megkezdeni),
- hegyes szögű falsaroknál a fal külső oldali futósortait kell váltva végigvezetni, és ehhez a másik falat csatlakoztatni,
- tompaszögű falsaroknál a belső sarokpontból a külső falsíkra rétegenként váltva bocsátott merőlegeshez kell a téglasorokat csatlakoztatni
- a falcsatlakozásnál a merőleges fal futósortát kell kifutatni és a falvégkötés szabályai szerint befejezni, a következő rétegben a hosszanti fal futósortát kell végigvezetni és a merőleges falat hozzácsatlakoztatni,
- ha a hosszanti fal több egymás melletti téglasorból áll, akkor a merőleges falat eleendő bekötni,
- falkeresztvezdéseknél egyik rétegben az egyik, másik rétegben a másik irányú fal téglasorát kell végigvezetni és hozzáfalazni a csatlakozó sorokat,
- a pilléreket úgy kell falazni, mintha falvégekkel határolt falszakaszok volnának (nagy terhelésű pilléreknél állóhézagok nem kerülhetnek egymás fölé), $\frac{3}{4}$ -es téglánál kisebb darabtéglát nem szabad beépíteni.

B) Néhány jellemző falazóelem alkalmazása

A falazóelemek nem egységes méretrendben készülnek. Egyeseket össze lehet egymással építeni (rakni), másokat nem.

Az összeépítést az *eltérő anyagtulajdonságok* is megakadályozhatják. Például égetett agyagból készített falazóelemeket *tilos* összeépíteni pórusbeton falazóelemekkel!

A falazóelemek üregeinek és a köztük lévő hézagoknak kitöltése habarccsal:

- a vízszintes hézagokat teljes keresztmetszetükben ki kell tölteni habarccsal;
- a függőleges hosszirányú és a falon át nem menő hézagokat (egy rétegben több, egymás melletti kötésbe rakott téglasor esete) szintén teljes keresztmetszetükben ki kell tölteni habarccsal;
- a függőleges átmenő hézagok kitöltése (ha a gyártó másképp nem rendelkezik):
 - általában teljes keresztmetszetben tömören (átlátásmentesen) ki kell tölteni a hézagot,
 - oldalhornyos elemeknél, ha az elemek között kb. 1 cm hézag van, akkor a csatlakozó felületeket teljes keresztmetszetben ki kell tölteni habarccsal, de a hornyot (üreget) *tilos* (pl. B30-as kézi falazóblokk),
 - “habarcsdugós” falazóelemeknél csak az üreget szabad habarccsal kitölteni, az érintkező felületeket *tilos* (az elemek közötti hézag kb. 2-3 mm),
 - nútolt falazóblokkoknál a függőleges hézagokba tilos habarcsot tenni, az elemeket csak szárazon és szorosan illesztve kell elhelyezni;
- a falazóelemek belső üregeit (függőleges vagy vízszintes helyzetűek) *tilos* habarccsal kitölteni;
- a nagy méretpontosságú falazóelemeknél (pl. YTONG elemek) kb. 1 mm a hézagvastagság, ezért ezeknél a falazás során vékony ágyazatú habarcsot (“ragasztót”) szabad csak használni (célszerűen a gyártó által ajánlottat);
- látszóhézagos (nyersen maradó) falaknál a hézagokat kb. 1,5 cm mélyen ki kell kaparni, majd hézagolóhabarccsal kell kitölteni (hézagképzésnél a hézagolóhabarcs felületének biztosítani kell az esővíz lefolyását a felületről, ellenkező esetben kifagyás következhet be)
- vázkerámia falazóelemeknél, soklyukú tégláknál harántfuga (felületre nyíló üreg, lyuk) nem kerülhet falsíkra.

Kézi falazóblokkok égetett agyagból, könnyűbetonból és pórusbetonból:

Sok előnyös tulajdonságuk mellett néhány dologra fontos figyelni:

- teherhordó falazatként csak a gyártó mű által megadott szintszámú és átlagos méretű épületnél lehet beépíteni;
- nem alkalmazhatók boltozat és boltív készítésére,
- nem építhetők be pinceszinti szerkezetként (kivéve a kifejezetten célra gyártottakat),
- nem építhetők be fagyveszélyes helyen (pl. lábazatba),
- önálló teherhordó pillérként nem alkalmazhatók,
- más anyagú és más szerkezetű falazóelemekkel, szerkezetekkel *tilos* vagy csak a meghatározott módon szabad összeépíteni őket (l. az Alkalmazástechnikai útmutatókat),
- kéményépítésre alkalmatlanok.

C) Néhány kiegészítés

Vázkitöltő falak

A vázkitöltő falak kész, kellő teherbírású és merev teherhordó tartószerkezetekhez kapcsolódnak. Kivitelezésük, építésük helyes sorrendje felülről lefelé történik, szintenként kiékelve a gerendához, födémhez.

Ha alulról kezdik kivitelezni a vázkitöltő falakat, akkor nem szabad őket teljes magasságig megépíteni. Az egymás fölötti falak kiékelését a legfelső szinten kell kezdeni, és lent befejezni. Ezzel el lehet kerülni a káros többletterhelést és a falak károsodását.

Ha a vázkitöltő fal és a teherhordó szerkezetek közé rugalmas réteget építenek be (lehetővé téve a feszültségmentes alakváltozást), akkor a falak stabilitását a vasbeton oszlopokhoz való kikötéssel kell biztosítani.

Boltozatok, boltövek

A falazott boltozatok, boltívek kivitelezése nagy szakmai ismereteket kíván. A falazáshoz kisméretű téglát kell felhasználni. A legtöbb boltozat és boltív falazása csak alátámasztó állványzattal, mintaívvel oldható meg. A mintaívben megfelelő (1-2 cm) túlemelést kell adni. A nagyobb boltozatokat, boltöveket két oldalról szimmetrikusan kell falazni. Falazásnál a pillérek építésénél alkalmazott kötéseknek kell alkalmazni. Kritikus pontok a boltváll és a záradék. A záradékba csak zárótégla kerülhet. Az alátámasztást elbontani csak akkor szabad, ha a boltozattól, boltövből adódó oldalnyomás felvétele terv szerint biztosított (falazattal, vonóvassal, leterheléssel, stb.).

Kémények

Falazott kémények tömör téglából vagy idomelemes kéményelemekből építhetők. A kéményeket megfelelő alapra kell állítani. A kémény és egyéb teherhordó szerkezetek (falak, pillérek, gerendák, faszervezetek stb.) között megfelelő hézagot kell hagyni. Ezt a hézagot ki kell tölteni nem éghető szigetelőanyaggal.

Az idomelemes kémények építésénél a gyártó Alkalmazástechnikai útmutatójában foglaltakat kell betartani.

A téglakéményeknél a min. téglaméret a feles, a falazóhabarcs minősége min. Hf 5 legyen. Az állandó kürtőkeresztmetszetet mintafa segítségével kell biztosítani. A hézagokat teljesen ki kell tölteni, és kívül-belül simára kell dörzsölni. A minimális falvastagság kürtők között 12 cm, külső homlokzati falban 38 cm, tűzfalban 25 cm, fedés felett $\frac{3}{4}$ tégl (T140, Hf 10 minőségben). A kémény kellő hőszigetelését más módon is lehet biztosítani.

A kürtők elhúzása a függőlegestől max. 30° lehet. A 12 cm-es téglafalakat megvézni, gyengíteni *tilos!* A kéménybe a szükséges bekötéseket, tisztítónyílásokat, ajtókat be kell építeni, ezek a kéménykeresztmetszetet nem csökkenthetik.

A kéményfejet időjárásállóan kell kialakítani.

Kőfalak

Kőművesmunka a terméskő falak kivitelezése (faragott kőfalak kivitelezése, kőfaragómunka). A legfontosabb általános szabályok:

- a köveket természetes fekvésükben kell beépíteni, a nedvszívó köveket be kell áztatni,
- a legnagyobb köveket a falsarkokba, falvégekre kell beépíteni
- függőlegesen álló hézagok ne kerüljenek egymás fölé, a fekvő hézagok kb. vízszintesek legyenek,
- a futó- és a kötőhelyzetű kövek egy rétegen belül változzanak, és ha lehet, akkor teljes keresztmetszeten átmenő átkötők is legyenek,

- egy pontban háromnál több hézag ne találkozzon,
- a habarcsréteg max. 3 cm lehet, nagyobb hézagokba, zugokba kőékeket kell elhelyezni,
- vakolt kőfalba 50–80 cm-enként célszerű 1-2 sor téglát beépíteni,
- vakolatlan kőfal hézagolását a falazóhabarcs megszilárdulása előtt el kell végezni hézagolóhabarccsal,
- teherhordó kőfal 50 cm, kitöltőfal min. vastagsága 40 cm,
- a különböző kőfalak (ciklopfal, kiegyenlítő réteges kőfal, soros kőfal stb.) kialakítását, felépítését l. a szakirodalomban.

D) A falazás munkamenete

A falazási munkákat a *kitűzéssel* kell megkezdeni. A falazást a falvégeken, falsarkoknál kell rendszerint kezdeni. Itt kell a kitűzést és a téglakötéseket szabályosan, pontosan kivitelezni, mert a közbenső szakaszokat ezekhez a faltestekhez kell falazni. Ezeknél a falrészeknél a téglasorokat “csorbázní” kell, lehetővé téve a közbenső falszakaszok csatlakozását.

Az egyes rétegeket vízszintesen kell fektetni, a rétegmagasságokat ellenőrizni kell (pl. sorvezető léccel). Ugyancsak soronként kell ellenőrizni a fal függőlegességét és egyenességét (pl. kifeszített kitűzőzsinórral vagy zsinórokkal).

Az összefüggő faltestek falazását úgy kell megszervezni, hogy egy műszakban közel azonos magasságot érjenek el, ellenkező esetben eltérő, egyenlőtlen ülepedés lesz (az ülepedés 1–1,5%-a lehet a falmagasságnak!)

A téglák faragására, vágására csak jó minőségű, repedésmentes, hibátlan téglák alkalmasak.

A téglák beáztatásáról, a falazat utókezeléséről, védelméről gondoskodni kell.

Nyerstéglafalaknál különösen ügyelni kell az egyenletes fugavastagságra, a hézagok vízszintes és függőleges elhelyezkedésére, a téglák pontos méretre faragására, vágására. Ezeknél a falaknál a hézagolást célszerű utólag készíteni, és ehhez hézagolóhabarcsot használni.

Falazás közben nem szabad elfeledkezni a falazatba kerülő monolit vasbeton szerkezetek (koszorú, áthidaló, térdfalpillér stb.) hőszigeteléséről.

Egyéb falak:

- üreges falazóelemek (zsalukövek, polisztirol elemek, stb.) helyszíni kibetonozással: a betonozás, vasszerelés kivitelezése megegyezik a monolit vasbetonépítéssel,
- közép- és nagyméretű blokkok: kivitelezésük megegyezik az előregyártott falszerkezetekével,
- monolit falak: lásd monolit vasbetonépítésnél.

E) Teherhordó falak vakolása (a legfontosabb feltételek, lásd még 1.9. pontot)

A külső vakolatok vastagsága kb. 2 cm, a hőszigetelő vakolatok vastagsága 4 – 9 cm, a belső vakolatok vastagsága 1 – 1,5 cm.

A vakolási munkák megkezdése előtt az épületet tető alá kell hozni, a vakolat alá kerülő szerkezeteket, szerelvényeket el kell helyezni, be kell építeni, a nyomáspróbát el kell végezni, a vízelvezetést meg kell oldani. A vakolást úgy kell ütemezni, hogy egyszerre egy homlokzati síkot be lehessen fejezni (tagolatlan homlokzatnál különös figyelmet érdemel).

Az alapfelületnek tisztának, kellő teherbírásúnak, érdesnek, vízszívónak, a fugáknak kitöltöttnek kell lenniük. Átázott, átnedvesedett felületeket nem szabad vakolni.

A többretegű vakolatoknál a vakolatszilárdság csak a faltól távolodva csökkenhet. Az egyes rétegek vastagsága cementhabarcs esetén 10 mm, mészhabarcs esetén 15 mm lehet.

Vakolás közben a nyílásoknál a vakoló sablonokat, az előírt helyeken a vakolaterősítő hálót és profilokat be kell építeni.

A vakolás nagy melegben és hidegben folyó kivitelezésére a betonozásnál ismertettek érvényesek. A kész vakolat utókezeléséről, védelméről gondoskodni kell (nagy meleg, közvetlen napsütés, szél, csapóeső, fagy).

Néhány jellemző falazási és vakolási hiba (l. még az 1.6.3. és 1.9. pontokat is):

- az álló hézagokat nem töltik ki habarccsal megfelelően (szilárdságcsökkenést okoz),
- túl vastagok a fekvő hézagok (nagy ülepedés),
- a fekvő hézagok változó vastagságúak, vagy egyes falszakaszokat magasabbra falaznak (egyenlőtlen ülepedés, repedés),
- túl száraz téglákat építenek be (a téglák a vizet elszívja, a habarcs nem tapad, szilárdsága csökken),
- sok a darabolt, törött téglák egy helyen, vagy nem szabályos a téglakötés (szilárdságcsökkenés),
- egy szinten különböző minőségű habarcsot használnak (eltérő ülepedés, repedés és bizonytalan szilárdság),
- össze nem illő falszakaszok összefalazása (egyenlőtlen ülepedés miatt függőleges repedések),
- kőfalaknál szabálytalan hézagkitöltés vagy hiányos hézagkitöltés (szilárdságcsökkenés, repedés, egymásra pontszerűen felfekvő kövek repedése, törése),
- nedvszívó követ áztatás nélkül építenek be,
- a kő vízfelvétele nagy (kifagyás, esetleg duzzad, málik),
- központosan nyomott falszerkezetben külpontos nyomás vagy hajlítás lép fel (repedések, habarcs-tönkremenetel),
- a falazás görbe, ferde (állékonysági probléma),
- nagyobb boltövek, boltozatok falazását egy oldalon kezdik (elnyomódik a mintaív),
- a boltvállat helytelenül képezik ki, a gyámfalat gyengítik (repedések a boltozatban),
- az oldalnyomást a gyámfal nem tudja felvenni, vagy a vonóvasat nem építik be (a boltozat beomlik, különösen veszélyes lapos íveknél),
- a boltozatot ráépítik a nem kellően teherbíró gyámfalra (a boltozat eltolja a gyámfalat),
- a boltozat munka közben megsüllyed,
- az állványzatot nem ékelik ki, nem lehet egyenletesen leeresztetni (repedés a boltozaton),
- a vakolat aljzata nem nedvszívó, vagy vakolás száraz falra (a vakolat nem tapad, málik, lehullik),
- a vakolandó felület nem térfogatálló (a vakolat reped),
- a vakolandó felület nem egyenletes (a vakolat eltérően szárad, elszíneződik),
- a vakolat alsó és felső rétege eltérő minőségű, az egyik sovány a másik kövér (a száradási feszültségek különbözőek, a felület repedezik, az alapvakolat lefagy, a külső sovány vakolat nem időálló és rosszul tapad a kövér habarcsához),
- a vakolat túl vastag (kivitelezés közben önsúlyától lecsúszik, nehezen szárad és repedezik, esetleg saját súlyától leválk, leszakad),
- túl vékony a vakolat (az aljzat átüt a vakolaton, nem védi a falat az eső ellen),
- rosszul oltott meszet használnak (felületen kipattogzás, akár 1-2 évig),
- homlokzatra gipszes vakolat kerül (eső hatására a vakolat tönkremegy),
- vakolás nedves falra (leválás, lefagyás, kivirágzás),

- vakolás fagyott felületre (a vakolat nem tapad, lehullik olvadásnál),
- kitöltőfalat azonnal vakolnak (a fal ülededik, repedés a vázszerkezet-fal csatlakozásánál),
- nagy homlokzatzfelületen nincs osztóhézag (a munkahézag megjelenik a felületen)
- rosszul állítják helyre a vakolóállványok kikötési pontjait,
- nem hagynak elegendő technológiai szünetet az egyes vakolati rétegek kivitelezése között (a vakolat lehullik),
- a cementvakolatot nem tartják nedvesen (megreped, lehullik, szilárdsága csökken),
- nem vigyáznak a kész vakolat tisztaságára.

1.6.6. A műszaki ellenőr feladatai

- A falazóanyag és a habarcs ellenőrzése, vagyis hogy megfelel-e a tervező által előírt falazatminőségnek (a kivitelező által megválasztott anyagminőségeknél a szilárdsági kategóriát is),
- a falazóanyag ellenőrzése szemrevételezéssel és szállítólevél (bizonylat) alapján (minőség, méret, alak, repedés, törés stb.), a selejt beépítésének megtiltása,
- habarcs alapanyagainak és készítésének, bedolgozásának ellenőrzése (mint a betonnál),
- a falak kitűzésének (sarkok, falcsatlakozások, vízszintes és függőleges kitűzések, nyílások, kémény stb.), a kitűzés tervszerintiségének ellenőrzése,
- kivitelezés közben (szűrőpróbaszerűen) ellenőrizni a kötéseket, a hézagméreteket, a hézagok habarcskitöltését, a beépített téglák méretét (különös tekintettel a tört és darabolt elemekre), a munkahézagokat,
- ellenőrizni a kész falak utókezelését, védelmét (különösen nagy melegben vagy hidegben),
- a kész falak terv szerinti kivitelezésének ellenőrzése (keresztmetszet, magasság szintenként és teljes épületre, nyílásméret, nyílások helyzete, a falak síkja, nyersen maradó látszó felületek kötése és hézagképzése),
- ellenőrizni a vakolási munkák előtt elhelyezendő szerkezetek, vakolat alatti gépészeti vezetékek elhelyezését,
- ellenőrizni a vakolatok vastagsági méretét, rétegeit, az éleket, a felületét és színét, a kész vakolat védelmét (l. előbb), az előírt vakolaterősítő hálók és profilok beépítését, az állványkikötések “eltüntetését” vagy lezárását (lásd még 1.9. fejezetet).

1.7. Fedélszerkezetek

Szerző: Wiesner György okl. építészmérnök

1.7.1 Ácsszerkezetek

Az ácsszerkezetekkel szembeni követelmények:

- megfelelő teherbírás, mechanikai követelmény,
- hó- és szélterheléssel szembeni állékonyság,
- tűzvédelmi követelmények,
- gomba- és rovarkártevők elleni védelem.

Az ácsszerkezetek fajtái:

- hagyományos ácsszerkezetek,
- korszerű kötőelemmel készült szerkezetek – gyakran előre gyártott elemekből,

- ragasztott faszerkezetek.

Ezenkívül a *tető geometriája alapján* megkülönböztetünk:

- nyeregtetős,
- félnyeregtetős,
- sáttetős,
- manzardtetős,
- donga vagy íves lefedésű,
- valamint összetettebb tetőszerkezeteket.

Tetőhajlás szerint különbséget teszünk:

- alacsonyhajlású 2–5%,
- Kis hajlású 5–12%,
- középhajlású 12–27%, és
- meredekhajlású 27% feletti tetők között.

A kiválasztás szempontjai:

- a lefedés fesztávolsága,
- teherbírási követelménye,
- héjalás anyaga és kiosztás módja,
- fogadószerkezet geometriája, teherbírása, anyaga,
- fogadószerkezetre történő teherátadás módozata,
- zárófödém teherbírása,
- belső kialakítás igénye,
- tető hajlásszöge.

A fedélszerkezetek kivitelezésének sajátossága:

- magasban való munkavégzés,
- időjárásnak kitett technológia,
- munka- és balesetvédelmi előírások a *tetőn és közvetlen alatta a terepszinten egyaránt*.

Hagyományos ácsszerkezetek:

Hagyományos csomóponti kötésekkel kialakított, fűrészelt fenyőárból kialakított fedélszerkezet. Héjalás hordása lécezésen vagy teljes felületű deszkázattal. 10–12 m fesztávolságig.

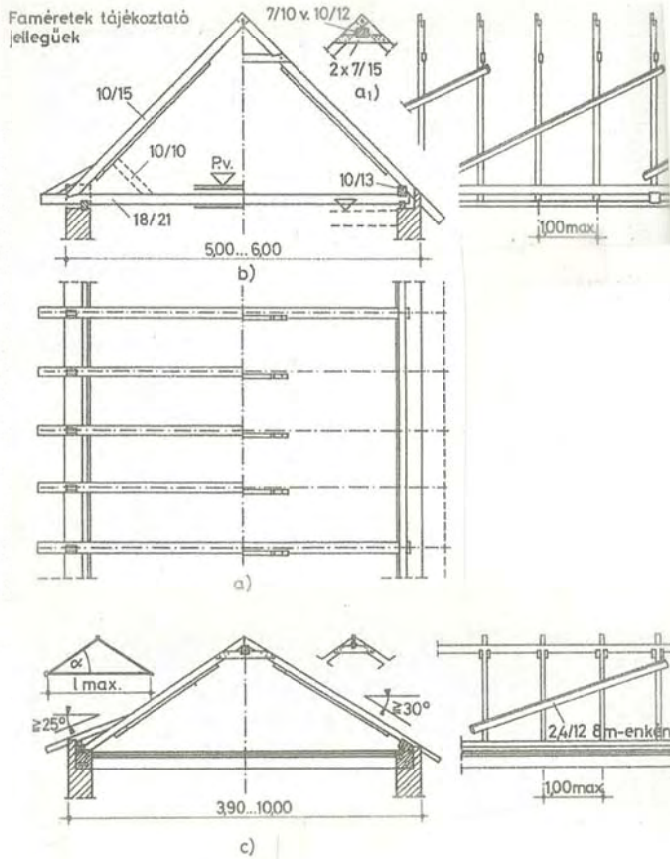
Korszerű kötőelemmel készült szerkezetek:

Korszerű csomóponti kialakítású fémlemezes, szeglemezes csomóponti kötésű, gyakran előre gyártott elemekből épülő tetőszerkezet. Alacsonyabb hajlású kivitelben, kisebb keresztmetszetű fagerendázatból összeépített elemekből készül, egyszerűbb tetőgeometria kialakításához. Könnyebb fedélszerkezet a hagyományos szerkezettel szemben.

27. ábra: Üres fedélszerkezetek

a) A fa födémgerendákkal összeépített tetőszerkezet.

A tető hosszirányú merevítéséről viharlécekkal kell gondoskodni.



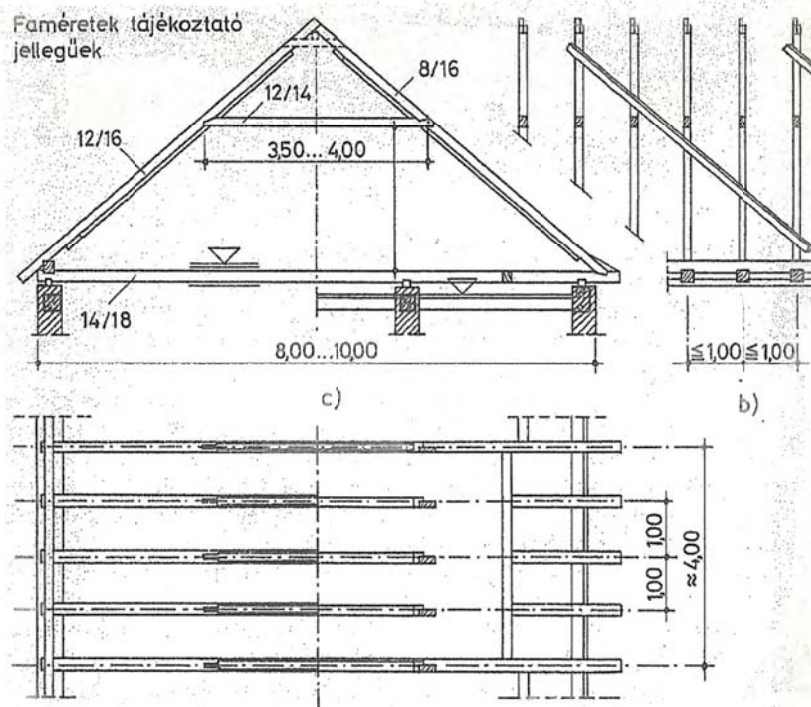
b) Szilárd födémmel összeépített fedélszék

A tető hosszirányú merevítéséről viharlécekkal kell gondoskodni.

28. ábra: Fedélszerkezetek

a) Torokgerendás fedélszerkezet

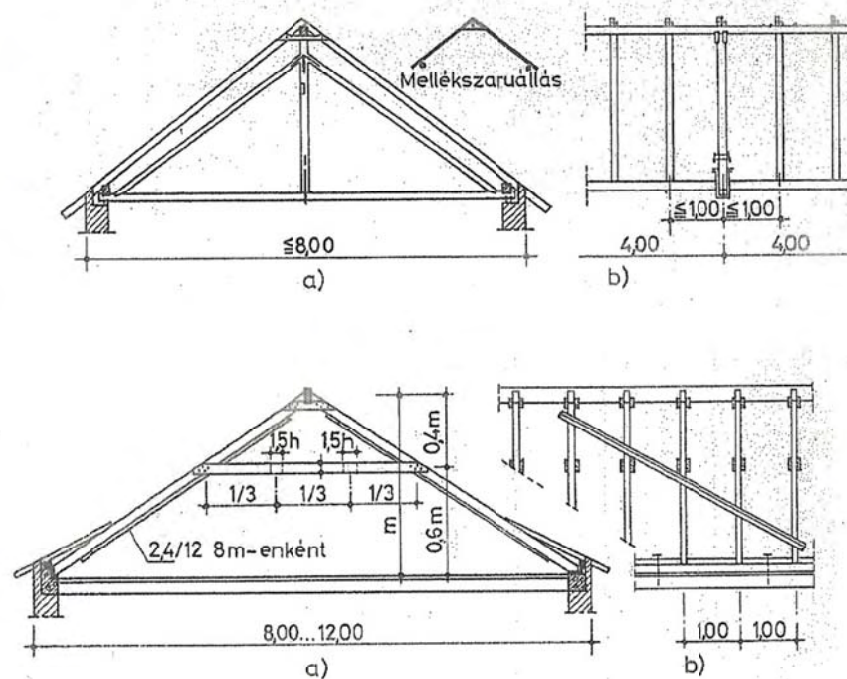
*Fafödémrel összeépített
ferde dúcok)*



Födémtől független

c) Egy-állószerűes, függesztőműves fedélszerke-

(taréjszelemenés kialakítás, főállásban



b) Szilárd födémmel összeépített torokgerendás fedélszerkezet.

Az ilyen szerkezeű tetők hosszirányú merevítéséről viharléccel kell gondoskodni.

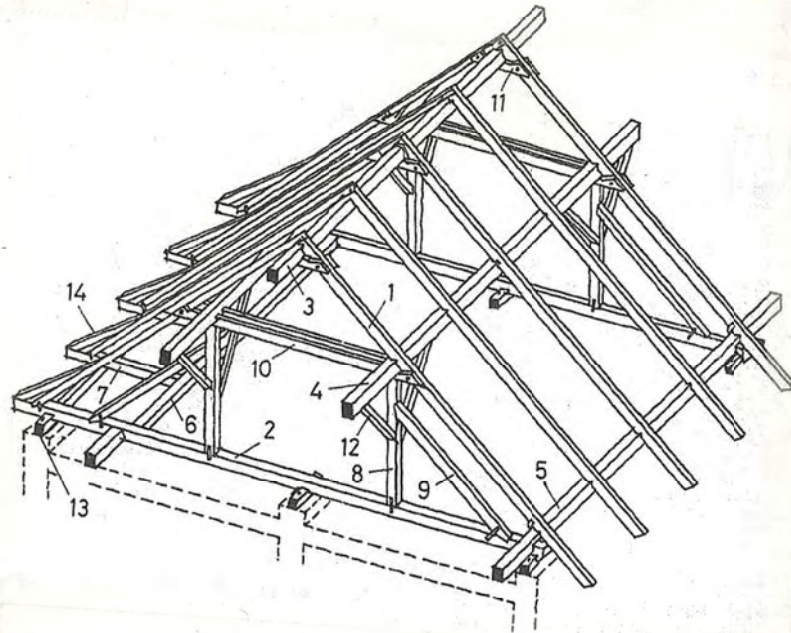
1.29. ábra: Fedélszékek:

a) Két-állószeles, gyámolított fedélszerkezet

1. szarufa, 2. kötőgerenda, 3. taréjszelemen, 4. középszelemen,
5. talpszelemen, 6. 7. fiókgerenda, 8. oszlop, 9. dúc,
10. fogópár, 11. taréj fogópár, 12. könyökfa,

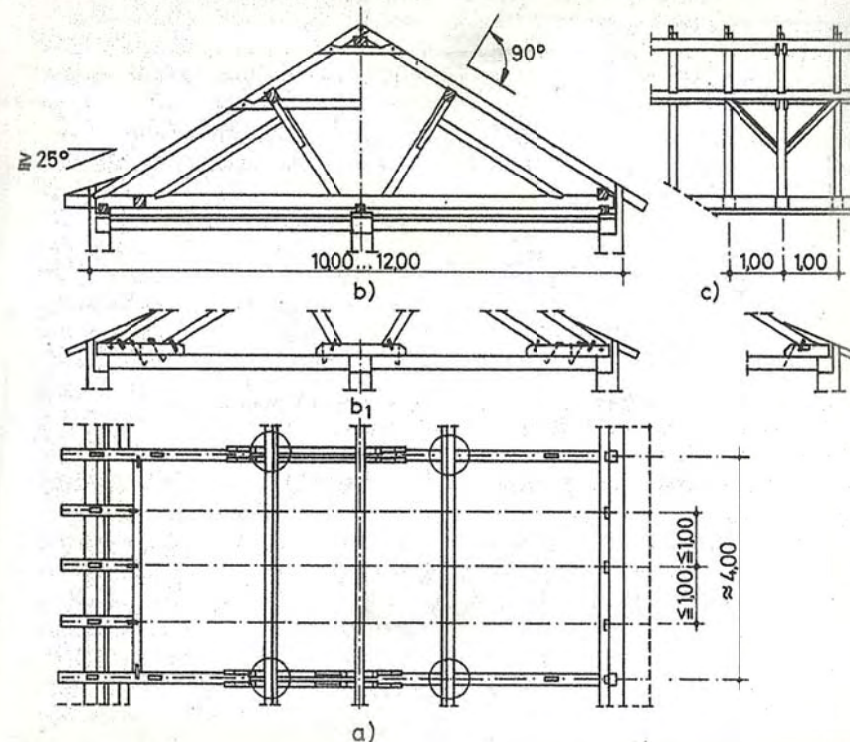
13. sárgerenda, 14. vízcsendesítő

Főállások kb. 4 m-ként. A tető a födémtől független szerkezetű.
Ha szilárd födémmel összeépítik, akkor az oszlopokat és a dúcokat
a födémre rögzített kötőgerenda-csonkokra kell letámasztani.



b) Bakdúcos fedélszerkezet

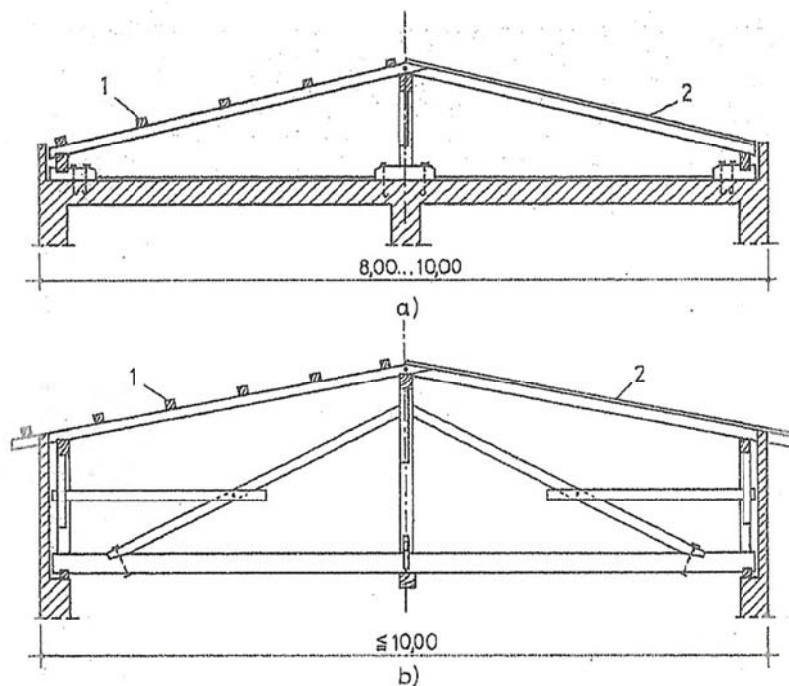
Födémtől független tetőszerkezet.
A főállások kb. 4 m-ként találhatók.
A főállások készülhetnek fogópárral vagy anélkül.



