

# ÉPÍTÉSTECHNOLÓGIAI ISMERETEK I. HOLISZTIKUS ÉPÍTÉSTECHNOLÓGIA TERVEZÉS

EGYETEMI JEGYZET KÉZIRATA  
ÉPÍTÉSZMÉRNÖKÖK ÉS ÉPÍTŐMÉRNÖKÖK SZÁMÁRA

SZERZŐ:  
KLUJBER RÓBERT

2012.

## 0. TARTALOMJEGYZÉK

0.	TARTALOMJEGYZÉK.....	2
1	BEVEZETÉS.....	3
1.1	A TECHNOLÓGIA SZEREPE AZ ÉPÍTÉSBEN.....	3
1.2	AZ ÉPÍTÉSTECHNOLÓGIA FOGALMA.....	3
1.3	AZ ÉPÍTÉSTECHNOLÓGIA ALKALMAZÁSI TERÜLETEI.....	4
2	AZ ÉPÍTÉSTECHNOLÓGIAI FELADAT:.....	5
2.1	A TECHNOLÓGIAI FELADAT HOLISZTIKUS TERVEZÉSE.....	5
2.2	A TECHNOLÓGIAI TEVÉKENYSÉG FOGALMA.....	6
2.3	A TEVÉKENYSÉGEK MEGHATÁROZÁSA, LEHATÁROLÁSA.....	7
2.4	ÉPÜLETSZERKEZETI ELEMOK DEFINIÁLÁSA HASONLÓSÁG ELVE ALAPJÁN.....	8
2.5	A TEVÉKENYSÉG TRANSZFORMÁCIÓ FOLYAMATA.....	8
2.6	TEVÉKENYSÉGEK FELÉPÍTÉSE.....	9
2.7	A TEVÉKENYSÉG RANGSOR SZABÁLY.....	10
3	A TECHNOLÓGIAI TRANSZFORMÁCIÓ.....	11
3.1	A MEGVALÓSÍTHATÓSÁG KRITÉRIUMA.....	11
3.2	A TECHNOLÓGIAI HOZZÁRENDELÉS FOLYAMATA, A TECHNOLÓGIAI FÜGGVÉNY.....	12
3.3	A TECHNOLÓGIAI KÖLCSÖNHATÁS ELVE.....	13
3.4	A TECHNOLÓGIAI HARMONIZÁCIÓ ELVE.....	13
3.5	TECHNOLÓGIAI PRIORITÁSOK.....	14
4	A TEVÉKENYSÉGGYEGYZÉK.....	15
4.1	A SZÜKSÉGESSÉG FELTÉTELE.....	15
4.2	AZ ELÉGSSÉGESSÉG FELTÉTELE.....	16
4.2.1	PÓTMUNKA TEVÉKENYSÉG FOGALMA.....	16
4.2.2	TÖBBLETMUNKA TEVÉKENYSÉG FOGALMA.....	16
4.3	TELJES KÖRŰ TEVÉKENYSÉGGYEGYZÉK FOGALMA.....	16
4.4	TEVÉKENYSÉGEK IDŐBENI LEHATÁROLÁSA.....	17
4.4.1	TEVÉKENYSÉG ZÁRT TECHNOLÓGIAI INTERVALLUMMAL.....	17
4.4.2	TEVÉKENYSÉG NYITOTT TECHNOLÓGIAI INTERVALLUMMAL.....	18
4.5	TEVÉKENYSÉGEK NORMA SZERINTI AZONOSÍTÁSA.....	19
4.6	TEVÉKENYSÉGEK STRUKTÚRÁLÁSA MAGYAR NORMAGYŰJTEMÉNYEK SZERINT.....	20
4.7	TEVÉKENYSÉGEK STRUKTÚRÁLÁSA DIN NORMAGYŰJTEMÉNY SZERINT.....	22
5	TEVÉKENYSÉGEK VOLUMEN MEGHATÁROZÁSA.....	24
5.1	KÖZVETLEN ADATOK ALAPJÁN TÖRTÉNŐ MÉRETMEGHATÁROZÁS.....	24
5.2	KÖZVETETT ADATOK ALAPJÁN TÖRTÉNŐ MÉRET MEGHATÁROZÁS.....	25
5.3	IDOMTERV ALKALMAZÁSA.....	25
5.3.1	KITERÍTETT SZÉLESSÉG FOGALMA.....	26
5.4	VOLUMEN BECSLÉSI ALGORITMUSOK.....	26
5.5	INDIREKT VOLUMENOK SZÁMÍTÁSA.....	27
6	A TECHNOLÓGIAI SORREND.....	28
6.1	TEVÉKENYSÉG ELEMOK MEGHATÁROZÁSA.....	28
6.2	LOGIKAI KAPCSOLAT MEGHATÁROZÁSA.....	28
6.3	SZOMSZÉDOS TEVÉKENYSÉG FOGALMA.....	29
6.4	A TECHNOLÓGIA ÉS TEVÉKENYSÉG SORRENDI ÖSSZEFÜGGÉSEI.....	30
6.5	A MEGVALÓSÍTHATÓSÁGI KÉNYSZER ELVE.....	30
7	TECHNOLÓGIAI FOLYAMATOK FELÉPÍTÉSE ÉS LEÍRÁSA.....	32
7.1	A TECHNOLÓGIA ALKALMAZÁSI TERÜLETE.....	33
7.2	TECHNOLÓGIA SZERKEZETI/KONSTRUKCIÓS FELTÉTELEI.....	33
7.2.1	SZERKEZETI ELEM KIALAKÍTÁSA SORÁN FELHASZNÁLT TERMÉKEK/ANYAGOK KAPCSOLATRENDSZERE ÉS KÖVETELMÉNYEI.....	34
7.2.2	TÁRGYI SZERKEZETI ELEM MÁS SZERKEZETI ELEMOK KAPCSOLATRENDSZERE, KÖVETELMÉNYEI.....	34
7.3	A TECHNOLÓGIA KIVITELEZÉSI FELTÉTELEI.....	34
7.3.1	FELHASZNÁLT ANYAGOK, TERMÉKEK.....	34
7.3.2	ALKALMAZOTT GÉPEK, ESZKÖZÖK.....	36
7.3.3	EMBERI ERŐFORRÁS, SZAKEMBER IGÉNY.....	36
7.4	A TECHNOLÓGIAI FOLYAMAT LEÍRÁSA (MŰVELETI ELEMOK ISMERTETÉSE).....	37
7.4.1	HELYSZÍNI ELŐKÉSZÍTÉS MŰVELETI ELEMOK.....	38
7.4.2	HELYSZÍNI BÉPÍTÉS MŰVELETI ELEMOK.....	39
7.5	ÉPÍTÉSHELYSZÍNI BERENDEZÉS/ORGANIZÁCIÓ, LOGISZTIKA.....	41
7.6	TECHNOLÓGIAI MUNKAFELTÉTELEK (MUNKABIZTONSÁG, MUNKAVÉDELEM).....	45

# 1. BEVEZETÉS

## 1.1 A TECHNOLÓGIA SZEREPE AZ ÉPÍTÉSBEN

Napjainkban a közbeszéd egyik kulcsszava a technológia. A fejlett technológia - az információs technológiától egészen az biotechnológiáig – jelentősen átalakítják életünk mindennapjait, és formálják lehetőségeit. Az építőipar kicsit szerényebb lépésekkel, de szintén halad a technológiai fejlődés útján. Az építésben a modernizáció elsősorban új építőanyagok, *termékek* és annak beépítését segítő *gépek, eszközök* formájában jelenik meg. Bár a mai épületek többsége lényegében még mindig az évszázados építési eljárásokhoz hasonló módon készül, a felhasznált anyagok, eszközök, illetve a műszaki színvonal (minőség) területén komoly fejlődés történt. A fejlődés jelentősen átalakította életvitelünket is, és bár lenyűgözve állunk a régi épületek előtt, valószínűleg kevesen cserélnék fel a mai lakásuk komfortját egy régi várkastély toronyszobájára.

Az építés során történt fejlődés alapvető mozgatórugója –az építészeti bravúrok mellett - a *műszaki követelmények emelkedése, és a hatékonyság növelése*. Mindkét terület szorosan kapcsolódik a technológia fogalomköréhez, mivel a magasabb műszaki színvonal teljesítése, valamint a gyors és gazdaságos (azaz hatékony) építés alapja az a műszaki/technológiai folyamat, mely az építési helyszínen folyik. A növekvő műszaki igények kielégítése az új építőanyagok (termékek) mellett *új eljárások* alkalmazását is megköveteli. Természetesen az új eljárások kölcsönösen megkövetelik az anyagok, termékek fejlesztését is, így kijelenthetjük, hogy a technológia és a felhasznált építési termékek, anyagok fejlődése szoros *kölcsönhatásban* vannak.

Az építési gyakorlatban, azaz a kivitelezésben a technológia nem más, mint a *házépítés tudománya*. Ennek segítségével tudjuk modellezni és végrehajtani azokat a szükséges műveleteket, melyek eredményeként létrejön a kívánt épület/építmény. A technológiai ismeretek folyamatos fejlődése teszi lehetővé, hogy az új, innovatív építészeti ötletek a valóságban realizálhatók legyenek, ám egyben *megvalósíthatósági* korlátot is jelent az építészek számára.

## 1.2 AZ ÉPÍTÉSTECHNOLÓGIA FOGALMA

Napjainkban a technológia fogalma rendkívül közkedvelt, nemcsak az építésben, hanem más műszaki területen is. A szóhasználat sokszor szinonimája lett a „korszerű”, vagy „fejlett” fogalmának. A technológia, mint szóhasználat valóban jelentős átalakuláson ment keresztül az elmúlt évtizedekben.

A klasszikus értelmezésben a technológia „a gyártás folyamatelméletét és gyakorlatát”<sup>1</sup> jelenti. (megjegyzés: a hazai lexikonok többsége a technológia, különösen építéstechnológia szóelemzést nem is tartalmaz)

A mai szóhasználat azonban ennél tágabb körre vonatkoztatja a technológia fogalmát. Napjainkban a technológia szó nemcsak a folyamatot, hanem annak minden szükséges műszaki elemét is magában foglalja. Ez az építésben azt jelenti, hogy a technológia ma már nemcsak a falazást mint „falgyártási” folyamatot jelenti, hanem a megfelelő minőségű fal megvalósításához tartozó mindennemű műszaki, technikai szükségszerűséget is. Az építésben a technológia általában az épület, vagy annak egy részének (épületszerkezeti elem) létrehozására irányul, ily módon a szó könnyen leegyszerűsíthető az építési tevékenység folyamatára, gyakorlatára. Az építési tevékenység azonban ma már nem pusztán az épületek létrehozását tűzi ki célul (hiszen ma már szinte bármi megépíthető lenne) hanem az építés folyamatát szigorú kötött feltételek között kívánja megvalósítani. Ez nemcsak – a köztudott - pénzügyi korlátokat jelenti, hanem az építési feladat szakszerű elvégzéséhez pontosan megtervezett, megszervezett és szigorú követelmények szerint ellenőrzött komplex feltételrendszert. Így természetesen a technológia szó tartalma is kiterjed a műszaki folyamat konkrét végrehajtása mellett, annak szakszerű elvégzéséhez szükséges mindennemű műszaki feltételekre is.

<sup>1</sup> Magyar Értelmező Kéziszótár, Akadémia kiadó Budapest 1992.

### 1.3 AZ ÉPÍTÉSTECHNOLÓGIA ALKALMAZÁSI TERÜLETEI

*Az építéstechnológia alapvetően nem más, mint egy tervezett és szabályozott folyamatsor, melynek eredményeképpen épületszerkezeti elemeket és/vagy azok összességét kívánjuk létrehozni.*

A technológiai folyamat a technológiai céloknak megfelelően három csoportba sorolható:

- építőanyagok/építési termékek építéshelyszíni létrehozása (pl. habarcskeverés)
- az egyes épületszerkezeti/konstruktív elem kialakítása (pl. fal, födém)
- az egyes elemek közötti kapcsolat kialakítása (pl. fal és nyílászáró)

Az építés során számos építőanyagot/építési terméket kell felhasználnunk. Ennek jelentős része gyári körülmények között, építőanyag gyártó üzemekben készül, és a helyszínre szállítást követően csupán azok helyszíni beépítése történik meg. Ez a termékgyártás és annak technológiája, melyet most nem részletezünk. Vannak azonban még ma is olyan építőanyagok, melyek előállításuk az építési helyszínen, az építéstechnológiai folyamat részeként kerülnek előállításra. Ilyen például a habarcs, vagy beton keverék melyek még nagyobb kivitelezési munkáknál is gyakran a helyszíni keverékkészítési folyamat során kerülnek előállításra.

Az egyes épületszerkezeti elemek létrehozásával kapcsolatos technológiai folyamat az egyik legismertebb része az építéstechnológiának. A folyamat során valósulnak meg a tartószerkezeti elemek (falak, pillérek, födémek) és a szakipari befejező munkák egyes szerkezeti elemei is (fedések, burkolatok, álmennyezetek, aljzatok, stb.) A helyszíni technológia alkalmazás fő elemei a *tárolás, emelés és szereléstechnológia*. A folyamat során az egyik fontos követelmény, hogy a tervben (kiviteli terv) meghatározott épületszerkezeti elem kialakítására kerüljön sor. A kialakítandó szerkezeti elemre vonatkozóan a másik fontos követelmény, hogy a folyamat során a szerkezeti elemmel kapcsolatos műszaki elvárások (paraméterek) teljesüljenek. Ilyenek pl. az épületfizikai, tartószerkezeti, tűzvédelmi és használati biztonságra vonatkozó paraméterek. A szerkezeti elem kialakításához kapcsolódó technológiai szabályok általában a termék gyártójának útmutatásai alapján kerülnek meghatározásra. (alkalmazástechnika, technológiai útmutató) Egyes általános jellegű építési termékek esetén (pl. betonacél, beton, stb.) a gyártói útmutatók helyett a szakmai irányelvek a meghatározóak. (pl. RTU irányelvei)

Az épület egyes szerkezeti elemei nemcsak önmagukban állnak, hanem meghatározott (tervezett) szerkezeti kapcsolattal kapcsolódnak más épületszerkezeti elemekhez. A megfelelő kapcsolat meghatározása a tervezés folyamatának részét képezi. A helyszíni kivitelezés során a megtervezett kapcsolat szakszerű kialakítása a feladat. Az egyes épületszerkezeti elemek (pl. fal és födém, fal és nyílászáró) közötti kapcsolat létrehozása során az egyes szerkezeti elemek tulajdonságai alapvetően nem módosulhatnak. (pl. akusztikai veszteség a válaszfal és födém csatlakozásánál, épületfizikai veszteség a nyílászáró és fal csatlakozásánál) Ezért a termékalkalmazáshoz kapcsolódóan a gyártó, és/vagy a tervező köteles meghatározni a kapcsolat részleteit, a kialakítás során beépítendő kiegészítő anyagokat, szerkezeti elemeket (pl. tömítések, rögzítő elemek, stb.) A gyártói meghatározások a termék alkalmazástechnológiai útmutatójában általában megtalálhatóak. A tervezői meghatározások az építési (kiviteli) tervek részét képezik, csomóponti, vagy részletrajzi formában, a hozzá kapcsolódó műszaki, technológiai leírásokkal. A szakszerű szerkezeti elemkapcsolatok helyszíni létrehozása a kivitelező feladata.

Fenti három feladatkör teljes mértékben lefedi az építéstechnológiai feladatköröket. A helyszíni feladatok azonban – a mai minőségi építés során – főként a 2.fázist és a 3.fázist tartalmazzák.

## 2 AZ ÉPÍTÉSTECHNOLÓGIAI FELADAT:

Az építéstechnológiai feladat a napi köznyelvben általában a kivitelezést, azaz az épület/építmény *fizikai megvalósulását* jelenti. A technológiai feladat pontos definiálása feltétlenül szükséges, hiszen a feladat tartalmának ismeretében lehetséges a kapcsolódó kivitelezési munkák, a megvalósításhoz szükséges erőforrások meghatározása, tervezése. A technológiai feladat *tartalmi alapját* annak megismerése képezi, hogy milyen tevékenységek (kivitelezési munkák) elvégzése szükséges ahhoz, hogy a kívánt végeredmény létrejöjjön.

Az építéstechnológiai feladat tehát a *megfelelő épület* vagy épületrész (épületszerkezeti elem) *műszakilag szakszerű* megvalósítása.

### 2.1 A TECHNOLÓGIAI FELADAT HOLISZTIKUS TERVEZÉSE

A technológiai feladatnak, azaz a helyszíni építési folyamatok megtervezésének alapvető célja, hogy előre modellezni tudjuk a várható eseménysorokat. A tervezés az alábbi részterületeket tartalmazza:

- technológiai tervezés (a technológiai műszaki lefolyásának tervezése)
- térbeli tervezés (a technológia térbeli lefolyásának tervezése)
- időbeli tervezés (a technológia időbeni lefolyásának tervezése)
- költség tervezés (a technológia költség lefolyásának tervezése)

A tervezési szintek között szoros logikai kapcsolat és tervezési hierarchia áll fenn. A technológiai tervezés a kiindulási pont, melyhez hozzá kapcsoljuk a folyamatok időbeli és térbeli és pénzügyi lefolyását, mivel a különböző technológiai alternatívák más-más időbeli és térbeli és költség igényt jelentenek.

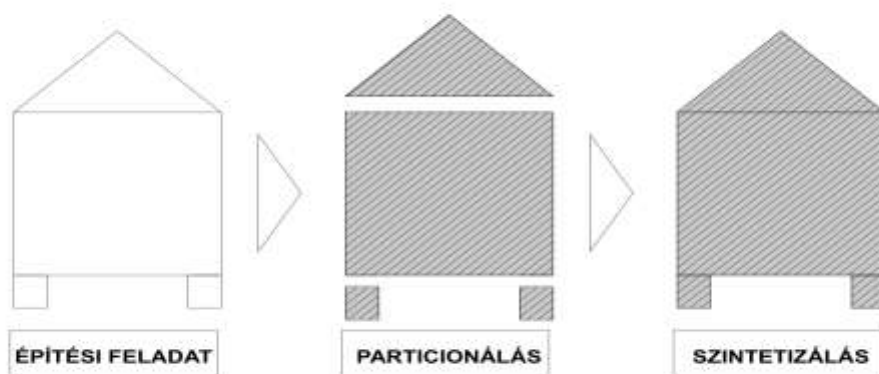
*Pl. egy monolit vb. födém és egy előregyártott vb. födém készítése mind időben, mind térben alapvetően eltérő következményeket eredményez.*

Az építési/technológiai folyamatok pontos tervezése összetett módszert igényel. Az egyik lehetséges eljárás az un. **holisztikus technológia tervezés**

Ennek lényege, hogy a tervezési folyamat két fő fázisból áll. Ezek a következők:

- **particionálás fázisa**
- **szintetizálás fázisa**

01 számú ábra



A *particionálás* fázisban, a technológiai feladat tervezésének *első lépéseként* meg kell határozni az egyes épületszerkezeti elemek megvalósítását célzó építéstechnológiai folyamatot. Az épület részekre bontásával, illetve az egyes részelemekhez a megfelelő technológia hozzárendelésével és azok harmonizált folyamatba rendezésével elvben az egész épület technológiai folyamata, azaz a teljes technológiai feladat meghatározható.

Az első fázisban szükséges az épület/építmény részekre bontása, azaz az egyes szerkezeti egységek meghatározására oly módon, hogy annak megvalósításához egy-egy technológia *egyértelműen* hozzárendelhető/kiválasztható legyen. A szerkezeti részek/szerkezeti egységek meghatározásánál tehát oly módon kell eljárni – azaz részletezettségre kell törekedni – hogy annak megvalósítása egyértelműen összekapcsolható legyen egy meghatározott technológiai folyamattal. Ennek a részletezettségnek az alapját a normagyűjtemények adják, mely során az egyes szerkezeti elemekhez – annak megvalósítása céljából – egy konkrét építéstechnológiai tevékenységet rendelünk hozzá.

A *particionálási folyamat* eredményeként kapott szerkezeti egységek és azokhoz rendelt technológiai tevékenység adja az alapját a későbbi (tér-idő-költség) tervezési folyamatnak is.

Az egyes hozzárendelt/kiválasztott technológiák azonban a valóságban egy összehangolt folyamatsorozat egyes részelemeként jelennek meg, mely során a teljes épület megvalósítása történik. Így a tervezési második fázisában szükséges az egyes részelemek összerendezése, logikai összekapcsolása és összehangolása. Az egyes technológiai folyamatok közötti logikai kapcsolat azonban többféle, sokszor bonyolult kapcsolatrendszer is lehet, és azok megfelelő kialakítása komoly szakmai kihívást jelent. Az egyes elemek tulajdonságait oly módon kell megválasztani, hogy az a teljes folyamat alapvető céljainak megfelelő legyen. Ilyen cél lehet pl. a rövid idő, az alacsony költség, vagy akár a szűk építési hely követelménye. Könnyen belátható, hogy a teljes technológiai feladatra vonatkozó alapvető célkitűzések vagy azok kombinációja alapvetően kihat az egyes technológia kiválasztásra is, így azok logikai kapcsolatát is alapvetően meghatározza. Sokszor előfordul, hogy a teljes technológiai folyamat ismeretében szükségessé válik az első fázis egyes elemeinek újratervezése, hogy az alapvető célok a legjobban tudjanak érvényesülni. (pl. ne merüljön fel indokolatlan költségtöbblet)

A tervezés ezen összerendező fázisát *technológiai szintetizálásnak* nevezzük.

A fentiekben ismertetett kétfázisú technológia tervezési módszert nevezzük **holisztikus technológiatervezési módszernek/eljárásnak**.