1.30. Ábra: Kishajlású és félnyeregtetők

a) Szilárd födémmel összeépített egy-állószékes fedélszerkezet

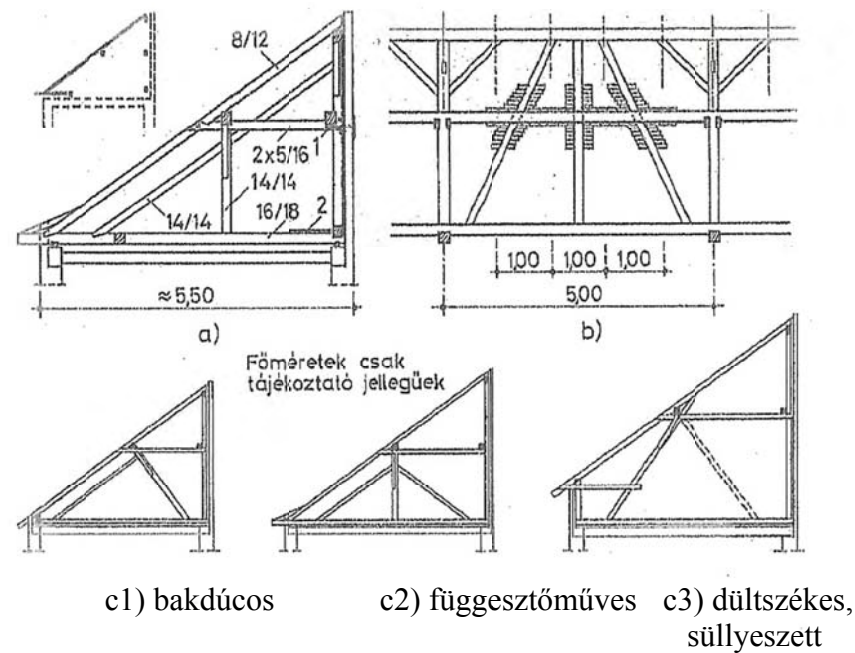
1. héjazati szelemen



b) Süllyesztett függesztőműves fedélszerkezet süllyesztett

1. héjazati szelemen

c) Félnyereg állószékes fedélszerkezet



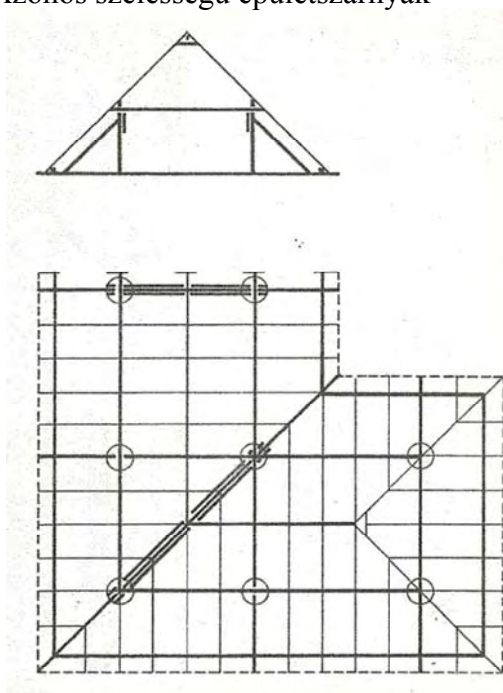
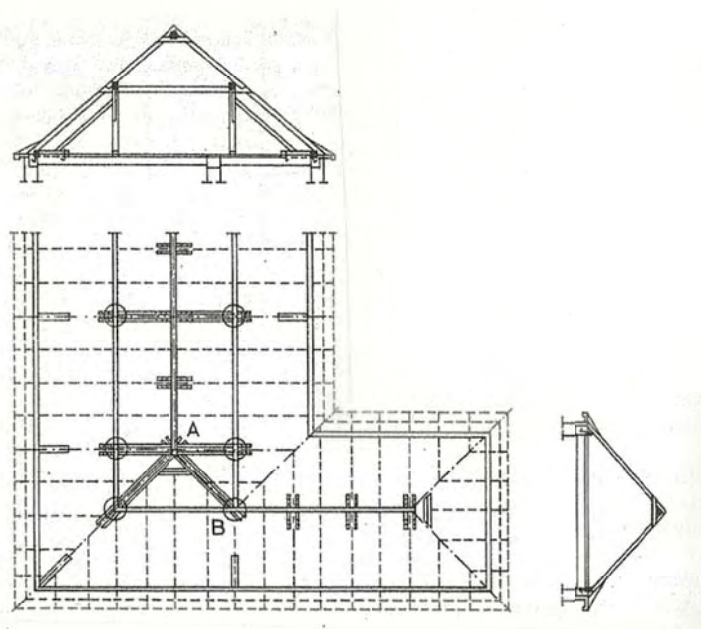
c1) bakdúcos

c2) függesztőműves

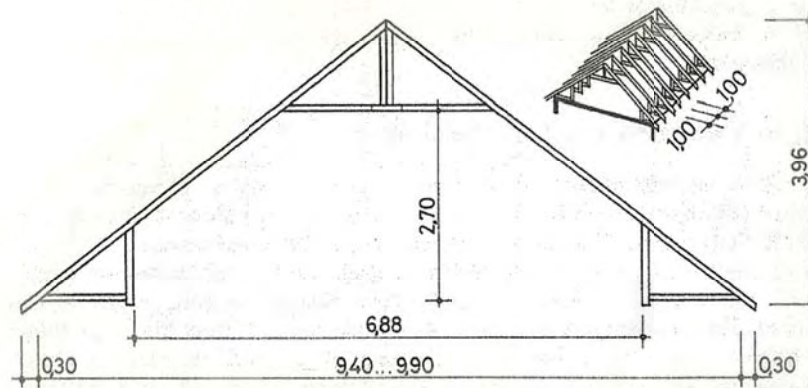
c3) dűltszékes,

1.31. ábra: Összetett fedélszerkezetek

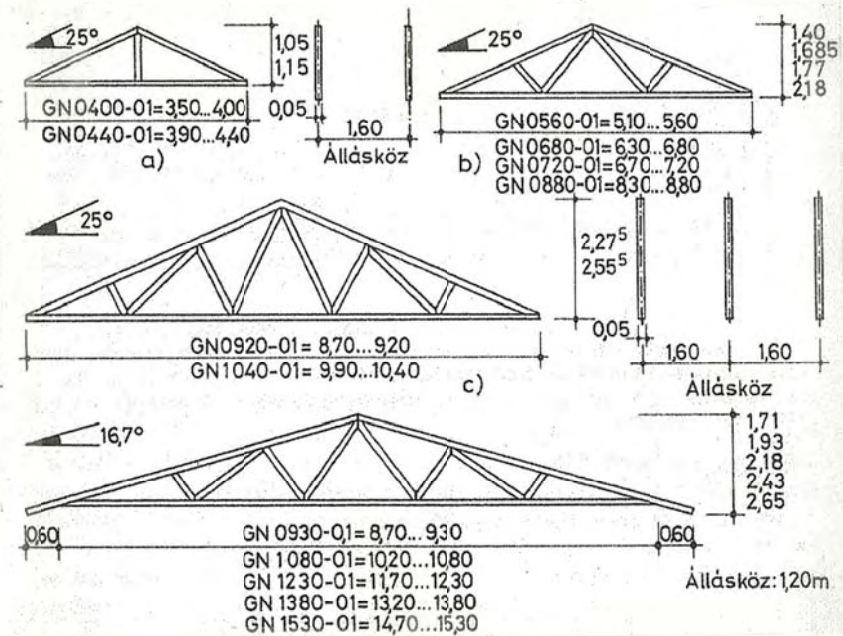
a) Azonos szélességű épületszárnyak

b) Különböző szélességű épületszárnyak,
két-állószerkezetes és üres fedélszékek

1.32. ábra: Előregyártott ácsszerkezetek



Tetőtérbeépítésre alkalmas kialakítás.



Kishajlású rácsostartó, alsó öve álmennyezet erősíthető.

Szeglemezes kapcsolattal kialakított rácsostartók (ERDÉRT típus szerkezetek).

A tetőfedés szelemensorra készíthető. Hosszmerevítésről gondoskodni kell (szélrács).

Ragasztott faszerkezetű tetőszerkezet

Ragasztott fatartókból épített a tetőszerkezet nagy fesztávolság vagy jelentősen nagyobb mechanikai igénybevételnek kitett szerkezeti elemek esetén.

Kivitelezés

A kivitelezés kiviteli terv alapján készíthető:

- A kivitelezés megkezdése előtt a fogadószerkezetet ellenőrizni kell.
- Méretellenőrzés.
- Teherbírás ellenőrzése.
- A kivitelezés a fogadószerkezet méretfelvevételével kezdődik.
- A tető lekötéséhez szükséges zsinórpád elkészítése, amely minden fontos méretet 1:1 léptékben mutat.
- A beépítés módjához meghatározott rovar-, gomba- és lángmentesítő bevonatának elkészítése (permetezés vagy sófürdő).
- A tetőszerkezet lekötése – a szerkezeti elemek méretre szabása és a szükséges összefűrésok, csomóponti kialakítások elkészítése.
- Szerkezeti elemek beépítési helyre emelése – magasságtól és méretektől függően csoportosan vagy egyenként.
- Beépítési helyen szerkezet felállítása, szükséges ideiglenes merevítések és kikötések elkészítése.
- Rögzítés: kapocs, szegezés, csavaros kapcsolatok.
- Ideiglenes merevítések és kikötések eltávolítása.

Minőségi követelmények:

- Faanyag minőségi osztálya legalább I–III. o. kell, hogy legyen, III. osztályú anyag csak alárendelt helyen építhető be (könyökfa, fiókgerenda).
- Az elemek csomópontjainak kötésében hasadás vagy törés nem lehet.
- A fakötések terhelt állapotban is hézagmentesek legyenek.
- A szaruállások függőleges síkban álljanak.
- A kötőelemek kotyogásmentesen rögzítsenek.
- Menetes szár rögzítésénél a lyukátmérő nem lehet nagyobb a menetes szár átmérőjénél.
- Csavaranyával történő rögzítésnél legalább 35 mm átmérőjű alátét használandó.
- Kötőgerendák és szelemenek toldása erőtanilag méretezetten vagy csak alátámasztás felett lehet.
- A fa szerkezeti elemek téglafalazattól 2-3 cm, kéménytesttől 12 cm távolságban kell, hogy fusson.
- A szaruzat felső síkja síkeltérése legfeljebb 2 cm lehet.
- Lécezés csak szarufán toldható.
- Faanyag csak rovar-, gomba- és lángmentesítő anyag felhordása után építhető be.
- Tetőtérbeépítés esetén megfelelő kiszellőztetett légrés és ellenlécezés.

Építési hibák:

- Minőségi követelmények be nem tartása.
- Statikailag alulméretezett szerkezet (főként családiházak kivitelben).
- Statikailag nem megfelelő fogadószerkezet (alulméretezett koszorúvasalás).
- Tervezett geometriától történő eltérés, hullámos szaruzat felső sík.

- Csavarodott szerkezeti elemek.
- nem megfelelő faanyagvédelem
- - túl kis keresztmetszetű kiszellőztetett réteg

Okai:

- Nem szakszerű faanyagtárolás (elcsavarodás).
- Megfelelően még ki nem szárított anyag beépítése.
- Időjárásnak túlzottan hosszú ideig kitett szerkezet.
- Alulméretezett kötőelemek.
- Gyenge ideiglenes kikötés és merevítés.
- Nem megfelelő és nem biztonságos szerszámozottság.

A műszaki ellenőr fontosabb feladatai

- Az alapanyag tárolás és az alapanyag minőségének ellenőrzése.
- A faanyagvédelem meglétének ellenőrzése.
- A terv megismerése.
- A fogadószerkezet méretellenőrzésének nyomon követése.
- A terv szerinti kivitel ellenőrzése.
- A minőségi követelmények betartásának ellenőrzése.
- A balesetvédelmi előírások betartásának figyelemmel kísérése.

1.7.2. Tetőhéjalások

Tetőhéjalásokkal szembeni követelmények:

- mechanikai követelmény,
- kopásállóság,
- színtartósság,
- fagyállóság,
- formatartó kialakítás,
- rögzíthetőség.

Sajátosságok:

- magasban történő munkavégzés,
- időjárásnak kitett technológia,
- munka- és balesetvédelmi előírások a tetőn és közvetlen alatta a terepszinten egyaránt.

A tetőhéjalás fajtái

Vízhatlan fedések:

- fémlemez fedések (réz, horganyzott acéllemez, horganylemez, műanyag bevonatú acéllemez),
- bitumenes zsindelyfedések.

Vízzáró fedések:

- égetettagyag-cserép fedés,
- betoncserep fedés,
- fazsindely fedés,
- természetes pala fedés,
- műpala fedés,
- zsupfedés (rozsszalma),
- nádfedés.

Kivitelezés

Vízhatlan fedések:

Ezek a tetőhéjalások általában teljes felületű aládeszkázást igényelnek. *Bitumenes zsindely fedésnél* célszerű horonyeresztékesen kivitelezni. A fedést 5 elemenként az ereszvonatra merőlegesen ki kell tűzni. A tetőfelépítmények, szegélyek csatlakozása, hajlatok kialakítása bádogos szerkezettel vagy saját anyag alkalmazásával történhet.

A fémlemez fedés az alkalmazott anyagtól függően dilatált egységekben készül, biztosítva a fémlemez fedés szabad hőmozgását.

Ezek a fedések alacsony hajlású tetők fedésére is alkalmasak.

Vízzáró fedések:

Égettagyag-cserép és betoncserép fedés:

A kétféle fedés közötti különbség technológiailag csupán a fedélszerkezet teherbírásának különbségében jelentkezik, valamint az anyagmozgatás és megmunkálás gépesítésében.

A fedést lécvázra készítik, a léckeresztmetszet a fedés súlyától és a szaruállás tengelytávolságától függ. A tetőfelépítmények csatlakozása bádogos szerkezet, az oromszegély kialakításánál a bádogos szerkezetet betoncserép fedésnél idomcserép is helyettesítheti. Az egy-máshoz pontosan illeszkedő héjalóelemeknél a szarufahossz és tetőszélesség a héjalóelem méretéből számolandó! A fedést 5 elemenként kitűzik, majd a tetőfelületre feltárolt elemekből elkészül a fedés. Jobbos és balos elemeknél, valamint a kúpelemnél a széliránnyal megegyező irányú a kivitelezés iránya.

A természetes pala fedés és műpala fedés:

A fektetés iránya többféle lehet. A fedést sűrített lécezés vagy ritkított deszkázat hordja. Kitűzés után a héjalóelemeket fektetik, és valamennyit rögzítik a palafedésnél szokásos palaszeggel.

A zsindelyfedés, zsupfedés (rozsszalma), nádfedés:

Ezek a természetes fedések lécvázra rögzítettek, a héjalás „elemmérethez” igazított kiosztásban. Ezen éghető anyagú fedéseknél különösen fontos a tetőszerkezet lángmentesítésének megéléte.

Szállítás, tárolás

Az építési helyen a héjalóelemeket szilárd, vízszintes felületen kell tárolni (a bitumenes zsindelyt naptól védetten), ahonnan a földem teherbírásnak megfelelően raklapon daruval vagy kisebb kiszerelésben felvonóval juttatják a tetőfelületre vagy átmenetileg a legfelső földem szintjére az elemeket.

Építési hibák:

- A tetőszerkezet- és lécváz kiosztása rossz.
- Bádogos szerkezetekkel való csatlakozásban kevés az átfedés.
- Saját elemek átfedése kicsi.
- Deformálódott vagy felületileg sérült héjalóelem beépítése.
- Terv szerint előírt rögzítendő elemek rögzítésének hiánya (szélszívás felkaphatja).
- Egyoldali fedéskészítés, ami a tetőszerkezet aránytalanul nagy féloldalas igénybevételét okozza, és deformációhoz vezethet.
- Egy más feletti sorok elcsúszása.
- Héjalóelemek kiosztása rossz.
- Nem elegendő tetőhajlásszög.
- Héjalás elemközeit kihabarcsolják – kifagy.
- Előírt szellőzőelemek hiánya.

- Előírt alátétlemez hiánya.

Okai:

- nem előírászerű tárolás,
- beemelés közbeni sérülés,
- méretre vágás nem erre rendszeresített szerszámmal (vágókoronggal),
- lejtés és anyagválasztás nem jó,
- alulméretezett lécezés vagy deszkázat,
- rossz kitűzés,
- lécezés nem párhuzamos,
- a szorosan fektetett deszkázat duzzad és megemelkedik,
- hibás elem beépítése, ami további meghibásodásokhoz vezet.

A műszaki ellenőr fontosabb feladatai:

- Alapanyag-tárolás és az alapanyag minőségének ellenőrzése.
- Szállítás és beemelés megfelelőségének ellenőrzése.
- Lejtések és átfedések ellenőrzése.
- Megfelelő számú kiegészítőelem beépítésének ellenőrzése (hófogó, tetőáttörés, szellőzőelem, kéményjárdaelem, beszellőző- és kiszellőzőelemek).
- Rögzítendő elemek rögzítésének ellenőrzése.
- Rétegrend-ellenőrzés.

1.7.3. Bádogoszerkezetek

A bádogoszerkezetekkel szembeni követelmények:

- Korrózióvédelem,
- megfelelő keresztmetszet vízelvezés biztosítására,
- szabad hőmozgás biztosítása,
- megfelelő lejtés,
- szükséges átfedés és felhajtás mértéke.

Sajátosságai:

- magasban történő munkavégzés,
- időjárásnak kitett technológia,
- munka- és balesetvédelmi előírások a tetőn és közvetlen alatta a terepszinten egyaránt.

A bádogoszerkezetek fajtái anyag szerint:

- réz,
- horganyzott acél,
- műanyag bevonatú acél,
- horgany,
- alumínium,
- műanyag.

A bádogoszerkezetek fajtái beépítési hely szerint:

- függőeresz-csatorna,
- lefolyócső,
- kéményszegély,
- szegélylemez,
- hajlatelem,
- oromfalcsatlakozás,
- (ablakpárkány).

Kivitelezés

Függőeresz-csatorna: Kiterített szélessége, keresztmetszete a levezetendő víz mennyiségétől, azaz a tetőfelület méretétől és lejtésétől függ. Elhelyezése 2–3‰ lejtésben, hosszú ereszcatorna kialakításánál mozgási hézagot kell képezni. A lejtés a dilatációtól tart a lefolyócső felé. A szaruzathoz erősített csatornavasakhoz rögzítendő. Felületfolytonosítás forrasztással, hegesztéssel vagy illesztőelemmel. Az ereszcatorna külső éle mélyebben fut, mint a belső, hogy a csatorna dugulása esetén a víz ne a homlokzat felé folyjon ki.

Lefolyócső: Keresztmetszete a tetőfelület méretétől függ. A homlokzathoz bilincsekkel van rögzítve. Homlokzatépítési munkáknál eltávolítandó, de ezen idő alatt is gondoskodni kell az ereszcatorna vízelvezetéséről.

Kéményszegély, szegélylemez, oromfalcsatlakozás és hajlatelem: A fedés alá beforduló és a csatlakozó szerkezetre legalább 12 cm szélesen felhajtott elem. Elhelyezése a fedés készítése előtt. A fedés és ezen elemek átfedése legalább 10 cm.

1.27. táblázat: A tetőfelület legnagyobb mérete az ereszcatorna, a kiterített szélesség és tetőhajlásszög függvényében

Kiterített szélesség	7°-ig	7°–45°	45° felett
250 mm	59 m ²	52 m ²	41 m ²
333 mm	125 m ²	111 m ²	100 m ²
400 mm	178 m ²	158 m ²	142 m ²
500 mm	283 m ²	251 m ²	226 m ²

Építési hibák:

- A mozgási hézag hiánya a szerkezet anyagának megfelelő hosszban.
- Az ereszcatorna nem megfelelő lejtése (2–3‰ a helyes).
- Kis keresztmetszet (l. a táblázatot).
- Rossz keresztmetszeti forma választás (pl. szögletes körív helyett).
- Korcolási hibák, fekvő és álló keveredése.
- Nem folytonos forrasztás készítése.
- Túl mélyre kerül az ereszcatorna a fedés széléhez képest, átbukik a víz.

Okai:

- nem megfelelő anyag használata (pl. sérült),
- a lejtést nem alakították ki,
- rossz csatornatoldási technológia,
- túl nagy a csatornarögzítő vasak távolsága,
- kicsi a keresztmetszet.

A műszaki ellenőr fontosabb feladatai:

- Lejtések és átfedések ellenőrzése.
- Alátétszerkezet teljes deszkázata vagy sűrített lécezése elkészült-e.
- A beépítésre kerülő anyagok hibátlanok-e.
- A mozgási hézagok elkészültek-e.
- A lefolyócsatornák a tervezett helyre kerültek-e.
- A csatornarögzítések terv szerinti-e

- A lefolyócsatorna összegyűjtött vizét az épülettől elvezetették-e, és a csatorna a közműbe vagy a gyűjtőaknába be van-e kötve.

1.8. Válaszfalak

Szerző: Wiesner György okl. építészmérnök

A válaszfalak egy építmény függőleges belső térelhatároló szerkezetei, amelyek a függőleges teherhordásban nem vesznek részt, és erre az igénybevételre nem is méretezettek.

A válaszfalakkal szembeni követelmények:

- hangszigetelési követelmény, amit az elválasztott terek funkciója határoz meg,
- hőszigetelési követelmény eltérő belső hőmérsékletű igényű terek elválasztásánál,
- tűzállósági követelmény a válaszfal építményben való elhelyezkedésének függvényében,
- szilárdsági, merevségi követelmény, terhelhetőség,
- ütésállósági követelmény (lágy és kemény ütésállóság), (szabványon kívül)
- megvéshetőség,
- sima és sík felület a későbbi felületképzés fogadására alkalmas kivitelben

Válaszfalak fajtái

Falazott válaszfalak:

- kiselemes válaszfal: vakolatot igénylő, téгла válaszfallapos válaszfal,
- kiselemes válaszfal: vakolatot igénylő, kisméretű téгла válaszfal,
- kiselemes válaszfal: vakolatot nem igénylő, pórusbeton válaszfal,
- kiselemes válaszfal: vakolatot nem igénylő, gipszelemes válaszfal ,
- nagyelemes válaszfal: vakolatot nem igénylő, gipszpallós válaszfal.

Szerelt válaszfalak:

- egy gipszkartonréteggel borított, egyszeres vázszerkezetű.
- több gipszkartonréteggel borított, egyszeres vázszerkezetű.
- kettős vázszerkezetű válaszfalak,
- installációs válaszfalak.

A válaszfal-kiválasztás alapja:

- földm, mint fogadó szerkezet teherbírása,
- válaszfallal szembeni követelmények (épületfizikai, teherbírási),
- beépítés környezeti körülményei,
- flexibilitás, bonthatóság, mobilitás,
- szerelvényezés kialakítás igénye (gépészeti rendszerek fajtája),
- technológiai sorrendben elfoglalt hely, az építés ideje a többi technológiához képest,
- magasság, súly,
- egyéb különleges követelmények, pl. sugárzásvédelem,
- száraztechnológia igénye folyamatos üzem melletti kialakításnál, vagy alsóbb szintek szerkezeteinek nedvességvédelme.

Kivitelezés

- A válaszfalakat csak a kiviteli tervben meghatározott szerkezettel kivitelezhetik.

- A kivitelezés a fogadószerkezet megfelelőségének ellenőrzését követően a kitűzés alapján indul (fogadószerkezet: sík, pormentes, teherbíró, sima felületű és legalább 5 °C hőmérsékletű).
- Csak megfelelően száraz és szilárd alapanyag építhető be, a tárolás megfelelőségéről gondoskodni kell.

Falazott válaszfalak

Vakolatot igénylő téglaválaszfal:

- habarcságyba fektetett alsó sort készítenek, az esetleges egyenetlenségek kiigazítására,
- a további sorok habarcsba fektetve, lágyhuzalos merevítéssel készülnek,
- áthidalások idomacél betétekkel
- a válaszfal felső záródásánál kiékeltek, ami a válaszfal és más terhek okozta födémmozgások után készül el.

Kisméretű téglaválaszfal:

- megegyezik a válaszfallapos válaszfal-technológiával,
- lágyhuzalos megerősítés nem készül,
- áthidalás egyenes boltívvel vagy boltívvel is készülhet.

Pórusbeton válaszfal:

- falazóhabarcsba fektetve huzalerősítés nélkül, hasonlóan készül, mint a válaszfallapos válaszfal,
- ragasztott technológiánál 2-3 mm-es hézaggal szorosan egymáshoz ragasztva készül a falazat,
- nyílásáthidalás két elemméret-szélességig külön áthidaló nélkül is építhető,
- felületi tulajdonságai révén vakolható vagy festhető felületű,
- felső födémcsatlakozás kiékeléssel, vagy nagy födémmozgás esetén rugalmas kapcsolat készül.

Gipszelemes válaszfal: kivitelezése megegyezik pórusbeton válaszfal képzésével.

Gipszpallós válaszfal:

- helyiségmagas pallóelemek vezetősínbe szárazon elhelyezve készülnek,
- illesztések gipszhabarccsal hézagoltak,
- Felülete festhető vagy vakolható.

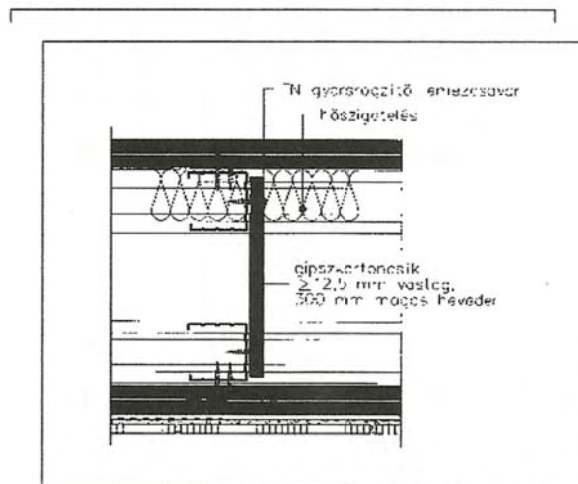
Szerelt válaszfalak

Egy vagy több gipszkartonréteggel borított, egyszeres vázszerkezetű válaszfal:

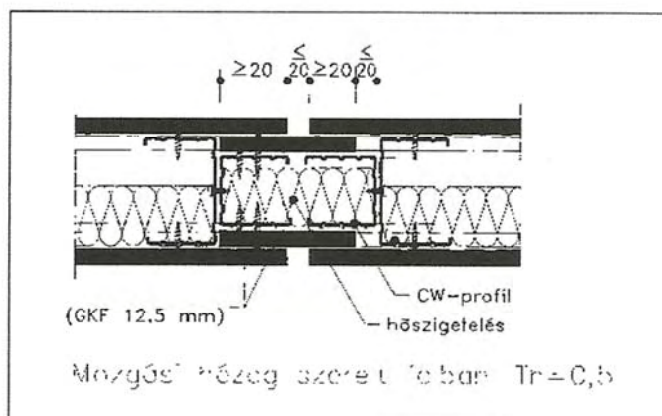
A szerelt válaszfalak fa- vagy horganyzott acéllemez profil vázszerkezetűek, amelyek egyszeres, ill. kettős kivitelű vázak lehetnek. A szerelt tartóvázra kétoldali borítás kerül (pl. gipszkarton, gipszrost, vagy cementkötésű építőlemez). A borításra igény szerinti felületképzés készül.

A vázat az aljzathoz, a mennyezethez és a teherhordó szerkezethez rögzítik. A vázszerkezet a határoló épületrészekhez rugalmas anyag közbeiktatásával kapcsolódik, és a borítás tartószerkezetét képezi. Teherhordó falhoz való csatlakozásnál az oldalsó lezáró tartóprofil a teherhordó falhoz kell rögzíteni. A borítást csavaros kapcsolattal erősítik a vázszerkezethez. A borítás vékony építőlemez, mint pl. gipszkarton építőlemez. Különböző tulajdonságú gipszkarton építőlemezek állnak rendelkezésre (normál, vízfelvételi képességében korlátozott impregnált, tűzvédelmi célú), amelyekkel a falszerkezetek nagyszámú választéka állítható elő, és ezáltal más-más beépítési területre alkalmasak. A válaszfal belsejébe az igénynek megfelelően hőszigetelő anyagot lehet elhelyezni, ami a tűzállósági, hangszigetelési és hőszigetelési

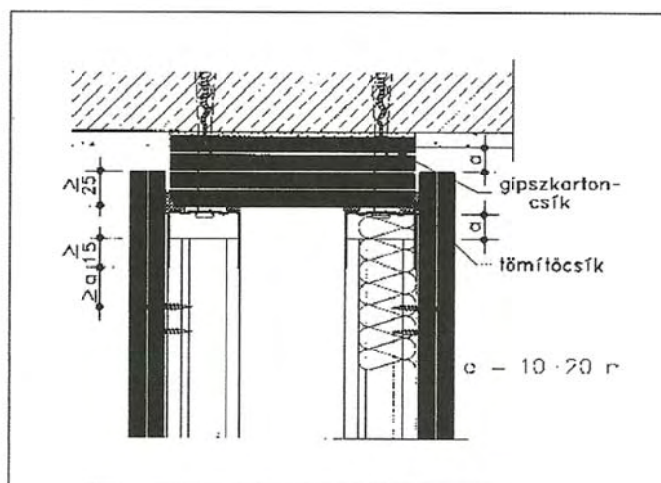
követelményeknek való megfelelést garantálja. A víz-, fűtési és elektromos gépészeti vezetékek a vázszerkezetben függőlegesen és vízszintesen is szerelhetők. Nagyobb terhek a vázszerkezetben külön megerősítéssel függeszthetők. A vezetékek a profilokon előre H- alakban megnyomott és szereléskor könnyen kihajtható pontjain vezethetők át elsősorban. Az egyszerű kivágott nyíláson átvezetett installációt a vékony profil lemeze elvághatja, emiatt az ilyen kivágásnál a nyílás élével szemben a vezetéket védeni kell.



Hevederrel szerelt válaszfal



Mozgási hézag szerelt falban



Hevederrel szerelt válaszfal

1.33. ábra

Általános érvényű szabály, hogy a váz oszlopainak tengelytávolsága a gipszkarton lemezvastagságának 50-szeresénél nem lehet nagyobb. A függőleges bordát 2 cm-rel rövidebbre vágják a belmagasságtól. Az aljzathoz, a mennyezethez és az oldalfalakhoz csatlakozó profilokra öntapadó tömítőszalagot vagy válaszfal kittet kell tenni. A válaszfalban nyílás kialakítása meghatározott feltételek esetén erősített UA profil kell legyen.

1.28. táblázat: Összefoglaló a szerelt válaszfalak kialakításához

1. Borítás	általános	gipszkarton építőlemez, gipszrost lemez
	tűzvédelmi	tűzvédelmi gipszkarton építőlemez, gipszrost lemez, kalcium-szilikát lemez
	vizes- helyiségekben	impregnált gipszkarton építőlemez, gipszrost lemez, cementkötésű építőlemez
2. Vázszerkezet		
2.1. Aljzat és mennyezet csatlakozás	fém	fém csatlakozóprofil: UW50, UW75, UW100, UW125, UW150
	fa	talpfa / keret: 40x60, 40x80, (40x120)
2.2.Oszlopok (falcsatlakozás)	fém	fém oszlopprofil: CW50, CW75, CW100, CW125, CW150
	fa	faoszlop: 60x60, 60x80, (60x120)
3. Csatlakozás, tömítés	speciális öntapadó rugalmas alátét, vagy válaszfal kitt	
4. Hőszigetelés	legalább 5 cm vastag szálal hőszigetelés, EI30-ig 16 kg/m ³ , EI30 fölött 40 kg/m ³ alkalmazásával	
5. Borítás rögzítése	fémvázra	gyorsépítő csavar
	favázra	gyorsépítő csavar, tűzőkapocs
	lemezt lemezre	tűzőkapocs (gipszrost lemeznél)
6.Rögzítés	fálhoz/aljzathoz/ mennyezethez	dűbel, megfelelő hézagoló anyag
7. Hézagolás / fugázás:	hézagerősítő csíkkal, hézagoló anyag használatával vagy csak gyári él esetén hézagerősítő szalag nélkül megfelelő hézagoló anyaggal	
8. Rugalmasan képlékeny fugaképzés	rugalmas hézagoló anyaggal	
9. Élképzés	szükség esetén élvédő profillal	
10. Oszloptávolság	a szerkezet max. 62,5 cm-es tartóoszlop tengelytávolsággal	

A borítás csavartávolsága 25 cm. Többrétegű borítás esetén az alsó réteg csavartávolsága ritkítható (két rétegnél 50 cm-re), ha az egymás feletti összes réteg egy munkanap beépítésre kerül. Több rétegű borításnál az alsó rétegek illesztéseit tűzvédelmi és akusztikai követel-

mények esetén ki kell tölteni – csiszolni nem szükséges. A hézagolás alá a helyszínen kerül. Több rétegű borításnál az alsó rétegek illesztéseit tűzvédelmi és akusztikai követelmények esetén ki kell tölteni – csiszolni nem szükséges. A hézagolás alá a helyszínen

A válaszfalak felületének kialakítására a szakmai szervezetek által meghatározott Q1-Q4 felületi minőségi követelményeket célszerű betartani.

A hosszú válaszfalak szerkezetét meg kell szakítani mozgási hézag beépítésével. A mozgási hézagok távolsága nem haladhatja meg a 15 m-t. A mozgási hézag horonykialakítása rugalmas mozgási hézag takaró profillal takarható, de akrillal nem tölthető ki.

Nagyobb födémlehajlások esetén ún. csúszó födémkapcsolatot kell kialakítani.

Kettős vázszerkezetű válaszfalak és installációs válaszfalak: A kettős tartóváz előírt távolságban elhelyezve és egymással hevederekkel összekapcsolt tartóváz. A válaszfal szerkezeti felépítése hasonló a fa- és a fémváz kialakításánál.

Az épület tartószerkezetének mozgási hézagait a szerelt válaszfalak szerkezetén is át kell vezetni.

Építési hibák:

- Födémterhelésnek nem megfelelő válaszfal kiválasztása.
- Kivitelezési előírás szerinti lágyhuzal elhagyása falazott válaszfalagnál.
- Födémlehajlások figyelmen kívül hagyása – válaszfalszerkezet összeropadását okozza
- Függőleges síktól való eltérés,
- Fal felületi egyenetlensége túl nagy
- Válaszfalelemek (különösen vakolatot nem igénylő kivitelnél) túlzott fogassága.
- Túl nedves anyagok beépítése.
- Habarcsos falazásnál túl vékony habarcságy készítése szintén felületi repedést okozhat.
- Gépészeti szereléssel nem összhangban kiválasztott falszerkezet.
- Rossz áthidaláskialakítás.
- Ékelés hiánya.
- Szerelt technológiánál a csavarozás távolságának be nem tartása.
- Szerelt technológiánál a gépészeti megfogások hiánya (pl csőáttörés gipszkarton lemezhez való erősítése hibás).
- Szükséges mozgásihézag-képzés hiánya.
- Szerelt falnál hanglágy alátét (tömítőszalag) hiánya.
- Csavarfejek rozsdásodása.

Okai:

- beépítésre kerülő alapanyagok tárolása nem megfelelő (nedvesség, hőhatás, nap),
- kivitelező szerszámozottsága nem megfelelő,
- technológiai ismeretek hiánya,
- nem megfelelő szerkezet és csomóponti kialakítás szerepel a kiviteli tervben.
- Helytelen alapanyag választás

A műszaki ellenőri fontosabb feladatai:

- Kiviteli terv szerinti építés méretellenőrzése.
- Szükséges gépészeti egységek meglétének ellenőrzése.
- Takart szerkezetek borítás (vakolás) előtti ellenőrzése.
- Technológiai részletek és lépések nyomon követése.
- Szerkezetek megfelelőségét igazoló műszaki dokumentációk bekérése.

1.9. Vakolatok, felületképzések

Szerző: Wiesner György okl. építészmérnök

1.9.1 Belső vakolatok

A belső vakolatokkal szembeni követelmények:

- mechanikai hatásokkal szembeni ellenállóság,
- nedvesség hatásokkal szembeni ellenállóság,
- hőhatásokkal szembeni ellenállóság,
- lég- és páraáteresztő képesség,
- megfelelő tapadás,
- tisztíthatóság,
- esztétikai megjelenés.

A belső vakolat fajtái:

- faldörzsölés,
- durvavakolás,
- simavakolás,
- cementvakolás,
- mész- és/vagy cementtartalmú vakolatok,
- gipszes vékonyvakolatok.

Kivitelezés:

- A vakolatok készítés alapfeltétele, hogy a fogadó szerkezet megfelelő teherbírású és szilárd, egyenletesen nedvszívó, érdes, száraz és pormentes legyen, valamint káros kivirágzás és kifagyás nyomai ne legyenek rajta.
- A felületet a kívánt követelmények elérésére előkészítik, tisztítják. Egyenetlen nedvszívási képesség esetén külön alapozót alkalmaznak.
- A vakolat síkját felhordás előtt kitzük, amelyet jelölő sávok vagy -pontok, élek (vakolóprofil) adnak meg (1.8.1. ábra, *terc-abra.dwg*).

Faldörzsölés: mellérendelt helyiségek felületképzése. Egy réteg híg habarcs vékonyan felhordva adja a végső felület.

Durvavakolás: a faldörzsöléstől sűrűbb habarcsot egy munkafázisban vakolókanállal felcsapják a felületre.

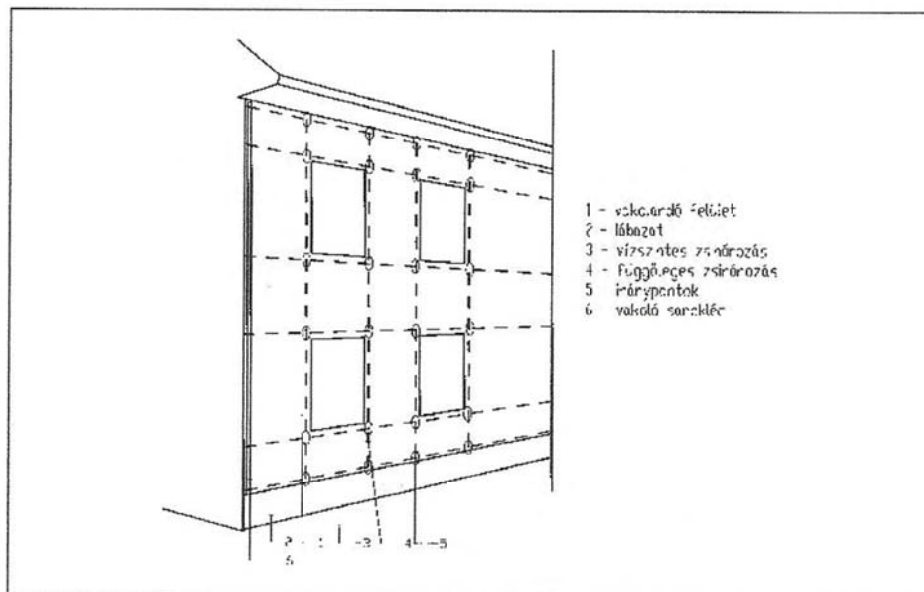
Simavakolás: első munkafázisban egy durva alapvakolat készül, amelyet második munkafázisban egy vagy több rétegben simítóvakolással borítanak.

Cementvakolás: több rétegben készülő cementvakolat, amely nagy kopásállóságú, kismértékben vízzáró felülete eredményez.

Mész- és/vagy cementtartalmú vakolatok: több rétegben felhordott vakolat, amelyben a cementarány növelésével nagyobb szilárdságú vakolat készíthető. Kiszerelés, silókban száraz porkeverékben vagy nedves kivitelben, felhordásra készen. Gépi vakolásra alkalmas.

Gipszes vékonyvakolatok: egy rétegben felhordott belső vékonyvakolat. Vastagsága 3-7 mm. Simítása fémsimítóval történik. Szállítás a száraz porkeverék formájában. Géppel is felhordható.

Száraz porkeverék formában egyenletes víz adagolás mellett egyenletes minőségű vakolóhabarcs nyerhető.



Vakolat kitűzése

Építési hibák:

- Repedezett vakolat.
- Kipattogzott vakolat.
- Vakolat felülete porlik.
- Vakolat táskásodik.
- Vakolat kivirágzik.

Okai:

- a homok agyagtartalma nagyobb a kelletténél,
- vakolat vastagabb a tervezettnél,
- a vakolt szerkezet mozog,
- a mésztartalom maradt a habarcsban,
- a vakolat túl gyorsan száradt ki,
- a fogadófelület kellősítése elmaradt,
- a fogadófelület fagyott volt,
- rossz minőségű falazóelemből áll a falazat,
- vakolt szerkezetből nem távozott az építési nedvesség,
- a fogadószervezet nedvességfevétele egyenetlen.
- Helytelen alapanyag választás

A műszaki ellenőr fontosabb feladatai:

- Vakolat alatt takart szerkezetek ellenőrzése vakolás előtt.
- Bedolgozásra kerülő vakolóhabarcs ellenőrzése és kiviteli tervvel való egyeztetése.
- Elkészült vakolatfelület ellenőrzése.

1.9.2. Külső vakolatok

A külső vakolatokkal szembeni követelmények:

- mechanikai hatásokkal szembeni ellenállóság,
- nedvességhatásokkal szembeni ellenállóság,
- hőhatásokkal szembeni ellenállóság,

- lég- és páraáteresztő képesség,
- megfelelő tapadás,
- tisztíthatóság,
- esztétikai megjelenés,
- színtartósság,
- hőszigetelő képesség.

• Homlokzati tűzterjedés

A külső vakolatok fajtái:

- kétrétegű homlokzatvakolatok,
- kőporos fröcskölt vakolatok,
- kőporos dörzsölt vakolatok,
- nemesvakolatok,
- hőszigetelő vakolatok.

Kivitelezés:

- A vakolatok készítés alapfeltétele, hogy a fogadószerkezet megfelelő teherbírású és szilárd, egyenletesen nedvszívó, érdes, száraz és pormentes legyen, valamint káros kivirágzás és kifagyás nyomai ne legyenek, fellazult részekről, zsír- és olajfoltokról mentes legyen.
- A felületet a kívánt követelmények elérésére előkészítik, tisztítják. Egyenetlen nedvszívási képesség esetén külön alapozót alkalmaznak.
- A vakolat síkját felhordás előtt kitűzik, amelyet jelölőszávok vagy -pontok, élek (vakolóprofil) adnak meg (1.8.2. ábra *terc-abra2.dwg*).
- A homlokzatvakolat készítésénél fontos, hogy egy homlokzati egységet egyszerre kell elkészíteni. Egyenetlen kiszáradás (pl napsugárzás miatt) ellen védekezni kell (árnyékolás).
- 5 °C alatti homlokzati felület nem vakolható, kifagyás veszélyes.
- A homlokzati nyílászárók és kényesebb vakolásra nem kerülő elemeit vakolás előtt takarják.

Kétrétegű homlokzatvakolatok: előfröcskölés után két rétegben felhordott vakolat. A felső réteg megmunkálása szerint különböző megjelenésű lehet: sima felület (fasimítóval lehúзва), cuppantott, kanálhát forma, csurgatott vakolat.

Kőporos fröcskölt vakolatok: a kétrétegű, simított vakolatot lemeszelés után kőporos habarccsal befröcskölik. Egy keverést aznap el kell használni.

Kőporos dörzsölt vakolatok: a kétrétegű, simított vakolatot két irányban felérdesítik, és a kőporos habarcsot 2–8 mm vastagságban felhordják, rövid szikkadás után fasimítóval lesimítják. Egy keverést aznap el kell használni.

Nemesvakolatok: korszerű vakolat száraz porkeverékből, szállítás zsákos vagy silós kiszerezésben vagy vödrös készrekevert formában.

Felhordás kézi vagy gépi technológiával. Keverés géppel.

- Technológia: homlokzati felület gúzolósa, alapvakolat készítése homlokzati profilok segítségével.
- Nyílászárók széleinél nem a nyílászárók tengelye, hanem kiviteli terv szerinti arhitektúra az irányadó. 1-2 napos alapvakolatra elkészül a fedő színvakolat, mely vékony szemcsszerkezettől függően néhány mm vastag.
- Régebbi alapvakolatot fedővakolás előtt nedvesítenek. Célszerű próbavakolást végezni.
- Nemesvakolatok struktúrájukat tekintve lehetnek kapartak, dörzsöltek, szórt és fröcskölt kivitelűek.

- Vékony nemesvakolat-réteg esetén az alapvakolatra simítóréteget kell felhordani, nagyobb szemcsés vakolatnál elegendő finomra lehúzott felület.

Hőszigetelő vakolatok: technológiája megegyezik a nemesvakolatok technológiájával, csupán az alapvakolat alapanyagában tér el és ennek felhordási vastagságában, ami akár 2–8 cm is lehetséges. A homlokzati vakolóprofilokat a pontos vastagságra kell állítani.

Vakolatok utókezelése: homlokzati felületet 1-2 nappal a színvakolat elkészülte után permetezni kell.

Építési hibák:

- A vakolat lyukacsos laza szövetű.
- Vakolat levelesen leválik.
- Vakolat foltos.
- Csorgási nyomok látszanak a felületen.
- Sérült a fedő színvakolat.

Okai:

- a vakolat vastagabb a tervezettnél,
- a vakolt szerkezet mozog,
- a vakolat túl gyorsan száradt ki,
- a fogadófelület fagyott volt,
- a friss vakolatot erős csapóeső mosta,
- friss vakolat megfagyott,
- utólagosan javítottak a kész felületen,
- kapart vakolatnál túl mélyre kaparták a színvakolatot,
- nem egy munkamenetben készült el homlokzati egység,
- a színvakolatot pl. állványbontással megsértették,
- a homlokzat felső szélén a vízelvezetés rossz.

A műszaki ellenőr fontosabb feladatai:

- A vakolat alatt takart szerkezetek ellenőrzése vakolás előtt.
- Vakolati sík kitűzésének és a sík helyzetének kiviteli tervvel való egyeztetése.
- Fedővakolat színének ellenőrzése – akár próbafelület készítésével.
- Vakolat kialakítás összevetése a kiviteli tervvel.
- Időjárási körülmények rögzítése homlokzatkészítés idején.

1.10. Szigetelések

Szerző: Wiesner György okl. építészmérnök

1.10.1. Vízszigetelések

1.10.1.1. Talajból származó nedvességek elleni szigetelés

A talajból származó nedvességek elleni szigetelések követelményei:

- mechanikai hatásokkal szembeni ellenállóság,
- talajvíz agressziójával szembeni ellenállóság,
- terhelhetőség.

A talajból származó nedvességek elleni szigetelések fajtái:

- ragasztott bitumenes lemez,
- olvasztott bitumenes lemez,
- műanyag lemez szigetelések.

Kivitelezés

A fogadószerkezettel szemben támasztott követelmények: sima, a síktól való kis eltérés, nincs fészkesség, illetve a síkból való kiállás (sorják, szemcsék), a felület nem szennyezett, száraz, pormentes.

Ragasztott bitumenes lemez: bitumenbe ragasztott nem korhadó betétes bitumenes szigetelőlemez alkotja a szigetelést; rétegszám legalább 3 bitumenragasztás + 2 bitumenes lemez.

Olvasztott bitumenes lemez: a ragasztáshoz szükséges bitument a bitumenes lemez magában hordozza (vastaglemez); a rétegszám legalább 2 lemez.

Műanyag lemez szigetelések: műanyag alapanyagú szigetelőlemezről.

Építési hibák:

- A szigetelés anyaga sérült.
- A lemezek átfedése kicsi.
- Helytelen a szegélycsatlakoztatás, a fal alatti szigeteléssel nincs jól összedolgozva.
- Hullámos a szigetelés.
- Kevés a rétegszám.
- Fogadószerkezet nem megfelelő.
- Elszakadt szigetelőlemez.

Okai:

- technológia be nem tartása,
- anyagtárolás nem megfelelő,
- elkészült munka védelmének hiánya,
- mozgási hézagok kihagyása,
- szerkezeti dilatációk figyelmen kívül hagyása.

Műszaki ellenőr fontosabb feladatai:

- Kiviteli terv szerinti építés ellenőrzése, a terv ismerete.
- Rétegszám ellenőrzése.
- A leszállított bitumenes lemezek műszaki jellemzőinek, megfelelőség igazolásának ellenőrzése.
- A lemezek, a technológiai előírások, sorrendek összhangjának ellenőrzése.
- A szigetelések szakaszolási, ill. csatlakoztatási lehetőségének ellenőrzése.
- Papírbetétes bitumenes lemezek esetén szilárd szerkezeti rétegek készítésének és a megfelelő beszorítás biztosításának az ellenőrzése.
- Az aljzatok minőségének ellenőrzése.

1.10.1.2. Tetőszigetelés

A csapadékvíz elleni szigetelés követelményei:

- mechanikai hatásokkal szembeni ellenállóság,
- terhelhetőség,
- vízzárás,
- megfelelő húzószilárdság,
- UV- stabilitás.

A csapadékvíz elleni szigetelések fajtái:

- ragasztott bitumenes lemez,
- olvasztott bitumenes lemez,
- műanyag lemez szigetelések,

- kent szigetelések,
- mechanikusan rögzített szigetelések.

Kivitelezés

- A fogadószerkezettel szemben támasztott követelmények: sima, a síktól való kis eltérés, nincs fészkeség, illetve a síkból való kiállás (sorják, szemcsék), a felület nem szennyezett, száraz, pormentes.
- A fogadószerkezet (lejt beton, aljzat) megfelelő lejtése.
- A fogadószerkezet megfelelő teherbírású legyen.

Ragasztott bitumenes lemez: bitumenbe ragasztott nem korhadó betétes bitumenes szigetelőlemez alkotja a szigetelést; rétegszám legalább 4 bitumenragasztás + 3 bitumenes lemez.

Olvasztott bitumenes lemez: a ragasztáshoz szükséges bitument a bitumenes lemez magában hordozza (vastaglemez);

Műanyag lemez szigetelések: műanyag alapanyagú szigetelőlemezből.

Kent szigetelések: a kent szigetelések közvetlen burkolat alatti rétegben is készülhetnek; több rétegben hordják fel.

Mechanikusan rögzített szigetelések: leterheléssel (zúzott kavics, mosott kavics vagy beton járólappal) rögzített; dübelezéssel rögzített.

Építési hibák:

- Szigetelés anyaga sérült.
- A lemezek átfedése kicsi.
- Helytelen a szegélycsatlakoztatás, a fal alatti szigeteléssel nincs jól összedolgozva
- Hullámos a szigetelés.
- Kevés a rétegszám.
- Fogadószerkezet nem megfelelő.
- Nincs megfelelő lejtés.
- Lefolyó eldugult – előző technológiáktól.
- A felületfolytonosítás nem megfelelő.
- Hiányzó kiegészítők (párakiszellőző, szegélyelemek)
- Nem terv szerinti kialakítás

Okai:

- technológia be nem tartása,
- anyagtárolás nem megfelelő,
- elkészült munka védelmének hiánya,
- szintmérések hibája (túl vékony szerkezetek),
- mechanikai vagy napsugárzás elleni védelem hiánya.

A műszaki ellenőr fontosabb feladatai

- rétegszám ellenőrzése.
- A leszállított bitumenes lemezek műszaki jellemzőinek, megfelelőségigazolásának ellenőrzése.
- A lemezek és technológiai előírások, sorrendek összhangjának ellenőrzése.
- A szigetelések szakaszolási, ill. csatlakoztatási lehetőségének ellenőrzése.
- Papírbetétes bitumenes lemezek esetén a szilárd szerkezeti rétegek készítésének és a megfelelő beszorítás biztosításának ellenőrzése.
- Az aljzatok minőségének ellenőrzése.
- Összefolyók kialakításának ellenőrzése.

- Vezetékátörések megléte és védelme.
- Szállított leterhelő anyag ellenőrzése.
- Rögzítőelem megfelelőségének nyomon követése és számuk ellenőrzése.
- Tervezett rétegek beépítésének ellenőrzése.
- Kiegészítő szerkezetek megépítésének ellenőrzése (típegők, villámvédelmi rendszer, járólapok).

1.10.1.3. Üzemi víz elleni szigetelés

Az üzemi víz elleni szigetelés követelményei:

- mechanikai hatásokkal szembeni ellenállóság,
- terhelhetőség,
- vízzárás.

Az üzemi víz elleni szigetelések fajtái:

- ragasztott bitumenes lemez,
- olvasztott bitumenes lemez,
- műanyag lemez szigetelések,
- kent szigetelések.

Kivitelezés

- A fogadószerkezettel szemben támasztott követelmények: sima, a síktól való kis eltérés, nincs fészkeség, illetve a síkból való kiállás (sorják, szemcsék), a felület nem szennyezett, száraz, pormentes.
- Fogadószerkezet (lejt beton, aljzat) megfelelő lejtése.

Ragasztott bitumenes lemez: bitumenbe ragasztott nem korhadó betétes bitumenes szigetelőlemez alkotja a szigetelést; rétegszám legalább 3 bitumenragasztás + 2 bitumenes lemez.

Olvasztott bitumenes lemez: a ragasztáshoz szükséges bitument a bitumenes lemez magában hordozza (vastaglemez);

Műanyag lemez szigetelések: műanyag alapanyagú szigetelőlemezről.

Kent szigetelések: a kent szigetelések közvetlen a burkolat alatti rétegben is készülhetnek; több rétegben hordják fel; sarkokban sarokerősítő szalagokat alkalmaznak.

Építési hibák:

- A szigetelés anyaga sérült.
- A lemezek átfedése kicsi.
- Helytelen a szegélycsatlakoztatás, a fal alatti szigeteléssel nincs jól összedolgozva.
- Hullámos a szigetelés.
- Kevés a rétegszám.
- Fogadószerkezet nem megfelelő.
- Nincs megfelelő lejtés.
- A lefolyó eldugult – előző technológiáktól.

Okai:

- a technológia be nem tartása,
- az anyagtárolás nem megfelelő,
- az elkészült munka védelmének hiánya,
- a szintmérések hibája (túl vékony szerkezetek).

A műszaki ellenőr fontosabb feladatai

- A rétegszám ellenőrzése.

- A leszállított bitumenes lemezek műszaki jellemzőinek, megfelelőségigazolásának ellenőrzése.
- A lemezek és technológiai előírások, sorrendek összhangjának ellenőrzése.
- A szigetelések szakaszolási, ill. csatlakoztatási lehetőségének ellenőrzése.
- Papírbetétes bitumenes lemezek esetén a szilárd szerkezeti rétegek készítésének és a megfelelő beszorítás biztosításának ellenőrzése.
- Az aljzatok minőségének ellenőrzése.
- Összefolyók kialakításának ellenőrzése.
- A vezetékáttörések megléte és védelme.

1.10.2. Hőszigetelések

A hőszigetelések követelményei:

- mechanikai hatásokkal szembeni ellenállóság,
- terhelhetőség,
- fagyállóság,
- lépésállóság,
- sűrűség,
- olvadáspont.

A hőszigetelések fajtái:

- poliuretánhab,
- polisztirolhab: expandált vagy extrudált,
- duasztott perlit,
- habüveg,
- szálas ásványgyapot: kőzetgyapot vagy üveggyapot.
- Cellulóz papírszigetelés

Kivitelezés

- A fogadószerkezettel szemben támasztott követelmények: sima, a síktól való kis eltérés, nincs fészkeség, illetve a síkból való kiállás (sorják, szemcsék), a felület nem szennyezett, száraz, pormentes.
- Fogadószerkezet (lejt beton, aljzat) megfelelő lejtése.

Építési hibák:

- A szigetelés anyaga sérült.
- A lemezek átfedése kicsi..
- Helytelen a szegélycsatlakoztatás, a fal alatti szigeteléssel nincs jól összedolgozva.
- Vékony szigetelés.
- Nem terhelhető.

Okai:

- a technológia be nem tartása,
- az anyagtárolás nem megfelelő,,
- az elkészült munka védelmének hiánya.
- a szintmérések hibája (túl vékony szerkezetek).

A műszaki ellenőr fontosabb feladatai

- Rétegszám ellenőrzése.
- A szigetelések csatlakozási lehetőségének ellenőrzése.
- Az aljzatok minőségének ellenőrzése.