## 2.2 A TECHNOLÓGIAI TEVÉKENYSÉG FOGALMA

A holisztikus tervezési módszertan első fázisában – azaz a *technológiai particionálás* fázisában – elvégezzük az egyes szerkezeti egységek lehatárolását oly módon, hogy ahhoz egyértelműen hozzárendelhető legyen egy technológiai folyamat. A részekre bontás technológiai alapegysége a *technológiai tevékenység* későbbiekben *tevékenység*. A tevékenység definíciója tehát nem más, mint **az egyes épületszerkezeti elem megvalósítására, mint egy technológiai részfeladat végrehajtására irányuló kivitelezési folyamatsor**. Az épület helyszíni megvalósítása – kivitelezése – ezen tevékenységek összességéből áll.

A tevékenységek – mint kivitelezési folyamat - tartalmazzák mindazon *műveleti elemeket*, melyek az adott épületszerkezeti elem *szakszerű megvalósításához* szükségesek. A szakszerűség fogalma azt jelenti, hogy az elkészült épületszerkezeti elem, mint a kivitelezési tevékenység eredménye a *tervezett követelményeknek* – azaz nem csak a szükséges követelményeknek - *megfelelő*.

A tevékenység képezi a későbbi tervezési folyamatok során a technológiai folyamatokra vonatkozó *tervezési alapegységet*, azaz ennek pontos meghatározása kiemelten fontos az eredményes munka szempontjából. A rosszul vagy pontatlanul definiált/meghatározott tevékenység, mint alapegység a tervezés során komoly kockázatokat jelent az idő tér és költségtervezés tekintetében.

A tevékenységeket jellemzőjük alapján csoportosíthatjuk. Az egyik fontos csoportosítási lehetőség a technológiai jelleg alapján történő megkülönböztetés. A tevékenységeket **technológiai jellegük** szerint az alábbiak lehetnek:

- **közvetlen tevékenység**, mely során a tevékenység valamilyen épületszerkezeti elem megvalósítására, vagy megszüntetésére irányul (pl. falazás, tetőfedés készítése, vagy bontása stb.) A közvetlen tevékenységeket általában valamilyen *épületszerkezet* építéseként vagy bontásaként szoktuk jellemezni.
- **közvetett tevékenység**, mely során a tevékenység valamely közvetlen tevékenységhez megvalósíthatóságához kapcsolódóan válik szükségessé. (pl. állványzat készítése, dúcolások készítése, víztelenítés, zszaluzás, stb.) Az ilyen tevékenységeket általában *segédszerkezetek* építéseként szoktuk jellemezni. Ide sorolhatjuk a helyreállítási, javítási tevékenységeket is, melyek az egyes közvetlen tevékenységek végrehajtásából erednek. (pl. horonyjavítás, vakolatjavítás, áttörések helyreállítása)

A közvetett tevékenységek másik fontos alcsoportja a helyreállítással kapcsolatos tevékenységek. A közvetlen tevékenység az épületszerkezeti elem megvalósítására, vagy bontására irányul, azonban e során a meglévő vagy már elkészült épületszerkezeti elemekben sérülések, károk, vagy szándékosan végzett roncsolások keletkezhetnek. (pl. horonyvésés villanyvezeték számára, felületek sérülése, elkoszolódása szerelvényezés során, stb.) Ilyenkor szükségesség válnak bizonyos helyreállítási feladatok elvégzése. Ezeket a tevékenységeket közvetett technológiai jellegű tevékenységként értelmezzük. A tervezés során komoly problémát jelent az ilyen tevékenységek tartalmi meghatározása, mivel sok esetben ezek előre nem látható módon alakulnak ki. (pl. felület javítása festésnél) Így ezek volumen meghatározása főként becsléssel állapítható meg. Sok esetben az ilyen jellegű tevékenységek nem kerülnek meghatározásra, mivel ezek elvégzése a gyakorlatban garancia vagy kárjavítás keretében kerülnek elvégzésre, Ez a gyakorlat azonban figyelmen kívül hagyja, hogy ezen tevékenységek elvégzése során építési idő és költség is felmerül, azaz a kivitelezés pontos modellezése szempontjából mindenképpen figyelembe kell venni.

Mivel a kivitelezési folyamat alapvetően az építési helyszínhez kötődik, így a tevékenység tartalmi szempontjából is az építéshelyi jelleget kell definiálni. Ebből adódóan a tevékenység alapvető jellemzője, az alapvetően helyszíni tevékenységet jelenti, mely során az előregyártott vagy gyártók által elkészített anyagok és termékek csupán felhasználásra (beépítésre) kerülnek.

A **technológiai tartalom** szempontból kétféle tevékenységet különböztetünk meg:

- **összeszerelő jellegű tevékenység**, mely során a gyártók által leszállított termékek összeépítésével jön létre a szerkezeti elem (pl. burkolat felszerelése a homlokzatra)
- **gyártás jellegű tevékenység**, mely során a helyszíni szállított alapanyagokból (pl. kavics, cement, víz) azok felhasználásával jön létre a szerkezeti elem (pl. betonkeverék készítése és beöntése a helyszínen készített alapárókba)

A technológiai részfeladat meghatározása és elvégzése alapvetően függ a tevékenységek fent jelzett tartalmi sajátosságától. Sőt fentiek alapvetően befolyásolják a technológiai kockázat kérdését is, mely a későbbi fejezetekben kerül részletesen ismertetésre.

## 2.3 A TEVÉKENYSÉGEK MEGHATÁROZÁSA, LEHATÁROLÁSA

A tevékenység, mint technológiai alapegység meghatározása az egyik első és legfontosabb feladat a holisztikus építéstechnológiai tervezés során. A definícióban már utaltunk arra, hogy a tevékenység lényegében egy épületszerkezeti elem megvalósítására irányuló folyamatsor. Ebből kiindulva az első tervezési feladat a megfelelő épületszerkezeti elem meghatározása, azaz mi adja a tevékenység alapját. A meghatározás során abból kell kiindulni, hogy mikor tekinthetjük azonosnak illetve különbözőnek az egyes épületszerkezeti elemeket, azaz mikor rendelhető hozzá egy azonos, vagy egy különböző tevékenység annak megvalósításához.

## 2.4 ÉPÜLETSZERKEZETI ELEMOK DEFINIÁLÁSA HASONLÓSÁG ELVE ALAPJÁN

Az egyes épületszerkezeti elemek lehatárolásánál, megkülönböztetésénél a *teljes azonosságot* az épületek egyedisége miatt a gyakorlatban nem tudjuk megkövetelni, és ezen feltétel felállítása nem is célravezető. Így a halmaz meghatározásánál a hasonlóság elvét kell a gyakorlatban alkalmazni. Ez egyrészt megkönnyíti a szerkezeti egységek halmazainak meghatározását, másrészt – a nem teljesen azonos jellemzők miatt – egy szórást mutat a szerkezeti jellemezők tekintetében. Így a későbbiek során a tervezési folyamatban mindenképpen szükségessé válik az egyes jellemzők *figyelembe vétele*, mely a jelenlegi építési gyakorlatban egyelőre még nem képezi a tervezési folyamat részét.

Az épületszerkezeti egységek elemeit a *hasonlóság elve* alapján az alábbiak szerint határozhatjuk meg:

- hasonló építőanyagból/termékből áll
- hasonló beépítési feltételek állnak fenn
- hasonló technológiai jelleg áll fenn

Az hasonlóság megállapítása során az egyes *hasonlósági szempontok* a gyakorlatban az alábbiakat jelenti:

### HASONLÓ ÉPÍTŐANYAGBÓL/TERMÉKBŐL ÁLL:

A szempont alapvetően azt jelenti, hogy az épületszerkezeti elem helyszíni kivitelezésénél felhasznált építőanyagok, építési termékek azonos termékcsoporthoz képviselnek. pl. falazásnál minden eltérő téglaelemet – pl. Porotherm 30 N+F, vagy Porotherm 38 N+F, vagy Porotherm 30 hanggátló téglák stb.- felhasználó falazat megépítését önálló azonosítóval kell ellátni, azaz önálló tevékenységként kell meghatározni. A hasonlóság elve az adott példa tekintetében azt jelenti, hogy az egyes termékelemek egyéb tekintetben kismértékben változhatnak, pl. feles idomtégla, vagy vágott elemek kerülnek felhasználásra, de ezekből készült falszerkezeti részletek már nem jelentenek önálló tevékenységet.

### HASONLÓ BEÉPÍTÉSI FELTÉTELEK ÁLLNAK FENN:

A szempont alapvetően azt jelenti, hogy az épületszerkezeti elem kivitelezési körülményei hasonlóak. A beépítési feltételek elsősorban a térbeli elhelyezkedést, a munkabiztonsági körülményeket, az építéshelyszín organizációs adottságait jelentik.

Ilyen körülmény lehet pl. fel esetén a vertikális vagy horizontális adottság, hiszen egy IV.szinten készített kitöltő fal eltérő szállítási, munkabiztonsági feltételeket követel meg, mint a földszinten készített azonos falszerkezet.

### HASONLÓ TECHNOLÓGIAI JELLEG ÁLL FENN:

A szempont alapvetően azt jelenti, hogy az épületszerkezeti elem kivitelezésénél a technológiai jellemzők hasonlóak. Itt elsősorban a felhasznált erőforrások tekintetében kell megvizsgálni az adottságokat, akár a szakmunkás igényre akár a gépek, eszközök igényére vonatkozóan. (pl. eltérő technológiai jellegű adhat a nagyobb vágási, darabolási igény, vagy speciális munkaeszközök – pl. daraboló korongok - alkalmazása, melyek időben vagy költségben is többletet jelenhetnek)

Eltérő technológiai jelleg lehet pl. az időjárás, éghajlati körülmények (pl. téli betonozás, stb.) is, mely adalékanyagok (pl. kötés és szilárdulás gyorsító) alkalmazását követelhetik meg.

Egy tevékenység meghatározásánál, lehatárolásánál a hasonlósági szempontok széles körű figyelembe vétele nagyon fontos, hiszen az eltérő jellemzők az adott szerkezeti egység tekintetében akár időben akár költségben is jelentős eltéréseket mutathatnak, melyek a tervezési pontosságot csökkentik.

## 2.5 A TEVÉKENYSÉG TRANSZFORMÁCIÓ FOLYAMATA

A transzformációs feladat lényege, hogy a hasonlóság elve alapján meghatározott épületszerkezeti egységekhez – mint technológiai feladatrészhöz – azaz azok megvalósítására/kivitelezésére *építési tevékenységeket* rendeljünk hozzá. A hozzárendelés egyszerű transzformáció, mely során az értelmezési tartomány a megvalósítandó szerkezeti elemek halmaza, míg az értékészlet a szükséges építési



tevékenységek halmaza. A hozzárendelésben az értelmezési tartomány minden elemét fel kell használni, hiszen nem maradhat olyan szerkezeti elem, melynek kivitelezéséről nem gondoskodunk. A hozzárendelés általában kölcsönösen egyértelmű transzformáció, abban az esetben, ha az értelmezési tartomány elemei – a hasonlóság elve alapján - csak különböző épületszerkezeti elemeket tartalmaznak.

A gyakorlatban sokszor előfordul, hogy valamilyen okból pl. időbeni ütemezés a hasonlóság elve alapján meghatározott épületszerkezeti elemeket tovább bontjuk, függetlenül attól, hogy azok kivitelezése során azonos tevékenységeket kell elvégezni. Ilyen esetben a kölcsönösen egyértelműség elve nem teljesül, ám a transzformáció mégis elvégezhető.

A tevékenység tartalma a transzformációs szabály alapján teljes körűen kell lefednie az adott épületszerkezeti elem megvalósításához szükséges kivitelezési feladatokat.

## 2.6 TEVÉKENYSÉGEK FELÉPÍTÉSE

A *tevékenység* során az épületszerkezeti elem helyszíni előállításához/kivitelezéséhez műszakilag szükséges összes építési résztevékenységet, azaz *műveleti elemet* el kell végezni. Ezt a *műszaki szükségszerűség elvének* nevezzük. Az elv tehát azt jelenti, hogy a műveleti elemek kötelezően tartalmazzanak minden olyan helyi kivitelezési munkarészt/munkafolyamatot, mely a tervezett szerkezeti elem minőségileg megfelelő elkészítését eredményezi.

A szükségszerűség elve alapján felmerülő műveleti elemek tehát az adott tevékenység részét jelentik, azokat önálló tevékenységként általában nem kell definiálni.

*példa: a lapburkolat elkészítése, mint tevékenység magában foglalja annak létrehozásához szükséges műveleti elemeket, mint pl. a kitűzés, a ragasztó felhordása, a fugázás elkészítése, a szükséges vágás és darabolás elvégzése, sőt még az elkészült felület tisztítását, lemosását is.*

A normagyűjteményekben használatos normaadatok (pl. időnorma adat) ennek megfelelően tartalmazzák az összes szükséges műveleti elem elvégzéséhez kapcsolódó egységidőt. Így a tevékenység lényegében egy tartalmilag összetett – több műveleti elemből álló – komplex egység. A tevékenység ilyen jellegű felépítése természetese az egyes hasonló technológiai feladatok között kisebb eltérést mutathat.

*példa: egy kisebb tagoltabb helyiségben a vágás, darabolás, mint műveleti elem gyakrabban fordul elő, azaz időigényesebb a tevékenység egésze is. Az alkalmazott norma alapján azonban ezt az eltérést nem tudjuk figyelembe venni, mivel mindkét esetben azonos egységnormát fogunk használni. Amennyiben az eltérés a munkaterületen szignifikáns, azaz egy műveleti elem szempontjából jellemzően eltérő munka nagy arányban fordul elő, akkor célszerű a normaadatokat ennek megfelelően korrigálni.*

Az egyes tevékenységek műveleti elemekre vonatkozó tartalmi felépítése sok esetben nehezen határozható meg. Vannak olyan kivitelezési tevékenységek, ahol a munka jellege az egyes szerkezeti jellemzőktől, beépítési helyzetektől függően alapvetően különbözhet.

*példa: belső oldalfal vakolás esetében az általános falfelületen készült vakolat és a nyílászárók körül készítendő ún. spaletták vakolása*

Ilyen esetekben a *hasonlóság elve* csak korlátok között értelmezhető a szerkezeti elemekre vonatkozóan. Ezeket a korlátokat az egyes normagyűjtemények felmérési és elszámolási szabályrendszere tartalmazza. Sajnos számos normagyűjtemény nem rendelkezik ilyen szabályrendszerrel, így tevékenységek tartalmi meghatározása sokszor ellentmondásos, vagy vitás helyzetet eredményezhet.

A tevékenységek tartalmi meghatározásánál a műveleti elemek tekintetében is eltérések mutatkozhatnak az egyes beépítési körülményekből adódóan. Ilyen jellemző eset, amikor az egyes tevékenység elvégzéséhez állványozásra, vagy az építőanyagok jelentősebb mozgatására van szükség. A tevékenység tartalmi meghatározásánál ezért mindenképpen szükséges a hozzá tartozó állványozás vagy építéshelyi szállítás, kézi/gépi anyagmozgatás, deponálás, stb. mértékének meghatározása.

*példa: hasonló falazási munka esetében a szintek számától függően a függőleges szállítási távolságok jelentősen eltérhetnek, vagy a munkaerő mozgatásához lépcső, korlát, vagy éppen lift építése válhat szükségessé. Ez természetesen mind időben, mind erőforrás költségekben megjelenik, azaz a normaadathoz képest többletet eredményezhet.*

Vannak esetek, amikor a kivitelezés során egy tevékenység összes műveleti elemei közül egyes elemeket önállóan kell megvalósítani.

*példa: a belső oldalfal festés, mint tevékenység tartalmazza a felület előkészítés, 2×glettelés, csiszolás, 2×festés elvégzését, mint műveleti elemeket. Egyes esetben, azonban csak a glettelés, mint önálló tevékenység elvégzése is felmerülhet. Ilyen eset lehet, ha a falfelület minőségi hiánya miatt a kétszeres glettelés nem elegendő, vagy a festési munkákat más kivitelező, pl. saját magunk akarjuk elvégezni, így a festés nem képezi a megrendelés tárgyát.*

Ekkor az egyes műveleti elem, *tevékenység rangba* kerül, melyhez szükség esetén önálló normaadat tartozhat.

A gyakorlatban előfordul, hogy egyes tevékenységek minden műveleti eleme megtalálható tevékenység rangban is, mint például a fent említett oldalfal festés esetében is.

## **2.7 A TEVÉKENYSÉG RANGSOR SZABÁLY**

A tevékenységek tartalmi meghatározásánál a leggyakoribb probléma a fentiekben leírt esetekben, azaz a több rangsor helyen is megtalálható műveleti elemek esetében merül fel. Ennek lényege abban mutatkozik, hogy az egyes műveleti elemekhez –ha azok önálló tevékenység rangsorban vannak – a norma magasabb normaidőt, azaz több idő és költség szükségletet rendel hozzá. Így előfordulhat, hogy egy falfestés esetében akár 30-40-50-szeres idő és költségigény jelenik meg a tevékenység műveleti elemeinek tevékenységenkénti értelmezésével és összegzésével. Ez egyrészt félrevezető lehet, másrészt indokolatlan többletköltségeket eredményezhet a kivitelezési munka elszámolásában.

Így mindenképpen szükséges az ilyen esetek szabályozása, azaz az alkalmazott rangsorhelyekre vonatkozó szabály meghatározása.

A szabály alapját az képezi, hogy az egységes tevékenység műveleti elemeit csak abban az esetben lehet tevékenység rangsorban figyelembe venni, ha az önállóan és egyedülállóan, kiemelve a tevékenység tartalmi köréből kerül elvégzésre (*pl. csak glettelés készül*), vagy a tevékenység tartalmi keretein túl, pótmunka jelleggel kerül elvégzésre. (*pd. többlet glettelés rétege*)

Azokban az esetekben, ahol a tevékenység az összes műveleti elem elvégzését megköveteli, akkor az egyes műveleti elemeket önálló tevékenységi rangba helyezni helytelen.

### 3 A TECHNOLÓGIAI TRANSZFORMÁCIÓ

A *holisztikus eljárás* egyik legfontosabb fázisa az ún. technológiai transzformáció elvégzése. Ebben a fázisban kerül sor arra, hogy az egyes jól meghatározott tevékenységekhez a megfelelő technológia hozzárendelésre kerüljön.

A teljes építési folyamat áttekintésére alkalmazott módszer a technológiai transzformáció. A módszer lényege, hogy hidat képezzünk az építési folyamat elején rendelkezésre álló információ (tervdokumentációk) és a tényleges fizikai megvalósítás között. A transzformáció lényeges követelménye, hogy pontos legyen, hiszen bármilyen hiányosság a kivitelezés folyamatában felszínre kerül.

A tevékenységek meghatározását követően kerül sor a holisztikus folyamat két fázisának – particionálás és szintetizálás fázisa – összekapcsolására. Ezt a lépést *technológiai transzformációnak* nevezzük.

A transzformáció során a tevékenységekhez egy meghatározott technológiát rendelünk hozzá. A hozzárendelés során az értelmezési tartományt az adott épület kivitelezése során felmerülő összes és szükséges tevékenységek halmaza adja, melyre vonatkozóan a fenti fejezetben részletes útmutatást adtunk.

Az értékkészlet halmazát pedig a rendelkezésre álló technológiai alternatívák adják, bizonyos gyakorlati korlátok között. Ilyen korlátok lehet:

- technológiai fejlettség szintje
- elérhető technológiák elterjedtsége
- technológiai hozzáférhetőség
- technológiai gyakorlat, rutin, szaktudás

Fenti jellemzők jól mutatják, hogy az értékkészlet halmazának technológiai elemei között térségektől, országoktól, vagy akár régióktól függően is jelentős eltérések lehetnek. Ezek akár nemzet vagy térség specifikusak is lehetnek, és ez jelentősen meghatározhatja a kivitelezési folyamat eredményességét. fenti elveket célszerű figyelembe venni, mely általában komoly gyakorlati szakismeretet és tapasztalatot követel meg. Gyakran előfordul, hogy a fenti elvek miatt az innovatív megoldások háttérbe szorulnak, és az akár a kivitelezés eredményességét is korlátozhatja.

#### 3.1 A MEGVALÓSÍTHATÓSÁG KRITÉRIUMA

A technológiai transzformáció alapvetően azt feltételezi, hogy a szükséges tevékenység elvégzésére *legalább egy lehetséges technológia rendelkezésre áll.*

A megvalósíthatóság kritériuma azonban további feltételek teljesülését is jelenti. Ez a feltétel az *alkalmasság feltétele*. Az alkalmazhatóság azt jelenti, hogy az adott építési helyzetben/adott egyedi épületen és annak adott egyedi környezetében a technológia valóban kivitelezhető, azaz elvégezhető.

*példa: foghíj beépítésnél a szomszédos épületek megtámasztására, valamint a talajvíz munkagödörből történő kizárására gyakran résfalás technológiát alkalmaznak. bizonyos helyszíni körülmények azonban korlátozhatják, vagy kizárhatják a résfalás technológia hatékonyalkalmazását. pl. változó mélységű sziklás teherhordó altalaj, vagy altalajban fekvő, takart műemléki romok.*

Így az alkalmazhatóság feltételének elemzése komoly szakmai előkészítő munkát igényel, melyhez szükséges a tervezett épület és annak környezeti elemeire (szomszédos épített és természeti környezet, talaj és telek viszonyok stb.) vonatkozó részletes vizsgálat.

Fontos elvárás, hogy a rendelkezésre álló technológia/ák *alkalmazhatóak* a tervezett tevékenység vagy építési feladat megvalósítására. Ez azt jelenti, hogy a megvalósíthatóság feltételrendszere kiegészül a minőségi elvárásokkal, azaz a tervezett műszaki paraméterek vagy más elvárt paraméterek (pl. határidő, organizációs helyszín igény, szállítási lehetőségek, stb.) teljesülésével. Ez komplex vizsgálatot jelent, mely elsősorban az organizációs feltételekre és a minőségi elvárásokra vonatkozik.