1.11. Burkolatok

Szerző: Wiesner György okl. építészmérnök

1.11.1. Hidegburkolatok

A hidegburkolatok követelményei:

- mechanikai hatásokkal szembeni ellenállóság,
- terhelhetőség,
- kopásállóság,
- fagyállóság,
- színtartósság.

A hidegburkolatok fajtái:

- csempeburkolat,
- mázas kerámialap,
- öntött hidegburkolatok,
- cementlap,
- kőporcelán burkolat.

Kivitelezés

- A burkolás a nyílászáró szerkezetek elhelyezése és felvasalása, a belső vakolás, a burkolat alá kerülő szerkezetek (vezetékek, szerelvények, facsomagok stb.), aljzatok elkészülte után kezdhető meg.
- A burkolás és az utókezelés ideje alatt a hőmérséklet (a léghőmérséklet, és az aljzat) legalább +5 °C legyen (a habarcshőmérséklet 5–10 °C között).
- Alapszerkezet pormentes, száraz.
- Fontos az elkészült burkolat megfelelő védelme.
- A fogadószerkezettel kapcsolatosan annak nedvességtartalma korlátos, legfeljebb 3 % bennmaradt nedvesség lehet benne (beton).
- Anhidrit-esztrich fogadószerkezet esetén ez a bennmaradt nedvesség max. 1,5 % lehet.
- A fogadószerkezet javítása során előfordulhat, hogy az alkalmazott aljzatkiegyenlítő réteg tetején foltokban kiül a diszperzió, ami lezárja a pórusokat. Ez nem alkalmas felület a tapadóhíd fogadására, a zárt hézagrendszert meg kell nyitni, praktikusán ez mechanikai csiszolással elérhető (természetesen ezt követően portalanítani kell a felületet).
- Lapok válogatása méret (alakhelyesség – pl. derékszögű sarkok, kajszulásmentesség, stb.), színárnyalat (lehetőleg azonos színszámú, azonos árnyalati jelű, azonos gyártási műszakúak legyenek az egy helyiségbe kerülő lapok), épség (felületi hibáktól, csorbulástól, repedéstől, mázhibától mentes) szerint.
- Lapok kiosztása, minta felrajzolása, hézagkiosztás tisztázása, beosztása, kezdési sáv meghatározása (vezérsor).
- Lapok áztatása nem fagyálló lapoknál, hagyományos – ágyazóhabarcsba fektetett - megoldás esetén előzetesen.
- Hagományos esetben a tapadóhíd az ágyazóhabarcs cementtel dúsított, és vízzel hígított, folyóssá tett változata, amelyet padlóburkolatba seprővel besepernek, egyenletes, összefüggő bevonatot képezve.

- Hagyományos esetben falburkolatnál ez egy felcsapott gúzolóréteg – mint a vakolatoknál; korszerű, ragasztott megoldásoknál külön e célra kifejlesztett tapadóhíd, diszperzió. Nem a ragasztóhoz kapcsolódik, hanem az alapréteghez.
- Anyagválasztás: kültér, beltér.
- A ragasztók bázisuk szerint: cementbázisú, diszperziós, epoxi; kategóriájuk szerint beltéri, fagyálló, flex.
- Ágyazás: vékony ágyazású 4 mm, középágyazású 4-20 mm.

Építési hibák:

- Helytelen a szegélycsatlakoztatás.
- A fogadószerkezet nem megfelelő.
- A burkolat anyaghibája.
- A rossz kiosztás.
- A ragasztóanyag túl későn épül be.
- A korai fugázás.
- A korai burkolat-használatbavétel.
- A rossz fugaszélesség-választás (túl szoros).
- A fogasság.
- A hullámosság.

Okai:

- a technológia be nem tartása,
- az anyagtárolás nem megfelelő,
- az elkészült munka védelmének hiánya,
- a mozgási hézagok kihagyása,
- a szerkezeti dilatációk figyelmen kívül hagyása,
- alapozás nélküli ragasztás,
- áztatás nélkül beépített burkolat,
- a szerszámozottság hiánya,
- a túl vastag vagy nem megfelelő konzisztenciájú habarcs.

A műszaki ellenőr fontosabb feladatai

- Kiviteli terv szerinti építés ellenőrzése, a terv ismerete
- Az aljzat szilárdság-ellenőrzés nyomon követése (min. 1,5 N/mm²).
- Felületi kialakítás ellenőrzése (az alkalmazott fektetési módtól függően: léccel lehúzott, fával simított, glettelt).
- Fogadószerkezet szintje, pontosságát (vízszintes, lejtésben lévő – terv szerint); tisztaságát (pormentes, nem lehet festett, zsíros, olajos, kormos, sáros, zsálleválasztó szertől mentes legyen – egy szóval idegen anyagoktól mentes legyen).
- A burkolat alá kerülő gépészeti vezetékek legyenek kipróbáltak, minőségileg átvettek, ledugóztak, szennyeződés elleni védelemmel ellátottak.

1.11.2. Melegburkolatok

A melegburkolatok követelményei:

- mechanikai hatásokkal szembeni ellenállóság,
- terhelhetőség,
- kopásállóság,
- színtartósság.

A melegburkolatok fajtái:

- fapadlók,

- lécparketták,
- szalagparketta, laminált parketta,
- mozaikparketta,
- pvc-, linóleumburkolat,
- szőnyegpadlók.

Kivitelezés

- A burkolás a nyílászáró szerkezetek elhelyezése, a belső vakolás, a burkolat alá kerülő szerkezetek, aljzatok elkészülte után kezdhető meg.
- A burkolás ideje alatt a hőmérséklet (a léghőmérséklet és az aljzat) legalább +5 °C legyen (a habarcshőmérséklet 5–10 °C között).
- Alapszerkezet pormentes, száraz.
- fontos az elkészült burkolat megfelelő védelme.
- A fogadószerkezettel kapcsolatosan annak nedvességtartalma korlátos, legfeljebb 3% bennmaradt nedvesség lehet benne (beton).
- Anhidrit-esztrich fogadószerkezet esetén ez a bennmaradt nedvesség max. 1,5% lehet.

Építési hibák:

- Helytelen a szegélycsatlakoztatás
- A fogadószerkezet nem megfelelő.
- A burkolat anyaghibája.
- A rossz kiosztás.
- A ragasztóanyag túl későn épül be.
- A korai burkolat használatba vétel.
- – A fogasság.
- A hullámosság.
- A lemezburkolatok felületfolytonosítása felnyílik.

Okai:

- a technológia be nem tartása,
- az anyagtárolás nem megfelelő,
- az elkészült munka védelmének hiánya,
- a mozgási hézagok kihagyása,
- a szerkezeti dilatációk figyelmen kívül hagyása,
- alapozás nélküli ragasztás,
- a szerszámozottság hiánya.

A műszaki ellenőr fontosabb feladatai

- A kiviteli terv szerinti építés ellenőrzése, a terv ismerete.
- Az aljzat szilárdság-ellenőrzés nyomon követése (min. 1,5 N/mm²).
- Felületi kialakítás ellenőrzése (az alkalmazott fektetési módtól függően: léccel lehúzott, fával simított, glettelt, fémsimítóval lehúzott).
- A fogadószerkezet szintje pontosságát (vízszintes, lejtésben lévő – terv szerint); a tisztaságát (pormentes, nem lehet festett, zsíros, olajos, kormos, sáros, zsaluleválasztó szertől mentes legyen – egy szóval idegen anyagoktól mentes legyen).
- A burkolat alá kerülő gépészeti vezetékek legyenek kipróbáltak, minőségileg átvettek, ledugózottak, szennyeződés elleni védelemmel ellátottak.

2. ÉPÜLETGÉPÉSZETI ISMERETEK

Szerző: Zelenyánszky György okl. épületgépész és villamosmérnök

Az épületgépészet az épületek nem termelési célú stabil, immobilis gépészeti és kapcsolódó technikai rendszerei. A klasszikus épületgépészet az ember komfort- és higiénés igényeit szolgáló gépészeti rendszerek összessége. A klasszikus épületgépészet szakágai: *a vízellátás, a csatornázás, a gázellátás, a fűtéstechika, a hűtés, a szellőzés és a klímatechnika.*

A technológiai, ill. funkcionális épületgépészet az általános komfort és higiénés igényeken kívüli specifikus igényeket szolgál ki. Szakágai: *konyhatechnológia, uszoda technika, kórház technológia, szolártechnika stb.*

Az épületek épületgépészeti rendszerei értelemszerűen mindig konkrét épülethez kapcsolódnak, annak igény szintjéhez igazodnak. Az épületgépészeti hálózatok, berendezések és szerelvények paramétereit, jellemzőit az épületek méretei és komfortszintje határozzák meg. Ezért az Építési műszaki ellenőr II. illetékességi épület kategóriát figyelembe véve a max. 500 m²-es összalapterületű és max. fszt. + 2 szintes épületek klasszikus épületgépészeti szakágait tárgyaljuk.

Az 500 m²-es épületkategória általában feltételezi az összközműves ellátottságot, a teljes komfortigényt, valamint az előbbieket kialakítására, kivitelezésére vonatkozó épületgépészeti szakági műszaki kiviteli tervek meglétét.

Az épületgépészeti komfortszint meghatározása az épületgépészeti szakági kiviteli tervekben történik, amelynek alapján egyrészt a kivitelező kivitelez a szerelést, másrészt a műszaki ellenőr műszakilag ellenőrzi és átveszi a gépészeti szerelést.

2.1. VÍZELLÁTÁS

2.1.1. A vízigény

Az épületek, ill. létesítmények vízigénye használati- és tűzivíz-igényből tevődik össze. A használati vízigény fajtája (tisztálkodási, takarítási, főzési, locsolási stb.) és mennyisége (m³/nap; m³/fő, nap; m³/h) az épület funkciójától függő és normatív műszaki előírás tartalmazza vagy tapasztalati úton határozható meg.

A tűzivíz-igény az épület funkciótól és típustól (tűzrendészeti besorolás), valamint a mértékadó tűzszakaszerülettől függ, és az OTSZ (Országos Tűzvédelmi Szabályzat) szabályozza.

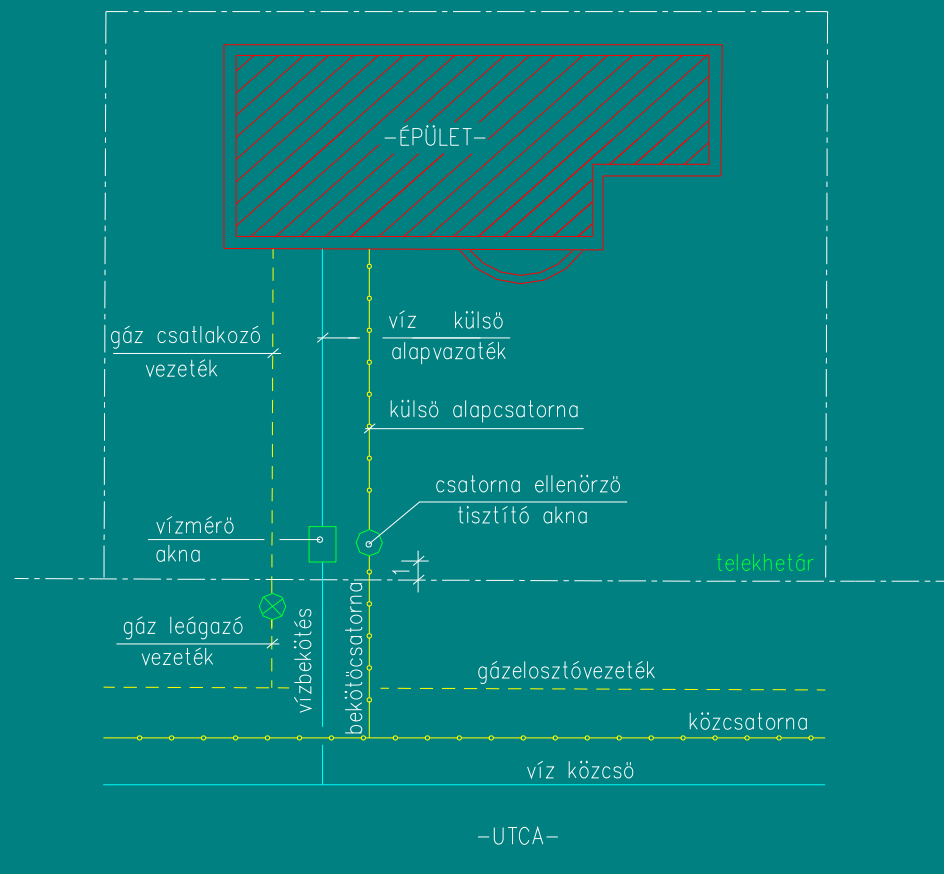
A belső tűzivíz-igényt az épületen belüli tűzcsapok biztosítják, a külső tűzivíz-igényt a közterületi (utcai) tűzcsapok. 500 m² épület alapterületig általában nincs belső tűzivíz-igény, csak külső.

Az épület, ill. létesítmény teljes vízigénye (használati + tűzi) határozza meg az épület, ill. a létesítmény vízbekötésének és vízmérőjének méretét, amelyeket a víz szolgáltató közmű vállalat (VÍZMŰVEK) határoz meg a tervezővel közösen.

A közműves vízszolgáltatók ivóvizet szolgáltatnak. A nem ivóvízminőségű vizet, ipari vizet a céges hálózatok saját kutakról, ill. vízkivételi művekről szolgáltatják, általában saját ipari célra.

2.1.2. A vízhálózatok felépítése

A vízszolgáltatás (VÍZMŰVEK) szempontjából az ingatlanon belül a vízmérőtől a fogyasztóberendezésekig, ill. kifolyóhelyekig terjedő csővezeték-hálózat a belső vagy fogyasztói vízvezeték hálózat, ami az ingatlantulajdonos létesítési és üzemeltetési hatáskörébe tartozik.



HELYSZÍNRAJZ

Épületen kívüli csővezetékek rajza

A közterületi (utcai) vízvezetéktől (közcső) a telekhatáron belül 1,00 m-re lévő vízmérőaknáig, ill. vízmérőig terjedő vezetékszakasz a vízbekötés, amely a vízszolgáltató (vízművek) létesítési és üzemeltetési körébe tartozik a vízmérővel együtt.

A közüzemi vízhálózatok (közcső) nyomástartománya 2–10 bar, míg a fogyasztói hálózatok, ill. a vizesberendezések optimális nyomásigénye 3 bar. Ezért a fogyasztói hálózatba nyomáscsökkentő vagy nyomásfokozó berendezés beépítése válhat szükségessé. Ezek helye a vízbekötés (vízmérő akna után) vagy az épületbekötés (belső főelzáró után).

A közcső és a vízbekötés műszaki jellemzői (mérete, nyomvonala, szintje, anyaga, nyomása) a vízszolgáltatók térképtárában megtekinthetők, ill. ügyfélszolgálatuk ad felvilágosítást róluk.

2.1.2.1. Épületen kívüli vízhálózatok felépítése

Egy létesítmény, egy ingatlan vízhálózata épületen kívüli és épületen belüli vízhálózathoz áll, elválasztó határuk az épület alapfalától 1,00 m távolságra van.

Az épületen kívüli vízhálózatot épületgépészeti szempontból külső alapvezetéknek is nevezzük. Feladatuk az épületek közötti, ill. a létesítmény területén belüli vízelosztás, ami lehet sugaras és körvezetékes.

Telekhatárra épült épület esetében a külső alapvezeték elmarad, csak vízbekötés van vízmérővel a pincében vagy az épületen belüli fszt.-i aknában.

500 m² alapterületű épület vízbekötésének mérete általában 1", a vízmérő mérete NA 25. Egyébként a vízbekötés és a vízmérő méretét a csúcsfogyasztás (m³/h, l/s) nagysága határozza meg.

Az épületen kívüli vízvezetékek anyaga (régebben és egyre ritkábban) szigetelt, horganyzott acélcső, esetleg azbeszt-cement nyomócső, manapság pedig KPE, KM PVC és más műanyag vezetékek, valamint vékony falú, öntöttvas csővezetékek.

Az épületen kívüli vízvezeték-hálózathoz tartoznak a locsolóvíz-hálózatok is, amelyek vagy a vízmérőaknából elzáróval (gömbcsappal) ágaznak le a kerticsapokat felfűző független locsolóhálózattal, vagy a külső vízalapvezetékre fagytanítócsappal csatlakozó kerticsapokból állnak.

Megjegyzendő, hogy az épületen kívüli vízhálózatok szorosan véve nem tartoznak az épületgépészet szakterületébe, csak kapcsolódnak ahhoz, egyébként a közműellátás szak-területéhez tartoznak.

2.1.2.2. Épületen kívüli vízhálózatok kivitelezésének műszaki ellenőrzése

Az épületen kívüli vízhálózat kivitelezésének műszaki ellenőrzése a vízmérőakna, a külső vízalapvezeték és szerelvényeinek szerelésére és beüzemelésére terjed ki.

Az épületen kívüli vízhálózat kivitelezése földmunkából és csőszerelésből, vala-mint, beton vízmérőakna építésből áll, ha nem előregyártott, az akna betonból vagy műanyagból.

A műszaki ellenőr fontosabb feladatai a kivitelezés folyamán

Munkaterület alkalmasságának ellenőrzése.

Nyomvonalkitűzés ellenőrzése, munkaárok a földmunka megkezdés előtt, jóváhagyott belső és külső terv és védőtávolságok (épület 1,50 m; más közmű 1,00 m) figyelembevételével.

Munkaárok-kiemelés ellenőrzése, fektetési mélység (-1,20 fagyhatár), vezetékhagyazat a szerelvények végleges (csapszekrény, aknafedél) szintjének figyelembevételével.

Munka- és balesetvédelmi ellenőrzés (dúcolások, korlátok, talajállékonyság, talajpadka-terhelések).

Kapcsolódási pontok ellenőrzése közterületi telekhatárnál (vízmérőakna helye) és épületbelépéseknél (fogadó-csőhüvelyek vagy vezetékkiállások 1,00 m-re az alapfaltól).

Csőszerelés-ellenőrzés anyaga és technológiája szerint (acélcső, műanyag cső, korrózióvédelem, mechanikai védelem ágyazattal alatta-felette).

Ágyazat- és földvisszatöltés-tömörítés ellenőrzése ($t_{ry} = 85\%$).

Üríthetőség, légteleníthetőség (lejtés) ellenőrzése.

Szerelvények ellenőrzése terv, költségvetés-kiírás, ill. műbizonylat szerint (NA névleges átmérő, NNY névleges nyomásfokozat), rögzítés, beépítés, kezelhetőség szerint.

Csővezeték-nyomáspróba ($p_{próba} = 1,5, p_{üzem} + 1 \text{ bar} \leq \text{min } 10 \text{ bar}$, min 30 percig) és dokumentálásának ellenőrzése.

Ivóvíz-csővezeték fertőtlenítése és dokumentálásának ellenőrzése.

Alkalmassági, üzemképességi ellenőrzés rendeltetésszerű használat szempontjából, a szerelvények próbája.

Műszaki átadás-átvétel, üzembe helyezés.

2.1.2.3. Épületen belüli vízhálózatok felépítése

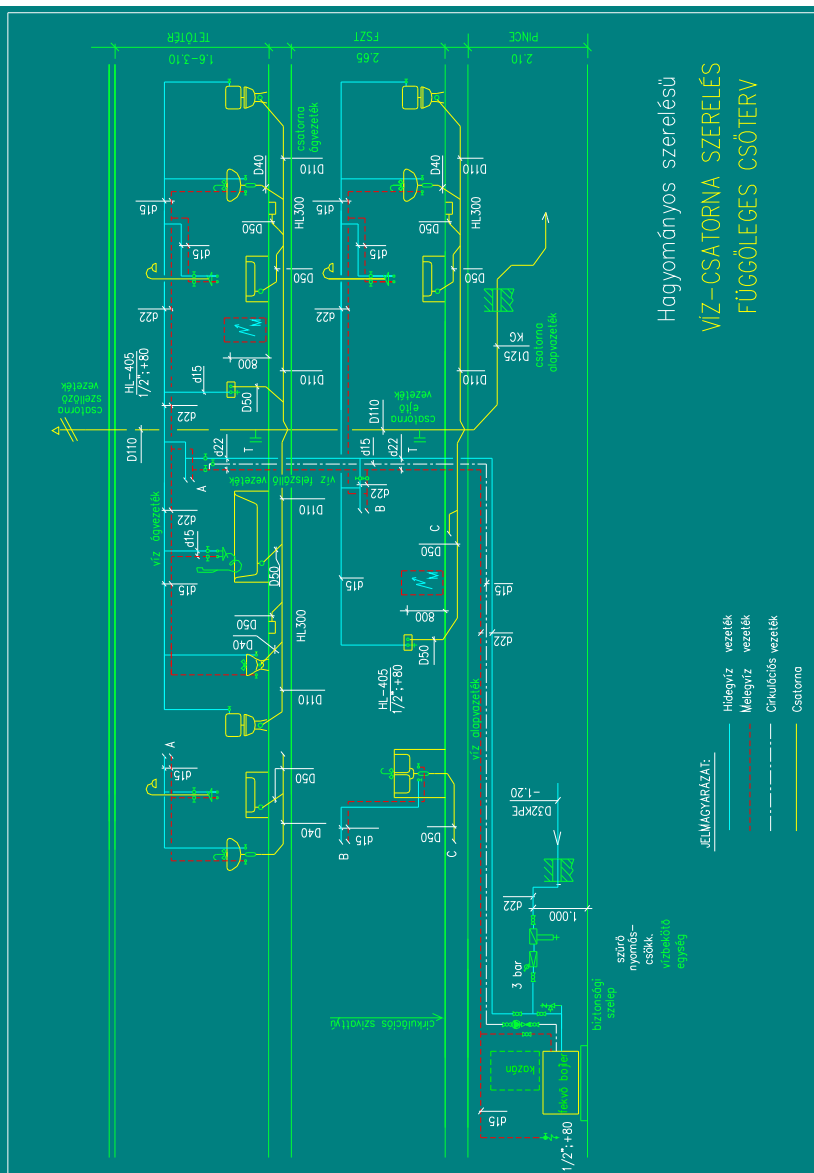
Az épületen belüli vízhálózat a bekötési egységből (bekötőmodul), az alap-, a felszálló- és ágvezetékekből, valamint a fogyasztói vizes berendezési tárgyakból áll.

Az épületek komfortszintjétől függően a használati hidegvíz-igény mellett többnyire használati meleg víz (HMV) is jelentkezik, amelynek HMV vezetéke és cirkulációs vezetéke a hidegvíz vezetékkel azonos nyomvonalon, ill. párhuzamosan halad.

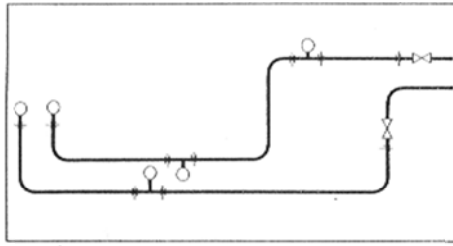
Az épület bekötőmodul sztender alapfunkciós szerelvényekből áll, amelyek opcionálisak, igénytől függően kerülhetnek beépítésre. Jellemző szerelvények: szakaszlezárók (gömbcsap, ferdeszelep), vízmérő (fő vagy mellék), nyomáscsökkentő, nyomásfokozó, nyomásmérő, szűrő, vízkezelő stb.).

A belső alapvezetékek feladata az épület alaprajza szerinti vízszintes vízelosztás. Alapvetően alsó és ritkán felső elosztású lehet, helye a pinceszint vagy a földszint.

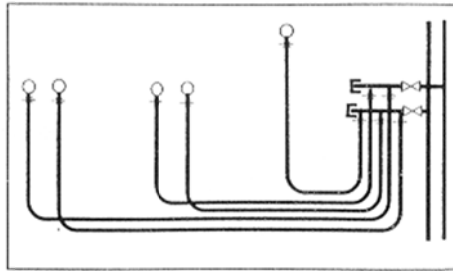
A felszállóvezetékek (strangok) feladata az épület szintjei közötti függőleges vízelosztás. Az alapvezetékekről ágaznak le szakaszlezárókkal (strangelézárók).



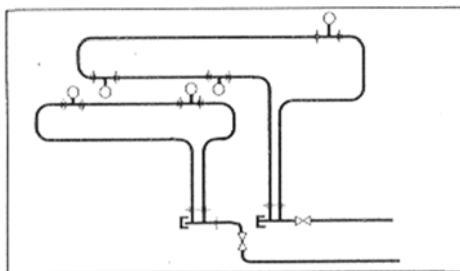
Amíg a vezetékek anyaga hagyományosan ólom- és horganyzott acélcső volt, addig a vízszintes (alapvezetési) és függőleges (felszállóvezetési) elosztás kategorikus volt, azaz az alsó szinten vízszintesen haladt az alapvezeték-hálózat, és erről függőlegesen „felálltak” a felszállókkal a felső szintek ellátásához.



Hagyományos szerelés



Egyedi vízellátás-szerelés



Körvezetékes szerelés

Az új anyagok (műanyag csövek, lágy rézcsövek, réteges fém-műanyag csövek stb.) és új szerelési módok (cső a csőben technológia, műanyag héjas vagy hőszigetelt héjas rézcsövek) bevezetésével vegyes elosztások alakultak ki. Ilyen a főosztós rendszer, ahol egy hideg- és melegvíz-főosztó van, és erről a főosztóról vízszintes vagy függőleges elosztással vannak ellátva a szekciók, amelyek nagysága max. 40 kifolyóegység. A szekciók egymás mellett és felett is lehetnek.

Az osztó egy olyan csővezeték elem, amely egy vezetéki pontról több leágazásra, körre osztja a vízmennyiséget.

Az osztó ellenpárja a gyűjtő, amely több kör vízmennyiségét egyesíti. Nagyobb vízhálózatokban cirkulációs vezetékeknek is van gyűjtőjük.

A szekciónkénti osztókról induló elosztás, illetve a vizes berendezési tárgyak megtáplálása lehet sugaras (szóló falikorongokkal) vagy körvezetékes (iker falikorongokkal).

A korszerű szerelési módoknál egyrészt a vízhálózatok felépítése is eltér a hagyományosaktól, másrészt az élőkorkorlátozás is kb. harmadára csökken a menetes idomos kötéssel szemben a korszerű kötések (roppantógyűrűs, szorítógyűrűs, prés, lágyforrasztás stb.) esetén, mivel a gyors kötéstechnikán túl egy kompakt teljes szerelési rendszert kínálnak (osztó, szerelvények, bekötések, tartószerkezetek, idomok stb.).

2.1.3. Használati melegvíz-ellátás

A komfort épületeknél a vízigény jelentős hányadát a használati melegvíz- (HMV-)szükséglet teszi ki, ami csak ivóvíz-minőségű lehet, és hőmérséklete 30–60 °C.

Közösségi fürdőkben (óvodák, öltözők stb.) csak 30–35°C-os kevert víz engedélyezett, konyhákban a 60°C is megengedhető. A HMV vízhőmérsékletét a vízkőkiválás is befolyásolja, mivel 60 °C fölött nagyobb mértékű a vízkövesedés, ami a melegvíz-termelő berendezés élettartamát és hatásfokát csökkenti.

A használati melegvíz-ellátás lehet távhőellátású vagy saját, önálló ellátású.

Távhőellátás esetén vagy közvetlen a távhálózatból használati meleg vizet szolgáltatnak, ez inkább kisebb többépületes létesítményekre jellemző, vagy a távhálózatból hőenergiát (forró víz, gőz) szolgáltatnak a saját melegvíz-termelő részére.

A saját, önálló ellátású használati melegvízellátás, ill. melegvíz-termelő berendezés lehet helyi és központi.

A helyi melegvíz-termelő (bojler) berendezések, egy-két vizes berendezést vagy egy kisebb fogyasztási egységet (pl. vizesblokkot, fürdőt, lakást stb.) látnak el. Ezen helyi vízmelegítők tárolós és átfolyós rendszerűek. A tárolós bojlerok 10 l-től 200 l-ig tárolnak és készenlétkben tartanak meleg vizet, és egyidejűleg több vizesberendezés ellátására alkalmasak. Az átfolyós vízmelegítők 5–12 l/min teljesítményűek, és alapvetően egyidejűleg csak egy vizesberendezés ellátására alkalmasak.

A helyi vízmelegítők jellemzően gáz és elektromos energiával üzemelnek, és biztonsági szerelvényeik (biztonsági szelep, biztonsági termosztát) is ehhez igazodók.

A helyi gáz-és villanybojler is lehet átfolyós és tárolós is. Egyes gázkazánok bojlerként is funkcionálnak, ezek a kombikazánok (tárolós) és a kombicirkók (átfolyós).

Központi melegvíz-ellátás esetén több fogyasztási egységet (pl. vizesblokkot, lakást stb.) közös melegvíz-termelő berendezés lát el. E központi melegvíz-termelők is lehetnek tárolósak (300–5000 l) és átfolyósak is, de az átfolyós készülékek (hőcserélők) ezeknél tág teljesítményhatárúak, és egyidejűleg sok fogyasztó ellátására alkalmasak.

A központi melegvíz-termelőknél a tároló és a hőcserélő együttes kombinációja is gyakori. A központi melegvíz-ellátó hálózatnak a fogyasztókat ellátó melegvíz-vezetéken kívül a cirkulációs vezeték is része, amely mindenkor, ill. programozott időszakokban biztosítja a kifolyónál a meleg víz kívánt hőfokát. A cirkulációs vezeték is a tárolót köti össze a (legtávolabbi) fogyasztási hellyel, de áramlási iránya a tároló felé mutat (melegvíz-visszatérő vezeték), és a cirkulációs szivattyú keringteti.

Az 500 m²-es épületkategóriában a helyi és a kisebb tárolós (~500 l) központi melegvíz-termelés is szokásos.

2.1.4. Épületen belüli vízhálózatok csővezetékei, szerelvényei, berendezési tárgyai

A csővezetékeket alapvetően az anyaguk és a kötéstechikájuk jellemzői. A használatos víz-vezetéki csővezetékek közül vannak a hagyományos szerelési módot képviselő horganyzott acélcsövek (menetes idomos kötéssel), és vannak a korszerű szerelési módokat képviselő rézcsövek, műanyag csövek és réteges (fém és műanyag) csövek.

A korszerű csövek kötéstechikája és szerelési módja a csőanyagtól és a márkafajtától függ. A rézcső kötése lehet roppantógyűrűs, forrasztásos, hidegen préselt stb. A műanyag cső kötése lehet roppantógyűrűs, toldóhüvelyes, zsugorkötéses, polifúzhégesztéses stb.

A csövek hőtágulása anyaguk szerint különböző. Az acélcső hőtágulásához viszonyítva a rézcső hőtágulása kétszeres (1 m 1,7 mm-t tágul 100 °C hőmérséklet-különbségnél), a műanyag csövéké háromszoros.

Elsősorban a hőtágulás felvételére, de a hőszigetelésük végett is a csöveket valamilyen külső utólagos vagy gyári védelemmel kell ellátni. Szerelési utólagos védelmek a különböző hőszigetelő csőhéjak és a nemezzsalagos bevonatok. A gyári védelem a műanyag bevonatok a rézcsöve-

ken, a hőszigetelő csőhéjbevonatok a réz- és műanyag csöveken, a műanyag gégecsövek a műanyag csöveken. Ez utóbbi a „cső a csőben” szereléstechika alapja.

A csővezetékek hosszirányú hőtágulásának felvételét elsősorban helyes nyomvonalvezetéssel (iránytörések, lírák), másodsorban dilatációs szerelvényekkel (kompenzátorokkal) kell biztosítani a csőmárkára vonatkozó technológiai előírás szerint.

A réz- és műanyag csövek átmérőjüktől és keménységüktől függően tekercsben (NA 15, NA 20) és szálban kerülnek kiszerezésre.

A csővezeték anyagának, ill. szerelési módjának kiválasztása műszaki-gazdasági döntés. A korszerű csövek ára kis átmérő (NA 15, NA 20) esetén versenyképes a hagyományos anyagú és szerelésű csövek árával, ezért a kisebb hálózatokat szinte csak korszerű réz, műanyag és réteges, fém-műanyag csővezetékrendszerekkel szerelik. A nagyobb vízhálózatoknál vegyesen alkalmaznak különböző anyagú csővezetéseket (NA 25 felett horganyzott acélcső), de ilyenkor tekintettel kell lenni a galvánkkorrózióra (réz csak horganyzott cső után következhet, előtte nem, folyásirány szerint).

A vízvezetéki csövek lehetnek szabadon és süllyesztetve szereltek. Ahol megengedhető, a hozzáférhetőség (karbantartás) végett szabadon célszerű szerelni. Süllyesztett és szabadon szerelés esetén is egyaránt kell tartani a csőtípusra vonatkozó szerelési előírásokat (csőkötés, rögzítés, hőtágulás, védelem).

A csővezeték a hálózat passzív eleme, üzemeltetését elzáró-, szabályozó-, biztonsági és egyéb szerelvények teszik lehetővé.

A csővezetéki szerelvények általános jellemzője a névleges nyomásfokozata (NNY), a névleges átmérője (NA), és áteresztőképessége teljes nyitásnál 1 bar nyomáskülönbségnél k_{vs} , m³/h.

A szerelvények kötésmódja (menetes, karimás, hegesztőtoldatos, forrasztós, stb.) általában a csővezeték kötésmódjához igazodik, de attól eltérő is lehet.

Az elzárószerelvények (gömbcsapok, tolózárok) nyitnak vagy zárnak, a víz mennyiségi szabályozására alkalmatlanok, feladatuk a csővezetékek szakaszolása.

A szabályozószerelvények elsődleges feladata az alap-, a felszálló- és az ágvezetéki csőszakaszon (ferdeszelep, túszelep) és a vizes berendezési tárgyaknál (sarokszelep) a szükséges vízmennyiség beszabályozása. Ezenkívül egyes típusok elzárásra is alkalmasak.

A biztonsági szerelvények a káros hatásoktól védik a vízhálózatot. A biztonsági szelep (rugós, súlyterhelésű) az üzem közben káros nyomásemelkedést akadályozza meg. A nyomáscsökkentő szelep a készüléket vagy a hálózatot védi a nagyobb külsőhálózati nyomástól. A visszacsapó szelep a víz visszaáramlását akadályozza, ezzel védve a hálózat vagy a készülék szennyeződését. A légbeszívó szelep a hálózat leürülésekor (vakuum) akadályozza meg szennyvíz beszippantását pl. a fürdőkádából a kizúgáson át.

A vizes berendezési tárgyak (szaniterek) a vízhálózat fogyasztóberendezései, amelyek hideg- és/vagy melegvíz- és csatornacsatlakozással rendelkeznek a hálózatra kapcsoláshoz. Rendeltetésük szerint lehetnek háztartási, kommunális, egészségügyi, konyhai stb.

A berendezési tárgyak közismert fajtái: mosdók, falikutak, mosogatók, zuhanyozók, fürdőkádak, WC-k és vizelde-berendezések, bidék.

A berendezési tárgyak fajtáit és szerelvényváltozatait a gyártmánykatalógusok részletesen tartalmazzák.

A berendezési tárgyak vízbekötése tartalékelzáróval, csatornabekötése mindenkor büzelzárával csatlakozik a hálózathoz. A szerelési, bekötési, elhelyezési méretek szaniterfajtánként tipizáltak, egységesítettek.

2.2. CSATORNÁZÁS

A létesítményekben, illetve az épületekben a vízfogyasztás fajtájának (háztartási, kommunális, ipari stb.) megfelelő szennyvízfajta keletkezik, amelyet a csapadékvízzel együtt el kell vezetni, ill. helyezni.

A keletkező szenny- és csapadékvíz elhelyezhető ingatlanon kívül, ha van a területen közműcsatorna, és ingatlanon belül kell elhelyezni, ha nincs közműcsatorna.

Ingatlanon belüli szennyvíz-elhelyezés csak zárt szennyvíztárolóban engedélyezett, szippantásos elszállítással és csak meghatározott építési övezetekben és épületnagyság esetén.

Az ingatlanon belüli csapadékvíz-elhelyezés felszíni vagy terepszint alatti szikkasztással lehetséges.

A befogadó közműcsatornák a településeken egyesített vagy elválasztott rendszerűek. Egyesített rendszerben a szenny- és csapadékvíz közös csatornában folyik, elválasztott rendszerben külön-külön.

A szenny- és csapadékvíz hálózat sem épületen belül, sem telken belül nem egyesíthető, visszaduzzadás, ill. elárasztás megelőzése végett. Telken belül a telekhatár előtt 1,00 m-re lévő ellenőrző aknában egyesíthetők a szenny- és csapadékvíz-csatornák.

2.2.1. A csatornahálózatok felépítése

A közcsatorna vagy gerinccsatorna a közterületen lévő szenny- és/vagy csapadékvizek elvezetésére szolgáló csatornavezeték, ami a szolgáltató (csat.művek) üzemeltetési hatáskörébe tartozik.

A csatorna-bekötővezeték (házi bekötőcsatorna) a közcsatorna és az ingatlan-telekhatár (zártosorú beépítés), ill. a telekhatáron belül 1,00 m-re lévő ellenőrző akna közötti csatornavezeték-szakasz, ami a szolgáltató üzemeltetési hatáskörébe tartozik.

A közterületi gerinccsatorna és bekötőcsatorna műszaki jellemzői (méret, anyag, lejtés, nyomvonal, szint) a csatornaszolgáltatók térképtárában megtekinthetők, ill. ügyfélszolgálatuk ad felvilágosítást róluk.

A házi bekötőcsatornákat befogadó közcsatornák túlnyomó többsége gravitációs lefolyású, azaz a csatornavezeték fektetési lejtése „működteti” őket. A terepviszonyoktól függően, pl. hegyes-dombos vidékeken szivattyús, nyomott vagy szívott csatornahálózatok is léte-sülnek.

A kör keresztmetszetű, H átmérőjű csatornavezetékben a szennyvíz lefolyásakor a cső folyásfenekéhez képest kialakul egy pillanatnyi h szennyvízmagasság. A h vízmagasság és a H átmérő h/H hányadosa a töltési fok, amelynek értéke az ingatlanokon belüli csatornáknál biztonságból 0,6–0,8, azaz a töltési fok 60–80% lehet. A töltés kívánatos értékét csőátmérő mellett a cső lejtése és anyaga határozza meg, ezek összetartozó értékeit szakági táblázatok tartalmazzák.

A házi hálózat (házi csatorna) a telekhatáron belüli, az épületeken kívüli, az ingatlan szenny- és csapadékvizét összegyűjtő és továbbító, az ingatlan tartozékát képező vezeték-hálózat és tartozékai, ami az ingatlantulajdonos létesítési és üzemeltetési hatáskörébe tartozik.

2.2.1.1. Épületen kívüli csatornahálózatok felépítése

Egy létesítmény, egy ingatlan csatornahálózata épületen kívüli és épületen belüli csatornahálózatból áll, elválasztó határuk az épület alapfalától 1,00 m távolságra van.

Az épületen kívüli csatornahálózatot (házi csatorna) épületgépészeti szempontból külső alapcsatornának is nevezik. Feladata az épületek és a külső terek szenny- és csapadékvizeinek összegyűjtése és továbbítása a befogadó ellenőrző akna felé.

Az ellenőrző tisztítóakna az üzemeltetési és birtokhatár a szolgáltató és a fo-gyasztó (ingatlan tulajdonos) között. Mérete és típusa a helyi szolgáltatótól függ. Budapesten lejárható betonaknát kérnek ($\varnothing$ 80 cm-től, -1,50 m mélységig; $\varnothing$ 100 cm-től 1,50 m mélységig), vidéken van, ahol kamerázható min. $\varnothing$ 315 mm műanyag előregyártott aknát, van, ahol $\varnothing$ 200 KG vagy $\varnothing$ 150 KG állványcsövet tisztítóidommal. Abban viszont egységesek a csatornaszolgáltatók, hogy a csatornabekötéshez általuk jóváhagyott tervet kérnek, amiben az ellenőrző tisztítóakna és a csatornabekötés jellemzői (átmérő, hossz, lejtés, szintek) szerepelnek.

500 m² alapterületű épület külső alapcsatornájának mérettartománya NA 100–NA 150, lejtése 2 ‰ és 2% közötti, és minimális földtakarása mechanikai védelem végett 1,00 m. Jellemző

anyaga a kemény PVC- és PE-csövek és idomaik, amelyek gumigyűrűs tokos, ill. villamos hegesztéses kötéseik.

A külső csatornák zavartalan üzemét az aknák és a csatornaszerelvények biztosítják. Az aknák föld alatti építmények, és a csatorna ellenőrzését, tisztítását, szint- és irányváltoztatását biztosítják. A betoncsövek alkalmazásakor széles körű volt a helyszíni vagy előregyártott betonaknák alkalmazása, de a KG műanyag csövek alkalmazásával a betonaknákat felváltották a könnyebb súlyú és gyorsan telepíthető kompakt műanyag aknák, különösen az NA 150 átmérőtartományban.

Aknák szintkülönbség váltásának, bukásának nagysága max. 70 cm lehet, az aknafének épiségének védelme és járható aknáknál munkavédelmi okok miatt. 70 cm bukómagasság fölött az akna elé ejtőcsövet kell beépíteni beton- és műanyag aknák esetén is.

Az aknák fedlapjai (terepszintű fedelük) vagy járműterhelésre alkalmas nehéz fedlapok (öntöttvas, alu), vagy járműterhelésre nem alkalmas könnyű fedlapok.

Az épület funkciótól, a keletkező szennyvízfajtától függően szükségessé válhat speciális műtárgyak, ill. aknák beépítése is. Ilyenek a zsír-, a homok-, a benzin- vagy az olajfogó aknák, amelyek ma már szintén előre gyártottak széles márká- és típusválasztékkal.

A külső csatornaszerelvények elzáró- (tolózár) és visszatörölődést gátló (visszacsapó szelep) szerelvények és azok kombinált változatai, amelyek főként az egyesített rendszereknél kerülnek beépítésre a záporok okozta elárasztások megelőzésére.

Megjegyzendő, hogy az épületen kívüli csatornahálózatok szorosan véve nem tartoznak az épületgépészet szakterületéhez, csak kapcsolóknak ahhoz, egyébként a közműellátás szakterületéhez.

2.2.1.2. Épületen kívüli csatornahálózatok műszaki ellenőrzése

Az épületen kívüli csatornahálózatok kivitelezésének műszaki ellenőrzése az ellenőrző tisztítóakna, a külső alapcsatorna és műtárgyainak, ill. szerelvényeinek szerelésére és beüzemelésére terjed ki.

Az épületen kívüli csatornahálózat kivitelezése földmunkából, kemény PVC-cső fektetésből és előregyártott aknák elhelyezéséből áll.

A műszaki ellenőrzési fontosabb feladatai a kivitelezés folyamán

Munkaterület alkalmasságának ellenőrzése.

Nyomvonal-kitűzés ellenőrzése a munkaárok-földmunka megkezdése előtt, jóváhagyott belső és külső terv és védőtávolságok (épület 1,50 m; más közmű 1,00 m) figyelembevételével.

Munkaárok-kiemelés ellenőrzése fektetési mélység (min. –1,00 m), vezetékágyazat, aknafedelek végleges szintjének figyelembevételével.

Munka- és balesetvédelmi ellenőrzés (dúcolások, korlátok, talajállékonyság, talajpadka-terhelések).

Kapcsolódási pontok ellenőrzése közterületi telekhatárnál (ellenőrző tisztítóakna helye) és épületbelépéseknél (fogadó-csőhüvelyek vagy vezetékkiállások 1,00 m-re az alapfal-tól).

Termett földre való szerelés és ágyazatkészítés ellenőrzése.

Csőszerelés-ellenőrzés anyag és technológia szerint (műanyag cső, mechanikai védelem ágyazattal, alatta-felette).

Egyenletes lejtés ellenőrzése a terv figyelembevételével.

Ágyazat- és földvisszatöltés-tömörítés ellenőrzése ($t_{ry} = 85\%$).

Aknák, szerelvények ellenőrzése a terv, költségvetés-kiírás, ill. műbizonylat szerint (NA névleges átmérő), rögzítés, beépítés, kezelhetőség szerint.

Tömörégi próba (1,5 mvo., 10 min) és dokumentálásának ellenőrzése.

Alkalmassági, üzemképességi ellenőrzés rendeltetésszerű (öntisztulás) használat szempontjából, műtárgyak és szerelvények próbája.

Műszaki átadás-átvétel, üzembe helyezés.

2.2.1.3. Épületen belüli csatornahálózatok felépítése

Az épületen belüli szennyvízcsatorna-hálózat az alapcsatorna, az ejtő-, a szellőző- és az ágvezetésekből, valamint a fogyasztói berendezési tárgyakból áll.

A vízszintes kiterjedésű alapcsatorna feladata az épület általában alsó szintjén az alaprajzilag elhelyezkedő ejtő- és ágvezetékek szennyvizeinek összegyűjtése és az épületből való kivezetése.

Az ejtővezeték a függőleges és az egymás fölötti szintek szennyvizeit gyűjti össze és vezeti az alapcsatornába.

A szellőzővezeték általában az ejtővezeték függőleges, azonos átmérőjű meghosszabbítása a szabadba a tetőn kívülre, ami ezáltal a csatornahálózatban a vízáramlás (vízdugó) hatására előforduló túlnyomás vagy szívás (depresszió) kiegyenlítését végzi.

A szívó- és nyomó-nyomásingadozás a berendezési tárgyak és a víznyelők búzázaraiban a vízzárat leszívhatják, ami a csatornagázok visszaáramlását teszi lehetővé az épületbe. Légbeszívó csatornaszerelvény alkalmazásával a légvezeték esetenként elmaradhat az ejtővezeték tetejéről, de épületenként min. 1 db szellővezeték ajánlott, a szabadba kivezetve.

A csatorna-ágvezetékek a vizes berendezési tárgyakat, ill. a víznyelőket kötik be az ejtővezetékekbe vagy az alapcsatornába.

A berendezési tárgyak és a víznyelők (pl. padlóösszefolyó, mosógép faliszifon) ún. búzelzáron keresztül kapcsolódnak az ágvezetékekhez. A búzelzárok a kisebb darabos szennyvizet átengedik, de 5–10 cm magas vízzárral megakadályozzák a csatornagázok visszaáramlását az épületbe. A búzelzárok (szifonok) mérete (átmérő, vízzármagasság) szabványosított, berendezéstárgyfajtánként.

2.2.1.4. Épületen belüli csatornahálózatok csővezetékei, szerelvényei, berendezési tárgyai

A csatornák anyagának kiválasztásakor tisztázni kell a szállítandó szennyvíz mi-nőségét (ké-miai-fizikai tulajdonságok, hőmérséklet stb.) és a beépítési körülményeket (fektetve, füg-gesztve, süllyesztve, szabadon stb.).

A háztartási és kommunális igényekre (60 °C-ig) a lágy és kemény PVC csatornacsövek és idomok használatosak, gumigyűrűs tokos kötéssel.

Fokozottabb hő- (80–100 °C), vegyi és kopásállósági igény esetén a PE csatornacsövek és idomok használatosak, villamos hegesztéses kötéssel.

Magasabb igények esetén a vékony falú öntöttvas és a rozsdamentes acélcsövek alkalmazá-sára is sor kerülhet.

Mindegyik lefolyórendszerhez saját kötés- és rögzítéstechnika, valamint széles körű idom-és tartozékválaszték áll rendelkezésre, amelyeket a gyártmánykatalógusok részleteznek.

Jellemző idomválaszték: ívek (45°, 90°), elágazások, tisztítóidomok, szűkítők, lezároidomok stb.

Jellemző tartozékok: kötéstechnikai (tokok, karmantyúk stb.) és rögzítéstechnikai (bilin-csek, függesztők, tálcák stb.) elemek, padló- és tetővíztelenítők, berendezési tárgyak csatlakozásai stb.

A belső csatornahálózat szerelvényei a lefolyócső-hálózathoz és/vagy a vizes be-rendezési tárgyakhoz kapcsolódnak, általában nem a csőgyártók termékei, összefoglaló nevük lefolyótechni-ka.

A lefolyótechnikai elemeket részletesen szintén a gyártmánykatalógusok tartalmazzák.

Jellemző lefolyótechnikai elemek: szifonok, szaniterak lefolyókészletei, túlfolyók, padló- és tetőösszefolyók, légbeszívók, visszacsapó szelepek, esővíz-csatlakozók stb.

A berendezési tárgyak csatornabekötése mindenkor búzelzáróval csatlakozik a hálózathoz, vízzármagasságuk és átmérőjük egységesített és szabványosított.

2.2.2. Épületen belüli víz-csatorna hálózatok kivitelezésének műszaki ellenőrzése

Az épületen belüli víz-csatorna hálózat kivitelezésének műszaki ellenőrzése az épület vízbekötőmodul, a víz és csatorna alap-, felszálló- (ejtő) és ágvezetékek, valamint a berendezési tárgyak szerelésére és beüzemelésére terjed ki.

A csővezetékek és a csővezetéki szerelvények szerelése, a fal vagy burkolat alatti szerelés a „nyersszerelés”, a falon kívüli, a berendezési tárgyak és szerelvényeinek elhelyezése a tulajdonképeni szerelvényezés a gyakorlati szóhasználat szerint.

A belső víz-csatorna szerelés műszaki ellenőrzése az alábbi négy szakaszra tagolódik:

- épületszerkezet építésközbeni gépészeti szempontú műszaki ellenőrzése,
- nyersszerelés (vezetékezés) műszaki ellenőrzése,
- szerelvényezés műszaki ellenőrzése,
- alkalmassági próbák műszaki ellenőrzése.

A műszaki ellenőr fontosabb feladatai a kivitelezés folyamán

Épületszerkezet (pince, földem, föfal), építés folyamán a fal- és földemáttörések, csőhüvelyek, zsompok stb. beépítésének ellenőrzése a terv szerint.

Munkaterület alkalmasságának ellenőrzése.

Épületen kívüli víz-csatorna bekötések ellenőrzése (szint, méret).

Nyersszerelés (vezetékezés) ellenőrzése:

- csővezetékek nyomvonal-vezetésének (lejtés) és szerelvények kezelhetőségének ellenőrzése a jóváhagyott terv szerint,
- egyéb rendszerekkel (fűtés, gáz, szellőzés, villanszerelés) összefüggő kritikus pontok (keresztezés, párhuzamos vezetés) ellenőrzése,
- csőszerelés technológiájának ellenőrzése csőfajta (pl. réz, műanyag) és épületfajta (pl. hagyományos, könnyűszerkezetes) szerint,
- szerelvények, nagyberendezések ellenőrzése terv, költségvetés-kiírás és műbizonylat szerint,
- berendezési tárgyak víz-csatorna kiállásainak (szint, átmérő) ellenőrzése,
- vízvezeték-nyomáspróba (víz min. 10 bar, 30 mon-ig), csatornatömörítési próba (csatorna 1,5 mvo., 10 min-ig) ellenőrzése,
- biztonsági szerelvények (biztonsági szelep, nyomáscsökkentő, visszacsapó szelep stb.) próbájának ellenőrzése.
- Szerelvényezés ellenőrzése:
- munkaterület-alkalmasság (kész burkolás és festés, takarítás) ellenőrzése,
- berendezési tárgyak és szerelvények elhelyezésének és működésének ellenőrzése (rögzítés, vízszint, épség, vízmennyiség-beszabályozás).
- Alkalmassági próbák ellenőrzése:
- vízhálózat-fertőtlenítés és dokumentálása,
- egyidejűségi vízhasználati ellenőrzés, a terv szerinti egyidejűséggel a víz- és csatornahálózat megfelelő-e,
- melegvíz-készítés és cirkuláció ellenőrzése.

Műszaki átadás-átvétel, üzembe helyezés

2.3. FŰTÉS

A fűtésnek az a feladata, hogy a zárt tereket télen emberi tartózkodásra alkalmassá tegyünk, azaz függetlenítsük a fűtött helyiség hőmérsékletét az időjárási körülményektől.

A fűtés az emberi test hőleadását a hideg időszakban a környezet felmelegítésével oly módon szabályozza, hogy az ember hőtermelése és hőleadása között egyensúly jöjjön létre, és ezáltal az ember hőfiziológiailag komfortosan érezze magát. A fűtési rendszerek az alábbiak szerint csoportosíthatók:

A hőtermelők és hőleadók helye szerint:

- egyedi fűtés (egy helyiséget fűt és abban van a hőtermelő),
- központi fűtés (több helyiséget, ill. épületet fűt egy hőtermelő),
- távfűtés (hőtermelő az épületen, ill. ingatlanon kívül van).

Energiahordozók szerint:

- szilárd, olaj és gáz tüzelőanyagú,
- elektromos fűtések,
- környezeti energiás fűtés (szél, nap, hőszivattyú).

Hőhordozó közeg szerint:

- melegvíz-fűtés (90 °C),
- forróvíz-fűtés (130 °C),
- gőzfűtés,
- légfűtés.

A hőleadás módja szerint:

- konvektoros fűtés (pl. radiátoros),
- sugárzófűtés (pl. padlófűtés),
- légfűtés,
- kombinált fűtések.

A fűtési rendszerekkel szembeni követelmények:

- egyenletes 20–22 °C hőmérsékletet biztosítson térben (vízszintes és függőleges irányban) és időben a fűtött helyiségben,
- szabályozható legyen, gyorsan lehessen változtatni a hőmérséklet-viszonyokat (fel-fűtés, leállás),
- a helyiség levegőjét nem ronthatja (por, füst, gőzök),
- a fűtéssel egyidejűleg a helyiség frisslevegő-ellátása zavaró légáramlásoktól (huzattól) mentes legyen,
- létesítése és üzemeltetése kedvező költségintű legyen,
- környezetkímélő legyen (füstgáz, kémény).

A fenti követelmények figyelembevételével az 500 m²-es, fszt. + 2 szintes épület kategóriában új építésű épület esetén a szoba jöhető gazdaságos fűtési rendszer központi fűtésű, gázellátást feltételező, melegvíz (max. 90 °C) hőhordozó közegű és konvekciós (radiátoros) vagy sugárzó (felületi fűtések, padló-, fal- és mennyezetfűtések) hőleadójú.

Az MSZ-04-140 hőtechnikai szabvány és a 7/2006. (V. 24.) TNM rendelet (az épületek energetikai jellemzőinek meghatározásáról) szerint készült, 500 m² alapterületű épület becsült fűtési hőigénye 30–40 kW.

2.3.1. A központi fűtések felépítése

A továbbiakban a max. 500 m²-es, fszt. + 2 szintes épületek kb. 40 kW hőteljesítményű szivattyús, központi meleg vizes fűtések felépítéséről és kialakításáról lesz szó. A szivattyús, központi melegvíz-fűtések elvi felépítése: hőtermelő csővezeték-hálózat (előremenő, visszatérő), biztonsági berendezések, ill. szerelvények, keringetőszivattyú, hőleadók, szerelvények.

A hőtermelő esetünkben egy 20–40 kW-os gázkazán, ami lehet falikazán (cirko) vagy álló gázkazán. A gázkazánok automatikus üzeműek és csak időszakos felügyeletűek. A kazánok egyes típusai kompaktak és biztosítottak (zárt táglási tartály és biztonsági szelep beépítve), más típusok nem kompaktak, ezeknél a kazánon kívül kell a biztosítást megoldani.

A fűtési csőhálózat egy olyan vezetékhálózatkör, amely a hőtermelőt köti össze a hőleadóval (előremenő vezeték), és azt újra a hőtermelővel (visszatérő vezeték).

A fűtési előremenő és visszatérő vezetékek funkciójuk szerint (ugyaneúgy, mint a vízvezeték hálózat részei) lehetnek alap-, felszálló (strang) és ágvezetékek. Az ágvezetékek a radiátorokat kötik be mint „fogyasztókat”.

A fűtési csőhálózatok kialakításának alapkövetelménye a légteleníthetőség, a tölthetőség és az üríthetőség, ami a csővezeték helyes irányú lejtésével, ill. emelkedésével alakítható ki.

Fűtésrendszeri kazánvédelmi biztonsági berendezése a rugós biztonsági szelep és a zárt tágulási tartály. A biztonsági szelep megakadályozza, hogy a kazánban bármilyen hiba folytán a nyomás egy megadott érték fölé (esetünkben 2,5 bar) emelkedjen. A tágulási tartály a fűtési rendszer vizének hőtágulásából származó térfogat-növekedés felvételére és a víztartalom lehülése után a hálózatba való önműködő visszavezetésére szolgál. Ma már főleg zárt tágulási tartályokat alkalmaznak, amelyek nyomáskategóriája a biztonsági szelepekével megegyező.

A keringetőszivattyú a csőhálózatban a hőhordozóközeg cirkulációját, keringését biztosítja, elektromos meghajtással. Szivattyú nélküli, gravitációs fűtést ma már ritkán szerelnek.

A fűtési hálózat szerelvényei: az elzáró-, a visszacsapó, a keverő- és a szabályozószelepek, amelyek a rendszer működését szolgálják.

A hőleadó a radiátor és a fűtő a padló, a fal, ill. a mennyezet, amelyek a meleg víz által szállított hőenergiát a helyiség fűtésére hasznosítják.

2.3.2. Radiátoros fűtések

A radiátoros melegvíz-fűtések hőleadója a radiátor, amelynek hőleadása nagyjából konvekció (légáramlás), kisebbrészt sugárzás útján megy végbe.

A szivattyús radiátoros melegvíz-fűtések jellemző közepes vízhőmérséklete 55–80 °C, hőlépcsője (vízlehűlés a radiátoron) 10–20 °C. A kondenzációs kazánoknál 55 °C a javasolt előremenő vízhőmérséklet, ami az égéstermékben lévő vízgőz kondenzáció feltétele, miáltal a rejtett hő is hasznosíthatjuk, és ezzel a hagyományos kazánokhoz képest 105–110%-os hatásfok is elérhető.