*példa: gyakran alkalmaznak meglévő épületek alap megerősítésére talajszilárdítási eljárásokat pl. jet grouting technológia. Ezen technológiához alkalmazott berendezések, gépek mérete viszonylag kicsi, de*

előfordulhat, hogy a pincszinti közlekedők kialakítása nem teszi lehetővé a gépek mozgását, azaz a belső oldali hozzáférést a falszerkezethez, alapozáshoz. Így elvben egy létező és alkalmas technológia az adott környezetben mégsem vagy annak csak egy részén alkalmazható, azaz a technológiai halmaz elemei között nem vehető teljes körűen figyelembe.

Fentiek alapján a megvalósíthatóság feltétele az alábbi szabályok teljesülését jelenti:

- lehetséges
- alkalmas/alkalmazható

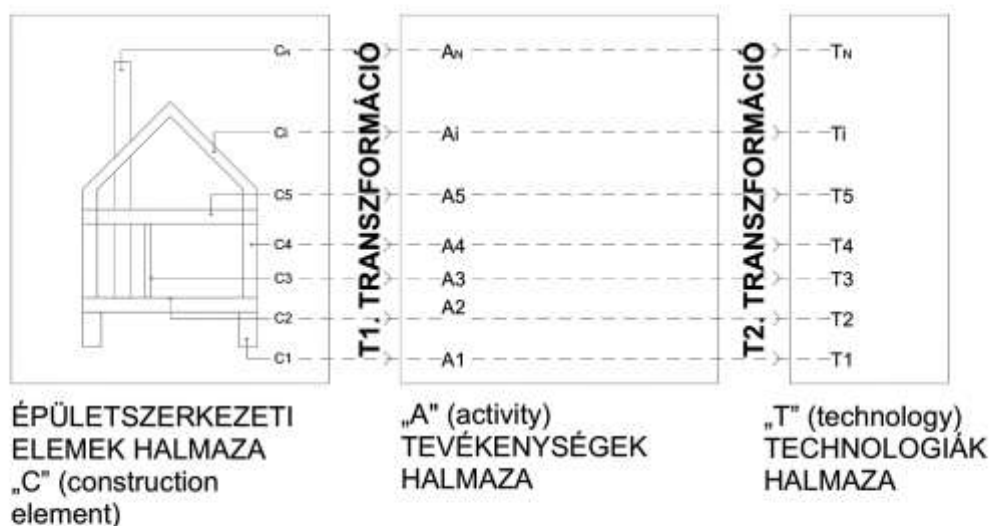
A tervezés során a technológiai transzformáció értékészletében levő technológiai elemeket a megvalósíthatóság feltételének teljesülésével kell meghatározni, kiválasztani, vagy szűkíteni. Így a hozzárendelés során a valós alternatívák műszaki értékelése történik, kiszűrve a tervezett és kivitelezett állapot közötti kockázati tényezőket.

Természetesen előfordulhat, hogy az építés lefolyása alatt, egy új alkalmazási lehetőség nyílik, vagy az adottságok megváltoztatásával lehetőség van a kizárt technológiák alkalmazására, azaz figyelembe vételére. Ez a gyakorlatban is, mint aktualizálási folyamat jelentkezik, melyre vonatkozóan célszerű ún. *technológia aktualizálási ütemtervet* készíteni.

### 3.2 A TECHNOLÓGIAI HOZZÁRENDELÉS FOLYAMATA, A TECHNOLÓGIAI FÜGGVÉNY

A hozzárendelési folyamatban a fentiekben meghatározott elemeket –azaz a tevékenységek halmaz elemeihez, mint értelmezési tartomány elemeihez hozzárendelünk az értékészletből egy-egy technológiai elemet, azaz meghatározzuk, hogy az adott tevékenység milyen technológia alkalmazása során valósuljon meg.

02 számú ábra



A hozzárendelés során az alábbi szempontokat kell figyelembe venni:

- minden tevékenységhez kell technológiát rendelni
- egy tevékenységhez egy kiválasztott technológiát rendelünk hozzá
- figyelembe vesszük a technológiai kölcsönhatás elvét
- figyelembe vesszük a technológiai harmonizáció elvét

A hozzárendelés során az első két szempont teljesítése – amennyiben a halmaz elemeit az arra vonatkozó szabályoknak megfelelően határoztuk meg – nem jelent komoly problémát, könnyen teljesíthető. Ezzel az *egyértelmű jellegű hozzárendelés szabályának* megfelelően járunk el.

A technológiai kölcsönhatás elve azonban az részletesebb ismertetést igényel.

### 3.3 A TECHNOLÓGIAI KÖLCSÖNHATÁS ELVE

A technológia hozzárendelésénél elsősorban – közvetlenül – a *megvalósíthatóság szabálya* szerint járunk el. Előfordul azonban olyan eset, amikor egy tevékenységhez - a megvalósíthatóság szabályának megfelelő – több lehetséges technológia is figyelembe vehető, azaz hozzárendelhető. Sőt, az esetek nagy többségében ez a jellemző, hiszen a technológiák száma – az innováció és az speciális feladatok miatt - folyamatosan nő, miközben az épületek szerkezeti összetétele, azaz a szükséges tevékenységek halmaza nem bővül ilyen ütemben.

A technológiai kölcsönhatás elve azt jelenti, hogy az egyes – a hozzárendelés során kiválasztott - technológiák nemcsak önmagukban jelennek meg, hanem azok hatással vannak a kivitelezés során alkalmazott más technológiákra is.

*példa: falazott válaszfal szerkezeteknél a különböző falazási technológiák, mint pl. betontechnológiánál az eltérő képlékenység, és bedolgozási, tömörítési technológia eltérő nedvességtartalmat vagy felületi tömörséget eredményez. ez befolyásolhatja a később alkalmazott vakolás vagy szigetelés technológiákat, a megfelelő tapadás vagy páraáteresztés elérése érdekében. Hasonló kölcsönhatások jelennek meg a tapadó hidak kialakításában, vagy éppen a tapadás javítás vagy nedvesség elszívás tekintetében akár a burkolás akár a festés vagy más felületképzési technológiáknál egyaránt.*

A technológiai kölcsönhatás elve tehát azt eredményezi, hogy választásunkkal egyben más – általában szerkezeti is összekapcsolódó épületszerkezeti elemek megvalósítására vonatkozó tevékenységekhez rendelt – technológiákra is hatással vagyunk. Ez egyben lehetőséget ad arra, hogy a kedvezőtlen hatásokat csökkentsük, vagy az előnyös hatásokat hangsúlyozzuk a hozzárendelés során.

### 3.4 A TECHNOLÓGIAI HARMONIZÁCIÓ ELVE

A technológiai kölcsönhatás mellett fontos választási szempont a technológiai harmonizáció elve. Ez az elv, napjainkban erős építészeti irányzattá nőtte ki magát, akár a high-tech, akár a low-tech technológiával megvalósult épületekre gondolunk. A napi gyakorlatban azonban ennél egyszerűbb mérnöki szempontokról van szó. Az egyes tevékenységekhez hozzárendelhető technológiák általában néhány markáns sajátossággal is rendelkeznek.

Ezek főként az alábbi területeken jelennek meg:

- technológia időigénye/gyorsaság
- technológiai bonyolultság/összetettség
- technológiai minőség
- technológiai költség
- technológiai feltételek/organizáció

Fenti szempontok alapján célszerű a technológiák között összhangot, harmonizációt teremteni.

*példa: az egyes technológiák eltérő sebessége az ütemtervben megnövelheti a kezdő követési időt, mely az építésszervezés szempontjából előnytelen lehet, továbbá a gyors technológia előnyei nem tudnak teljes körűen érvényesülni, mely költség-többletet eredményezhet a költségekben is.*

A gyakorlatban a harmonizáció elve természetesen korlátozottan érvényesül, hiszen számos egyéb tényező – mint alvállalkozói kapacitások, megrendelői vagy tervezői elvárások – sokszor nem teszik lehetővé a teljes folyamat egységes harmonizációját.

### 3.5 TECHNOLÓGIAI PRIORITÁSOK

A technológiák megválasztása/hozzárendelése során a harmonizáció elvéből kiindulva meghatározhatunk prioritásokat. A prioritásokra építve a harmonizációs folyamatot könnyen elvégezhetjük, hiszen a technológiák prioritáshoz kapcsolódó sajátosságait kell a fókuszban figyelembe venni. A kivitelezési gyakorlat során az alábbi prioritások alakultak ki:

- építési költség szint
- építési idő
- építési minőség
- építési organizáció/logisztika

A prioritások természetesen kombinációban is előfordulhatnak, ami a tervezés folyamatát összetettebbé teheti. Általános szabályként az mutatkozik a gyakorlat alapján, hogy maximum 2 prioritást célszerű kiemelni, miközben a többi annak következményeként alakul ki. Az elvárások sokszor mindegyik prioritás egyidejű teljesülését kívánják meg, ám a tapasztalatok alapján kijelenthető, hogy általában erre nincs lehetőség.

*példa:* az egyes technológiák fejlesztésénél az átlagtól eltérő, jobb tulajdonságok jelentős innovációs és gyártási költségeket emésztnek fel. Így természetes, hogy a termék árában általában megjelenik, beépül. Így a magasabb ár természetesen a kivitelezés költségében is megjelenik, azaz a technológiai előny magasabb költség szinttel párosul. Hasonló eset fordítva is kialakulhat, ahol egy régi, már nem olyan innovatív, de jól bevezetett és tömegtermelésben gyártott termék ára a piaci ár alatt is meghatározható, mely akár jelentős költség szint csökkenést is eredményezhet a kivitelezésben.

## 4 A TEVÉKENYSÉGJEGYZÉK

A technológiai folyamatok tervezésének elméletében és gyakorlatában is az egyik legfontosabb követelmény, hogy a tervezett építési folyamatot teljes körűen tudjuk modellezni. Ennek alapja, hogy a kivitelezés során felmerülő összes szükséges tevékenységet, mint építési részfeladatot össze kell gyűjteni. Az összegyűjtött szükséges és elégséges tevékenységek halmazát *tevékenységjegyzéknek* nevezzük.

A technológiai transzformáció során – egy adott épületnél – a hozzárendelési folyamat értelmezési tartományát a tevékenységjegyzék elemei adják.

### 4.1 A SZÜKSÉGESSÉG FELTÉTELE

A tevékenységjegyzék összeállításánál az egyik legfontosabb szempont, hogy csak olyan tevékenységeket határozzunk meg, amelyek az építési folyamat/kivitelezés során valóban felmerülnek. Amennyiben olyan tevékenységeket is szerepeltetünk, melyek a kivitelezés során ténylegesen nem merülnek fel, akkor mind a költség, mind az időtervezés tekintetében pontatlanságot okozunk.

A feladat nehézsége abból ered, hogy vajon milyen pontossággal tudjuk a tervezés folyamata során előre meghatározni a ténylegesen szükséges tevékenységeket. A kivitelezés gyakorlata azt mutatja, hogy ez a feladat komoly szakmai kihívás, a költség és időtervezési pontatlanságai főként ezen lépés hibáiból/hiányosságaiból erednek.

#### SZAKSZERŰSÉG ELVE

A szükségesség feltétele a *szakszerűség elve* alapján vezethető le. A szakszerűség elve azt jelenti, hogy minden olyan tevékenység elvégzése szükséges, amit a szakszerű megvalósítás igényel. A szakszerűség pedig nem más, mint az egyes épületszerkezeti elemek megvalósítása során a tervezett műszaki paraméterek elérése, azaz a *tervezettnek megfelelő* épületszerkezeti elem megvalósítása. Fentiekből következik, hogy a tevékenységjegyzék szükségességre vonatkozó követelménye lényegében a tervezett épületminőség teljesülésére vezethető vissza. ez egyben azt is jelenti, hogy a hiányzó tevékenységek a tervezett minőség elérésének akadályai lehetnek.

*példa: a padlóburkolás során aljzat kiegyenlítésre lehet szükség a szőnyegpadló fektetése előtt. Ez egy kavicsbeton aljzat esetében szükséges tevékenységként merül fel, hiszen az aljzat felületi minősége a szőnyegpadló fektetéshez elvárt felületi minőséget nem biztosítja. Az aljzatkiegyenlítés elhagyása, mint hiányzó tevékenység az elkészített szőnyegpadló burkolat minőségét ronthatja, hiszen egy kiálló kavicsfelület az adott helyen többlet kopást, felületi tönkremenetelt eredményez.*

A gyakorlatban előfordul, hogy a szakszerűség elve alapján olyan tevékenységek is szükségesként merülnek fel, melyek egy másik hibásan elvégzett tevékenység javításából erednek, válnak szükségessé. E tekintetben ezen tevékenységek elvégzése a kivitelezés során valóban szükségesek, ám a tervezés során szükséges tevékenységként nem vehetők figyelembe.

*példa: Az egyetlenül elkészített esztrich aljzat felületén aljzatkiegyenlítés készítése válik szükségessé a felületi hibák kijavítása miatt. Ez a gyakorlatban, mint tevékenység valóban felmerül, de a tervezés során ennek indokoltsága nem merül fel, azaz nem képezi a tevékenységjegyzék elemét.*

Az ilyen esetekben előfordul, hogy a kivitelezésben gyakran felmerülő hasonló esetek miatt a tervezésnél – a tervezési kockázatok csökkentése érdekében – ezeket a tevékenységeket, mint ténylegesen szükséges tevékenységeket mégis figyelembe vesszük.

A kivitelezési kockázatok ilyen jellegű előzetes – már a tervezés időszakában megjelenő – figyelembe vétele alapvetően a kapcsolódó kockázati felelősség felek közötti átruházásra, átvállalására is lehetőséget ad. Amennyiben a tervezői kiírások az ilyen jellegű tevékenységeket tartalmazzák, abban az esetben valószínű, hogy a kapcsolódó költségek a megrendelő érdekkörében maradnak. Amennyiben a kivitelezés előkészítés során a kivitelező veszi figyelembe az általa készített – a kivitelezési szerződésben nem érvényesítve – ezeket a tevékenységeket, úgy a kapcsolódó költségek a kivitelező érdekkörében merülnek majd fel. A gyakorlatban ennek eldöntése nem egyszerű feladat, komoly szakmai tudást és tapasztalatot igényel.

## 4.2 AZ ELÉGSSÉGESSÉG FELTÉTELE

A szükségesség feltétele mellett a tevékenységjegyzék összeállításánál hasonlóan fontos az *elégesség feltétele*. A feltétel azt jelenti, hogy a tevékenységjegyzékben meghatározott tevékenységek elvégzésével valóban elérjük az épület megvalósítását, azaz a kivitelezés során nem merül fel újabb, a tevékenységjegyzékben hiányzó tevékenység elvégzése. Úgy is megfogalmazhatjuk, hogy a hiányzó tevékenységek akadályai lehetnek a szakszerű megvalósításnak. A gyakorlatban a szakszerű megvalósítás/kivitelezés érdekében természetesen a hiányzó tevékenységeket is el kell végezni, azonban ezekhez kapcsolt erőforrások így utólag, nem tervezetten merülnek majd fel. Ez problémákat okoz az idő és költségtervezésben, kockázatot jelentve az eredményes kivitelezésben.

A hiányzó tevékenységek jellege alapján két tevékenységcsoportot lehet meghatározni:

- pótmunka tevékenységek
- többletmunka tevékenységek

### 4.2.1 PÓTMUNKA TEVÉKENYSÉG FOGALMA

Az elégesség követelménye során felmerül, hogy a tevékenységjegyzék bizonyos szükséges tevékenységeket nem tartalmaz, azaz a tevékenységjegyzék hiányos. Amennyiben a tényleges kivitelezés során felmerülő tevékenység valóban szükséges - azaz nem egy kivitelezési hiba kijavítása miatt merül fel – és ahhoz *hasonló* tevékenység a halmazban *nem szerepel*, akkor azt *pótmunka tevékenységként* definiáljuk. A definíciós feltételek körültekintő pontos meghatározása fontos, hogy a felmerülő új tevékenység egyértelműen besorolható legyen a pótmunka tevékenység fogalom körébe. A gyakorlatban előfordul, hogy a felmerülő kivitelezési hibák javítását célzó tevékenységek (pl. hibásan elkészített aljzat vagy vakolat felületének kiegyenlítése, javítása) pótmunka jelleggel kerülnek meghatározásra. A pótmunka meghatározás és elszámolás tekintetében ezért komoly szakmai felkészültség és ellenőrzés szükséges.

### 4.2.2 TÖBBLETMUNKA TEVÉKENYSÉG FOGALMA

A kivitelezés során gyakran felmerül, hogy egy meghatározott tevékenységből a meghatározott volumennél nagyobb (bizonyos esetekben kisebb) volument kell elvégezni.

*példa: az alapozási földmunkák során a helyszínen kiderülhet, hogy a teherhordó talaj változó mélységben található, így nagyobb volumenű földmunka, majd később mélyebb alaptestek megépítése szükséges.*

ebben az esetben a tervezett tevékenység volumene megváltozik, azaz többletmunka merül fel. Az ilyen jellegű tevékenységeket *többlet tevékenységnek* nevezzük.

A többlet meghatározása a gyakorlatban komoly szakértelmet és ellenőrzést igényel. Az eltakart szerkezeti részeknél az többlet utólagos megállapítása sokszor nem lehetséges, így ezek felmerülésekor azonnali intézkedés (pl. felmérési napló és annak ellenőrzése) szükséges.

## 4.3 TELJES KÖRŰ TEVÉKENYSÉGJEGYZÉK FOGALMA

A tevékenységjegyzék összeállításánál a szükségesség és az elégesség követelményének egyidejű teljesítését várjuk el. Amennyiben a két követelmény egyidejűleg teljesül, akkor a tevékenységjegyzéket *teljes körűnek* tekintjük.

A teljes körű tevékenységjegyzék összeállítása alapvető feltétele a további tervezési folyamatnak. kiinduló pontja a költségvetés készítésének illetve az időbeni tervezésnek egyaránt.

A pótmunka és többletmunka meghatározása esetében fontos kiindulási pont a terv. A gyakorlatban előfordul, hogy a tervek hiányosak, nem tartalmazzák a szükségszerűségekből adódóan megépítendő épületszerkezeti elemeket.

*példa: folyamatos tervszolgáltatás során a tartószerkezet építés során használt zsaluzási tervek sok esetben nem vagy nem megfelelően tartalmazzák a függőleges gépészeti vezetékek áttörésének helyét, mivel a szerkezetépítés időben jóval megelőzi a gépészeti munkákat. Így a későbbiekben szükségesen merül fel új áttörések készítése (pótmunka), vagy a meglévő áttörések bővítése, korrekciója (többletmunka).*



Ilyen esetben fontos a felmerülő többlet vagy pótmunka érdekkörének tisztázása, a felelősség meghatározása és a költségviselő megállapítása, mely általában számos konfliktushelyzetet teremt a kivitelezésben.

#### 4.4 TEVÉKENYSÉGEK IDŐBENI LEHATÁROLÁSA

A tevékenységek tartalmi meghatározását egy adott épületszerkezeti elem helyszíni megvalósításához kötöttük. A tervezés során fontos meghatározni azt is, hogy egy tevékenység mikor kezdődik, és mikor fejeződik be, azaz egy épületszerkezeti elem megvalósítása mikor indul és hol ér véget. A gyakorlatban gyakran előfordul, hogy egy tevékenység teljes lefolyása időben elhúzódik, megszakad.

*példa: a kémények körül alkalmazott bádogos szegélyek egy része a tetőfedés alá, míg egy része a tetőfedésre nyúlik. Így a kivitelezési gyakorlatban a kéménybádogozás, mint tevékenység egy része a tetőfedés előtt, míg egy másik része a tetőfedés befejezését követően kerül elvégzésre. Az időbeni széttagoltság azonban a tevékenység tartalmi lehatárolását nem érinti, azaz mind a tetőfedést megelőző, mind a tetőfedést követő folyamat az adott tevékenység részeként kerül meghatározásra.*

A leírt jelenség alapján a tevékenységek időbeni lehatárolására két csoportot különböztetünk meg:

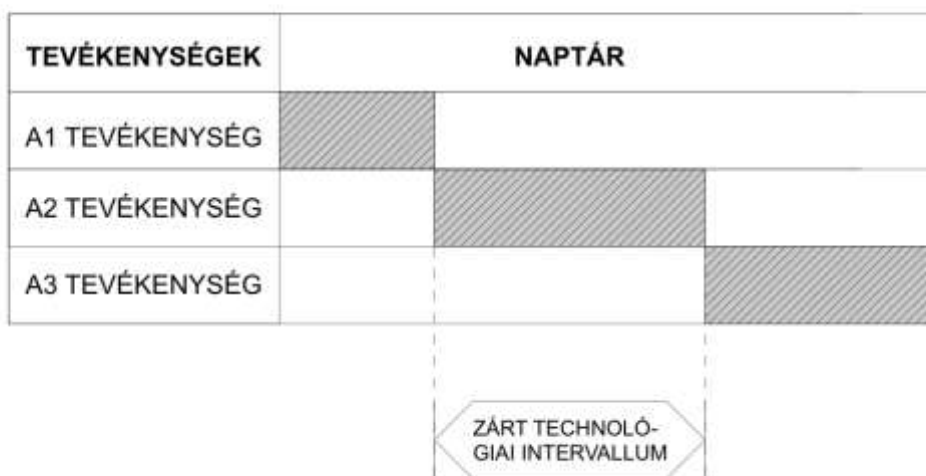
- zárt technológiai intervallummal rendelkező tevékenység
- nyitott technológiai intervallummal rendelkező tevékenység

Az intervallum jellegének meghatározása nem jelenti azt, hogy egy adott tevékenység a valóságban ténylegesen megszakítás nélkül folyik vagy sem. Előfordulhatnak számos egyéb, nem technológiai okok, hogy a tevékenység megszakad. Ilyen lehet az anyagellátás akadozása, vagy éppen egy adott kivitelező alvállalkozó késedelme, vagy szakaszos munkavégzése. Az ilyen esetekben – bár a tevékenység valóban megszakad – nem jelenti a nyitott intervallum fogalom alkalmazását.