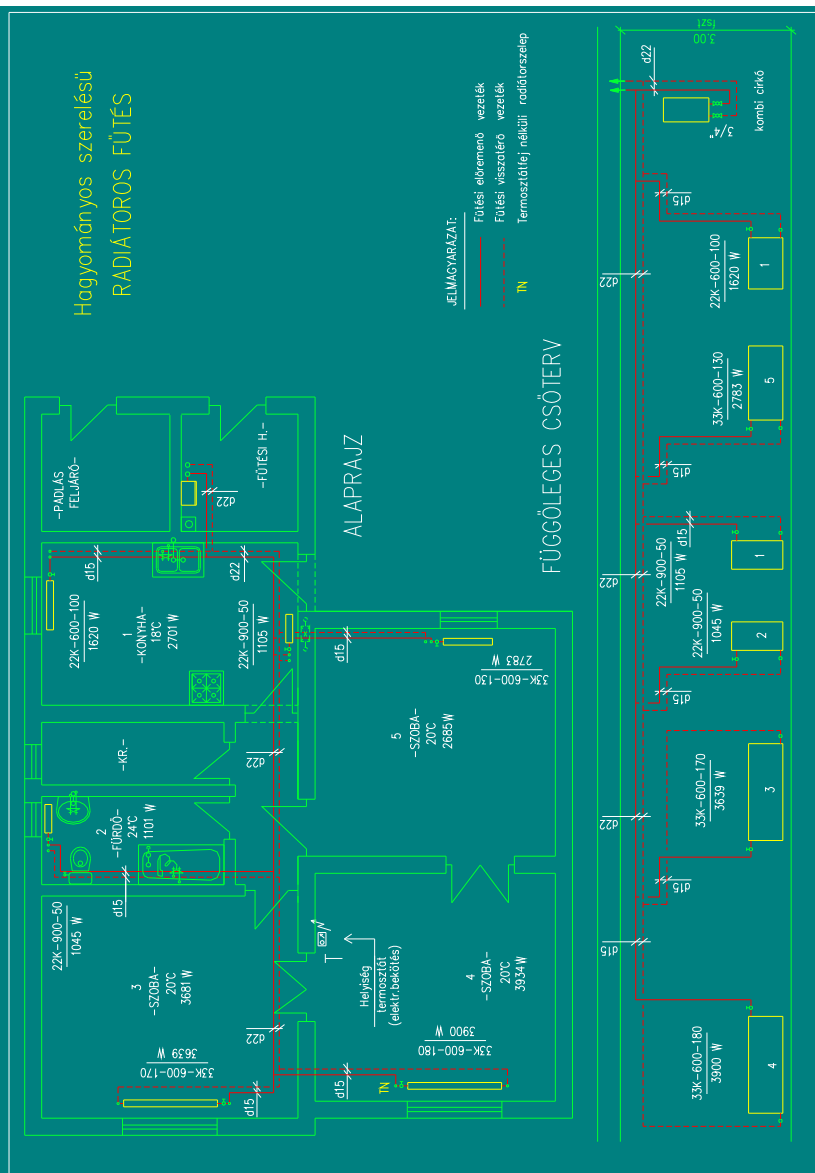
A fűtési hálózatok a fűtési alapvezetékek helye, valamint a felszálló vezetékek száma és a radiátorok egymással való vízoldali kapcsolata szerint csoportosíthatók.

Ahogy a vízhálózatoknál is, a fűtési hálózatoknál is vannak hagyományos szerelési anyagok és szerelési módok, valamint a korszerű anyagok és korszerű szerelési módok.

Az 500 m²-es épületkategóriában a hagyományos szereléseket a szabadon szerelt, hegesztett kötésű, acélcsöves és a forrasztásos kötésű, csupasz szálcsőből készülő, rézcsöves szerelésű fűtési hálózatok képviselik. Ezek alapvezetéke általában az alsó pincszinten (alsóelosztású) vagy a földszint mennyezete alatt (közbülső vagy vegyes elosztású) halad.

Felső elosztású a fűtési rendszer, ha a fűtési alapvezeték az épület legfelső szintjének mennyezete alatt halad. Így klasszikusan már nemigen használatos a felső elosztás, viszont egyszintű változata (etázsfűtés) gyakori, amikor is a fszt. mennyezete alatt halad az alapvezeték.

Amíg a vezetékek anyaga hagyományos hegesztett kötésű acélcső volt, addig az alap- és felszállóvezeteki elosztás kategorikus volt, azaz az alsó szinten vízszintesen haladt az alapvezeték-hálózat, és erről függőlegesen „felálltak” a felszállókkal a felső szintek ellátásához.

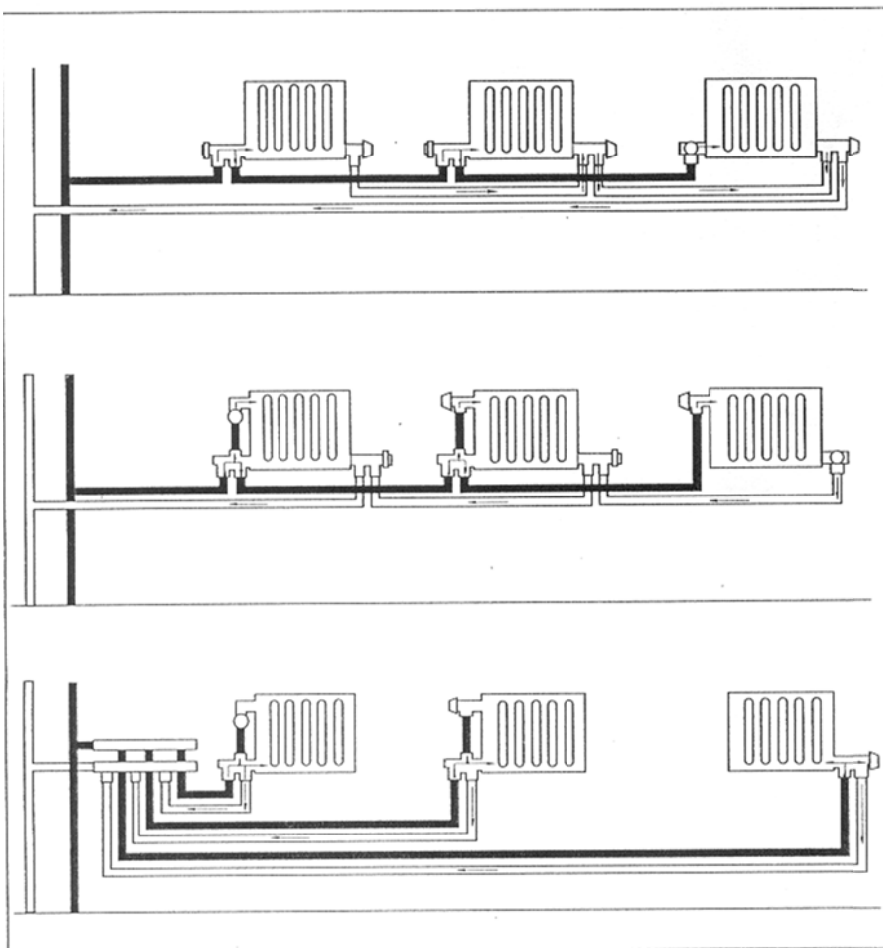


Az új anyagok (műanyag csövek, lágy rézcsövek, réteges fém-műanyag csövek stb.) és új szerelési módok (cső a csőben technológia, műanyag héjas vagy hőszigetelt héjas rézcsövek) bevezetésével – mint a vízhálózatoknál – vegyes elosztások alakultak ki. Ilyen a főosztós rendszer, ahol egy főosztó van és erről a főosztóról vízszintes vagy függőleges elosztással vannak ellátva a szekciók, amelyek nagysága max. 500 m². A szekciók egymás mellett és felett is lehetnek.

A szekciónkénti osztókról induló elosztás, illetve a radiátorok egymással való vízoldali kapcsolata lehet párhuzamos (kétsőves) kötésű és soros (egysőves) kötésű. Az egy- és a kétsőves rendszer is lehet függőleges vagy vízszintes kialakítású, de a korszerű csővezetékek előnyei a padlószerkezetben fektetett vízszintes kialakítású szerelés esetén jelentkeznek döntően.

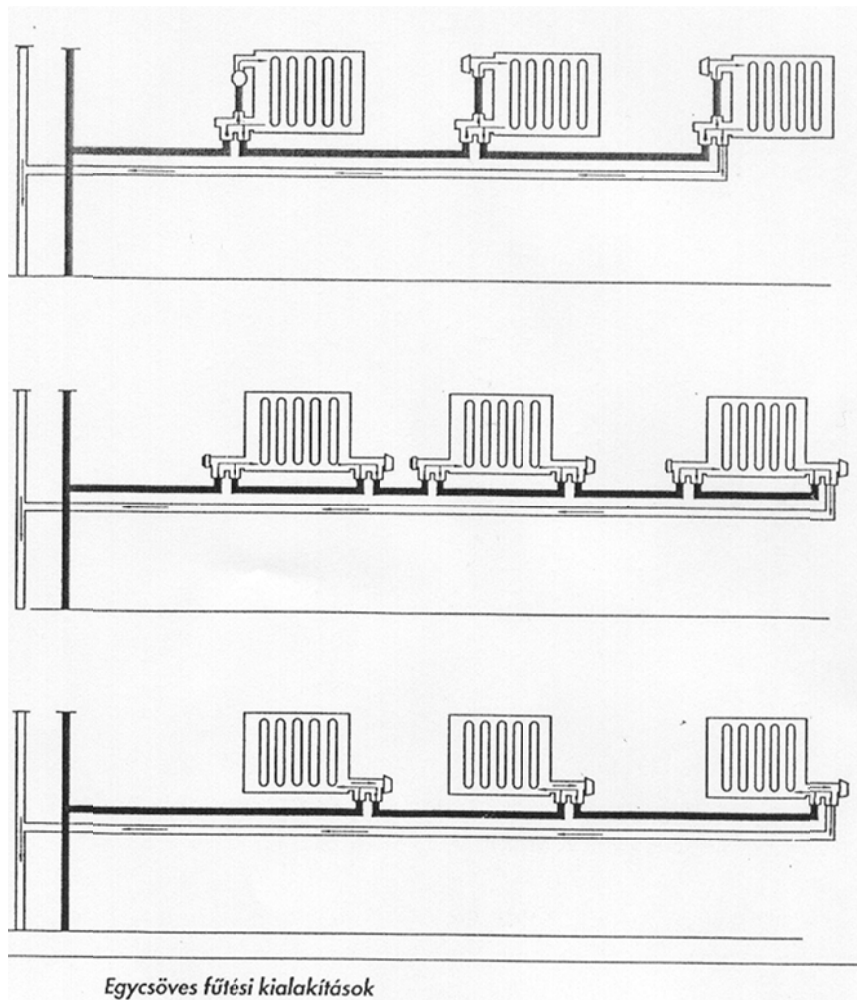
A korszerű szerelési módoknál egyrészt a fűtési hálózatok felépítése eltér a hagyományosakétól, másrészt az élőmunkaigény is kb. harmadára csökken a hegesztett kötéssel szemben a korszerű kötések (roppantógyűrűs, szorítógyűrűs, prés, lágyforrasztás stb.) esetén, mivel a gyors kötéstechnikán túl egy kompakt teljes szerelési rendszert kínálnak (osztó-gyűjtő, radiátorbekötések, radiátorszelepek, tartószerkezetek stb.).

A kétsőves rendszer radiátorai közel egyforma előremenő és visszatérő víz hő-mérséklettel üzemelnek, és a radiátorszelepek (100%-os szelepek) a szelepbe érkező teljes (100%) vízmennyiséget átengedik a radiátoron.

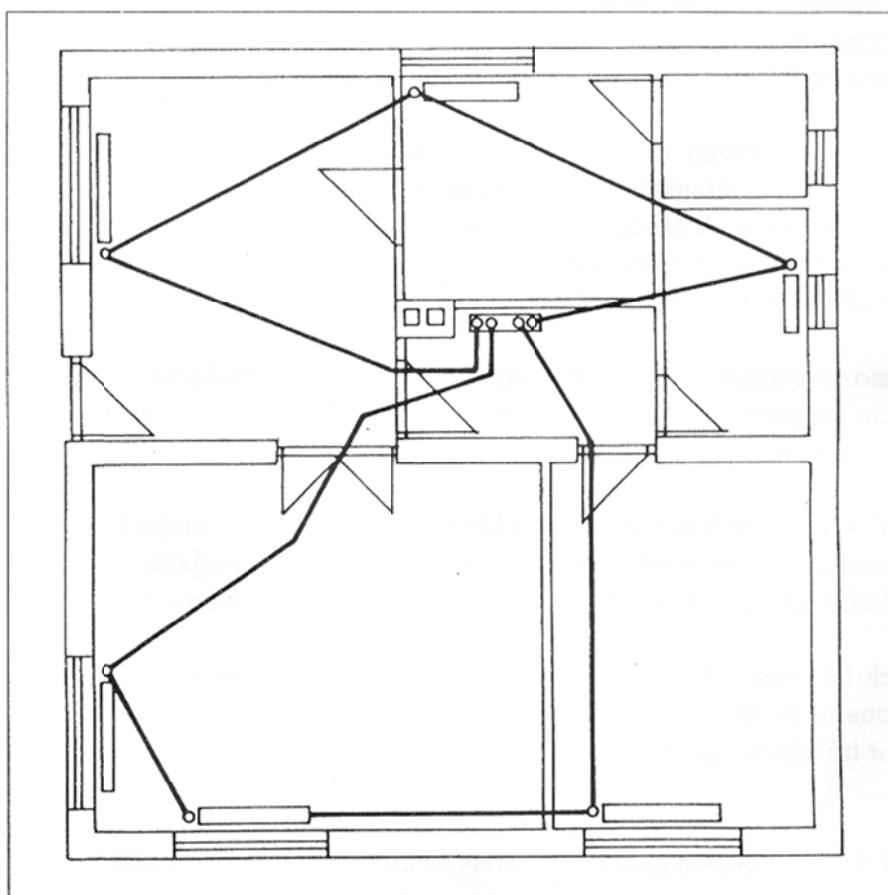


Kétcsöves fűtési rendszerek

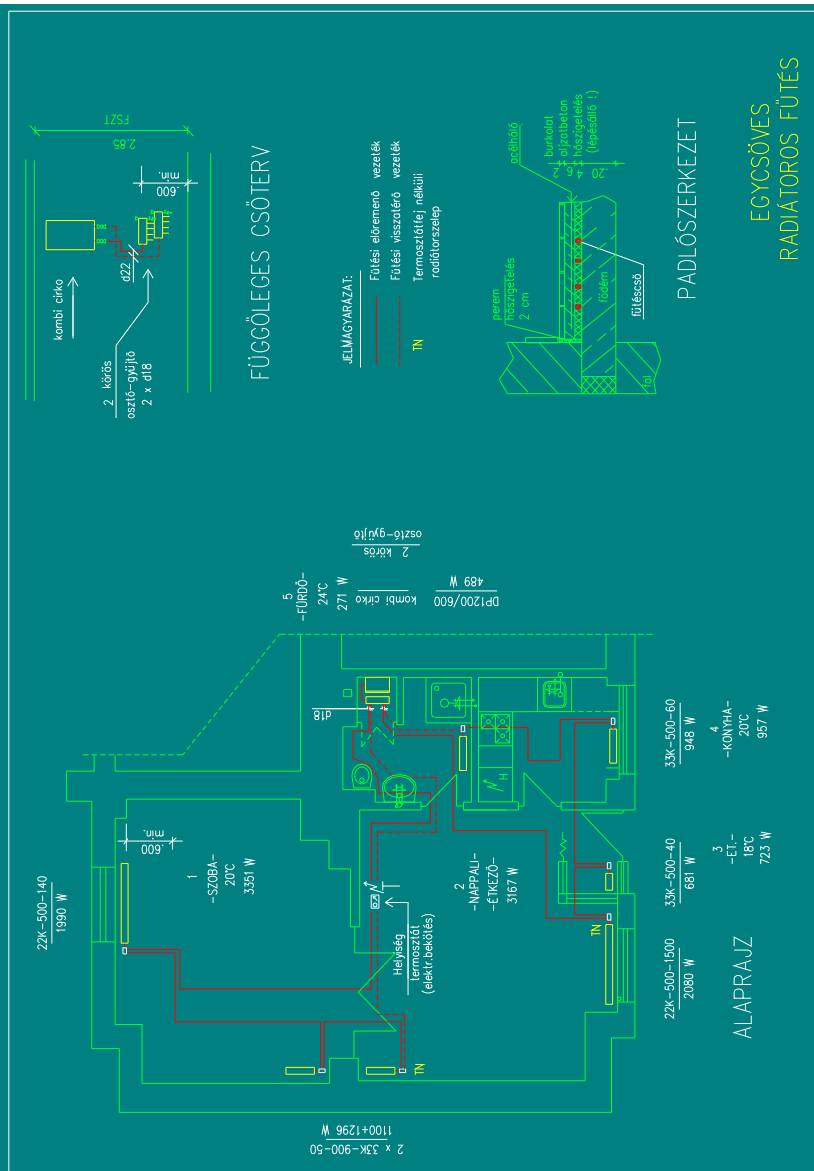
Az egycsöves rendszer egyes radiátorai nem egyforma előremenő és visszatérő hőmérséklettel üzemelnek, hanem az egycsöves körön belüli sorrendjüktől függő egyre csökkenő vízhőmérséklettel. Az egycsöves radiátorszelepek (30%, 50%-osak) az egycsöves fűtőkör vízmennyiségének 30–50%-át engedik át csak az adott radiátoron.

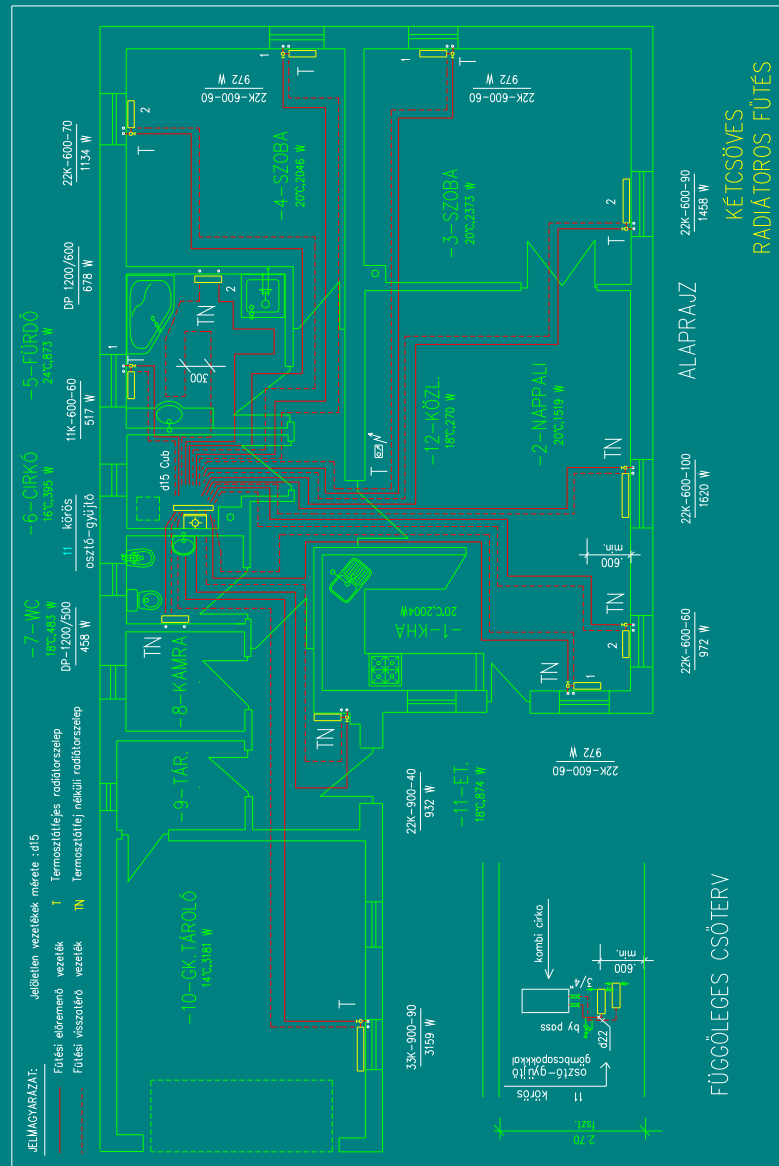


Az egy- és kétsöves radiátorszelepek négyútú szelepek, és alsó mellékáramkörű (bypass) részükben különböznek egymástól. A bypass alsó rész lehet fix beállítású (100%, 30%, 50%) vagy folyamatosan állítható (30–100%).



Vízszintes elosztású egycsöves fűtés





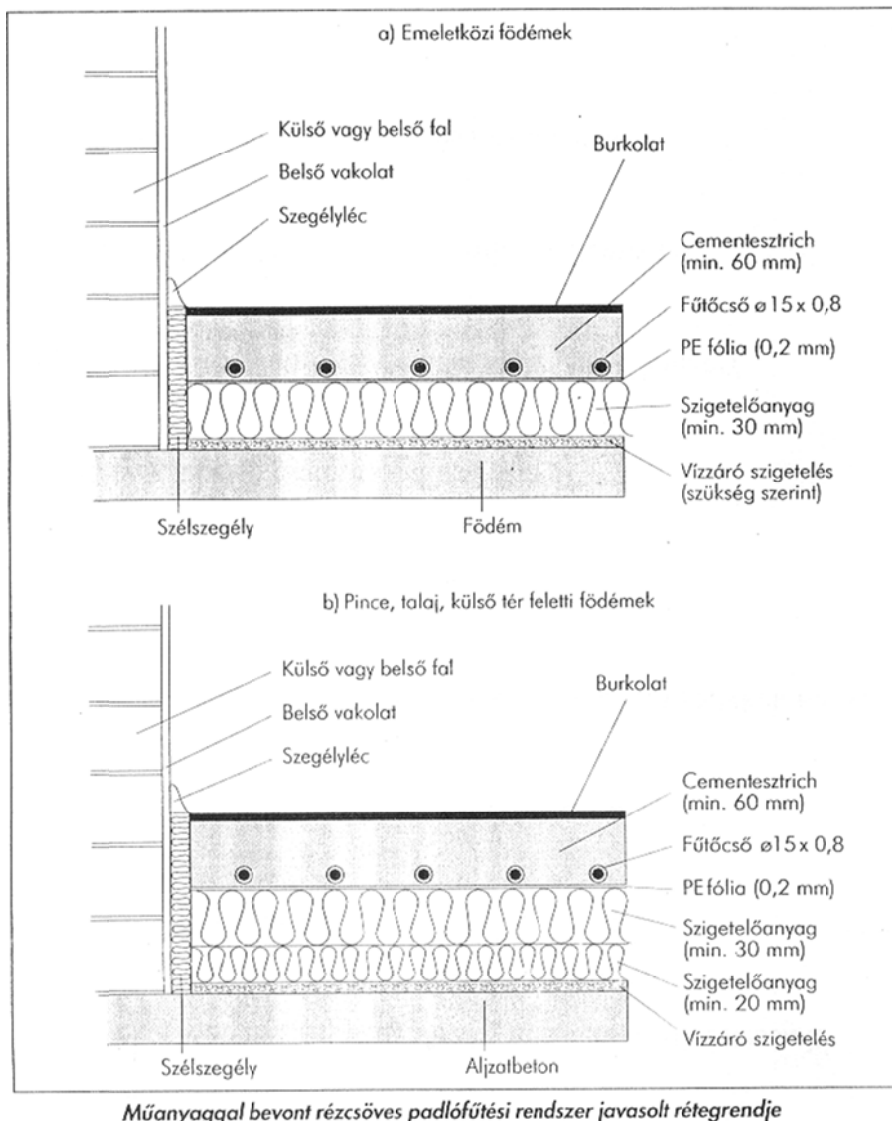
2.3.3. Padlófűtések

A padlófűtések a felületi fűtések csoportjába tartoznak. Felületi fűtések a fal-, a mennyezet- és a padlófűtések. Jellemükben azonosak, alacsony fűtővíz-hőmérséklettel üzemelnek (35–45 °C). A fal- és mennyezetfűtéseknel a csőátmérőtől és a körök hosszától függően nagy a típusválaszték a rendszergazdák szerint, továbbá ezek hűtésre is használatosak korlátozással (harmatponti hőmérséklet-figyelés). Kevés kivételtől eltekintve a padlófűtésrendszereket forgalmazók fal- és mennyezetfűtési rendszereket, ill. rendszerelemeket is forgalmaznak szabályozóautomatikával együtt kompletten.

Most csak a padlófűtésről lesz szó, de az érdeklődők a rendszergazdák katalógusaiban tájékozódhatnak a fal- és mennyezetfűtési és -hűtési rendszerekről.

A padlófűtések hőleadója az adott helyiség padlója, amelybe a központi fűtéshez kapcsolt fűtőcsöveket, a padlófűtés csöveket fektetik.

A padlófűtések közepes vízhőmérséklete 35–45 °C, hőlépcsője (vízlehűlés a fűtőpadlóban) 5–10 °C, ezért a padlófűtés a kis hőmérsékletű fűtések kategóriájába tartozik, ami előnyös hőszivattyú, napenergia és kondenzációs kazán alkalmazásához.



Meleg vizes fűtési rendszerekben a padlófűtés kis hőmérsékletű fűtővizét hőcserélővel vagy keverőszeleppel állítják elő.

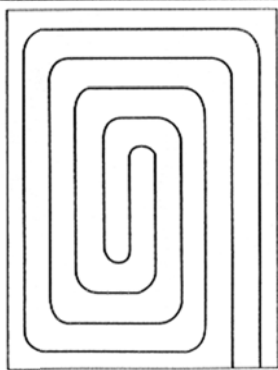
A hőt a fűtőpadló döntően sugárzással kismértékben konvekcióval adja le, felületi hőmérséklete 29–34 °C, és ehhez tartozó fajlagos fűtőtéljesítménye max. 100 W/m² hidegburkolat esetén. Ezekből adódóan a padlófűtés a jól hőszigetelt épületek fűtése.

A padlófűtésű padló szerkezeti beépítési helye szerint a padlófűtési rendszer nedves- és szárazfektetésű lehet. A nedvesfektetésnél a fűtőcsöveket közvetlenül az aljzatbetonban fektetik, a beton körbefogja a fűtőcsövet. Szárazfektetésnél a fűtőcsöveket az aljzatbeton alatti hőszigetelő rétegbe fektetik, a fűtőcsövek nem érintkeznek a betonnal. A szárazfektetés ritkábban használatos, ezért a továbbiakban csak a nedvesfektetésű padlófűtés kerül tárgyalásra.

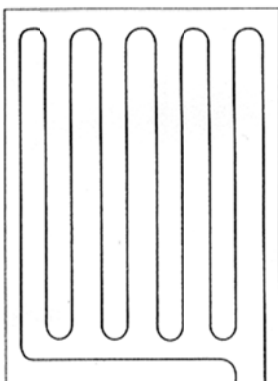
A fűtőbeton általános szerkezeti vastagsága csőátmérő + 5 cm, a minimális betontakarás 3 cm, ajánlott betonadálék max. szemcse nagyság 8 mm. A fűtőbeton alatti hőszigetelés min. vastagsága alulról is hűlő helyiségnél 5 cm, egyébként 3 cm.

A fűtőpadlót 40 m²-enként vagy 8 m hosszirányú kiterjedés esetén dilatálni kell. A dilatációnak a teljes padlókeresztmetszeten áthaladónak kell lennie, azaz a betonaljzatot, az acélhálót és a burkolatot is meg kell szakítani. A falszegélyek és a küszöbvonalak elemi dilatációs vonalak.

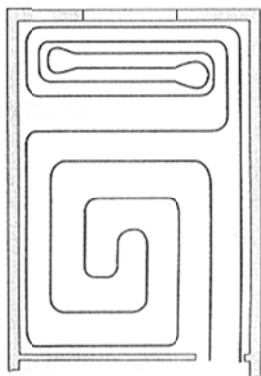
- A padlófűtésű csövek fektetési módjai a kígyóvonalú (hőmérséklet-eloszlás nem egyenletes) és az ikerszálas vagy csigavonalú (hőmérséklet-eloszlás egyenletes), valamint a kombinált. A csövek fektetési sűrűsége (osztása) a hőigénytől és a burkolatfajtától (hideg, meleg) függ, tipizált méretei: 7,5; 10; 15; 20 és 30 cm.



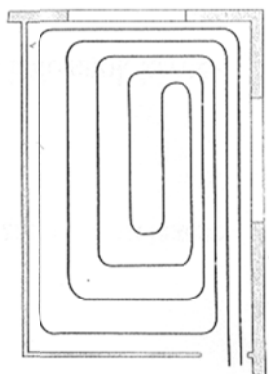
a) Csiga alakú fektetés



b) Meander alakú fektetés



c) Szélzóna kialakítása csiga alakú fektetéssel



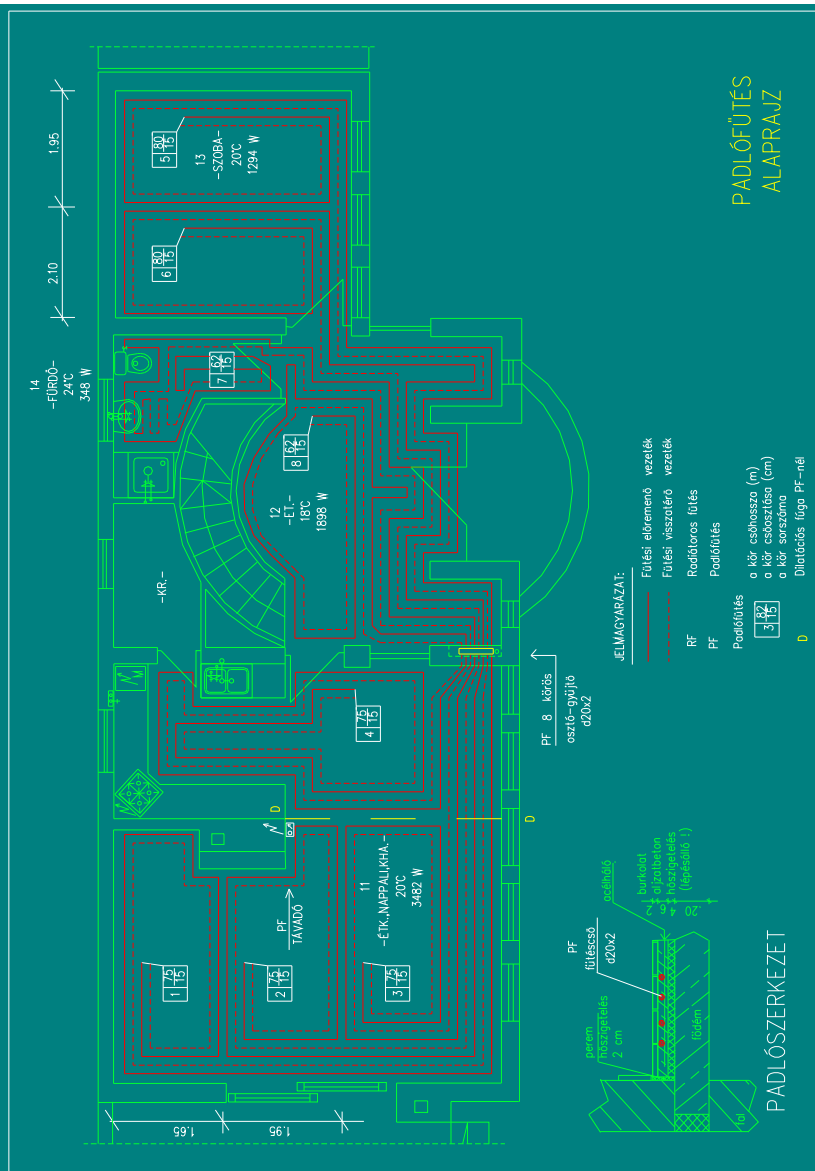
d) Szélzóna kialakítása csiga alakú fektetéssel

Padlófűtési vezetékkialakítások

A padlófűtési körök végei az osztóba és a gyűjtőbe vannak bekötve, és körönként szabályozhatók.