##### 4.4.1 TEVÉKENYSÉG ZÁRT TECHNOLÓGIAI INTERVALLUMMAL

A tevékenységek jelentős része ebbe a csoportba sorolhatóak. A zárt technológiai intervallum azt jelenti, hogy a tevékenység megkezdése és befejezése között annak – technológiai kényszerűség miatt más tevékenységgel történő - megszakítása nem szükséges. Ez erős kritérium, hiszen csak olyan megszakításra terjed ki, ami az adott kivitelezési folyamatban mindenképpen elkerülhetetlen, vagyis a megszakítás nélkül az adott tevékenység nem végezhető el.

03 számú ábra



Ez egyrészt az építési feladat függvényében változhat, azaz előfordulhat, hogy az egyik épület kivitelezése során a tevékenység megszakítása nem szükséges, míg egy másik épület esetében ez szükségessé válhat.

*példa: a monolit vb. földém betonacél szerelésénél - amennyiben az elektromos hálózat a földében van vezetve – szükséges a vasszerelés részleges megszakítása, míg a villanszerelő a szükséges védőcsöveket, dobozokat elhelyezi. Ez természetesen hátráltatja, akadályozza a vasbeton szerkezet építését, és komoly időbeni fegyelmet követel meg a közreműködő különböző szakági alvállalkozóktól. Előfordulhat olyan megoldás is, ahol a tervezett elektromos hálózat nem a földében, hanem annak alsó síkján, egy álmennyezet felett kerül kialakításra. ebben az esetben a már említett tevékenység megszakítás elmaradhat, hiszen az elektromos szerelés időben később is elvégezhető.*

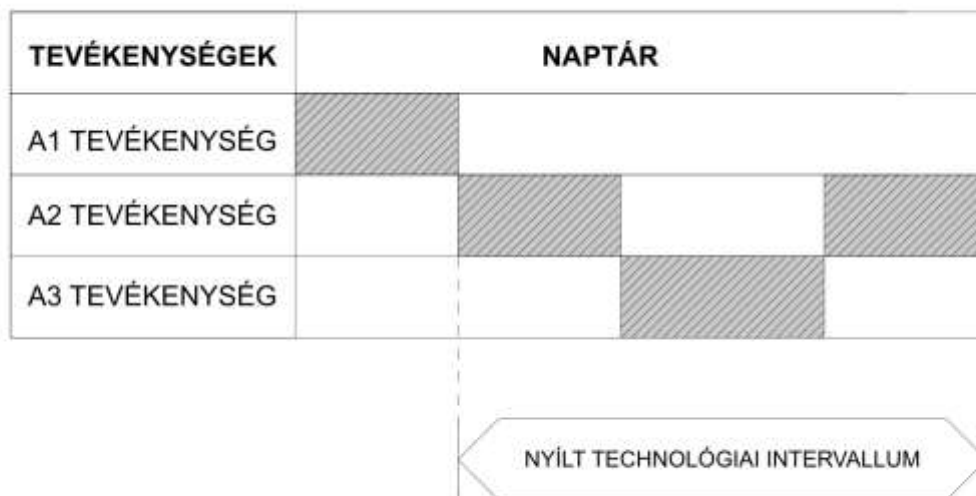
A példa is mutatja, hogy a tervezés során és az adott épület paramétereinek függvényében kell és lehet meghatározni az intervallum jellemzőit.

#### 4.4.2 TEVÉKENYSÉG NYITOTT TECHNOLÓGIAI INTERVALLUMMAL

A kivitelezés során előfordul, hogy egy tevékenység – technológiai szükségszerűségből – egy másik tevékenység közbeékelődése miatt, időben megszakad. Ekkor nyitott technológiai intervallumról beszélünk. A nyitott technológiai intervallum komoly kockázatot jelent a kivitelezési folyamat időbeni, térbeni és sokszor költségbeli tervezésében, és minőségi kockázatot is jelent. A tevékenység befejezésének időbeni elhúzódása akadálya lehet az alvállalkozói szerződések lezárásának, a teljesítés igazolásának és egyben a számla kifizetésének is, miközben az okok nem alvállalkozó érdekkörében jelennek meg.

A megszakítás során beékelődő tevékenység a már elkészült munkarészeket károsíthatják, rongálhatják. Szükségessé válhat az elkészült szerkezetek ideiglenes védelme, mely egyben új tevékenységként, idő és költség igényel együtt megjelenhet a kivitelezés folyamatában.

04 számú ábra



A nyitott technológiai intervallumok megjelenése mindenképpen külön figyelmet érdemel az építésszervezés és ellenőrzés folyamatában is. Lehetőség szerint kerülni kell a nyitott intervallum megjelenését, és a tevékenységek lehatárolásában, illetve a hozzá tartozó technológia meghatározásában ezt a szempontot javasolt figyelembe venni.

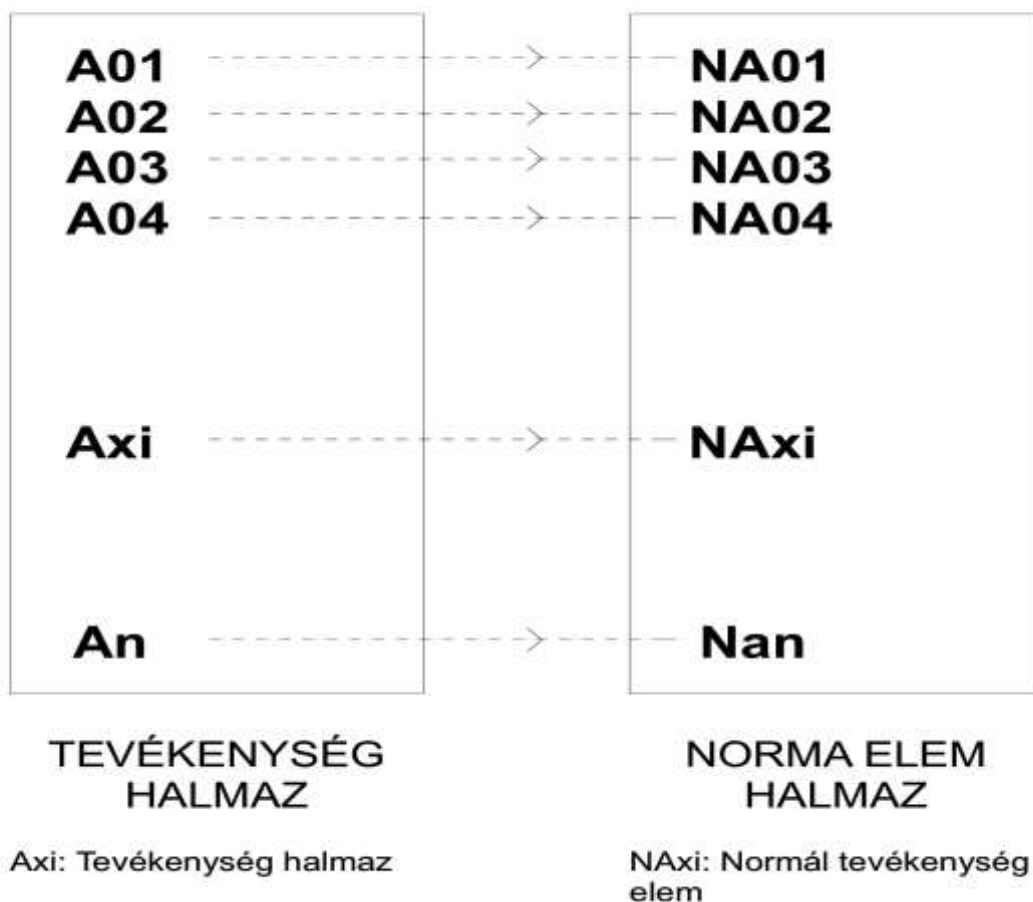
*példa: A klasszikus cserépfedéseknel a különböző szerkezeti elemek csatlakozásánál (kémény, tetőáttörések, tűzfalak, orrmfalak, stb.) bádogos szerkezet, azaz tetőbádogos tevékenységek alkalmazása volt szükséges. A korszerű tetőfedő rendszereknél az ilyen jellegű tevékenységek kiválthatók, mivel a technológia rendelkezik olyan idomelemekkel, kiegészítőkkel, melyek szükségtelenné teszik az egyes tetőbádogos tevékenységek elvégzését, ezáltal a tetőfedési tevékenység esteleges megszakítását.*

## 4.5 TEVÉKENYSÉGEK NORMA SZERINTI AZONOSÍTÁSA

A tevékenységjegyzék elemeinek meghatározásakor a végső cél, hogy olyan tevékenységeket határozzunk meg, melyek összekapcsolhatók a tervezés során alkalmazott más adatbázisokkal, például normagyűjteményekkel, idő és költségkalkulációs adatbázisokkal. Alapvető törekvés az adatbázisok kialakítása során, hogy minél szélesebb körben tartalmazza azokat a felmerülő építési tevékenységeket, melyek a kivitelezési gyakorlatban előfordulnak. A gyakorlatban azonban sokszor felmerül egy-egy újabb tevékenység, főként az újabb termékek és technológiák megjelenésével kapcsolatosan. Így a gondos előkészítő munka ellenére sem minden esetben sikerül a felmerülő tevékenységet a meglévő adatbázisokkal összhangba hozni.

A normagyűjtemények és egyéb hasonló költség és idő adatbázisok a tevékenységhez különböző erőforrás adatokat, számítási algoritmusokat rendelnek hozzá. Így szükséges, hogy az adott tevékenység tartalmi összhangban legyen az adatbázis alapját képező tevékenységgel. Az alkalmazott magyarországi normagyűjtemények többsége ezt lehetővé teszi, azaz a fentiekben ismertetett tevékenység meghatározás módszertanára épül. Így egy meghatározott tevékenységhez általában találunk a normagyűjteményekben is hasonló tevékenységet, így például az erőforrás adatok hozzárendelése nem okoz problémát.

05 számú ábra



A tevékenységjegyzék tartalmi meghatározásánál célszerű az ismert adatbázisok tevékenység struktúráját/csoportosítását figyelembe venni, hiszen így az adatkeresés leegyszerűsödik, gyorsan elvégezhető. A gyakorlati tapasztalat azt mutatja, hogy a pontos tevékenység meghatározás gyakorlata nagymértékben függ az adatbázisok alkalmazásában szerzett tapasztalattól, gyakorlattól. A gyakorlott szakemberek rutinból ismerik az adatbázisok tevékenység meghatározásait, így könnyedén elvégzik a

tevékenységjegyzék összeállítását oly módon, hogy az azok elemi hozzárendelhetők legyenek az adatbázisok címszavaihoz.

A tevékenységek strukturálása/csoportosítása során az alábbi szempontoknak kell megfelelni:

- teljes körű struktúra
- gyors keresés/azonosítás
- pontos azonosítás

A normagyűjtemények egyik fontos követelménye, hogy lehetőség szerint minden építési tevékenységhez a megtaláljuk megfelelő elemet. Mivel a tevékenységekhez tartozó műszaki technológiák/anyaghasználat folyamatosan bővül, így a struktúrák folyamatos kiegészítése/bővítése szükséges az újabb elemekkel. Így a teljes körű struktúrák is folyamatos karbantartásra szorulnak. Azonban így is általános eset, hogy nem találunk hozzárendelhető normaelemet egy adott műszaki tevékenységhez, annak tartalmával azonosan. Ekkor a hasonló tartalmú elem alkalmazása, esetleg ahhoz kapcsolódó korrekciós tényező/szorzó bevezetése lehetséges.

A struktúra másik fontos elvárása a gyors keresési lehetőség. Napjainkban a szoftverek alkalmazása elsősorban a számítógépes felhasználást teszik általánossá, ám ekkor a gyors keresés mellett hatékony azonosíthatóság is kiemelt szempontként jelenik meg. Az erősen széttagolt struktúrákban – pl. magyar normarendszerek- az épületszerkezetiileg összetartozó elemek keresését más-más csoportelemek között kell megtenni, így gyakran előfordulhat, hogy kimarad egy-egy fontos tevékenység.

A pontos azonosítás általában a hasonlóság elvére épül. Ez egyben azt is jelenti, hogy az egyes normaadatok átlag jellegű értékeket tartalmaznak, melyek az adott műszaki határokon belül alkalmazhatóak. Így előfordulhat, hogy az egyes tevékenységek tényleges erőforrás igénye eltér az átlagtól. Amennyiben egy építési feladatban ezek az eltérések kiegyenlítik egymást, úgy ez az elv jól működik. Azon esetben amikor az eltérések csupán egy irányúak, akkor a tényleges erőforrás igények akár jelentősen is eltérhetnek a normaadatok összesített értékeitől. Így a normák tekintetében lényeges szempont, hogy a hasonlóság elve mellett viszonylag pontosan, azaz szűk határok között ingadozva találjunk a tevékenységünknek megfelelő csoportelemet.

#### **4.6 TEVÉKENYSÉGEK STRUKTÚRÁLÁSA MAGYAR NORMAGYŰJTEMÉNYEK SZERINT**

Az építés során számos tevékenység elvégzése válhat szükségessé, és ezek összetétele, számossága az egyes építési feladatoktól függően változhat. Így minden egyes építési feladatra önálló tevékenységjegyzék megalkotása szükséges. A tevékenységjegyzék elemeinek kiválasztásakor azonban egy adott – az építésben jellemzően és gyakran előforduló – tevékenységi körből, csoportból kell az egyes elemeket kiválasztani, melyekre az adott építési feladatnál valóban szükség lesz. A kiválasztási feladat segítségével az egyes elemekre vonatkozóan csoportokat alkottak, azaz a több ezer tevékenységre vonatkozóan ún. „könyvtár struktúrát” alakítottak ki. A struktúrák, csoportosítások országonként eltérőek, ám a főbb rendezőelvek hasonlóak, általánosan alkalmazhatóak.

E fejezetben a hazai és a nemzetközi gyakorlatban is elismert DIN (német) tevékenységstruktúrát, csoportosítást ismerhetjük meg.

A hazai gyakorlatban kialakult tevékenység struktúrák az 1960-as évek normagyűjteményeinek alapvetéséből vezethető le. Az alapvetés lényege, hogy a tevékenységek csoportosítása általában a kapcsolódó szakmaterület/szakember jellegéhez igazoldóan került meghatározásra. Ez az elv a piaccgazdaság kiépülésével továbbra is fennmaradt, mivel az elvégzendő munkák csoportosításánál az alvállalkozókra épített rendszer összhangban volt a szakma alapú csoportosítási elvekkel. Természetesen a szakmaterületek az elmúlt évtizedekben tovább specializálódtak sok esetben bővültek, így a struktúrák néha átfedésben vagy a hiányzó területek pótlásával maradtak fenn.

*példa: ma már a szárazépítés önálló, hangsúlyos szakterületként jelenik meg, míg korábban ez a terület önálló csoportelemként nem létezett.*

A szakmaterületek szerinti csoportosítás a magyarországi gyakorlatban<sup>2</sup> az alábbiakat jelenti:

#### I.ÉPÍTÉSI MUNKÁK

1. földmunka és irtási munka, dúcolás
2. zsaluzás, állványozás
3. síkalapozás
4. helyszíni beton és vasbeton munka
5. előregyártott szerkezetek
6. kőművesmunka

#### II.SZAKIPAR I.

7. ácsmunka
8. szigetelés
9. tetőfedés
10. bádogos munka

#### III.SZAKIPAR II.

11. asztalos munka
12. lakatos munka
13. üveges munka

#### IV.SZAKIPAR III.

14. burkoló munka
15. festés, mázolás, tapétázás
16. cserépkályhás munka

#### V.ÉPÜLETGÉPÉSZET

17. épületgépészet, csővezetékek szerelése
18. víz-, központi fűtési berendezések és szerelvények szerelése
19. gáz berendezések, szerelvények szerelése

#### VI.KÖZMŰÉPÍTÉS

20. közműépítési munkák

#### VII.VILLANYSZERELÉS

21. villanyszerelési munkák

Fenti struktúra, tevékenység csoportosítás a szakmai tagozódás mellett a kivitelezés időbeni lefolyására is utal. Így a fejezetek az építési sorrendnek megfelelően tartalmazzák az egyes tevékenységcsoportokat. ez a strukturális jellemző megkönnyíti a tevékenységek összegyűjtését, a tevékenységjegyzék összeállítását, hiszen a szakemberek is elsősorban a kivitelezés menetét, lefolyását gondolják végig, és ahhoz rendelik az egyes szükséges tevékenységeket.

A tevékenység csoportok elsősorban a magasépítésben szükséges tevékenységekre épülnek, nem térnek ki pl. az útépítés, vagy távközlési műtárgy építés tevékenységi körére. Általában nem tartalmaznak utcabútorok elhelyezésére vonatkozó tevékenységeket, vagy egyéb tér és útépítési, kertépítészeti munkákat sem.

---

<sup>2</sup> TERC ÉNK, Egységes Építőipari Normarendszer Kisüzemi Körülmények Között 1994.

A normarendszerek szerinti tevékenységstruktúrák hiányzó elemeit „K” azaz *különleges* vagy „E” azaz *egyedi tétel* jelleggel lehet feltüntetni, beazonosítani.

#### 4.7 TEVÉKENYSÉGEK STRUKTÚRÁLÁSA DIN NORMAGYŰJTEMÉNY SZERINT

A tevékenységek norma szerinti csoportosítása, strukturálása a külföldi gyakorlatban más alapelvek szerint is megtörténhet. Ennek egyik jellemző példája a Németországban és példaként más európai ország gyakorlatában is átvett DIN 276-1, 276-11 szerinti csoportosítás. A csoportosítás fő elemei a következők:

##### 300 Épület-, épületszerkezet

- 310 Munkagödör
- 320 Alapozás
- 330 Külső falak
- 340 Belső falak
- 350 Födémek
- 360 Tető
- 370 Beépített berendezések
- 390 Épületszerkezetekkel összefüggő egyéb munkák

##### 400 épületgépészet, műszaki berendezések

- 410 Víz, szennyvíz, gáz
- 420 Hőellátás
- 430 Légtechnika
- 440 Erősáram
- 450 Távközlés, informatika
- 460 Szállító berendezések
- 470 Technológiai berendezések
- 480 Épületirányítás
- 490 Épületgépészet

##### 500 Épületen kívüli létesítmények

- 510 Tereprendezés
- 520 Stabilizált és burkolt felületek
- 530 Épületen kívüli épületszerkezetek
- 540 Épületen kívüli gépészeti és villamos berendezések
- 550 Épületen kívüli beépített berendezések
- 560 Vízfelületek
- 570 Zöldfelületek
- 590 Egyéb épületen kívüli munkák

##### 600 Mobiliák, művészeti tárgyak

- 610 Bútorok, textíliák, műszerek
- 620 Művészeti alkotások, szobor, festmény, oltár, mozaik...

A DIN normagyűjtemény alapján létrehozott tevékenységcsoportok elsősorban szerkezetorientált struktúrára épül. A csoportosítás alapelve, hogy egy épület fő szerkezeti egységeihez – az adott csoporton belül – könnyen megtaláljuk, azaz hozzá kapcsoljuk a szükséges további tevékenységeket.

*példa: a 340 belső falak csoporton belül találjuk a hozzá tartozó felületképzéseket és a belső nyílászárókat (ajtókat) egyaránt. A hazai rendszerben a falazás a kőműves munkák csoportjában, míg a burkolatok a burkoló munkák csoportjában, a nyílászárók pedig az asztalos munkák csoportjában, azaz eltérő csoportokból válogathatjuk össze.*

A DIN struktúra a hazai rendszerhez hasonlóan a főcsoportokat szintén az építés időrendi menetének megfelelően tartalmazza, az adott rendszeren belül. Bár a két struktúra alapvető jellemzői eltérőek, az egyes tevékenységek megfeleltetése mindkét rendszerben hasonlóan történik, azaz e tekintetben kompatibilitás mutatkozik.

## 5 TEVÉKENYSÉGEK VOLUMEN MEGHATÁROZÁSA

A kivitelezés során felmerülő tevékenységek leírásánál az egyik legfontosabb paraméter annak mennyiségi, azaz volumen adatainak meghatározása. A mennyiség meghatározás a későbbi folyamat tervezés fontos alapadata, hiszen ebből számítjuk ki a szükséges építőanyagokat, gépi és emberi erőforrás szükségleteket, végső soron a tevékenységek költségeit is.

A mennyiség számítás során a legfontosabb a kiinduló adatforrások meghatározása. E tekintetben a források között lényeges eltérések lehetnek, azok *tartalmi meghatározottságában*, vagy a szükséges *méret adatok tekintetében* egyaránt.

A tevékenységekhez tartozó kiindulási adatokat két eltérő módon határozhatják meg.

- közvetlen adatok alapján
- közvetett adatok alapján

### 5.1 KÖZVETLEN ADATOK ALAPJÁN TÖRTÉNŐ MÉRETMEGHATÁROZÁS

Az egyik leggyakoribb adatgyűjtési módszer a tervekben meghatározott adatok alapján történik. A tervek – alaprajzok, metszetek, homlokzatok – számos épületszerkezeti elem méretét (2D/3D méret) tartalmazhatják, melyek alapján a mennyiség könnyen kiszámítható. A rendelkezésre álló tervek részletezettsége, kidolgozottsága jelentősen meghatározza a rendelkezésre álló méretadatok mennyiségét és részletességét.

A tervekre vonatkozó adatbőség az alábbiak szerint változik:

- programterv/konceptió terv/ ötletpályázati terv – szerkezeti adatok nem részletesek, részletes volumen számításra nem használható
- elvi építési engedélyezési terv – szerkezeti adatok részben részletesek, részletes volumen számításra részben használható
- építési engedélyezési terv – szerkezeti adatok nagyrészt részletesek, részletes volumen számításra nagyrészt használható
- kiviteli terv – szerkezeti adatok részletesek, részletes volumen számításra használható

06 számú ábra:





A tervekől nyerhető adatok segítségével az egyes szerkezeti elemek méretei, azaz a kapcsolódó tevékenység volumene kiszámítható. A számítás során 2 vagy 3 dimenziós méretek felhasználása szükséges, attól függően, hogy az adott tevékenység elszámolási egysége milyen dimenzióban van meghatározva.

*példa: monolit vb. földem betonozása esetében az elszámolási egység  $m^3$ , azaz a földem 3D méret meghatározása szükséges. Egy belső oldalfal vakolat esetében az elszámolási egység  $m^2$ , azaz elegendő a méretek 2D meghatározása, azaz a vakolt felület méretének kiszámítása.*

## 5.2 KÖZVETETT ADATOK ALAPJÁN TÖRTÉNŐ MÉRET MEGHATÁROZÁS

A közvetlen adatok alapján történő mennyiség számítás főként a tervben ábrázolt és méretekkel meghatározott szerkezeti elemek esetében valósítható meg. Gyakori eset, mikor a végleges kiviteli tervek még nem állnak rendelkezésre, illetve a rendelkezésre álló tervek nem tartalmazzak minden szerkezeti elemre vonatkozóan részletes méret adatokat.

*példa: az építési engedélyezési terv számos szerkezeti elem esetében – tetőszerkezeti elemek, tetőbádogos szerkezetek, beltéri falburkolatok, gépészeti és elektromos vezetékhálózatok stb. – nem tartalmaz megfelelő részletettségű méreteket. Ennek oka, hogy a jogszabályi előírások nem teszik kötelezővé számos szerkezeti elem részletes kidolgozását és feltüntetését, miközben a kivitelezői versenyben egyre inkább az építési engedélyezési terv képezi az ajánlat tartalmi alapját.*

Ilyen esetekben az adott szerkezeti elemekre vonatkozó mennyiségi adatokat közvetett módon lehet meghatározni. A közvetett eljárás lényege, hogy a szakmai szabályoknak megfelelően feltételezzük egy – az adott műszaki elvárásoknak megfelelő – szerkezeti kialakítást és meghatározzuk annak mennyiségi adottságait.

*példa. a beltéri falburkolatok az építési engedélyezési tervben általában nincsenek ábrázolva, feltüntetve. Így azok kialakítására vonatkozóan feltételezhetjük, hogy mennyezetig készülnek a burkolatok. Így a burkolt felületek ez alapján meghatározhatók. természetesen előfordulhat, hogy a kiviteli tervekben a végső burkolati kialakítás ettől eltérő lesz – pl. csak 2,1m magasságig lesz falburkolat – és ebből adódóan mennyiségi eltérés mutatkozhat.*

A szerkezeti kialakítás feltételezése során nem lehet szakszerűtlen, vagy műszakilag nem elfogadható megoldásokat feltételezni, ezért a közvetett méret meghatározás szakmai előkészítést igényel.

A feltételezett műszaki megoldásokat célszerű dokumentálni, azaz a későbbiek során egyértelműen beazonosítható legyen a nem feltüntetett szerkezeti kialakítás, műszaki megoldás. Ez segítheti a későbbi munkafázisban – pl. kiviteli tervek alapján történő ajánlati pontosítás, vagy szerződés – az eltérések tisztázását, felmerülő vitás kérdések rendezését.

A szerkezeti elemek méretére vonatkozóan számos esetben a tervek azonban csak közvetett adatokat tartalmaznak.

## 5.3 IDOMTERV ALKALMAZÁSA

A volumen meghatározás egyik fontos mérnöki eszköze az *idomterv*. Az idomterv egy geometriai síkidom, mely mutatja az adott épületszerkezeti elem síkbeli kiterjedését, azok méreteivel együtt.

Az idomterv alapvetően két fontos feladatot lát el:

- támogatja a számítási eljárást
- dokumentálja a számítási alapadatokat

A síkidom méretének meghatározása alapvetően *közvetlen* és *közvetett adatokból* is származtatható. A síkidom geometriai formája, és annak általános geometriai tulajdonságai javítják a közvetett adat meghatározás pontosságát, hiszen a síkidomra vonatkozó szerkesztési szabályokat is figyelembe kell venni.

Fontos szempont, hogy az előkészítés és tervezés szakaszában felhasznált adatok a későbbi folyamatra vonatkozóan is megmaradjanak, azok *ismételt felhasználása*, vagy azok *későbbi ellenőrzése* miatt. Az idomterv egyben dokumentálja a számításnál alkalmazott adatokat, méreteket, és ez hasznos lehet a projekt későbbi fázisaiban.

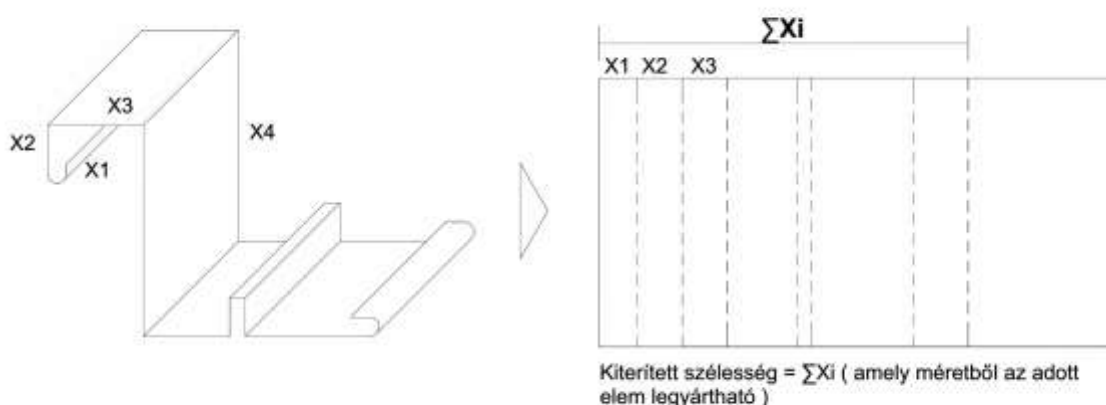
### 5.3.1 KITERÍTETT SZÉLESSÉG FOGALMA

Az idomterv készítés során előfordul, hogy bonyolultabb, összetettebb épületszerkezeti elemeket méretét kell meghatározni.

*példa: egy oromszegély bádogos szerkezet esetében a szerkezet 3D kiterjedésű, a függőleges korcok, hajlítások miatt. Így annak síkbeli vetülete a tervek vetületi nézetéből azonnal nem eredeztethetőek.*

Ilyen esetben, amikor a tervek 2D nézetei közvetlenül nem teszik lehetővé egy 3D kiterjesztésű szerkezeti elem idomozását, akkor azt az elvet kell követnünk, hogy az idom által meghatározott méretű anyagból (bádogos lemez) az adott szerkezeti elem *kialakítható* (kiszabható, lehajtható, stb.) *lehessen*.

07 számú ábra



### 5.4 VOLUMEN BECSLÉSI ALGORITMUSOK

Az építési gyakorlatban sok esetben előfordul, hogy egy adott épületszerkezeti elem, illetve a hozzá tartozó tevékenység volumenének meghatározása a fent említett idomterv vagy kiterített szélesség fogalmkörét csak nehezen, igen bonyolult számításokat követően lehetne alkalmazni.

*példa: egy kovácsoltvas korlát esetében a mázolendő felületek meghatározása, azaz a korlátpálcák és tartóelemek felületének felszín számítása még komoly számítástechnikai eszközök alkalmazásával – pl. 3D szkennel – is meglehetősen bonyolult feladat lenne. Hasonló nehézség merülne fel egy fa anyagú ablakprofil térbeli felületének kiszámítása során is.*

Az ilyen esetekben természetesen nem várható el – és nem is szükséges - a pontos felszín kiszámítása, vagy a pontos felszín alapján idomterv készítése sem. Ezekben az esetekben a normaadatok általában egy becslési algoritmusra épülnek, és ez alapján általában a méret meghatározás már valamelyik könnyen mérhető és dokumentálható adatokra épül.

*példa: az említett kovácsoltvas korlát esetében ez a korlát külső kontúr mérete.*

A becslési algoritmusok természetesen tapasztalati adatokból vannak levezetve, azaz egy átlagos volumen felhasználást mutat. Így az egyes korlátelemelek ettől eltérő erőforrás igényt is megkövetelhetnek, akár sűrűbb pálcázás, vagy vastagabb, tagoltabb keresztmetszet esetén. Szerencsés esetben az adott építési tevékenységhez kapcsolódó normaadat valamilyen határokat ad az átlagos kialakításra vonatkozóan, de sok esetben ezek csak szavakban kerülnek meghatározásra. pl. tagolt, erősen tagolt, vagy tagolatlan szókifejezésekkel. Így a volumen meghatározás eredménye is becsült adatként kezelhető.

## 5.5 INDIREKT VOLUMENEK SZÁMÍTÁSA

A volumen számítási eljárások lényege, hogy az erőforrás igény meghatározásához megfelelő méretadatokat kiszámítsuk, megbecsüljük. A fenti módszerek olyan volumenszámításban alkalmazhatók, ahol a szerkezeti méretek alapján vettük figyelembe a számított volumen alapadatait.

Vannak azonban olyan esetek, amikor az adott tevékenység volumenének meghatározása közvetlenül nem jelenik meg a számításban, azonban azok elvégzése, megvalósítása a valós kivitelezés során mégis szükségessé válik. Az ilyen esetekben indirekt volumen számításról, meghatározásról beszélünk.

*példa: az oldalfal vakolatok elkészítésénél az idomterv alapján a vakolt felület vetületi nézetének felületi adatait vesszük figyelembe. Azonban a vastag falakban a falnyílásokban elhelyezett ablakok körül, a felületre merőlegesen szintén egy vakolandó felület jön létre, melyet a kivitelezés során ténylegesen bevakolnak. Általában ez a keskeny vakolati sáv külön nem kerül figyelembe vételre, az a vakolás, mint tevékenység részeként kerül elvégzésre, azaz külön nem kerül elszámolásra. Így ennek volumene sem jelenik meg az idomtervben, vagy egyéb számításokban. Azonban ennek elvégzése során erőforrások szükségesek, azaz megjelenik mind időben, mind anyagfelhasználásban is.*

A gyakorlatban nemcsak többletként, hanem csökkenésként is találunk indirekt volumeneket. A falazási munkák volumen számítása során általában nem vesszük külön figyelembe a kisebb lyukak, nyílások, áttörések kialakítását, miközben ezen helyeken nem készül falazat, azaz sem téglá sem habarcs nem kerül felhasználásra. A lyukak általában 60/60 cm kisebb esetében tele falként kerül figyelembe vételre. Ez hasonlóan a többlet jellegű indirekt volumenek esetében itt is a pontossági határok kiterjesztését jelenti, ám a gyakorlatban teljesen elfogadott. Sok esetben ennek oka, hogy a nyílás kialakításának munkaigényessége eléri, sőt sokszor meghaladja a megtakarításként jelentkező anyagmennyiség költségét.

## 6 A TECHNOLÓGIAI SORREND

Az építési folyamatok tervezése során az egyik legfontosabb kérdés az egyes tevékenységek sorrendje. A sorrend alapján állíthatjuk össze az ütemterveket, melyek az építés időbeni folyamatát mutatják, de a sorrend határozza meg az építési folyamat finanszírozási igényét is. Így a tevékenységek sorrendje nemcsak műszaki, hanem a projekt minden fontos területén meghatározó jelentősége van.

Az építési folyamatok részletes tanulmányozása során megállapítható, hogy a folyamatok sorrendiségét az egyes tevékenységek és a hozzájuk tartozó technológia határozza meg. Ezért a tevékenységek egymás sorrendiségét az azt meghatározó technológia alapján, technológiai sorrendnek nevezzük.

A technológiai sorrend – azaz az egyes tevékenységek „egymás-utániséga” – tervezése során szintén a már ismertetett *holisztikus tervezési elvből* indulunk ki. Így itt is az első fázis a *particionálás* elvére épül, azaz meg kell határozni a sorrendben szerepet játszó elemeket és azok kapcsolatrendszerét. Ezen fázis alapját a már előző fejezetekben részletesen ismertetett tevékenység jegyzék adja. A technológiai sorrendben szereplő elemek ugyanis a teljes körű tevékenységjegyzék egyes elemein és azok közötti kapcsolaton alapulnak.

Ezek alapján a particionálás során az alábbiakat kell meghatározni:

- a technológiai sorrend un. *tevékenység* elemeinek meghatározása
- a tevékenység elemek közötti logikai kapcsolat meghatározása

### 6.1 TEVÉKENYSÉG ELEMEL MEGHATÁROZÁSA

A tevékenység elemek meghatározása alapvetően a tevékenységjegyzék halmazának elemein alapul. A tevékenységjegyzék elemeinél a particionálási követelmények a hasonlóság elvére épülnek, azaz az épületen minden – a hasonlósági elvalapján azonos - tevékenység egy elemként jelenik meg. Ez az erőforrás meghatározás szempontjából kedvező, hiszen összevontan mutatja az egyes tevékenységek paramétereit (pl. volumenét) a teljes épület vonatkozásában.

A technológiai sorrend tervezése során azonban előfordulhat, hogy a tevékenység egyes részzszakaszai az épületen más-más szerkezeti konstrukcióban jelenik meg, azaz a kapcsolódó más szerkezeti elemek és ahhoz kapcsolódó más tevékenységek különbözőek lehetnek. Az eltérő szerkezeti kapcsolat egyben eltérő logikai kapcsolatot is eredményezhet, mely meghatározó a technológiai sorrend tervezésekor.

*(példa: egy lapburkolat készítése esetén a csatlakozó szerkezeti elemek jelentősen eltérőek lehetnek egy kültéri és egy beltéri padlóburkolat esetén)*

A particionálás során így célszerű az eltérő szerkezeti kapcsolatokat figyelembe venni a tevékenységek definiálásánál. ennek megoldása, hogy az eltérő szerkezeti környezetben a tevékenységeket is megkülönböztetjük, függetlenül attól, hogy azok egyébként azonos munkafolyamatokra vonatkoznak. Az így megosztott tevékenységek beillesztése pontosabban elvégezhető a technológiai sorrend tervezése során.

### 6.2 LOGIKAI KAPCSOLAT MEGHATÁROZÁSA

A particionálás fázisának alapvető módszertani feltétele az egyes önálló tevékenységek egymás közötti kapcsolatának meghatározása. Ezt *logikai kapcsolatnak* nevezzük. A logikai kapcsolat- a technológiai sorrend szempontjából – alapvetően két típusú lehet:

- két tevékenység között közvetlen kapcsolat van
- két tevékenység között nincs közvetlen kapcsolat

A *közvetlen kapcsolat* azt jelenti, hogy a tevékenység *intervallum valamelyik határa közvetlenül kapcsolódik a másik tevékenység intervallumának határához.*

*(példa: a lapburkolat készítésének, mint tevékenységnek intervallum határa közvetlenül kapcsolódik a burkolás aljzatának elkészítéséhez, azaz pl. a vakoláshoz. Hasonló közvetlen kapcsolat áll fenn az azt követő pl. gépészeti szerelvények felszerelés esetében is. A különbség az, hogy az előző esetekben az induló intervallum határ míg a másik esetben a záró intervallum határ csatlakozik a másik tevékenység határaihoz)*

Az egyes tevékenységek akár több másik tevékenységhez is kapcsolódhatnak a technológiai intervallum határain, attól függően, hogy milyen szerkezeti kialakítás került megtervezésre az épületen belül.

(példa: az előző példában említett lapburkolat készítése tevékenység nemcsak a vakoláshoz, mint határtevékenységhez kapcsolódik, hanem a padlónál az aljzatkészítéshez, vagy aljzatkiegyenlítő készítéshez is kapcsolódhat, hiszen ez mint szerkezeti érintkezést jelenthet.

Általánosságban tehát megállapíthatjuk, hogy egy adott tevékenység esetében a logikai kapcsolat közvetlen formában jelenik meg minden olyan másik tevékenység esetén, mely során közvetlenül kapcsolódó épületszerkezeti elem valósul meg.

### xx.ábra 08. a lapburkolat esetén elől, hátul... lapburkolat készítése

Természetesen a szerkezeti kapcsolatokat az egész épület/építmény vonatkozásában vizsgálni kell. Ez azt jelenti, hogy az épület egyes részein egy szerkezeti elem más-más szerkezeti elemekkel is kapcsolódhat.

(példa: a készítendő lapburkolat alzatszerkezete épületen belül eltérő lehet, akár szerelt falon akár falazott/vakolt falfelületen, akár betonpadlón, de akár álpadló felületen is megjelenhet egy épületen belül)

Az eltérő kapcsolódó szerkezeti elemek függvényében hasonló technológiával rendelkező hasonló tevékenység más-más tevékenységekkel kerülhet közvetlen logikai kapcsolatba. Ez számos nehézséget okozhat a logikai kapcsolatok tervezésében. Ezért javasolt az ilyen esetekben az egyes alapvetően eltérő szerkezeti kapcsolatokkal rendelkező tevékenységeknél ezt figyelembe venni, azaz eltérő önálló tevékenységként definiálni. Ennek egyik legegyszerűbb módja ha térben elkülönítve jelöljük meg a hasonló tevékenységeket.

(példa: egy fürdőben a lapburkolat más szerkezeti elemekkel kerül kapcsolatba, mint egy tetőterasznál. Így célszerű a fürdőben készülő lapburkolat tevékenységét külön feltüntetni és külön a teraszburkolt tevékenységét, függetlenül attól, hogy a két tevékenység tartalmában akár egyező is lehet. Azaz az egyik a „lapburkolat készítése fürdő padlófelületen”, míg a másik „lapburkolat készítése tetőterasz padlófelületen” lesz.

A térben elkülönített tevékenységek később nagymértékben megkönnyítik a technológiai sorrend, majd később az ütemtervek pontos elkészítését.

## 6.3 SZOMSZÉDOS TEVÉKENYSÉG FOGALMA

A particionálás fázisában a tevékenységek közötti logikai kapcsolat a közvetlen kapcsolódó tevékenységeknél az előző fejezetben leírt módon meghatározásra kerül. Az építés során azonban a ténylegesen kialakult technológiai sorrend az egyes tevékenységeket időben szétválaszthatja, azaz nem biztos, hogy a szerkezetileg csatlakozó tevékenységek időben is szomszédos tevékenységként jelennek meg. Ezért fontos külön definiálni a *szomszédos tevékenység* fogalmát. A technológiai sorrend tervezése során az alábbi szomszédos tevékenységet határozhatunk meg.

- szerkezetileg szomszédos tevékenység
- időben/technológiai sorrendben szomszédos tevékenység

A szerkezetileg szomszédos tevékenység azt jelenti, hogy az épület műszaki kialakítása során a tevékenység által létrehozott épületszerkezeti elemek egymáshoz kapcsolódnak, egymásra épülnek.

(példa: ilyen a falazott fal és a vakolat, azaz a két szerkezeti elem egymással szoros szerkezeti kapcsolatban van)

A közvetlen szerkezeti kapcsolatból nem következik, hogy azok a technológiai sorrendben is egymást követő tevékenységek lesznek. Számos esetben más tevékenység ékelődik be a szerkezetileg csatlakozó elemeket létrehozó tevékenységek közé.

(példa: a falazott fal falazása és a kapcsolódó vakolat elkészítése közé beékelődhet az elektromos és gépészeti alapvezetékek kiépítése, mint tevékenység)

Az időben azaz a *technológiai sorrendben szomszédos tevékenység* azt jelenti, hogy a két tevékenység közvetlenül követi egymást az adott térbeni egység tekintetében. A térbeni egység lehatárolás azért fontos, mert egy tevékenység akár több térbeni egységben is folyhat, így lehetséges, hogy a technológiai sorrendben szomszédos tevékenységek nem minden térbeni egységben fognak időben közvetlenül kapcsolódni egymáshoz.

(példa: a beltéri oldalfal festés egy fürdőszobában általában a lapburkolat/csempeburkolat készítéséhez kapcsolódik a technológiai sorrendben, azaz azt követő tevékenységként jelenik meg. Azonban lehetnek olyan térbeli helyek, mint pl. a nappali, ahol nincs csempeburkolat. Itt természetesen a technológiai sorrendben a csempeburkolat készítése helyett más, pl. aljzatbeton készítése lesz a technológiai sorrendben a szomszédos tevékenység.)

A fenti példa jól mutatja, ha a festés tevékenységet nem bontjuk térbeli egységekre, akkor az eltérő helyeken/épületrészekben más-más szomszédos tevékenységet kaphatunk a technológiai sorrend tekintetében.

## 6.4 A TECHNOLÓGIA ÉS TEVÉKENYSÉG SORRENDI ÖSSZEFÜGGÉSEI

A tevékenységjegyzék elemeinek tulajdonságait alapvetően a hozzájuk rendelt technológia határozza meg. Ezért a egy tevékenység esetében a technológiai szomszédok is változhatnak.

(példa: a beltéri válaszfalazási munkák, mint tevékenység esetén két fő technológiai alternatíva jelenhet meg. Az egyik az un. elemekből falazott technológiájú válaszfalak, melyek később vakolást igényelnek. A másik az un. szerelt technológiájú válaszfalak/pl. gipszkarton, melyek már kész végleges felülettel valósíthatók meg. A két technológiai alternatíva a válaszfalazást, mint tevékenységet alapvetően meghatározza a technológiai sorrend szempontjából, hiszen a falazott jellegű válaszfalazás a vakolás és az aljzat készítését megelőzően valósul meg, míg a szerelt válaszfalak akár a már kész vakolt és aljzattal ellátott terekben is megvalósítható. Hasonló eltérést mutatkozhat a gépészeti és elektromos szerelés tekintetében is, ahol a szerelt jellegű válaszfalak készítésével egy időben, míg a falazott falaknál azt követően kerül sor az ilyen tevékenységekre)

A technológiai sorrend befolyásolása ezért az egyes tevékenységekhez hozzárendelt technológiai variációkkal is biztosítható. Így felértékelődik annak jelentősége, hogy a tervezés során milyen technológiát választunk az építési tevékenység végrehajtásához. A technológiai sorrend befolyásolásával lehetőségünk van a teljes építési folyamat végeredményét is alapvetően befolyásolni, amennyiben tudatosan tervezve választunk meg a technológiai alternatívák közül.