A padlófűtési csövek átmérője NA 12–NA 20, szokványos körhossza 60–120 m, anyaguk réz-, műanyag, réteges (fém, műanyag) csövek. Toldásukat el kell kerülni, és nyomás alatt (3 bar) kell őket lebetonozni, az alsó és felső betontakarást biztosítva.

A padlófűtést betonozás után az első 7 nap védeni kell a kiszáradástól, és a fokozatos felfűtésre csak 28 nap múltán kerülhet sor.



2.3.4. Kombinált fűtések

Felületi fűtések (padló, fal, mennyezet) és radiátoros fűtés egy épületen, ill. egy helyiségen belüli együttes alkalmazása esetén kombinált fűtésről beszélünk.

Kombinált fűtésigény akkor merülhet fel, ha:

- a padlófűtés (alapfűtés) nem képes a helyiséget felfűteni,
- a padlófűtés az épület összes helyiségében (pl. hálók) nem kívánatos.

A kombinált fűtések kialakítása – ugyanúgy, mint a radiátoros vagy padlófűtések kialakítása – gondos tervezést igényel. Fő szempont, hogy a két fűtési rendszer szabályozástechnikailag egymástól független legyen, azaz a kis hőtehetetlenségű (gyors felfűtésű és lehűlésű) radiátoros fűtés és a lomha, nagy hőtehetetlenségű padlófűtés időben egymástól függetlenül is üzemelni tudjon.

2.3.5. Fűtési csővezetékek, hőleadók, szerelvények

A csővezetékeket alapvetően anyaguk és kötéstechnikájuk jellemzi. A használatos fűtési csővezetékek között megtalálhatók a hagyományos szerelési módot képviselő horganyzott acélcsövek (hegesztett kötéssel) és a korszerű szerelési módokat képviselő rézcsövek, műanyag csövek és réteges (fém és műanyag) csövek.

A korszerű csövek kötéstechnikája és szerelési módja a csőanyagtól és a márka fajtától függ. A rézcső kötése lehet roppantógyűrűs, forrasztásos, hidegen préselt stb. A műanyag cső kötése lehet roppantógyűrűs, toldóhüvelyes, zsugorkötéses, polifűzhegesztéses stb.

A csövek hőtágulása anyaguk szerint különböző. Az acélcső hőtágulásához viszonyítva a rézcső hőtágulása kétszeres (1 m 1,7 mm-t nyúlik 100 °C hőmérséklet-különbségnél), a műanyag csöveké háromszoros.

Elsősorban a hőtágulás felvételére, de a hőszigetelésük végett is, a csöveket valamilyen külső utólagos vagy gyári védelemmel kell ellátni. Szerelési utólagos védelmek a különböző hőszigetelő csőhéjak. A gyári védelem a műanyag bevonatok a rézcsöveken, a hőszigetelő csőhéjbevonatok a réz- és műanyag csöveken, műanyag gégecsövek a műanyag csöveken. Ez utóbbi a „cső a csőben” szerelésteknika alapanyaga.

A csővezetékek hosszirányú hőtágulásának felvételét – különösen a fűtési hálózatoknál – elsősorban helyes nyomvonalvezetéssel (iránytörések, lírák), másodsorban dilatációs szerelvényekkel (kompenzátorokkal) kell biztosítani a csőmárkára vonatkozó technológiai előírás szerint.

A réz- és műanyag csövek átmérőjüktől és keménységüktől függően tekercsben (NA 15, NA 20) és szálban kerülnek kiszérésre.

A csővezeték anyagának, ill. szerelési módjának kiválasztása műszaki-gazdasági döntés. A korszerű csövek ára kis átmérő (NA 15, NA 20) esetén versenyképes a hagyományos anyagú és szerelésű csövek árával, ezért kisebb hálózatokat szinte csak korszerű réz, műanyag és réteges, fém-műanyag csővezetékrendszerekkel szerelnek. A nagyobb fűtési hálózatokban vegyesen alkalmaznak különböző anyagú csővezetékeket. Például kazántól osztóig-gyűjtőig acélcső vagy rézcső, padlóban rézcső vagy műanyag cső.

A fűtési csövek alárendelt helyiségekben szabadon, reflektált helyiségekben falba és/vagy padlóba süllyesztve szereltek. Ahol megengedhető, a hozzáférhetőség (karbantartás) miatt szabadon célszerű szerelni. Süllyesztett és szabadon szerelés esetén is egyaránt be kell tartani a csőtípusra vonatkozó szerelési előírásokat (csőkötés, rögzítés, hőtágulás, védelem).

A radiátorok a kialakításukat tekintve igen változatosak. Különböző anyagúak (acél, öntöttvas, alumínium), valamint különböző szerkezetűek (tagos, csőváz, lap, bordáscső, cső stb.) és ennek megfelelően kis-, ill. nagy vízterűek. Radiátortípus-megválasztásnál ügyelni kell a kazánvíztér nagyságára (kis- vagy nagy vízterű) és a kapcsolódó csőhálózat anyagára (réz, alu) is.

A radiátorok fő jellemzője a fűtőfelületük (m^2), amiből geometriai méretek adódnak (magasság, hossz, vastagság).

A csővezeték a hálózat passzív eleme, üzemeltetését elzáró-, szabályozó-, biztonsági és egyéb szerelvények teszik lehetővé.

A csővezetési szerelvények általános jellemzője a névleges nyomásfokozata (NNY), a névleges átmérője (NA), áteresztőképessége teljes nyitáskor 1 bar nyomáskülönbségnél k_{vs} , m^3/h .

A szerelvények kötésmódja (menetes, karimás, hegesztőtoldatos, forrasztásos stb.) általában a csővezeték kötésmódjához igazodik, de attól eltérő is lehet.

Az elzárószerelvények (gömbcsapok) nyitnak vagy zárnak, a víz mennyiségi szabályozására alkalmatlanok, feladatuk a csővezetékek szakaszolása.

A szabályozószerelvények elsődleges feladata az alap-, a felszálló- és az ágvezetéki csőszakaszon (ferdeszelep, túszelep) és a radiátoroknál (radiátorszelep) a szükséges vízmennyiség szabályozása. Ezenkívül elzárásra is alkalmasak.

A biztonsági szerelvények a káros hatásoktól védik a fűtési hálózatot, ill. a kazánt, szerelvényük a rugós biztonsági szelep és a zárt tágulási tartály.

A csővezetéki rendszerek és a hőleadók fajtáit és szerelvényeik változatait a gyártmánykatalógusok részletezik.

Üzemviteli szempontból fontos fűtőhálózati szerelvények a légedények és a kézi és automata légtelenítőszelepek. A légedények a fűtési hálózat központi légtelenítő-rendszerének levegőgyűjtő és levegőelvezető berendezései. A légtelenítőszelepek pedig a helyi légtelenítések szerelvényei.

2.3.6. Fűtésszabályozás

A fűtésszabályozás két témakört foglal magában: a hidraulikai és az elektronikus szabályozókat. A hidraulikai (vízáramlási) szabályozás a hőleadók (radiátorok, fűtőpadlók) a hőteljesítménye biztosításához szükséges vízmennyiség (m^3/h) beállítását, szabályozását jelenti. Eszközei a következő szabályozószerelvények: radiátorszelepek, osztóköri szelepek (padlófűtés), strang-szabályozószelepek, túszelepek (alapvezeték) stb. Vannak statikus és dinamikus szabályozóelemek, utóbbiak a pillanatnyi terhelés szerint szabályoznak. A hidraulikai szabályozást a szabályozási terv szerint kell végezni, ami a fűtési kiviteli terv tartalma, és a fűtésszerelők feladata.

A szabályozás másik témaköre, ami tulajdonképpen a *klasszikus fűtésszabályozás*, a hőleadók és a hőtermelő (kazán) fűtőteljesítményének automatikus állandó hozzáigazítása a változó (időjárás) hőigényhez. Ez a szabályozás folyhat a helyiség- vagy a külső hőmérséklet szerint. Kazánhoz kapcsolódva és a nélkül is a fűtésszabályozó rendszerek széles kínálata található a katalógusokban.

A korszerű fűtések külső hőmérséklet szerint szabályozott fűtések, melynek elemeiket a gépész- és elektromos kiviteli tervek tartalmazzák, beüzemelésük pedig a rendszergazda (márkaszer-viz) feladata.

2.3.7. A fűtési hálózatok kivitelezésének műszaki ellenőrzése

A fűtési hálózatok kivitelezésének műszaki ellenőrzése a kazán, a fűtési csőhálózat, a hőleadók (radiátor, fűtőpadló) szerelésére és beüzemelésére terjed.

A műszaki ellenőr fontosabb feladatai a kivitelezés folyamán

Épületszerkezet- (pince, földem, föfal) építés folyamán a fal- és földemáttörések, csőhüvelyek stb. beépítésének ellenőrzése a terv szerint.

Munkaterület alkalmasságának ellenőrzése (csőszerelésre, kazán- és radiátorelhelyezésre, padlófűtés-szerelésre).

Csővezetékek nyomvonal-vezetésének (lejtés) és a szerelvények kezelhetőségének ellenőrzése a jóváhagyott terv szerint.

Egyéb rendszerekkel (víz-csatorna, gáz, szellőzés, villanszerelés) összefüggő kritikus pontok (keresztelés, párhuzamos vezetés) ellenőrzése.

Csőszerelés technológiájának ellenőrzése csőfajta (pl. réz, műanyag) és épületfajta (pl. hagyományos, könnyűszerkezetes) szerint.

Kazán, hőleadók, szivattyúk, szerelvények ellenőrzése terv, költségvetés-kiírás és műbizonylat szerint.

Padlófűtés szerelésének (osztós) és betonozásának (dilatáció) ellenőrzése.

Csővezeték-nyomáspróba (min. 3 bar, 30 min-ig) ellenőrzése ($p_{pr} = 1,5 p_u + 1 \text{ bar}$).

Biztonsági szerelvények (biztonsági szelep, tágulási tartály) próbájának ellenőrzése.

Üzempróba (működés) ellenőrzése.

Fűtésbeszabályozás (0 °C alatt) ellenőrzése (egyenletesen és egyszerre melegednek-e a hőleadók).

Fűtésszabályozás működésének ellenőrzése (imitált helyzetekkel).

Próbafűtés (0 °C alatt, 72 h) ellenőrzése.

Műszaki átadás-átvétel, üzembe helyezés.

2.4. GÁZELLÁTÁS

Összközműves területeken az épületek fűtésienergia-hordozója általában a vezetékes földgáz, amit a fűtésen kívül konyhai, melegvíz-készítési és egyéb technológiai célokra is használnak.

A lakó- és kommunális épületekben általában kisnyomású (0,03 bar) földgázzal üzemelnek a gázkészülékek, ezért a továbbiakban az 500 m² alapterületű fszt. + 2 szintes épületek kisnyomású földgázhálózatait tárgyaljuk.

A fűtési fejezet szerint a tárgyalt épületkategória hőigénye kb. 60 kW, ami kb. 6 m³/h gázfogyasztást képvisel.

2.4.1. A gázhálózatok felépítése

Egy létesítmény, egy telek gázhálózata épületen kívüli (külső gáz) és épületen belüli (belső gáz) gázhálózathoz áll. A közterületi gázellátó vezeték a gázelosztó-vezeték, az arról a telekre leágazó-vezeték a csatlakozó-vezeték, ami a telekhatáron belül a gázmérőig tart. A csatlakozó vezeték közterületi szakaszát leágazó-vezetéknek is nevezik.

A gázmérőtől a gázkészülékig terjedő vezetékszakasz a fogyasztói gázvezeték, ami teljes körű gázhálózat esetén alap-, felszálló- és ágvezetésekre tagolódik.

A gázhálózat fogyasztói a gázkészülékek, amelyeknek a GMBSZ IV. fejezet 1.2. szerinti osztályozása az alábbi.

1.2.1. Az égéstermék-elvezetés és égési levegőellátás szempontjából:

- égéstermék-elvezetés nélküli (nyílt égésterű), A típusú gázfogyasztó készülékek,
- égéstermék-elvezetéssel rendelkező, de a helyiség légtérétől nem független égésilevegő-ellátású (nyílt égésterű), B típusú gázfogyasztó készülékek,
- a helyiség légtérétől légtér- és égéstermék-elvezetés szempontjából elzárt égésterű, C típusú gázfogyasztó készülékek.

1.2.2. A névleges hőterhelés szempontjából:

- 140 kW-nál nem nagyobb (egység) hőterhelésű gázfogyasztó készülékek,
- 140 kW-nál nagyobb (egység) hőterhelésű gázfogyasztó készülékek.

A gázhálózatok létesítésére (tervezés, kivitelezés) A GÁZCSATLAKOZÓ VEZETÉKEK ÉS FOGYASZTÓI BERENDEZÉSEK LÉTESÍTÉSI ÉS ÜZEMELTETÉSI MŰSZAKI-BIZTONSÁGI SZABÁLYZATA, (rövidítve) a GMBSZ vonatkozik, amely a műszaki ellenőrzés alapja is.

2.4.2. A gázvezetékek anyaga

A csatlakozó és a fogyasztói gázvezetékek szerelése a GMBSZ szerint földben és szabadon megengedett, valamint falba süllyesztve és kiszellőztetett padlócsatornában padlóban süllyesztve.

A külső, épületen kívüli földi, kisnyomású gázvezetékek anyaga lehet hegesztett kötésű acélcső korrózió elleni védelemmel, vagy többnyire polietilén- (PE-) cső elektrohegesztéssel, min. 80 cm fektetési mélységgel és építményektől, egyéb közművektől megszabott védőtávolsággal.

A szabadon szerelt csatlakozóvezetékek anyaga Budapesten (FŐGÁZ területen) csak hegesztett kötésű minősített varrat nélküli acélcső lehet, más területen, ill. más gázszolgáltatónál (TIGÁZ stb.) félkemény vörösrézcső is lehet préskötéssel (Profipress G).

A szabadon szerelt fogyasztói vezetékek lehetnek szintén hegesztett kötésű acélcsövek valamint préskötésű vörösrézcsövek.

A gázvezetékeket eltakarás, ill. mázolás előtt szilárdsági (1 bar, 15 min) és tömörségi próbának (1,5 mvo., 10 min) kell alávetni a gázszolgáltató műszaki ellenőrének (MEO) jelenlétében. A tömörségi próba alá a gázkészülékeket is be kell vonni. (Nyomáspróba a GMBSZ V. fejezet 2.4. szerint.)

A tárgyalt 500 m²-es épületkategória gázvezetékei NA 15-NA50 (1/2"-2") átmérőjűek, a gázmérő 4 vagy 6 m³/h teljesítményű, NA 25 (1") mérőkötéssel. A gázmérő egyes gázszolgáltatóknál csak épületen kívül lehet, másoknál csak épületen belül, ill. a hőkompenzált gázmérő az épületen kívül.

2.4.3. Gázkészülékek, a helyiséglégterük és az égéstermék-elvezetésük

A gázhálózat fogyasztói a gázkészülékek, jellemző fajták: tűzhelyek („A” típusú), kazánok (falikazánok, azaz cirkók, talpas kazánok gravitációs kéménnyel „B” típusúak, beépített ventilátorral „C” típusúak), konvektorok („A” és „B” típusúak), bojlerok, ill. vízmelegítők („A” és „B” típusúak) stb. A gázkészülékek paramétereit gyártmánykatalógusok részletezik.

A gázkészülékek nyitott vagy zárt égésterűek. A nyitott égésterű készülékek (A és B típusú) a helyiség levegőjével kapcsolatban vannak, a zárt égésterűek (C típusú) nem.

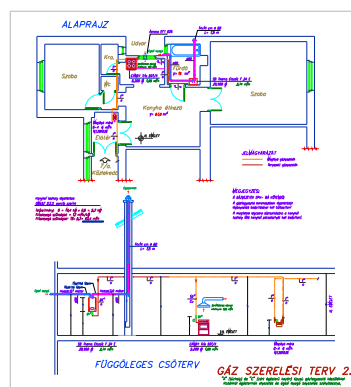
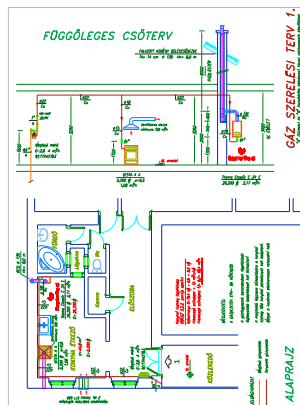
A nyitott égésterű gázkészülékek adott helyiségekben, ill. összenyitott helyiségekben használatosak. Az égéshez a helyiségből levegőt használnak fel, 1 m³ gáz elégetéséhez kb. 12 m³ levegőt, amelynek pótlását természetes vagy mesterséges szellőzéssel kell biztosítani. Természetes (gravitációs) módon a méretezett kéményhuzat által (B típusú készülék), mesterségesen a konyhai elszívó (A típusú készülék) által a külső épületszerkezetbe (fal, ablak) szerelt minősített légbevezető szerkezeten keresztül, vagy égési levegőt befűvő ventilátorral (nagyobb teljesítményeknél, B típusú készülék).

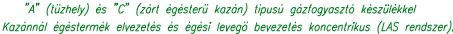
A GMBSZ IV. fejezet 3.2.2. szerint A típusú készülékre: a szellőzőlevegő-térfogatáram meghatározása fajlagos érték alapján. A szellőző levegő térfogatárama a gázfogyasztó készülék egyidejű hőterhelésére vonatkoztatva legalább 12 m³/h/k·W] legyen.

A nyitott égésterű B típusú gázkészülékek égésterméke, a füstgáz gravitációsan a kéményen keresztül távozik a szabadba. A tárgyalt 500 m²-es épületkategória járatos kéményméretei (átmérői) Ø 130, Ø 150, Ø 180 mm. A korszerű kémények hőszigeteltek és savállóak, anyaguk KOR acél, kerámia és műanyag. Ezen gravitációs kéményeket a szükséges huzaton kívül kondenzvíz-lecsapódásra is kell méretezni, ill. ellenőrizni (GMBSZ IV. fejezet 3.4.), ami a kémény hőszigeteltségétől függ. A saválló anyagú kéményeknél a nedvesüzem is megengedett.

A zárt égésterű készülékek égéstermék-kivezetése lehet homlokzati, alapvetően azonban a tetősík feletti kivezetésre kell törekedni (GMBSZ IV. fejezet 3.5.). A zárt égésterű készülékek füstgázkibocsátása többnyire ventilátoros (turbós).

Az égéstermék-elvezető rendszerek (gravitációs és turbós is) és az égésilevegő-bevezetések üzembevétele pozitív kéményseprő-szakvéleményhez kötött, amit a gázszolgáltatónak a MEO átvétel során át kell adnia.





Szerelvények ellenőrzése terv, költségvetés-kiírás, ill. műbizonylat szerint (NA névleges átmérő, NNY névleges nyomásfokozat), rögzítés, beépítés, kezelhetőség szerint.

Gázhálózat MEO, szilárdsági (1 bar; 1,5 min) és tömörségi (1,5 mvo.; 10 min) próba és dokumentálásának ellenőrzése.

Műszaki átadás-átvétel, üzembe helyezés.

Épületen belüli gázvezetékek:

Épületszerkezet (pince, földem, föfal) építés folyamán a fal és földem áttörések, csőhüvelyek stb. beépítésének ellenőrzése a terv szerint.

Munkaterület alkalmasságának ellenőrzése (vakolt falfelület, kész aljzatbeton, nyílászárók helyükön, kémény kész stb.).

Csővezetékek nyomvonal vezetésének és a szerelvények kezelhetőségének ellenőrzése a jóváhagyott terv szerint.

Egyéb rendszerekkel (víz-csatorna, gáz, szellőzés, villanyszerelés) összefüggő kritikus pontok (keresztezés, párhuzamos vezetés) ellenőrzése.

Csőszerelés technológiájának ellenőrzése csőfajta (pl. acél, réz) és épületfajta (pl. hagyományos, könnyűszerkezetes) szerint.

Gázkészülékek, szerelvények ellenőrzése terv, költségvetés-kiírás és műbizonylat szerint.

Gázmérőszerelés és adminisztrációjának (fogyasztási szerződés) ellenőrzése.

Gázkészülékek üzembe helyezésének (márkaszervíz) és adminisztrációjának (garancialevelek) ellenőrzése.

Gázhálózat-MEO, szilárdsági (1 bar; 15 min) és tömörségi (1,5 mvo.; 10 min) próba és dokumentálásának ellenőrzése.

Üzempróba (72 h) ellenőrzése.

Műszaki átadás-átvétel, üzembe helyezés.

Ellenőrző kérdések

1. Melyek a főbb műszaki ellenőrzési feladatok az épületen kívüli vízhálózatok kivitelezése folyamán?
2. Melyek a főbb műszaki ellenőrzési feladatok az épületen belüli vízhálózatok kivitelezése folyamán?
3. Melyek a főbb műszaki ellenőrzési feladatok épületen kívüli csatorna hálózatok kivitelezése folyamán?
4. Melyek a főbb műszaki ellenőrzési feladatok épületen belüli víz - csatorna hálózatok kivitelezése folyamán?
5. Melyek a főbb műszaki ellenőrzési feladatok radiátoros fűtések kivitelezése folyamán?
6. Melyek a főbb műszaki ellenőrzési feladatok padlófűtések kivitelezése folyamán?
7. Melyek a főbb műszaki ellenőrzési feladatok gázszerelések kivitelezése folyamán?
9. Melyek az épületen és ingatlanon kívüli közművezetékek részei közművenként?
10. Melyek a belső vízhálózat részei?
11. Melyek a belső csatorna hálózat részei?
12. Melyek a központifűtés hálózat részei, és jellemzői?
13. Melyek a padlófűtés részei, és mik a jellemzői?
14. Melyek a gázhálózat részei, és mik a jellemzői?
15. Mi a fűtés szabályozás?

3. ÉPÜLETVILLAMOSSÁGI ISMERETEK

Szerző: Osváth Miklós okl. villamosmérnök

A fejezet az épületek villamos hálózatával kapcsolatos, a műszaki ellenőrzéssel foglalkozó szakember számára nélkülözhetetlen műszaki alapismereteket tartalmazza. A villamos szerelési munkák műszaki ellenőrzését jellemzően az építész műszaki ellenőr mellé rendelt, villamos ismeretekkel és műszaki ellenőri jogosultsággal rendelkező szakember végzi. Mindezek ellenére az építész és az épületgépész műszaki ellenőrnek is alapszinten tájékozottnak kell lennie e szakterületen, így biztosítva a különböző szakmák, munkanemek zavartalan munkáját, s ezzel a jó minőség feltételeit. E fejezetben is megtalálhatók a műszaki ellenőr által fokozottan kiemelt figyelemmel kísérendő munkarészek, tevékenységek a szerelési munkák előkészítésétől az átadásig.

Épületvillamosság az adott épület működéséhez szükséges, nem termelési célú villamos berendezések és hálózatok összessége. Az épületvillamos szakágnál is az épületgépésznél tárgyaltak az irányadók az épület nagyságát, komfortját, kialakítását stb. illetően.

Az épületvillamosság két részre tagolódik: erősáramú és a gyengeáramú részre.

Erősáramú része a kiefeszültségű és törpefeszültségű erőátviteli, világítási és jelző-, mérő-, működtetőhálózatokat és berendezéseket foglalja magában.

Gyengeáramúnak a távbeszélő-, a tv-antenna, a kaputelefon/videofon, a belső audiovizuális hálózatokat és berendezéseket tekintjük.

Bizonyos részek az előző kettővel összefüggésben vannak, és a tűz- és vagyonvédelmet, biztonságtechnikát és az épületautomatika rendszert foglalják magukban (tűzjelző rendszerek, betörésvédelem, beléptetőrendszerek, LNX/KNX épületfelügyeleti és -automatizálási rendszer, vagy egyéb buszrendszerek stb.).

Nem tartozik az épületvillamossági kategóriába az épületeket ellátó, közcélú hálózatra csatlakozó kábel vagy vezeték.

A műszaki ellenőrnek a villanyszerelő szakember tevékenységét kell ismernie, munkáját ellenőriznie, ezért az anyag kapcsolódik a Magyar Kereskedelmi és Iparkamara villanyszerelő-mesterképzés anyagához, és kiegészíti azt.

Az Építési műszaki ellenőr II. tanfolyam anyaga részletes szakmai és szabványismerteteket nem közöl, ezen ismereteket ismertnek tételezi fel.

Felhívjuk a figyelmet a hatályos 30/1994 (XI. 8.) IKM rendelet „Egyes nemzeti szabványok kötelező alkalmazásáról” ismeretének és alkalmazásának fontosságára.

A 2008. év újdonsága, hogy hatályba lépett a 9/2008. (II. 22.) ÖTM rendelet az új Országos Tűzvédelmi Szabályzat kiadásáról. Erre azért hívjuk fel a figyelmet, mert az eddig nem kötelezően alkalmazandó MSZ EN 1838 és MSZ EN 50172 szabványok alkalmazását a rendelettel kötelezővé tette. Fenti szabványok az épületekben biztonsági világítás és menekülési útirány jelző rendszer létesítését írják elő, az eddig megszokottnál lényegesen több épület esetében (OTSZ 5. rész, Építmények tűzvédelmi követelményei).

Az új OTSZ 3. része: Villamos és villámvédelmi berendezések. Ebbe a részbe van beemelve a villámvédelmi szabvány (MSZ-274), korszerűsítve és kiegészítve a belső villám- és túlfeszültség-védelemre vonatkozó fejlesztések eddigi eredményeivel.

3.1. Villamos hálózatok és szerelvények

3.1.1. Süllyesztett szerelés; védőcsöves hálózat szerelése

A műszaki ellenőrnek ismernie kell a használatos védőcsőtípusokat, összekötő elemeket és idomokat, kötő- és szerelvénydobozokat.

Figyelembe kell vennie a horonyvésésnél az épületszerkezetet (pl. pillért megvédsni *ti-los!*). A kiviteli terv nyomvonalvezetése olyan legyen, hogy a megfelelő falfelület és falvastagság a horonyvéséshez rendelkezésre álljon.

A műanyag csövek összekötésére a villanyszerelő gyári összekötő elemet használjon, iránytőréseknél gyári ívet, vagy a helyszínen, sajtológárszámmal kialakított ívet.

A kötődobozok lehetőleg olyanok legyenek, hogy a csatlakozó védőcsövek részére és a kialakítandó kötések részére a megfelelő hely maradjon. A kötődobozok a vakolat síkjába legyenek elhelyezve, tetővel ellátva.

A szerelvénydobozok olyanok legyenek, hogy a szerelvények felerősítőkarmai a doboz oldalát feszítsék, ne közvetlenül a falat. A felszerelt szerelvénynek a vakolat síkjába kell esnie, a szerelvénydobozok beépítési mélységét ennek megfelelően kell meghatározni.

3.1.2. Falon kívüli szerelés; vezetéksatorna és kábellétra-hálózat szerelése

A műszaki ellenőrnek ismernie kell az alkalmazható vezetéksatorna-típusokat, azok felerősítésének, elhelyezésének módját, a kötődobozok, szerelvények elhelyezésének lehetőségét. Ügyelni kell arra, hogy a vezetékeket a vezetéksatornába kötegelve és rögzítve helyezték el. A vezetéksatorna mérete megfelelő legyen a benne elhelyezni kívánt vezetékek kábelszerű vezetékek befogadására.

A műszaki ellenőr ismerje a korszerű mellvéd- és padlácsatornás rendszereket. Ügyeljen arra, hogy e rendszerekbe a megfelelő idomokat, szerelvényeket építsék e, olyanokat, amelyek a rendszergazda kínálatában szerepelnek. Költségtakarékosságra hivatkozva előszeretettel próbálnak „ad-hoc” megoldásokat beépíttetni a megrendelők, illetve beépíteni a kivitelezők. E megoldások nagy része nincs összhangban a mellvéd- és padlácsatornás rendszerek kivitelezésének technológiájával.

Kábellétrás szerelés főleg ipari, technológiai jellegű létesítményeknél fordul elő. Figyelni kell a kábellétrák biztonságos és megfelelő rögzítésére, a kábelek kábellétrához való rögzítésére, és a kábellétra folyóméterenkénti terhelhetőségére.

3.1.3. Szigetelt vezetékhálózat szerelése

Szigetelt vezetékek süllyesztve és falon kívül is szerelhetők. A szigetelt vezetékek alapvetően két anyagból készülnek; alumíniumból és rézből. Míg régebben az alumíniumerű vezetékeket részesítették előnyben, addig ma döntő többségben rézerű vezetékekkel szerelnek.

A műszaki ellenőr vizsgálja meg, hogy az egy védőcsőbe behúzni kívánt vezetékek darabszáma és keresztmetszete megfelel-e az MSZ 2364 előírásainak. Egy védőcsőbe csak egy áramkör vezetékei helyezhetők el.