Az egyes tevékenységekhez rendelt eltérő technológiák természetesen a technológiai paramétereket – költség, idő, tér – is módosítják. Így a technológiai sorrend segítségével az alábbi célfeladatokat tudjuk megoldani:

- legrövidebb építési idő technológiai sorrendje
- legkisebb költség/vagy cash-flow technológiai sorrendje
- legkisebb térbeni építési igény technológiai sorrendje

A gyakorlati tapasztalat azt mutatja, hogy a fenti célfeladatok *kombinációja és optimalizálása* komoly tervezési munkát jelent, mely még a jelen építési gyakorlatban nem tudott széles körben elterjedni. Így a holisztikus tervezés szintetizálási fázisában még számos probléma elméleti megoldása szükséges.

## 6.5 A MEGVALÓSÍTHATÓSÁGI KÉNYSZER ELVE

A tevékenységek között az építés során kötött logikai kapcsolat jön létre. A kapcsolat alapvetően a megvalósíthatósági kényszer elvére épül. Ennek lényege, hogy egy épületszerkezeti elem létrehozására irányuló tevékenység csak akkor következhet be, ha az előtte műszakilag szükséges épületszerkezeti elem már megfelelő készütségben – megelőző munkák készütségi foka elv - megvalósult.

*példa: általában a földem építését akkor lehet megkezdeni, ha a földemet alátámasztó pillérek elkészültek, és azok terhelhetősége megfelelő/azaz kellően megszilárdult.*

A megvalósíthatósági kényszer alapvetően a két tevékenység *egymás közötti sorrendi* viszonyát mutatja. Amennyiben a tevékenységek között ezt a sorrendi relációt az összes tevékenységre elvégezzük, akkor elvben megkapjuk az adott építési folyamatra vonatkozó technológiai sorrendet, azaz a tevékenységek milyen sorrendben követhetik egymást a megvalósíthatósági kényszer elve alapján.

Az egymást követő tevékenységek között meglévő megvalósíthatósági kényszer azonban csak a minimális kapcsolati kényszereket adja meg. Könnyű belátni, hogy egyes tevékenységek elvégzését követően számos más tevékenységre is teljesülhet a megvalósíthatósági kényszer feltétele.

*példa: az épület válaszfalainak elkészítését követően akár épületgépészeti épületvillamossági szerelési, vakolási, vagy akár szárazépítési feladatok is indulhatnak az adott helyiségben. Fenti tevékenységekre vonatkozóan mindegyik esetben teljesült a válaszfal elkészültére vonatkozó megvalósíthatósági előfeltétel.*

Az egyes tevékenységek között azonban több megvalósíthatósági kényszer is megjelenhet.

*(példa: egy fürdőszoba falburkolási munkáinál alapvető megvalósíthatósági kényszer lehet az előzetesen elkészítendő vakolat, és a padlófelületen előzetesen elkészítendő aljzat konstrukció. Amennyiben a fürdőnek homlokzati ablaka is van, akkor természetesen az ablak előzetes elhelyezése is a kényszer elemek közé tartozik. Azonban egy épületben lehetnek olyan fürdők melynek van ablaka és lehetnek olyanok is melyeknek nincs, így az ablak beépítése, mint tevékenység más-más kapcsolati kényszerben jelenik meg.*

Így a technológiai sorrend tervezése esetén szükséges figyelembe venni az összes technológiai kényszer elemet. A kapcsolódó szerkezeti elemeknél az egymásra épülésből/megvalósíthatósági kényszerből adódó logikai kapcsolat azonban csak elvi szabályrendszert jelent. A technológiai sorrendben ezért nem minden kényszer eredményez valódi technológiai szomszédságot, azaz számos tevékenység között jelentős időbeni eltávolodás alakulhat ki.

*(példa: az ismertetett ablak esetében ez azt jelenti, hogy a burkolást közvetlenül megelőző, azaz időben szomszédos tevékenység az ablak beépítése lesz, míg a további szerkezeti szomszédságot adó aljzat és vakolat elkészítésére vonatkozó tevékenység időben jelentősen eltávolodik a falburkolástól)*

Az időtervezésben használatos kritikus út módszere végeredményként a kritikus úton megjelenő tevékenységek jellemzően *szomszédos tevékenységek* lesznek, azaz időben a legszorosabb módon, közvetlen technológiai határvonalon követik egymást.

## 7 TECHNOLÓGIAI FOLYAMATOK FELÉPÍTÉSE ÉS LEÍRÁSA

Az építésben alkalmazott építéstechnológiák leírására már évezredek törekvés mutatkozik<sup>3</sup>. A leírás elsődleges célja a technológiai tudás átadása, örökítése volt más szakemberek vagy akár generációk számára. Évszázadokon keresztül hagyatkoztak a mesterek a leírásokra, melyek folyamatosan kiegészültek, módosultak, aktualizálódtak. A hazai építésben a 60-70-es évek során került sor az utolsó, egységes technológiai leírás gyűjtemény megalkotására és kiadására, melyet akkor Részletes Technológiai utasítás gyűjteménynek (RTU gyűjtemény) neveztek el.

Napjainkra a technológiai leírások alapvetően megváltoztak. A technológiák a termékfejlesztésekkel együtt megsokszorozódtak, azok központi gyűjteménybe rendezése mára lehetetlen vállalkozássá vált. A piaci környezet is kitágult, ma már a más országokban alkalmazott technológiák ugyanúgy részét képezik a hazai technológiai piacnak, mint a jól ismert hazai alkalmazások. A jogszabályi környezet is alapvetően megváltozott, és a globális szabad piaci versenykörnyezethez igazodva a technológiák tartalmi leírását az egyes termékfejlesztőkhöz, gyártókhöz rendelte a központi „utasítás készítés” helyett. A megváltozott és kitágult környezetben azonban a leírások tartalmi felépítése és meghatározása vegyes képet mutat. A hazai építési piacon főként a külföldi fejlesztésre alapozott termékek a meghatározóak, így sokszor elégtelen vagy hiányos leírásokat kapunk az egyes alkalmazási technológiákról. Gyakran a nyelvi fordítás költsége és minősége határozza meg a hazai leírásokat, melyek számos információ részletes megismerését nem teszik lehetővé a hazai felhasználó számára. Bár e tekintetben a gyakorlatban bevált termékek és a jól ismert gyártók kivételt képeznek, még mindig sok a hiányzó alkalmazási információ.

Ebben a fejezetben részletesen bemutatásra kerül a technológiák tartalmi meghatározásához és annak leírásához kapcsolódó ismeretanyag, mely eligazodást adhat a meglévő és a hiányzó információk sokaságában egy-egy konkrét termékalkalmazás esetén.

A technológiák alkalmazási leírásának, útmutatóknak alapvető feladatuk, hogy ismertessék az adott termékhez kapcsolódó technológia alkalmazási *lehetőségeit* és *feltételeit*, és pontos *leírást adjanak az alkalmazás menetéről*.

A technológiai folyamatok leírásánál az alábbi kiemelt területekre vonatkozóan kell részletes útmutatást adni:

- alkalmazási lehetőségek meghatározása
- technológiai feltételek meghatározása
- alkalmazás menetének/módjának meghatározása

A technológiai folyamatok meghatározásánál alapvetően a cél - a tervezett paraméterekkel meghatározott épületszerkezeti elem/épületrész - azaz az építéstechnológiai feladat teljesítése/teljesíthetősége. A technológiai feladat teljesítése során *előírt alkalmazási menet/folyamat*, valamint a *szükséges feltételek* együttesen teszik lehetővé, hogy az adott építési feladat *szakszerűen* megvalósulhasson.

*Vagyis a szakszerűség nem más, mint a leírt technológia végrehajtása a meghatározott feltételek betartása mellett.*

A technológiai transzformációból következően az egyes technológiai folyamatok az egyes tevékenységekhez tartoznak, azaz a technológiai cél alapvetően az adott tevékenység céljával kell összhangban lennie.

Egy technológiai folyamat pontos leírása, meghatározása nem könnyű feladat. A munka során úgy kell eljárni, hogy az adott útmutatás alapján megvalósuló tevékenységek végén valóban a *kívánt eredmény jöjjön létre*. Ennek nehézségét az adja, hogy az építés környezete – *épület és építési helyszín is* – minden esetben különböző, változatos. Így a meghatározásnál figyelembe kell venni az eltérő körülmények sajátosságait, illetve az erre vonatkozó peremfeltételeket pontosan meg kell határozni.

Másik nehézség, hogy a kivitelezés során általában az egyes tevékenységeket – bár azok hasonlóak – más-más vállalkozók végzik, azaz a *végrehajtó „személye” változik*. A meghatározás során ezt is figyelembe kell

<sup>3</sup> történeti technológiák leírása valamilyen könyvből....



venni, azaz meg kell határozni azokat az általános szaktudással, gyakorlattal kapcsolatos alapelveket, melyek egy-egy technológia széles körű alkalmazhatóságát lehetővé teszik.

A technológiai folyamatok leírásánál, meghatározásánál az alábbi tartalomjegyzék szerint kell eljárni:

- technológia alkalmazási területe (milyen építési feladatra alkalmas)
- technológia szerkezeti/konstrukciós feltételei (konstrukciós kapcsolatok, megelőző munkák készültségi szintje)
- technológia kivitelezési feltételei (anyagfelhasználás, emberi erőforrás igény, gépi erőforrás igény)
- technológiai folyamat leírása (műveleti elemek ismertetése)
- technológiai munkafeltételek (munkabiztonság, munkavédelem)
- logisztika (munkahelyi környezeti feltételek)

A fenti tartalomjegyzék alapján meghatározott szempontok részletesen az alábbiakat jelentik.

## 7.1 A TECHNOLÓGIA ALKALMAZÁSI TERÜLETE

Az egyes technológiák általában valamilyen termék alkalmazásához kapcsolódnak. A termék tulajdonságai alapvetően meghatározzák az alkalmazási területet, hiszen a tervezés során valószínűleg az adott termék kiválasztása éppen annak tulajdonságai alapján történt. Így a technológia alkalmazás lényegében összhangban van a termékalkalmazással.

A tervezés során lehetőség van egy terméket olyan környezetben is elhelyezni, ahol annak egyes tulajdonságai nem meghatározóak. Ilyen esetben a technológia során az adott tulajdonsággal összefüggő alkalmazási előírások a helyszínen felülvizsgálhatóak.

*példa: fokozott tűzállóságra méretezett gipszkarton építőlemezrel hagyományos válaszfal is építhető. ebben az esetben a tűzállósági követelmény nem merül fel, nem is áll szándékban annak teljesülése. Ilyen esetben például a hézagképzésre vonatkozó technológiai előírások esetében a tűzállósági megfelelés a helyszínen felülvizsgálhatóak lehetnek.*

Így előfordulhatnak olyan alkalmazási területek, mely során a termék tulajdonságai nem kerülnek kihasználásra/felhasználásra, de a tervezett paraméterek teljesülnek. Ezt a gyakorlatban lehetőség szerint kerülni kell, de előfordulhat – pl. építéshelyszínen levő anyagok és annak feleslege –, hogy adott esetben ez logikus döntésnek tűnik.

A technológia alkalmazási területeit – éppen a termékhez kapcsolva – a gyártó részletesen ismerteti, általában az alkalmazástechnológiai útmutatóban, annak termékleírása kapcsán részletesen bemutatja. A főbb alkalmazási lehetőségek sokszor a csomagoláson is feltüntetésre kerülnek.

Sajátos tervezési helyzetet eredményezhet, ha a megszokott alkalmazási területek helyett egy új egyedi feladat megoldása válik szükségessé.

## 7.2 TECHNOLÓGIA SZERKEZETI/KONSTRUKCIÓS FELTÉTELEI

Az építéstechnológia, mint egy tevékenységhez tartozó kivitelezési folyamat egy épületszerkezeti elem megvalósítására irányul. ezért a technológia esetében meg kell vizsgálni a szerkezeti/konstrukciós jellemzőket, melyek az adott technológia alkalmazása során célként fogalmazódnak meg. A technológiáknál a szerkezeti jellemzők az alábbi szinteken vizsgálhatók:

- szerkezeti elem kialakítása során felhasznált termékek/anyagok kapcsolatrendszere és követelményei
- tárgyi szerkezeti elem más szerkezeti elemekkel történő kapcsolatrendszere és követelményei

### 7.2.1 SZERKEZETI ELEM KIALAKÍTÁSA SORÁN FELHASZNÁLT TERMÉKEK/ANYAGOK KAPCSOLATRENDSZERE ÉS KÖVETELMÉNYEI

A technológia során a szerkezeti elem megvalósítása érdekében általában több építőanyagot/terméke alkalmazunk, használunk. Az alkalmazás során az egyes alkotóelemek *meghatározott szerkezeti és anyagjellemzőkkel rendelkeznek*, melyek a technológia során a folyamatra is hatással vannak.

*példa: a lapburkolatok készítésénél a ragasztás során a ragasztók tulajdonságai eltérőek. A nagy rugalmasságú, flexibilis ragasztók a technológia során nemcsak végleges tulajdonságukkal, de a kivitelezés során megjelenő kedvező tulajdonságukkal nagyban befolyásolják a technológia menetét, mint például az egyes burkolóelemek elhelyezését követő rugalmas rögzítési lehetőséget, azaz időben elhúzódó utólagos állítási, illesztési lehetőségeket biztosít.*

A technológia során a felhasznált anyagokra vonatkozóan fontos szempont lehet, *azok egymáshoz kapcsolása, rögzítése.*

*példa: a falazatok készítésénél a téglakötés mellett fontos technológiai elem lehet a habarcsshézag kialakítás, vagy éppen a téglasorok ragasztással történő összekapcsolása. Az eltérő kapcsolati módok, eltérő technológiát eredményeznek, azaz befolyásolják a kivitelezés menetét, akár minőség, akár építési idő, akár költségek vonatkozásában.*

### 7.2.2 TÁRGYI SZERKEZETI ELEM MÁS SZERKEZETI ELEMELK KAPCSOLATRENDSZERE, KÖVETELMÉNYEI

A technológia fontos része, hogy a megvalósítandó szerkezeti elem miként kapcsolódik más már meglévő, vagy később építendő szerkezeti elemhez/elemekhez.

*példa: egy válaszfal esetében nemcsak a válaszfal megépítése, hanem annak más szerkezeti elemeket történő kapcsolata is meghatározó a technológia szempontjából. ilyen lehet a fal és egy másik fal kapcsolata (merevítések, csatlakozások, hornyok, stb.) vagy az induló sor kialakítása, azaz a fal és alsó földem kapcsolata, vagy a záró sor kialakítása, azaz a fal és a felső földem kapcsolata. Az egyes válaszfalak ezekben az esetekben alapvetően különböző technológiai sajátosságokkal rendelkezhetnek, egyik esetben a záró sor ékeléssel, azaz merev, m fix kapcsolattal, míg más esetben pur hab kitöltéssel, azaz rugalmas kapcsolattal kerül kialakításra a technológiai útmutatók szerint*

A kapcsolat tekintetében meghatározóak lehetnek az épületszerkezeti elem elvárt paraméterei is, mint például épületfizikai, tűzvédelmi, vagy más paraméter. A technológia leírása során a folyamatot úgy kell felépíteni, meghatározni, hogy a követelmények nemcsak az adott épületszerkezeti elemre teljesüljenek, hanem annak beépített formájában, azaz annak kapcsolataira vonatkozóan is.

*példa: egy építőlemez tűzvédelmi aknazárás esetében a fal, és földem kapcsolatok tekintetében is teljesíteni kell a tűzállósági követelményeket, melyek teljesítése technológiailag sokkal nehezebb, mint az építőlemez általános rétegének vonatkozásában.*

## 7.3 A TECHNOLÓGIA KIVITELEZÉSI FELTÉTELEI

A technológia szakszerű végrehajtása során számos építéshelyszíni feltétel biztosítása szükséges. A feltételek hiánya, vagy hiányossága jelentősen rontja a technológia alkalmazási hatékonyságát, végső soron a minőséget is. Ezért fontos, hogy meghatározzuk az egyes technológiák feltételrendszerét, melyek az alábbi témakörökben foglalhatók össze:

- felhasznált anyagok, termékek
- alkalmazott gépek/ eszközök
- emberi erőforrás, szakember igény
- építéshelyszíni berendezés/organizáció, logisztika

Fenti tényezők részleteiben az alábbiakat jelentik:

### 7.3.1 FELHASZNÁLT ANYAGOK, TERMÉKEK

A technológiák leírása során fontos részterület a felhasználásra kerülő anyagok, termékek ismertetése, meghatározása. A cél, azaz az épületszerkezeti elem tekintetében az egyes felhasznált anyagok a tervezett szerkezeti paraméterekhez igazodnak. A technológia során így az elvárt szerkezeti paraméterekhez igazodóan az alkalmazott termékkör/építőanyag általában kötött, jól meghatározható.

A technológia során az egyes termékek/építőanyagok a gyártó által is meghatározottak, általában gyártói licenzhez, vagy termékszabványhoz kapcsolódóan jól meghatározottak. Így a technológia során felhasznált

anyagok több tekintetben is egy szűk körben kerülnek kiválasztásra, melyek a későbbiekben magát a technológiát is meghatározzák.

*példa: egy magas műszaki paraméterekkel rendelkező beton alkalmazása (pl. C40) során a technológiai szabályok is eltérnek egy hagyományos beton(pl. C12) alkalmazásától.*

A technológiai alkalmazás során az egyes anyagokat/termékeket több fontossági szinten is felhasználhatjuk. Az eltérő fontossági szintek eltérő kötöttséget és meghatározottságot is jelenthetnek egy technológia vonatkozásában.

*példa: pl. egy különleges– saválló, ipari terhelésre méretezett és antisztatikus - greslap burkolat elkészítése esetén akár többféle ragasztó termék vagy fugázó anyag is felhasználásra kerülhet, miközben a felületi minőségi követelményeket valószínűleg csak korlátozott burkolólap termékpalletta biztosítja.*

A technológia során a felhasznált anyagok, termékek alapvetően három fontossági csoportba sorolhatók:

- főanyag
- segédanyag
- rezsianyag

Az *főanyag* az épületszerkezeti elem jellemzőit, tulajdonságait alapvetően meghatározó építőanyag/termék, alkotóelem.

*példa: homlokzati hőszigetelő téglafal esetén az alkalmazott téglatermék.*

A főanyag tulajdonságát a tervezett szerkezeti paraméterek elérése függvényében kell meghatározni. A választott főanyaghoz kerül kidolgozásra a technológia, hiszen a kivitelezés során a felhasznált anyaggal el kell érni a kívánt szerkezeti tulajdonságokat, valamint a felhasznált főanyag tulajdonságai a beépítés során nem csökkenhetnek, romolhatnak le. Az főanyag nemcsak a technológiát hanem annak idő és költségigényét is meghatározza, befolyásolja. Általában a technológiai fejlesztések középpontjában is az főanyag áll, azaz ide kapcsolódik az innováció, know-how, licenz, stb. jelentős hányada.

A *segédanyagok* általában az főanyag beépítéséhez, felhasználásához szükséges további építőanyagok, termékek.

*példa: a homlokzati hőszigetelő téglafal esetében ez a habarcsot jelenti*

A segédanyagok általában az főanyagok beépítését teszik lehetővé, főként azok egymás közötti kapcsolatának illetve más szerkezeti elemhez történő csatlakozásának létrehozására.

*példa: a legtöbb segédanyag általában a habarcs, ragasztó, rögzítő és tömítő jellegű termékeket jelenti.*

A segédanyagok kiválasztásánál alapvetően figyelembe kell venni, hogy annak alkalmazása kompatibilis legyen az főanyag beépítési elvárásaival.

*példa: a hőszigetelő falazat esetében a habarcsra vonatkozóan is elvárás lehet a fokozott hőszigetelő képesség, amit a klasszikus habarcsok nem biztosítanak*

A segédanyagok az főanyag tulajdonságai mellett befolyásolhatják a technológia egyéb jellemzőit is.

*példa: a lapburkolatok készítésénél a ragasztó, mint segédanyag befolyásolhatja a technológia sebességét, pl. gyorsan szilárduló ragasztó alkalmazásával*

Fentiek alapján a segédanyagok nemcsak a technológia szükséges mellékeleme, hanem annak megfelelő megválasztása jelentősen befolyásolja a technológia eredményességét.

A *rezsianyagok* a technológia tekintetében a legalacsonyabb fontossági csoportot jelentik. Az ilyen jellegű anyagfelhasználás általában a technológia kivitelezése során felhasznált kellékeket jelentik. A rezsianyagok másik jellemző tulajdonsága, hogy nem képezik a végleges, elkészült szerkezeti elem részét, azaz általában csak a kivitelezéshez használjuk, nem képezi a szerkezeti részét.

*példa: lapburkolat készítésénél a fugák pontos méretének beállításához általában műanyag fugakeresztet használnak. Ez a végleges burkolatba nem épül be, hiszen a fugázás előtt ki kell szedni, ám a kivitelezés során felhasználásra kerül.*

A rezsianyagok befolyásolhatják a technológia kivitelezésének eredményességét, ezáltal a végleges szerkezeti elem – pl. burkolat – minőségét. A rezsianyagok tekintetében a technológiák általában nem határoznak meg erős kötöttséget.

*példa. a kereskedelemben kapható fugakereszt általánosságban bármely tulajdonságú lapburkolathoz egyaránt felhasználható*

A technológia leírása során a felhasznált anyagokra – főanyag, segédanyag, rezsianyag - részletesen ki kell/kellene térni, hogy az alkalmazás ezen feltételei egyértelműek legyenek. Számos esetben a segédanyagok, rezsianyagok költségigénye nem elhanyagolható, a kalkulációs eljárásban meghatározó tényezőként kell figyelembe venni.

*példa: az egyszerűbb igényekre tervezett beltéri lapburkolatok/csempék esetében a segédanyagok (ragasztók, fugázók, élvédők, tömítő anyagok) és rezsianyagok (fugakeresztek, felülettisztító folyadékok, fugafátyol eltávolítók) költsége meghaladhatja a burkolólap, mint főanyag költségét.*

### 7.3.2 ALKALMAZOTT GÉPEK, ESZKÖZÖK

A technológiák kivitelezésénél egyre több gépet, eszközt alkalmazunk. A gépek, eszközök, technikai berendezések alkalmazása elsősorban az élők munkát helyettesíti, illetve a technológia sebességét növeli, annak minőségét javítja. A technológia során a gépesítés prioritásai az alábbiakban határozható meg:

- élők munkája kiváltása
- technológiai sebesség növelése
- anyagfelhasználás csökkentése

A gépesítés ma már nemcsak általánosságban jelentkezik, hanem szorosan összefügg egy-egy konkrét technológia alkalmazhatóságával. A gépeket egy-egy adott technológiához fejlesztik, azok alkalmazása az univerzális irányból a speciális használat felé mozdul el. A hasonló szerkezeti emelek esetében is az eltérő technológiák eltérő eszközök, gépek alkalmazását is jelenthetik.

*példa: falazási munkák esetében a falazóanyag típusától függően – pl. kerámia, pórusbeton vagy könnyűbeton – a felhasznált vágó, daraboló gépek, eszközök is különböznek.*

Az alkalmazott gépek, eszközök tekintetében a speciális alkalmazás mellett természetesen számos univerzális lehetőség is fennáll.

*példa: rögzítés-technológia kivitelezésénél az alkalmazott fúrógépek jellemzően többféle dűbel, vagy rögzítő elem elhelyezésére is alkalmasak lehetnek.*

A technológiai útmutatók, leírások természetesen részletesen kitérnek a technológia során szükséges és lehetséges gépek, eszközök alkalmazására. Ez fontos szempont a gyakorlati alkalmazás szempontjából, mivel a gépek, eszközök hiánya akadálya lehet a helyszíni kivitelezésnek, vagy azok beszerzése jelentős költség tényező lehet egy-egy építőanyag alkalmazása esetén.

A gépesítési lehetőségek bizonyos esetekben meghatározhatják egy-egy technológia alkalmazhatóságát is.

*példa: beton technológiák esetében a helyszíni betonszállítás – pl. betonszivattyú vagy konténeres betonozás lehetősége – meghatározza a technológia menetét, idő és költségigényét. Az építési helyszín adottságai azonban*

A technológiai leírásokban meghatározott gépek, eszközök esetében sokszor nehéz szétválasztani az univerzális felhasználást a speciális alkalmazástól. Így előfordulhat, hogy egy adott technológiai célfeladatra olyan eszközök alkalmazását írják elő, melyek esetleg más – univerzális jellegű – eszközzel a kivitelezési gyakorlatban helyettesíthető, kiváltható. Így sokszor kellő szakmai gyakorlatra és tapasztalatra van szükség a gépek, eszközök technológiai kötöttségének megítélésére.

### 7.3.3 EMBERI ERŐFORRÁS, SZAKEMBER IGÉNY

A technológiák helyszíni alkalmazása ma még nem nélkülözheti az élők munkát, azaz a szakemberek közreműködését. Bár a munkafolyamatok számos esetben gépesítettek, a robotizált építés még a távoli jövő tervai között szerepel. Az élők munkája alkalmazása ma a technológiák erőforrás igényének nagyobbik részét teszi ki, azaz elsősorban a szakemberek közreműködésével zajlik az építés.

A technológiák jellegükből adódóan egy-egy speciális szakmaterülethez/szakági területhez kapcsolódnak, így a szakember igényben is szakmaterületi struktúrák alakultak ki. A szakmaterületeken jellemző technológiák az adott szakember szaktudásával így jól összehangolható, hiszen nem kell a teljes építési spektrumot megismerni, elsajátítani. Természetesen ez korlátozást is jelent, hiszen megszűnik az univerzális, mindent tudó szakember (ezermester) és az egyes technológiák alkalmazása csak egy adott

szakember körre támaszkodhat. A folyamatos továbbképzés, oktatás természetesen a kört szélesíteni, de az egyes technológiai szakterületekhez tartozó tudásigény, szakismeret is folyamatosan bővül.

A technológiák leírásakor természetesen azt feltételezzük, hogy a kivitelezésben a megfelelő szakemberek közreműködése biztosított. Így a leírások, útmutatók általában nem térnek ki a szakember szaktudására, azaz ezek nem oktatási segédletek. A technológia háttérében álló termékgyártók természetesen saját érdekükből is adódóan megszervezik és elvégzik a szükséges tudás elsajátítását tanfolyamok, képzések keretében.

#### A TECHNOLÓGIAI SZAKEMBER IGÉNY FOGALMA

A technológiák alkalmazása szempontjából a szakember igényre vonatkozóan a gyakorlatban főként a létszámgigény meghatározása merül fel. A létszám igény esetében itt a *technológia megvalósításához feltétlenül szükséges, egy munkahelyi területi egységre vonatkoztatott* létszámgigényről beszélünk. ez azt jelenti, hogy hány főre van szükség az adott technológia gyakorlati megvalósításához, egy adott építéshelyi környezetben.

*példa: falazási munkák esetében a falazás mellett a technológia részeként felmerül a falazóelemek vágása, darabolása, valamint a habarcs keverése, szállítása is. Az esetek jelentős részében állvány építése is szükségessé válhat. Így jól látható, hogy a gyakorlatban – kisebb falfelület esetén is- több szakember alkalmazására van szükség, hiszen a falazást végző kőműves kiszolgálása további 1-2 főt indokol, a folyamatos munkavégzés érdekében.*

A technológiákhoz kapcsolódó szükséges ún. *technológiai szakemberigény* nem azonos a normagyűjtemények által meghatározott erőforrás (munkaóra) igénnyel, de a kettő között a gyakorlatban szoros kapcsolat van. A *technológiai szakemberigény* a munka szakszerű elvégzéséhez szükséges minimális létszámot határozza meg. A kivitelezés során az adott feladat léptékétől, helyszíni adottságaitól és a vállalkozói feltételektől függően természetesen akár több, vagy egyes esetekben akár kisebb létszámú szakember gárda is elvégezheti az adott technológiát.

A megfelelő normaadatok alapvetően figyelembe veszik a technológiai szakemberigényt, azaz úgy határozzák meg, hogy az adott volumenre vonatkoztatott időnorma adatok valóban megfelelő elszámolási keretet adjanak a tényleges szakember igény biztosításához. Ez a kisebb léptékű munkáknál sajnos nem mindig számítható.

*példa: falazási egységnorma porotherm 30 N+F falazóelemmel:*

## 7.4 A TECHNOLÓGIAI FOLYAMAT LEÍRÁSA (MŰVELETI ELEMELTETÉSE)

A technológia leírás fogalma kapcsán általában erre a fejezetre gondolunk, hiszen a mesterséghez kapcsolódó szakmai fogások – tudományosan *műveleti elemek* - adják a technológia egyik meghatározó elemét. A klasszikus mesterképzés hagyományai is erre épültek, hiszen a tanintézetekben, céhekben a tudás átadása elsősorban a titkos szakmai fogások betanításán alapult. Mint az előző fejezetek mutatják, ma már a technológia megvalósításának eredményessége számos más tényezőtől is függ, azaz a mesterségbeli fogások jelentősége kissé csökkent.

E folyamatot erősíti az is, hogy a korszerű termékfejlesztések megpróbálják minimalizálni a helyszíni műveleti elemek számát, azaz a lehető legegyszerűbben elvégezhető lépések is elegendők legyenek az adott termék helyszíni alkalmazásához.

Számos szakipari munka során a technológia műveleti sora olyan egyszerű, hogy akár otthoni, saját munka keretében is elvégezhetőek, azaz szakember sem kell hozzá. Számos tv műsor népszerűsíti az otthoni egyszerű alkalmazásokat, kedvet csinálva a lakásfelújításhoz, vagy termékvásárláshoz.

A műveleti folyamat egyszerűsítésének természetesen komoly szakmai érvei is vannak. Ilyen lehet, hogy az élőmunka alkalmazása a fejlett gazdaságokban meglehetősen drága. A hazai szakmunkás minimálbér is folyamatosan emelkedik. Így komoly versenytényező az élőmunka ráfordítás csökkentése illetve a kapcsolatos költségek csökkentése egyaránt.

A helyszínen elvégzendő műveleti elemek számos hibalehetőséget is jelentenek, hiszen a kiváló tulajdonságú termék helyszíni hibás beépítése lényegében eredménytelenné teszi a technológiát. Így a helyszíni fogások egyszerűsítése mindenképpen csökkenti az emberi munkavégésből eredő kockázati tényezőket is.

Fenti elemzés jól mutatja, hogy a fejlesztési irányok egyértelműen a helyszíni alkalmazások egyszerűsítését célozzák, ellentétben a korábbi évszázadok technológiájával.

A műveleti elemek teljes elhagyása azonban még nem reális, így szükségképpen meg kell ismerni azok elvi felépítését.

A műveleti elemek alapvetően három csoportba sorolhatók:

- helyszíni előkészítés műveleti elemei
- helyszíni beépítés műveleti elemei
- utómunkák műveleti elemei

#### 7.4.1 HELYSZÍNI ELŐKÉSZÍTÉS MŰVELETI ELEMEI

A technológiákhoz kapcsolódó tevékenységek helyszíni alkalmazásához általában gondos és sokszor időigényes helyszíni előkészítő munka tartozik. Az ilyen előkészítő műveletek általában azt szolgálják, hogy a termékbeépítés zavartalan és kellő pontosságú legyen. Az előkészítés műveleti elemei sokszor alapvetően meghatározzák a technológia időbeni, költségbeni és minőségi következményeit.

*példa: a burkolómunkák eredményességének alapvető feltétele a megfelelő minőségi aljzat felület, akár padló akár falburkolás esetén. Így nagyon fontos a meglévő aljzatok felületének megvizsgálása, szükséges javítása, vagy bizonyos kitzési fogásokkal a meglévő hibák korrigálása.*

#### MÉRET ELLENŐRZÉS:

A munkafolyamat első műveleti eseménye általában az elkészült és csatlakozó szerkezetek *méretellenőrzése*. A méretellenőrzést 3D kiterjedésben végezzük, azaz mindhárom térbeni dimenziót ellenőrizni kell. A méretellenőrzés főbb műveleti elemei közé tartozik a *méretetek, síkok és szögek ellenőrzése*.

*példa: a burkoló munkák méretellenőrzése során burkolt felületek méretét – szélesség, hosszúság – valamint a falsíkok egymáshoz és a földemkekhez bezárt szögét is vizsgálni kell. Gyakran előforduló probléma, hogy a függőlege falak egymáshoz nem merőlegesen csatlakoznak, így a padlólapok fektetésénél a fal melletti hézag változó méretű lesz – szétnyílik – mely esztétikai és szerkezeti hibát is okoz.*

#### KITŰZÉS:

A helyszíni előkészítés másik nagy műveleti elemcsoportja a *kitűzés*. A kitűzés során, annak szabályai szerint a helyszínen a valós beépítés helyén *kimérjük és kirajzoljuk* a tervezett szerkezeti elem helyét. A kitűzés során általában 3D méretben járunk el, azaz minden térbeni paramétert, kiterjedést megvizsgálunk és kitűzünk. A kitűzés során felhasználjuk a terveket és a méretellenőrzés tapasztalatait is, hiszen gyakori helyzet, hogy a valóságban a méretek a tervtől eltérőek.

Különösen fontos ez, ha a terven szereplő méretek „hivatalból” sem a valós méreteket tartalmazzák. Ilyen például a helyiségek méretei, melyek általában csak a falakat veszik figyelembe, és a vakolati rétegvastagságot nem méretezik.

*példa: az építési engedélyezési tervekben, sőt még a kiviteli tervekben is általában a belső falak méretezésénél csupán a falazott szerkezetet vesszük alapul. pl. 10 cm vastag fal kótázva. A valóságban azonban a falakra vakolat készülhet, így a tényleges falvastagság több cm-rel térhet el a méretezett kialakítástól. Ez például a falak burkolásánál alapvetően fontos lesz, hiszen a burkolatok a vakolt felületre – azaz a kisebb méretű felületre – készülnek. Ezt a burkolatok kitűzésénél figyelembe kell venni, hiszen ha egy helyiség falmérete a terv szerint egész lapra kiosztható lenne, az a valóságban szinte biztosan nem lesz egész lapra kiosztható.*

Az előkészítés műveleti elemei közé tartoznak a felület javításával, tisztításával, portalanításával kapcsolatos munkafogások. Ilyen műveletek során szükséges a felületekre előzetesen rátapadt, lehullott szennyeződések pl. habarcs maradványok eltávolítása, a felhalmozódott por és egyéb szennyeződés feltakarítása, a felületről kiálló, kidudorodó anyagrészek levágása, eltávolítása is. Az ilyen munkák általában jelentős időt igényelnek,

és inkább segédmunkás jellegűek, így gyakran ezek elvégzése komoly kihívást jelent a mestereknek. Gyakran előfordul, hogy a műveletekhez kapcsolódóan gép és eszköz igény merül fel, pl. porszívó, stb. mely az adott szakmaterülethez nem kapcsolódik szükségszerűen, azaz nem állnak rendelkezésre a szükséges gépek. A műveleti elemek elmaradása azonban komoly minőségi károkat eredményezhet, mely később nem vagy csak jelentős többletmunkával korrigálható.

*(példa: a lapburkolás kezdeténél a padlófelületeken gyakori az előzetes vakolásból eredő habarcsszennyeződés. Mivel a mai használatos habarcsok magas cementtartalmú előkevert zsákos anyagok, így azok a beton aljzathoz nagyon jól tapadnak. A felületről a habarcsoltok eltávolítása sokszor kézi vésést is igénylő, aprólékos, és időigényes munkával távolítható el. A hibás felülettisztítás azonban komoly felületi hibákat eredményez, mivel a ragasztott technológiánál a ragasztó vastagság néhány millimétert tud változni, azaz a nagyobb habarcsoltok a lap síkjának emelkedésével, un. síkfogassággal járnak, vagy a ragasztó réteg elvékonyodását, azaz a tapadás csökkenését eredményezik.*

#### 7.4.2 HELYSZÍNI BÉPÍTÉS MŰVELETI ELEMEI

A terméke beépítéséhez kapcsolódó műveleti elemek lényegében az épületszerkezeti helyszíni elem megalkotásának folyamatát jelentik. A technológiák alkalmazása során a felhasznált anyagokat (építőanyag és segédanyag) valamilyen meghatározott módon egymáshoz illetve más, meglevő épületszerkezeti elemekhez, vagy azok építőanyagához kapcsolódik. Ebből adódóan a helyszíni beépítés műveleti elemei lényegében ezeknek a kapcsolatoknak a létrehozására, helyszíni megvalósítására irányul. Így általában az alábbi műveleti elemek elvégzése szükséges.

#### KELLŐSÍTÉS,

Egyes technológiák során gyakran előírják a meglevő felületek előkezelését, un. kellősítését. Ennek lényege, hogy az előzetesen elkészült felületek az építési munkák során gyakran elszennyeződnek, a felületi pórusok eltömődnek, egyes felületi részecskék ledörzsölődnek, lazulhatnak. A fent említett felületi problémák csökkenhetnek a tapadást akár egy ragasztás akár egy habarcsréteg esetén is.

A legegyszerűbb kellősítési eljárások a nedvesség felvétellel kapcsolatosak. A száraz felületek gyorsan beszívják a kapcsolódó rétegek, pl. habarcsréteg falazásnál, vagy vakolásnál keverékében levő keverővizet. Ez a habarcs gyors dermedését okozza, így rontja a bedolgozási lehetőségeket, mely minőségi - elsősorban illesztési – problémákhoz vezet. Az ilyen egyszerű esetekben a felület megfelelő előnedvesítésével – mint kellősítési műveleti elem - a probléma orvosolható.

Másik gyakori helyzet, amikor a már elkészült felületek nedvesség hatásnak vannak kitéve, pl. esőzés, és a száraz felület nem biztosítható. Ez gyakori eset a ragasztott vízszigeteléseknél, azaz ilyen esetben is a kellő tapadást kell biztosítani a kellősítő anyagok alkalmazásával.

A kellősítő anyagok használata kisebb felületi hibák, hiányosságok, azaz kivitelezési hibák korrekciójára is szolgálhat. Az ilyen esetekben a kellősítés, mint műveleti eleme nem a technológia kötelező részét képezi, hiszen megfelelő minőségű felület esetén nem válna szükségessé. Így fontos különbséget tenni a kötelező műveleti elemként illetve a szükségszerű műveleti elemként elvégzendő kellősítésről.

*(példa: lapburkolatok készítésénél gyakran alkalmazunk kellősítést, mely a tapadást javítja. Különösen fontos olyan esetekben, mikor gres vagy kőporcelán anyagú lapokat alkalmazunk nagyszilárdságú flex ragasztókkal, melyek jelentős tapadóerőt fejtenek ki. A ragasztó kiemelkedő tapadó szilárdsága azonban az aljzat felületére is kiemelkedő tapadási tulajdonságot vár el, mely sokszor a poros, fellazult felületekkel nem biztosítható.)*

#### RÖGÍZÍTÉS, RAGASZTÁS, FORRASZTÁS, HEGYESZTÉS

Az egyik jellemző műveleti elem csoport a rögzítéssel, ragasztással kapcsolatosan merül fel. A technológiák alkalmazása a során szinte mindig felmerül a beépítendő termék rögzítése valamely meglevő épületszerkezeti elemhez. Az ablak esetében a falhoz, vagy padlóhoz, egy betonacél esetében a már beépített toldási elemekhez, vagy akár a betonszerkezethez. A rögzítés ma már külön technológiaként is értelmezhető, számos esetben rögzítés technológiai megoldásokról is beszélünk.

A rögzítés speciális területe, mikor az alkalmazott termékeket, építőanyagokat nemcsak egy másik épületszerkezeti elemhez, hanem önmagához kell rögzíteni, pl. toldás, vagy átfedés miatt. E területen a ragasztás, a forrasztás, vagy éppen a hegesztés merül fel műveleti elemként. Gyakran előfordulnak más jellegű – nem felület folytonos - toldások is, melyek a pontszerű kapcsolatokra épülnek. Ilyen a szegecseles vagy csavarozás.

A rögzítések, mint műveleti elemek kiemelten fontosak a mechanikai állékonyság, szilárdsági jellemzők szempontjából, mely a tartós és biztonságos használatot garantálják.

A rögzítés, mint művelet elem lehet:

- ideiglenes rögzítés, mely során a beépítendő és rögzítendő elemet átmenetileg, elsősorban a pontos beállítás végett átmenetileg rögzítjük. Az ideiglenes rögzítések során a szükséges kellő stabilitás mellett meg kell oldani a rögzítés roncsolás mentes, gyors feloldását, eltávolítását is. Gyakori ideiglenes rögzítési eszköz az un. ékelés, mely során az ékek szorításával illetve oldásával a rögzítési és beállítási folyamat könnyedén elvégezhető.
- végleges rögzítés, mely során a pontosan elhelyezett és pontosan beállított elemeket véglegesen rögzítjük. általában a rögzítés során később nem bontható kapcsolatokat használunk, pl. ragasztás, PUR hab kitöltés, így a hibás rögzítés nehezen/vagy nem javítható építési hibához vezethet.

A rögzítések során általában számos segédanyagot használunk fel. Fontos, hogy az alkalmazott segédanyagok megfelelően legyenek kiválasztva mond a rögzítendő elem (mit), mind a rögzítésre kijelölt felület, aljzat, szerkezeti elem (hova) szempontjából. E kettős vizsgálat adja a helyes rögzítési eljárás meghatározását.

### VÁGÁS, DARABOLÁS

A vágás, darabolás szintén gyakori a műveleti elemek között. Az építés során a helyszínen általában szükséges az egyes elemek darabolása, kisebb elemek, feles idomok, stb. kialakítása. A vágás, darabolás jellemzően kézi vagy gépi erővel történik. Az egyszerűbb vagy kisebb volumenű technológiáknál a kézi vágások elterjedtek. A korszerű, pontos és gyors eljárások azonban ma már gépi eszközt igényelnek. A szükséges gépeket általában a technológia alkalmazási útmutatójában a gyártó is közzéteszi. A leggyakoribb eszközök kézi kiségek, ám előfordulhat nagyobb gépek pl. állványos „vizesvágók”, fűrészpádok stb. igénye is. Gyakori probléma, hogy a szükséges gépek nem állnak rendelkezésre, beszerzésük költséges. Sok esetben, főként vidéki építési helyszíneken a kölcsönzés sem megoldott. Így mindenképpen meg kell vizsgálni, hogy egy választott technológia esetében a felmerülő gép és eszköz igény biztosítható-e.

### EMELÉS, MEREVÍTÉS, KITÁMASZTÁS

A műveleti elemek egy része a munkahelyi anyagmozgatáshoz (vízszintes, függőleges) kapcsolódik. A anyagmozgatás során az egyes beépítendő elemek a beépített helyzetükhöz képest eltérő helyzetben lehetnek. A megváltozott pozíció számos esetben megváltozott erőtan igénybevételt is jelent, mely során az adott elem károsodhat.

példa: egy előregyártott vb- pillér munkahelyi szállítása, tárolása során általában vízszintes helyzetben van. Ez alapvetően eltér a végleges, azaz függőleges beépített helyzetétől, azaz amire a szerkezeti elem méretezve van. A vízszintes helyzetben fellépő pl. önsúlyból eredő erőhatások kivédésére pl. alátámasztásra lehet szükség.