A kötődobozokban a vezetékeket csak szabványos módon (csavaros kötőelemmel és/vagy forrasztott kötéssel) lehet egymással összekötni.

A kötéseknel, illetve készülékekbe való bekötéseknél a villanyszerelő mester a vezetékvégak szigetelésének eltávolításához (az ún. blankoláshoz) használjon célszármot, így elkerülhető a sodrott vezetékek elemi szármak elvágása. A sodrott vezetékek végét bekötés előtt célszerű forrasztással kialakítani, vagy az adott keresztmetszetre illő vezeték végszorítót alkalmazni. A kötések gondosan kell szigetelni. Az elkészített kötéseknek a kötődobozban úgy kell elférniük, hogy a doboztető rátehető legyen. Az áramkörök vezetékezésénél be kell tartani a szigetelt vezetékek szabványos színjelöléseit.

Vezetékcsonnába a szigetelt vezetékeket kötegelve, és lehetőleg rögzítve kell elhelyezni. Kábelszerű vezetékek össze- és bekötésére is a fentiek érvényesek.

3.1.4. Tartószerkezetek elkészítése és szerelése

A műszaki ellenőr vizsgálja meg, hogy megfelelő teherbírású (méretű) csavart és tiplit alkalmaznak-e, nagyságuk egymással összhangban van-e. A konzolokat, vasszerkezeteket az épületszerkezethez megfelelő módon (teherbírás, stabilitás, lejtés stb.) rögzíteni kell.

3.1.5. Szerelvényezés

Szerelvényezésre általában az épületek vakolása, festése-mázolása (tapétázása) után kerül sor.

Csak hibátlan, működőképes szerelvényt engedélyezhet a műszaki ellenőr. A vezetékek bekötése után a szerelvényeket gondosan rögzíteni kell a korábban elkészített tartószerkezethez. A készülékeket a terven megjelölt fázisra kell kötni, ellenkező esetben a terhelés egyensúlya megbomolhat.

3.1.6. Kisfeszültségű (1 kV-ig) kábelek szerelése

Ritkán előforduló feladat. A kábelt vezetékcsonnába vagy kábeltrárhoz rögzítve szerelik. Ügyelni kell a szabványos kábelvégkiképzésre, a kábelerek végeire kábelsarút kell sajtolni, be kell tartani a megengedett hajlítási sugárra vonatkozó technológiai előírásokat stb. Áramszolgáltatói hálózaton csak az áramszolgáltató által nyilvántartott szerelő szerelhet. Ilyen esetben az áramszolgáltató műszaki ellenőre ellenőrzi és veszi át a szerelést.

3.1.7. Elosztótábla, kapcsolótábla és fogyasztói fő- és alelosztótábla szerelése

A komolyabb villamos feladatok megoldásához van szükség elosztói és fogyasztói főelosztótáblákra. A műszaki ellenőrnek ellenőriznie kell, hogy a terv tartalmazza-e az elosztótáblák szereléséhez szükséges tervlapokat, hogy a tervek a szabványoknak megfelelnek és megvalósíthatók. Bármely áramszolgáltatóval kapcsolatos elosztót csak áramszolgáltatói jóváhagyás birtokában szereljünk, ez vonatkozik az elosztó felszerelési helyére, megközelíthetőségére ugyanúgy, mint a belső kialakításra, az alkalmazott anyagokra stb. Figyelembe kell venni, hogy a szabványelőírásokat némely esetben az áramszolgáltató sajátosan értelmezi.

Az alelosztók általában gyártmánykatalógusokból a konkrét feladathoz kiválasztott termékek, amelyeket csak fel kell szerelni és bekötni. Itt ügyelni kell arra, hogy ha a csatlakozóvezeték keresztmetszete 10 mm^2 alatti, akkor 5 vezeték (3~, N, V) kell bekötni, és a gyári N-V átkötést meg kell szüntetni. A 4 és 5 vezetékes rendszer egymást váltva *ne* keveredjen.

3.1.8. Világítótestek felszerelése, bekötése, szerelése

A világítótestekhez sorozatkapocs segítségével kell csatlakozni. A bekötésnél be kell tartani a vezetékek színjelölésével előírt bekötési sorrendet.

A világítótestek felszerelésénél a csillár részére a mennyezetbe csillárhorgot kell beépíteni. A falikarok vagy mennyezetvilágítók felszereléséhez szükséges műanyag tiplit és fűcsavart általában az üzletben mellékelnek.

A világítótestek szerelése a gyakorlatban csak a tmk-műhelyben vagy a gyártásnál fordul elő.

3.1.9. Motorbekötés, -felszerelés

Az épületgépészet kiszolgálórészeként kerülhet sor motorbekötésre, pl. WC-szellőzés, általános szellőzés befűvő-elszívó motorja, keringető- vagy zsompszivattyú bekötése stb. Egyfázisú motoroknál a megfelelő vezetékek összekötésére, háromfázisú motoroknál a fázissorrendre

kell figyelni. A motorok működtetőegységekhez vagy kapcsolókhoz csatlakoznak. Ügyelni kell a motorok feszültség szintjére! Előfordult, hogy az épületgépészet kiszolgálására 24 V-os motort terveztek, de a tervező a tápfeszültségről nem gondoskodott.

3.1.10. Villamos hőfejlesztő készülék szerelése

Ilyen lehet pl. a fürdőszobában a vonalsugárzó felszerelése az ajtó fölé vagy egyéb helyre, kiegészítő fűtésekként. A teljesítményhez és az indító áramlökéshez megfelelő vezetékkel kell a készülékhez csatlakozni fix bekötéssel, vagy földelt csatlakozóaljzaton keresztül. A hőfejlesztő készüléknek általában van egy húzós kapcsolója. Olyan fix bekötésű feszültségmentesítő kapcsolóval kell ellátni, amely a helyiség jellegének megfelelő helyen található és megfelelő védettségű stb. (pl. a vizes kézzel való kapcsolás lehetősége a szereléssel kizárt).

Villamos hőtárolós fűtés esetén minden esetben az előre kiképezett csatlakozódoboztól a fűtőkészülékig hajlékony, kábelszerű vezetékkel kell csatlakozni, sorozatkapcsoson keresztül. A ventilátor részére a nappali áramkörrel való csatlakozást kell biztosítani.

Villanybojlerhez szintén sorozatkapcsoson keresztül, hajlékony, kábelszerű vezetékkel kell csatlakozni. A készülékeken a bekötendő vezetékek helye egyértelműen jelölve van. Ellenőrizni kell, hogy a nulla- és a védővezetők jól be vannak-e kötve.

3.1.11. Jelző-, védő- és működtetőkészülékek szerelése

Ilyen pl. a kapcsolóóra, a relé, a szabályozóautomatika stb. Felszerelésük részben a villanszerelők a feladata. Minden készülék részére a működéshez szükséges feszültség szintű csatlakozás lehetőségét kell biztosítani. A csatlakozás feszültségmentesítő kapcsolón keresztül történjen. A készülékekhez gyárilag beépített sorozatkapcsok tartoznak. A készülékek beszerelése a beüzemeléskor történik, a villanszerelő vagy más szakember által.

3.1.12. Gyengeáramú és hírközlő berendezések csatlakozásának kiépítése, bekötése

A hírközlő berendezésekhez az épület csatlakozási pontjától kell a vezetékezés lehetőségét biztosítani. A távbeszélő-hálózat szolgáltatója húzza be az egyéni előfizetői kábelt, ugyancsak a szolgáltató szakembere csatlakoztatja és üzemeli be a készüléket.

A tv-antennarendszert szakember telepítse. Az alapsövezés álljon rendelkezésre.

Kaputelefon- vagy videofonrendszert a kiviteli tervnek megfelelően kell vezetékezni a kapukészülék és a lakáskészülék között.

Nagyobb, többszintes lakásban lehetséges a számítógép-hálózat kiépítése is. A megbíró igényére esetleg audiovizuális védősövezést kell készíteni. A készülékelhelyezés, a beüzemelés, a mérések általában külön szakembert igényelnek. Több együttes igény esetén javasolt a strukturált hálózat létesítése.

3.1.13. A fogyasztásmérő berendezés csatlakozási helyének kialakítása és szerelése

Fogyasztásmérő helyét az áramszolgáltatói előírásoknak megfelelően kell kialakítani. Újabban az áramszolgáltatók csak bizonyos típusú fogyasztásmérő-szekrényeket fogadnak el (pl. HENSEL, GEYER). Ezeknek megfelelő műanyag tokozásuk van a rongálás és áramlopások ellen. Ezekhez a típusokhoz nem a hagyományos mérőhelyet kell kiképezni. Több, egy helyen levő mérő esetén a fogyasztásmérők sín szekrényhez csatlakoznak, amelyből a méretlen vezetéket közvetlenül a fogyasztásmérőhöz kell kötni.

A fogyasztásmérőket az áramszolgáltató szakemberei kötik be és szerelik fel. Lakásfelújításnál vagy egyéb esetben a hagyományos fogyasztásmérő le- és visszaszerelésére is szükség lehet. A kialakításnak ebben az esetben is szabványosnak kell lennie. Fogyasztásmérő

berendezéshez áramszolgáltatói engedély nélkül hozzányúlni *tilos* (a plombát felnyitni). Mindezekkel a műszaki ellenőrnek tisztában kell lennie.

3.1.14. Falhorog és tetőtartó szerelése

Az áramszolgáltatói, szigetelt szabadvezetékes csatlakozás fogadását szolgáló szerelvények kialakításánál figyelembe kell venni a csatlakozóvezeték közút feletti magasságát. Az előírt magasságot biztosítani kell.

Falhoroggal városképi szempontból az épület homlokzatára ne csatlakozzunk. A *tetőtartó* mérete a vezeték út feletti magasságától és az igénybevételtől függ. Mind a falhorogot, mind a tetőtartót megfelelő teherbírású épületszerkezethez kell rögzíteni. A tetőtartót mindig ki kell kötni. Az áramszolgáltatói csatlakozást az áramszolgáltató szakemberei készítik.

Az előbbi tevékenységek során a villanszerelő-mesternek más egyéb szakmába vágó kiegészítő tevékenységet is el kell tudnia végeznie, pl.:

- állványépítés 5 m magasságig,
- kisebb lakatosmunkák,
- egyszerű falazóműveletek,
- vakolás, simítás műveletei,
- egyszerűbb festési-mázolási műveletek.

Ezeket a munkákat koordinálni kell az épületen előforduló szakipari munkákkal. A műszaki ellenőrnek ismernie kell a technológiai sorrendet, a szakmai fogásokat. Meg kell állapodnia a szakiparosokkal az adott munkarész villanszerelők által elvégzett mértékéről (pl. védőcső rögzítése falhoronyba gipsszel, de a vakolást a kőműves végzi stb.).

3.2. Érintésvédelem

Az egyik legfontosabb és felelősségteljes szakmai kérdés. A műszaki ellenőrnek ismernie kell az érintésvédelemmel kapcsolatos szabványokat, előírásokat és ezeket be kell tartatnia (*MSZ 172, MSZ 4851, MSZ 2364, 8/1981. (XII. 27.) IpM-KLÉSZ*).

Közvetett érintés elleni védelemnek (azaz hagyományosan érintésvédelemnek) nevezzük az üzemszerűen feszültségmentes (tehát szabályosan megfogható) részek testzárlat miatt történő feszültség alá kerülése elleni védekezést. A villamos berendezésekben (létesítményekben) kötelező ilyen védelmek kialakítását az *MSZ 172* sorozat tartalmazza.

Általában a villanszerelői gyakorlatban az *MSZ 172/1*, az 1000 V-nál nem nagyobb feszültségű berendezések fordulnak elő, részletesen is csak ezekkel foglalkozunk.

3.2.1. Az érintésvédelem szükségessége

Alapelv, hogy minden villamos szerkezetet, tehát minden erősáramú gyártmányt, terméket és szerelési egységet a vezetékek kivételével el kell látni közvetett érintés elleni védelemmel (érintésvédelemmel), ha az erősáramú táplálást más villamos szerkezettől kapja. A műszaki ellenőrnek ennek alapján el kell tudnia dönteni, hogy az adott villamos szerkezetet el kell-e látni érintésvédelemmel vagy sem. Ismerni kell a kivételeket, amikor el lehet tekinteni az érintésvédelem alkalmazásától. Ezen kivételeknél az érintésvédelembe való lekötés nem tilos, de szabályos kell, hogy legyen.

Általában a közvetett érintés elleni védelem módja szabadon választható, de van néhány olyan villamos szerkezet, amelyeknél szabvány köti meg az alkalmazható érintésvédelem módját. Ilyen pl. a kéziszerszám, a gyermekjáték, a kozmetikai, gyógyászati berendezések stb.

Kéziszerszámok esetében általában védővezető nélküli érintésvédelemi módokat kell alkalmazni. Nagy kiterjedésű fémtárgyak mellett dolgozó kéziszerszámok esetében kizárólag a következő megoldások valamelyike alkalmazható:

- törpefeszültséget (azaz III. érintésvédelmi osztályú kézi vagy védőelválasztást) II. és I. érintésvédelmi osztályú kéziszerszámoknál, de a tápláló áramforrást a fémszerkezeten kívül kell elhelyezni,
- I. érintésvédelmi osztályú készülékeknél vagy áram-védőkapcsoló alkalmazásakor megengedett a védővezetős érintésvédelmi mód alkalmazása, de a kéziszerszám testen össze kell kötni a környező fémszerkezettel, helyi egyenpotenciálú összekötésen keresztül.
- 25 V törpefeszültséget kell alkalmazni:
- felnőtt felügyelete nélkül használható gyermekjáték esetében,
- a kezelt személyek testével rendeltetésszerűen érintkezésbe kerülő fodrászati, kozmetikai és gyógyászati berendezéseknél.

Utóbbi esetben megengedett a villamos szerkezet elszigetelése vagy védőelválasztás alkalmazása.

A kórházakban alkalmazott gyógyászati készülékek érintésvédelmével külön szabvány foglalkozik, ami az eddig ismertettnél lényegesen szigorúbb.

A szabvány általános korlátozó előírást ad a betonkeverők érintésvédelmére is: közvetlenül földelt hálózatról, védővezetős érintésvédelemmel üzemeltethetők, de a védelem kikapcsolószerve kizárólag késleltetés nélküli áram-védőkapcsoló lehet.

3.2.2. Védővezetős érintésvédelmi módok

Háromféle mód lehetséges:

- TN (nullázás),
- TT (védőföldelés közvetlenül földelt rendszerben),
- IT (védőföldelés földetlen egy közvetve földelt rendszerben).

A táphálózattal együtt kell kiépíteni az érintésvédelmet is.

3.2.3. A védővezetős érintésvédelmek közös alapelőírásai

Egyenpotenciálra hozó hálózat (EPH)

Annak érdekében, hogy az érintési feszültség minél jobban csökkenjen, a szabvány előírja, hogy minden épületben ki kell építeni az ún. egyenpotenciálra hozó (EPH) hálózatot. Az érintési feszültség ugyanis az épületszerkezet és a test között vagy az ember által a testzárlatos készülék testével egyidejűen érintett idegen fémszerkezet (pl. vízcsap) és a test között mérhető. Az érintési feszültség akkor lesz kicsi, ha a nagy kiterjedésű fémszerkezetek nem a távoli földpotenciált, hanem a testzárlatos test potenciálját vezetik a gép közelébe. Ez gyakorlatilag a helyi EPH-összekötés, ami nem azonos az EPH-hálózattal.

Az EPH-hálózatba be kell kötni:

- a védővezető gerincvezetőjét,
- a betonalap-földelést,
- az EPH céljára létesített mesterséges földelést,
- az épület villámhárító berendezésének legközelebbi földelését,
- az épületek belső villámvédelmi rendszerét,
- a házi fémhálózatokat és fémszerkezeteket,
- a fém fürdőkádat,
- a legalább 500 l űrtartalmú, helyhez kötött fémtartályokat.

Tilos az EPH- hálózatba bekötni:

- az épülethez csatlakozó fémes csővezetékeknek, illetve fémszerkezeteknek azon részeit, amelyek szándékosan el vannak szigetelve az épület belső csővezetékeitől és egyéb fémszerkezeteitől (pl. katódos korrózióvédelemmel ellátott utcai gázcső),
- a segédeszköz nélkül el nem érhető fémszerkezeteket, amelyek szándékosan el vannak szigetelve környezetüktől és a földpotenciáltól,
- az épülethez csatlakozó gyengeáramú kábelek és árnyékolt vezetékek fémköpenyeit.

Kioldószervek

Túláramvédelem vagy áram-védőkapcsolás: az *MSZ 172* az érintésvédelmi kikapcsolás szempontjából az előírt gyorsaságú kikapcsolást előidéző áramerősséget az olvadábiztosítók, ill. kismegszakítók névleges áramának kiolvadási (kioldási) szorzóval növelt szorzatával egyenlőnek tekinti: $I_a = I_n \cdot k$.

A kioldási szorzó értékeit különböző táblázatok adják meg.

Áram-védőkapcsoló

Az áram-védőkapcsoló gyakorlatilag a különbözeti áramváltó elve alapján működik. Bármely hiba esetén a hibaáram hatására relén keresztül kikapcsolja a tápvezetékbe beépített kapcsolót. Az áram-védőkapcsoló csak a nullázás vagy védőföldelés kikapcsolását végző szerv, de nem önálló érintésvédelmi mód.

Az áram-védőkapcsolókat megkülönböztetjük érzékenységük (a különbözeti hibaáram, amelyre biztosan kikapcsol) alapján. Az áram-védőkapcsolóra vonatkozó előírások közősek a nullázásra és védőföldelésre vonatkozó előírásokkal (mivel nem önálló érintésvédelmi mód). A védővezetőt nem szabad keresztülvezetni az áram-védőkapcsoló érzékelő áramváltóján! Az áram-védőkapcsolóhoz tartozik egy próbagomb, amivel havonta kötelező ellenőrizni az áram-védőkapcsoló működőképességét.

Földelések

Minden védővezetőnek valahol földelve kell lennie. A földelés nem más, mint a környezet talajával való villamos vezetői összekötés. Ez az összekötés aránylag nagy felületen és mindeképpen a fagyhatár alatt történjen. A földelés lehet természetes vagy mesterséges. A mesterséges földelőket korrózióvédelemmel kell ellátni.

Védővezetők

A védővezető a korszerű berendezésekben szinte mindig a tápvezeték egyik (zöld, sárga vagy régebben piros szigetelésű) ere. A védővezető keresztmetszete 16 mm^2 fázisvezető-keresztmetszetig azonos, e felett legalább fele keresztmetszetű legyen. Csúszasz védővezető csak akkor engedhető meg, ha az gyárilag van a szigetelt vezetékkel közös burkolatban (pl. osztott nullavezető).

A többi érintésvédelemről részletesen a szakirodalomból tájékozódhatunk.

3.3. Villámvédelem; túlfeszültség-védelem

3.3.1. Villámvédelem

A villámcsapás az elektromos töltések kiegyenlítődése, amely 1/3 részben a felhő és a föld vagy egy földi tárgy között megy végbe. Az *MSZ 274/1-4* az ilyen kisülésekkel foglalkozik.

A villámcsapásnak romboló, dinamikus, gyújtó és olvasztó, káros hatása van. A védendő teret villámvédelmi zónákra kell osztani.

A különböző épületeket a szabvány szerinti villámvédelmi berendezésekkel kell ellátni. Az így kialakított villámvédelmi berendezés felfogóból, levezetőből és földelőből áll, és

véd a közvetlen villámcsapás okozta túlfeszültségektől. Ez az épület *külső* villámvédelme. A műszaki ellenőrnek a szabvány segítségével el kell döntenie, hogy az adott létesítményhez tervezett villámvédelmi berendezés megfelel-e az előírásoknak. Például a lapostetőn elhelyezett betonkocka felfogó-tartó alatt megfelelő átütési szilárdságú szigetelőlap kell, hogy legyen.

3.3.2. Túlfeszültség-védelem

A villámcsapás következtében a villámcsapás helyétől még viszonylag távol is nagy túlfeszültségek indukálódnak az ott lévő vezetékekben. Az egyre elterjedtebben használt elektronikus berendezéseket tehát a villámcsapások közvetett hatásaitól is védeni kell. Ez a másodlagos kisülések elleni vagy *belső* villámvédelem. Túlfeszültséget eredményez az erősáramú berendezések kapcsolása is (*MSZ IEC 1312-1*).

Az elektromágneses összeférhetőség (EMC) fogalma olyan villámvédelmi berendezések és teendők együttesét jelenti, amelyek a segítségével a villámcsapás káros hatásai a védett tér védőzónáiban a vonatkozó *MSZ EN 61000*-ben megengedett érték alá korlátozódnak. A korlátozás következtében nem károsodnak az elektronikai rendszerek, ill. az élet- és vagyonbiztonság nő.

Az EMC védelmi rendszer *külső és belső* villámvédelemből áll. A belső villámvédelem fontos területe a kisfeszültségű berendezések esetében a potenciálkiegyenlítés.

A villámvédelmi zónahatárokon, a vezetéken terjedő túlfeszültség-impulzusok korlátozására potenciálkiegyenlítő túlfeszültség-levezetőket kell alkalmazni.

A túlfeszültség-védelem egymás után telepített, egymással összehangolt túlfeszültség-levezetők telepítését követeli meg az energiaellátó hálózaton. A többlépcsős védelem általában *három* védelmi készülékből áll:

- B osztályú villámáram-levezető,
- C osztályú túlfeszültség-védelem,
- D osztályú túlfeszültség-védelem.
- Ez a gyakorlatban azt jelenti, hogy
- a főelosztóba B osztályú villámáram-levezetőt,
- az alelosztóba C osztályú túlfeszültség-védelmi készüléket,
- a védendő készülék elé D osztályú finomvédelmet kell telepíteni.

A védelmi készülékeket egymással össze kell hangolni. Az így kialakított védelem fordított működésű (D, C, B). A biztonságos működéshez a B és C osztályú készülékek (levezetők) között min. 15 m vezeték kell, hogy legyen.

Ellenőrző kérdések

1. Miért van szükség érintésvédelemre? Kinek a feladata az érintésvédelem biztosítása? Milyen érintésvédelmi módokat ismer? Melyek a védővezetős érintésvédelmi módok? Mit tud a kéziszerszámok érintésvédelméről? Mi az egyenlő potenciálra hozás (EPH) fizikai elve? Megvalósítási módozatai példákkal illusztrálja!
2. Ismertesse a süllyesztett szereléssel kapcsolatos technológiákat, a felhasznált anyagokat, és a betartandó szabályokat!
3. Ismertesse a falon kívüli szereléssel kapcsolatos technológiákat, a felhasznált anyagokat, és a betartandó szabályokat!
4. Ismertesse a szigetelt vezetékhalózati szereléssel és szerelvényezéssel kapcsolatos technológiákat, a felhasznált anyagokat és a betartandó szabványokat!

5. Ismertesse a külső és a belső villámvédelemmel kapcsolatos főbb tudnivalókat, a villámvédelem kialakításának lehetőségeit, az új OTSZ és a villámvédelmi szabvány (MSZ 274) főbb előírásait!
6. Ismertesse a biztonsági világítás és menekülési útirány jelzőrendszer létesítésével kapcsolatos előírásokat!

Irodalom

1. fejezethez

Ajánlott és felhasznált irodalom

Magasépítési Kézikönyv. Bp., Műszaki Könyvkiadó.

Kardos–Valkó: Építőipari Kézikönyv. Bp., Műszaki Könyvkiadó, 1972.

Dr. Rózsa L. szerk.: Az alapozás kézikönyve. Műszaki Könyvkiadó, 1971.

Dr. Massányi–dr. Dulácska: Statikusok könyve. Bp., Műszaki Könyvkiadó, 1989.

Építési műszaki ellenőrök kézikönyve. Bp., TERC Kft., 2001.

Tervezési segédlet sorozat. Gyorsjelentés Kiadó.

Tervezési téma sorozat. ÉTK, 2000-től.

Építőipari technológiák. Bp., B+V Lap- és Könyvkiadó, 1999.

Tapasztalatok és ajánlások tartószerkezetek tervezőinek és kivitelezőinek. Bp., Műszaki Könyvkiadó, 1998.

Rétháti L.: Alapozás kedvezőtlen talajokon. Bp., Akadémia Kiadó, 1995.

Dr. Seregi Gy.: Acél épületszerkezetek. Bp., Gyorsjelentés Kiadó, 1995.

Dr. Seregi Gy.: Acélvázcsarnokok. Bp., TERC Kft., 2001.

Dr. Nagy P.: Alaptechnológiák. Bp., Tankönyvkiadó, 1990. egyetemi jegyzet.

Békés–Simon: Építőipari rögzítéstechnika. ÉTK, 1986.

Dr. Bodó L.: Betonacél a vasbeton szerkezetben. ÉTK, 1985.

Mokk L.: Helyszíni előregyártás. Bp., Műszaki Könyvkiadó, 1955.

Mueller O.: Korszerű épületbontás. Bp., Műszaki Könyvkiadó, 1985.

Kelemen L. (szerk.): Épületdiagnosztika. Bp., ÉTK, 1985.

Mohácsi L.: Tartószerkezetek átalakítása. Bp., Műszaki Könyvkiadó, 1978.

Gilyén J.: Régi épületek tartószerkezete. Bp., Mérnöktovábbképző I., 1991.

Dr. Balázs L. Gy. (szerk.): Szálerősítésű betonok. FIB konferenciakiadvány, 1999.

Mentesné Zöldy S.: Épületkárok. Bp., Műszaki Könyvkiadó, 1969.

Imre–dr. Szilassy: Építési hibák, acél és alumínium tartószerkezetek. Bp., Műszaki Könyvkiadó, 1977.

Mentesné Zöldy S.: Tartószerkezetek hibái. Bp., Műszaki Könyvkiadó, 1979.

Dr. Reuss A.: Acélzszaluzatos betonépületek építési hibái. Bp., ÉTK, 1981.

Dr. Szögi F.: Saját házak kivitelezési hibái. Bp., Műszaki Könyvkiadó, 1982.

Dr. Széchy K.: Alapozási hibák. Bp., Műszaki Könyvkiadó, 1983.

H. Haarich: Építési hibák, amelyek megelőzhetők vagy kijavíthatók. Bp., Műszaki Könyvkiadó, 1992.

Haefele–Oed–Sabel: Házak, lakások felújítása. Bp., Cser Kiadó, 1997.

Gábor László: Épületszerkezettan I–IV.

Fügedi László: Tetőfedés. 1993.

Szerényi I.–Gazsó A.: Építőipari alapismeretek, 1998.

Ácsszerkezetek tankönyv. MK., 1960.

Dr. Széll László: Magasépítéstan, 1982.

D., Széll László: Építéstechnológia, 1970.

Dr. Balázs György: Építőanyagok és kémia. 1990.

Péli József: Vízszigetelő munka, 1989.

Scharle Gyula: Épületburkolás, padlóburkolatok. Bp., MK., 1972.

A Műegyetemi Kiadó szakirányú tankönyvei és jegyzetei:

Magánépítők kiskönyvtára 3. Válaszfallos falak, 1991.

Magánépítők kiskönyvtára 2. Padlóagyazat, 1991.

Új építési 1X1 16. Tetőfedések, 1993.

Új építési 1X1 3. Falak építése, 1993.
 Új építési 1X1 7. Bádgosmunkák, 1991.
 Új építési 1X1 Ácsszerkezetek I., 1997.
 Új építési 1X1 5. Vakolások és felületképzések, 1995.
 Új építési 1X1 8. Burkolómunka, 1993.
 Gyártói alkalmazástechnikai útmutatók.

2. fejezethez:

Felhasznált irodalom

Dr. Menyhárt József: Az épületgépészek kézikönyve. Bp., 1975.
Dr. Vida Miklós: Gáztechnikai kézikönyv. Bp., 1971.
Recknagel, Sprenger, Schramek: Fűtés és klimatechnika. Bp., Pécs, 2000.
Rézcsöves szerelési útmutató. Magyar Rézpiaci Központ.

Ajánlott irodalom

SUPERSAN korrózióvédett rézcsövek alkalmazástechnikai kézikönyv. Bp., 1992.
 GEBERIT szaniter-ABC, 1997/98.
 REHAU know-how fűtés- és szaniter technika. Bp., 2000.
 VIEGA alkalmazástechnika. Bp., 2000.
 IDH korszerű épületgépészeti megoldások. Székesfehérvár, 2000.
 UNIPIPE-rendszer. Kecskemét, 1999.
 WIRSBO műszaki tájékoztató. Bp., 1999.

3. fejezethez:

Felhasznált irodalom

A Mérnök Újság eddig megjelent számai.
 Schrack Energietechnik Kft: „Túlfeszültség-védelem elvi kérdései ” c. kiadványa, 1999.
Fehér Zoltán: EMC villámvédelem, az elektromágneses összeférhetőség (EMC) követelményeinek megfelelő villám- és túlfeszültség-védelem. Dehn + Söhne GmbH + Co. KG. Különkiadása, „Elektroinstallateur”, Budapest, 1996.
 Az érintésvédelem szabványossági felülvizsgálata. Magyar Elektrotechnikai Egyesület kiadványa. Budapest, 1999.
 Villamos szerelőipari kézikönyv. Bp., Műszaki Könyvkiadó, 1983.
 Elektromosipari zsebkönyv. Magyar Mediprint szakkiadó Kft., 1994.
 9/2008. (II. 22.) ÖTM rendelet az új OTSZ kiadásáról

Ajánlott irodalom

Villamos szerelőipari kézikönyv. Bp., Műszaki Könyvkiadó. Legújabb, aktualizált kiadás.
 Az új OTSZ és az érvényben lévő, vonatkozó szabványok.