Gyakran előfordul, hogy a végleges rögzítések időben elhúzódó folyamat eredményeként alakulnak ki, vagy érik el végleges terhelési képességüket. Egyes szerkezeti csomópontok statikai jellege is olyan, hogy azok állékonysága más – később megvalósuló - szerkezeti elemekkel együtt jön létre. Az ilyen jellegű időtartamra is szükséges a beépített szerkezeti elem stabilitását biztosítani. Így szükség lehet ideiglenes támasztásokra, merevítésekre, mely nélkülözhetetlen műveleti elemként jelenik meg.

### HÉZAGKÉPZÉS, TÖMÍTÉS

A technológiák szerelőjellegetűvé válása során egyre nagyobb „hangsúlyt” (idő és költségigény) kapnak a hézagképzéssel, tömítéssel kapcsolatos műveleti elemek. A szakterület ma már szinte önálló technológia, mint tömítéstechnológia jelenik meg. A műveleti elemek végrehajtása gyakran kapcsolódik magas minőségű segédanyagok felhasználásához. (tömítő anyagok)

A művelet általában kisebb időigényű, és kéziszerszámokkal könnyen elvégezhető. Gyakori probléma, hogy éppen ezért nem kellő gondossággal végzik el, mely később hibát okoz.

példa: gyakori hiba, hogy a kiváló minőségű homlokzati nyílászárók beépítése során a falcsatlakozásnál a tömitettség nem megfelelő. Így a légnyomás változás pl. szél a tömitetlen részeken a hőszigetelés romlását okozza, esetenként páralecsapódás, vizesedés vagy penészedés alakul ki.



## UTÓMUNKÁK, TAKARÍTÁS

A helyszíni kivitelezés során az elkészült épületrészeket, szerkezeti elemeket használatra alkalmas készütségben kell átadni, azaz a munkarészek teljes befejezése szükséges. Gyakran előfordul, hogy a technológia során a teljes készütség időben elválik a munka befejezésétől. Ilyen példa a szilárdulás, ahol a tevékenység befejezését követően akár több hét (pl. beton esetén 28 nap) is eltelik a kellő szilárdság eléréséig. Ezen időszak alatt előfordulhat, hogy szükséges valamiféle művelet elvégzése, melyeket utómunkáknak hívunk. A leggyakoribb példa a locsolás, mely a nyári betonozás utómunka műveleti eleme, azaz a hűtés elvégzése.

A másik gyakori eset a takarítás, mely során a felületi szennyeződések véglegesen eltávolíthatók. Itt nemcsak a tisztaság a fő kérdés, hiszen az elkészült felületek a kivitelezés során később is elpiszkolódhatnak. A takarítás lényegesebb eleme, hogy eltávolítjuk a technológia során felhasznált anyagok maradványait, melyek később véglegesen tönkreteszhetik a felületeket.

példa: a lapburkolatok készítésénél a hézagolás művelet során a teljes felületre felhordjuk a fugázó anyagot, a helyes hézagképzés érdekében. A felületen azonban a lehúzást követően is jelentős anyagmennyiség marad, mely megszilárdulva már nem távolítható el a burkolati felület pórusaiból, azaz elszíneződést okoz.

## 7.5 ÉPÍTÉSHELYSZÍNI BERENDEZÉS/ORGANIZÁCIÓ, LOGISZTIKA

A technológiai folyamatok leírásánál fontos követelményként jelenik meg a megfelelő építési helyszín biztosítása. A megfelelő helyszín azt jelenti, hogy a helyszínen olyan körülményeket kell biztosítani, hogy a technológiai folyamat *zavartalanul, akadálymentesen, biztonságosan és hatékonyan* megvalósítható legyen. A nem megfelelő építéshelyi körülmények a technológia hatékonyságát rontják, a tervezett minőség elérésének akadályai lehetnek.

4

A megfelelő helyszíni körülmények kialakítása az alábbi területen jelentenek feladatot:

- megfelelő munkaterület biztosítása
- megfelelő tárolási és szállítási feltételek
- megfelelő időjárási és légállapot körülmények
- megfelelő munkabiztonsági körülmények biztosítása

### MEGFELELŐ MUNKATERÜLET BIZTOSÍTÁSA

A kivitelezés helyszínén a technológia elvégzéséhez szükséges munkaterületet biztosítani kell. A munkaterület elsősorban a *szükséges térbeli* igények biztosítását jelenti. Ennek során az alábbiakat kell lehetővé tenni:

- szerkezeti elem zavartalan kitűzésének biztosítása
- szerkezeti elem zavartalan megépítésének biztosítása
- szerkezeti elem zavartalan utókezelésének, javításának, takarításának biztosítása

Fentiek érdekében a szerkezeti elemre vonatkozó munkaterületen általában az adott időben más munkavégzés nem javasolt. Ez a paraméter meghatározó lehet az időtervezés során, mikor a teljes építési területre vonatkozóan több tevékenység párhuzamos munkavégzését kívánjuk biztosítani.

A megfelelő munkaterület biztosítása nagymértékben függ a technológiához kapcsolódó tényezőktől, melyek az alábbiak lehetnek:

- alkalmazott gépek, eszközök helyigénye (pl. kompresszorok, fúrók, vésőgépek, stb.)
- alkalmazott segédstruktúrák helyigénye (állványzatok, alátámasztások, zsaluzatok)
- minimális létszámszükséglet helyigénye (szükséges számú szakemberek hozzáférése a munkaterülethez)

A technológiák megfelelő helyigénye a kisebb helyiségekben – wc, kamra, technológiai alagutak, stb. – nehezen biztosítható. Így a technológiák alkalmazásánál az egyes helyiség munkavégzési sorrendjét úgy kell meghatározni, hogy a kisebb helyiségekben is az akadálymentes kivitelezés megvalósítható legyen.

### MEGFELELŐ TÁROLÁSI ÉS SZÁLLÍTÁSI FELTÉTELEK BIZTOSÍTÁSA

A technológiai folyamat helyszínén biztosítani kell a beépítendő anyagok tárolását, illetve azok szállítási útvonalát. A beépítés helyén a tárolással kapcsolatos helyigényt több tényező is meghatározhatja.

Ezek az alábbiak lehetnek:

- folyamatos munkavégzéshez szükséges anyagmennyiség tárolási terület igénye
- anyag utánpótlás üteme
- technológia sebessége és annak változása

Az anyagtároló területeket lehetőség szerint a technológia helyszínén kell biztosítani, mivel a technológiai létszámgigény meghatározásakor külön szállítómunkások nincsenek figyelembe véve. Amennyiben ez nem lehetséges, azaz a technológia során folyamatos szállítást kell fenntartani, úgy az erre vonatkozó erőforrásigényt fel kell mérni, meg kell határozni.

Az építőanyag tárolási helyszínek – depók, raktárak - között a szállítási útvonalakat biztosítani kell. A technológia során eltérő méretű, súlyú, geometriájú anyagok, termékek szállítási igénye merülhet fel. A szállítás, anyagmozgatás során ügyelni kell, hogy a termék ne sérüljön meg, és a legkisebb erőforrás ráfordítással lehessen eljuttatni a beépítés helyszínére.

Az építőanyag/termék paraméterei sokszor speciális szállítási útvonalak kialakítását követelik meg, illetve a szállítás során *emelőgépekre*, speciális *segédszerkezetekre* (himbák, kalodák, konténerek, stb.) és *állványzatokra* lehet szükség.

A technológiához kapcsolódóan a építőanyagok kiszerezése, szortimentje sok esetben jelentős méret és súly megjelenését okozza a közlekedő útvonalak mentén. Az elkészült épületrészek – pl. födémek, lépcsőházak – tartószerkezeti kialakítása sok esetben erre nincs méretezve, így szükséges lehet ideiglenes alátámasztás, dúcolás készítése a szállítási útvonalak – és tárolási helyek - mentén.

*példa: emeleti falazásnál a födémre felhelyezett és a födémén raklapmozgatóval mozgatott téglaraklapok súlya (POROTHERM 30 N+F esetén  $80db \times 15kg = 1,2kN/m^2$ ) egymásra tárolva jelentősen meghaladja a födém átlagos hasznos teher (pl. lakóépület esetében  $2kN/m^2$ ) méretezési értékeit.*

A szállítási és tárolási igényeket nagymértékben meghatározza a teljes építési terület általános organizációs és ütemezési adottsága, hiszen az anyagmozgatás telepített gépei (építési felvonók, daruk, szállító szalagok stb.) általában több technológiát és munkaterületrészt is kiszolgálhatnak. Így sok esetben nincs lehetőség a hirtelen felmerülő szállítási igények azonnali kiszolgálására, mely a munka megszakítását, átmeneti szüneteltetését okozhatja.

Gyakran előfordul, hogy egy technológia során szükséges tároló helyek (pl. homlokzati állványzat homlokzati burkoláshoz) más technológia számára is tárolási lehetőséget biztosítanak (pl. homlokzati nyílászárók elhelyezése és tárolása). Így a technológiák között koordinálásra van szükség, mely elsősorban az ütemterv és organizációs terv készítés során merül fel. A közös tároló helyek és szállítási útvonalak koordinátlansága akadályozza/késlelteti a technológia helyszíni megvalósítását.

### MEGFELELŐ IDŐJÁRÁSI ÉS LÉGÁLLAPOT KÖRÜLMÉNYEK BIZTOSÍTÁSA

A technológiák során a helyszíni munkavégzésre és az elkészült szerkezeti elem ideiglenes állapotvédelme érdekében számos környezeti paramétere vonatkozóan minimális követelmény meghatározása szükséges. A külső és belső munkáknál egyaránt szükséges lehet pl. a légállapot jellemzők előírása.

A leggyakoribb légállapot jellemzők az alábbiak:

- léghőmérséklet

- légáramlás
- páratartalom
- légcseres szám
- porkoncentráció

A technológiák eltérő mértékben érzékenyek a környezeti viszonyokra, és sok esetben a technológiai leírások sem utalnak az optimális légállapot körülményekre.

*példa: a homlokzati vakoló és színező anyagoknál általában a fagymentesség azaz +5C feletti lég és felületi hőmérséklet biztosítása szükséges. A gyakorlatban azonban számos más tényező pl. erős felmelegedés, hirtelen hőmérsékletváltozás, erős napsütés a felületen, stb. is jelentősen befolyásolja a technológia eredményességét.*

Az egyes technológiák anyaghasználata során is eltérő kivitelezési körülmények adódhatnak.

*példa: meleg napos időben, vagy napsütötte felületeken a porózus anyagszerkezetű falazó anyagok esetén a habarcs kiszáradása könnyen előfordulhat, míg kisméretű tömör téglák esetében a nedvességtartó képesség megnövekszik.*

A technológiai feltételek tekintetében a légállapot jellemzők mellett fontosak az időjárási viszonyok is. Az időjárás természetesen részben visszavezethető a légállapot jellemzőkre (pl. léghőmérséklet, páratartalom, stb.) melyre vonatkozóan a fentiekben leírtak érvényesek.

Az időjárási körülmények azonban más jellemzőkben is korlátozhatják a technológia eredményességét, melyek a következők:

- szélsébség
- csapadékviszonyok
- jegesedés

A légállapot és időjárási tényezők tekintetében nemcsak a munkavégzés aktuális körülményeit kell figyelembe venni, hanem a technológiát megelőző és azt követő időszakokra is ki kell terjeszteni a technológia adottságainak megfelelően.

*példa:kültéri szerkezeti betonozás esetén a beton kötési ideje (1-12 óra) alatt különösen érzékeny a hőmérsékleti és időjárási viszonyokra, és a szilárdulási időszak (28 napos szilárdulási idő) alatt is a körülmények nagymértékben meghatározzák a betonszerkezet végleges minőségét.*

A munkavégzést megelőző időjárási viszonyok is befolyásolhatják a technológia lefolyását.

*példa: erős csapadékos megelőző időszakban a már elkészült aljzatok nedvesség tartalma megnövekedik. Így a kapcsolódó lapburkolatok készítése során a ragasztókeverék készítésénél ezt figyelembe kell venni, mivel a lágy konzisztenciájú ragasztó hosszabb szilárdulási időt igényel, és a burkolólapok beállítása is nehezebb.*

A technológiai útmutatók általában a kivitelezést kizáró körülményeket, feltételeket adják meg. A gyakorlat során azonban számos légállapot és időjárási tényező is meghatározhatja a munkavégzés hatékonyságát és eredményességét.

## KÖRNYEZETVÉDELEM

A helyszíni organizációs feladatok egyik fontos területe a környezetvédelem. Ennek lényege, hogy az építés közben a környezeti károkat, hatásokat minimalizálni lehessen, illetve a vonatkozó jogszabályok betartását biztosítani lehessen. A környezetvédelem területén a jogszabályi háttér általában erősebb kötöttségeket jelent, mint a technológiai szabályok. Ezért az organizációnál nemcsak a szakma szabályait, hanem az adott területen érvényes környezetvédelmi jogszabályokat is meg kell keresni. Magyarországon is az elmúlt 10 évben sokat változtak, alapvetően szigorodtak a környezetvédelmi előírások. Számos bejelentési és eljárási kötelezettség jött létre, melyet a kivitelezés során el kell végezni.

Az építés alatt az építéshelyi környezetvédelmi kérdések ma már értékelési részévé vált a nemzetközi „zöld” minősítési rendszereknek, mint a BREEM, vagy a LEED. Ezért a környezetvédelmi intézkedések betartása mellett előtérbe került annak szigorú dokumentálása is.

A legfontosabb környezetvédelmi témák az építéshelyszíni organizáció területén az alábbiak:

### HULLADÉKGAZDÁLKODÁS

Az építés során jelentős mennyiségű építési hulladék keletkezik. A jogszabályok alapján az építési hulladék kezelése, szállítása, tárolása megfelelő engedélyezési eljáráshoz kötött, azaz arra jogosult szakvállalkozások végezhetik. Így az organizációs feladatok nagymértékben meghatározóak az által, hogy az adott építési körzetben milyen vállalkozások rendelkeznek a szükséges jogosultságokkal és azok milyen szállítási és tárolási kapacitással rendelkeznek.

Az építéshelyi hulladéktárolás általában hulladéktároló konténerekben (zárt vagy felül nyitott) történik. Az építési hulladékot lehet *ömlesztve* (vegyes építési hulladék) vagy *szelektív* módon tárolni és gyűjteni. A mai követelmények egyértelműen a helyszíni szelektív építési hulladék gyűjtés és tárolás irányába fejlődnek. A szelektív gyűjtők elősegítik a hatékony újrahasznosítást és akár bevételeket is jelenthetnek.

*példa: a fém hulladékok, különösen a fedéseknél és bádogos munkáknál használatos réz lemezek felvásárlási ára nagyon magas. Hasonlóan célszerű például az építési termékek csomagolásához használt műanyag vagy papírhulladékot is szelektív gyűjteni.*

A helyszínen keletkezett és elszállított hulladék mennyiségét folyamatosan dokumentálni kell melyhez a jogszabály külön nyomtatványt is biztosít. (*hulladékgazdálkodási lap*)

Jelentős problémát okoz a betonozás során felmerülő betonhulladékok tárolása és kezelése. Ezek jelentős mértékben a betonszivattyúk leürítésénél keletkeznek. A szivattyúk méretéből adódóan ez akár igen jelentős napi mennyiség is lehet, melyre vonatkozóan a helyszínen ürítő helyeket kell kijelölni, kialakítani.

Előfordulhat, hogy a munkaterületen veszélyes hulladék is keletkezik. Ezek főként az építési gépek használatához kapcsolódnak, mint jármű olaj, gépolaj, hidraulika olaj, stb. Ilyen esetben erre külön intézkedési tervet kell készíteni, és azt az organizációs tervezés során ki kell dolgozni.

### ZAJVÉDELEM

A helyszíni kivitelezési munkák során alkalmazott gépek – különösen a bontáshoz, vágáshoz, daraboláshoz használatos gépek, eszközök – jelentős zajforrást jelentenek. A magas zajszint nemcsak a dolgozók egészségügyi biztonságára veszélyes, hanem a környezetben élő emberek és állatok számára is zavaró sőt akár veszélyes is lehet. Így az organizáció során szükséges a munkahely zajvédelmi terveinek elkészítése, a keletkező zajforrások feltárása, és a zajcsökkentési intézkedések kidolgozása és végrehajtása.

A hazai jogszabályok is tartalmazzák a munkahelyi zajterhelésre vonatkozó előírásokat. Az előírások az egyes kategóriákban meghatározzák a maximális építési zajszintet, melynek eleget kell tenni. Sajnos azt a gyakorlat, hogy a kivitelezés helyén – a folyamatos zajszint ellenőrzés hiánya miatt is – időnként jelentősen meghaladja a zajszint az előírt mértéket. Mivel a „tettenérés” szinte minimális, ezért a kivitelezést végző vállalkozások közvetlenül nem érdekeltek a zajszint csökkentésében, főként ha az jelentős többletköltségeket okoz.

A zajvédelem területén az építéshelyi organizáció két eltérő jellegű intézkedési irányt dolgozhat ki.

1. preventív/megelőző jellegű intézkedések, mely során az alkalmazott technológiák nem indokolják a magas zajkibocsátású gépek alkalmazását. A leggyakoribb ilyen az előregyártás, termék előkészítés ahol a vágás darabolás, csiszolás magas zajszintű tevékenységek egy másik telephelyen folynak. Szintén a preventív intézkedés keretében javasolhatunk alacsonyabb zajkibocsátású gépek pl. betonpumpa alkalmazását, bár e tekintetben a választék erősen korlátozott. Sok esetben egyszerű, kisebb javítások pl. elkopott forgó alkatrészek cseréje a betonkeverőben is megoldhatja az aktuális zajszint csökkentésének kérdését.

A kivitelezésben a leggyakoribb preventív eszköz a munkaidő korlátozás, azaz a nagy zajszintet jelentő építési tevékenységeket hétköznapi, nappali időben végzik, amikor az előírt határértékek is kedvezőbbek. Célszerű a hétvégi és az esti/éjszakai munkavégzés kerülése, így akár normál eszközhasználat mellett is lehetséges a határértékek betartása.

2. aktív intézkedésekre akkor kerül sor, ha a preventív javaslatok nem hoznak megfelelő eredményt. Ilyenkor a zajforrás körül vételére, azaz hanggátló falak, földemek ideiglenes megépítésére van

lehetőség. A lokálisan elhatárolás azonban többletkölségként is megjelenik. Továbbá korlátozza a munkahely megközelítését, az anyagszállítást vagy éppen a friss levegő utánpótlást. A lehatárolt munkateretek szellőzését is külön biztosítani kell, és azt módon, hogy ne jusson ki a zajszennyezés.

A zajvédelmi intézkedések az organizáció fontos kockázati részét is képezik, hiszen jogszabálysértés esetén súlyos bírságok kiszabása vagy akár az építés leállítása is bekövetkezhet. Így fokozott körültekintéssel kell kidolgozni a helyszíni organizáció ezen munkarészét.

## VÍZVÉDELEM

A helyszíni organizáció környezetvédelmi intézkedéseihez tartozik a vízvédelem ügye. A vízvédelem területén két területet kell vizsgálni:

- Az építési helyszín meglévő vízbázisainak védelme.  
Ez a kialakított felvonulási területen, illetve annak közvetlen környezetében levő vizek védelmét jelenti. Különös jelentősége van a vízvédelemnek, amennyiben az alapozási munkák esetleg magas talajvíz vagy rétegvíz jelenléte mellett végezhető. Így szükséges lehet a víztelenítés alkalmazása, azaz közvetlen kapcsolatba kerülnek az építési helyszínen a talajvízzel. A víztelenítés egyik legfontosabb megoldandó problémája a szivattyúzott víz elvezetése, mivel sok esetben a közcsatorna hálózatba vezetés nem engedélyezett.
- Az építési helyszínen keletkező szennyvizek kezelése  
Ez általában az egyszerűbb organizációs feladatok közé tartozik. A kivitelezés során általában kommunális jellegű szennyvizek keletkeznek, azok is elsősorban a dolgozói wc és zuhanyzó blokkok használatából adódóan. Ma már korszerű, e célra kiépített vizes blokkokat/konténereket használunk az építési helyszínen. Ezek zárt szennyvíztartállyal rendelkeznek, és azok ürítése gépi szőzökkel zárt eljárásban megoldott.

## 7.6 TECHNOLÓGIAI MUNKAFELTÉTELEK (MUNKABIZTONSÁG, MUNKAVÉDELEM)

A technológiai folyamatok végrehajtása során számos veszélyforrás adódhat a munka során érintettek kockázatára. A kockázatok csökkentése és a balesetveszélyek elhárítása érdekében a technológia alkalmazás feltételeihez hozzá tartozik a felmerülő munkavédelmi, balesetvédelmi feltételek biztosítása is.

A *technológia függő* intézkedések arra vonatkoznak, ahol az adott technológia alkalmazása közvetlen veszélyforrást eredményez. Az ilyen intézkedési területek általában az alábbiak:

- emberi testrészek védelme (kéziszerszámok, szúrt, vágott sebek, védőszemüveg használata)
- megfelelő légállapot biztosítása (káros gázok elvezetése, levegő portartalom, szellőzés)

A munkabiztonsági intézkedések egy része az általános intézkedési körbe tartozik, azaz *nem technológia függő* intézkedések.

Ilyen intézkedések általában az alábbi munkabiztonsági intézkedéseket jelentik:

- építési helyszín biztonsági kialakítása (munkavédelmi eszközök tárolása)
- leesés elleni védelem (korlátok, lefedések, védőtetők)
- tűzbiztonság (veszélyes, gyúlékony anyagok tárolása, kezelése)

A technológia függő és nem technológia függő intézkedések szétválasztása azért is célszerű, mert egyértelműen meghatározható az intézkedő szervezet (fő vagy alvállalkozó) intézkedési és felelősségi köre is. Ez nagymértékben javítja az építéshelyi biztonságot és munkabiztonsági szervezettséget.