



EURÓPAI UNIÓ  
STRUKTURÁLIS ALAPOK



# SZERKEZETEK SZERELÉSÉNEK SZERVEZÉSE

BMEPEKASD5 segédlet a BME Építőmérnöki Kar hallgatói részére

*„Az építész- és az építőmérnök képzés szerkezeti és tartalmi fejlesztése”*

# **SZERKEZETEK SZERELÉSÉNEK SZERVEZÉSE**

## **[BMEEPEKASD5]**

### **ELŐADÁSOK**

1. Az építési szerkezetek fejlődése, előregyártás
2. Építési szerkezetek felbontásának szempontjai, előregyártott elemek kapcsolatainak kialakítása,
3. Szerkezeti elemek megfogása, emelési segéd szerkezetek.
4. Szerkezetek szállítása, tárolása, az építési helyszín berendezése
5. Szerelési sorrend és építési terület kölcsönhatása.
6. Az egyes elemek beemelésével kapcsolatos teendők
7. A szereléstechológiai műszaki leírás

### **GYAKORLATOK**

1. A félév ismertetése, feladat kiadás
2. Az épület szerkezeti-szerelési egységei
3. Elem-konzignáció – Konzultáció
4. Az egyes szerkezeti elem típusokhoz használatos himbák, emelési segéd szerkezetek, darukiválasztás
5. Elemfektetési terv készítése
6. A szerelési sorrend meghatározása
7. Elemfektetési terv - Konzultáció
8. Az emelés gépi berendezéseinek helyzete különböző szerkezeti elemek esetén
9. Az egyes szerkezeti elemek beemelése
10. Szerelési sorrendterv - Konzultáció
11. Az építési munkahely megtervezése (úthálózat, depóniák, daruk, letalpalási helyek)
12. A szereléstechológiai műszaki leírás fejezetei, tartalmi követelményei
13. Kompletálás, feladat beadás előkészítése - Konzultáció
14. Feladat beadás (konzultáció)

A tantárgy tanulmányi követelményei, az aktuális félév időbeosztása, az előadások óravázlatai, a féléves feladatlap, és a feladat elkészítésének segédletei, az egyéni kijelöléshez tartozó információk az Építéskivitelezési Tanszék honlapjáról ([www.ekt.bme.hu](http://www.ekt.bme.hu)) letölthetők.

Budapest, 2007. november 25.

Poles János tárgyelőadó

Sátori Sándor tárgyelőadó

## Szerkezetek vizsgálata, és a csomópontok kialakítása

Előregyártott beton-, vasbeton vagy feszített szerkezeteknek tekinthetők az épületeknek, mélyépítési, vízepítési vagy közlekedésépítési létesítményeknek azok a szerkezeti részei, amelyeket gyárban telepített üzemben vagy az építkezés helyszínén állítanak elő, és amelyeket a beton részleges vagy teljes megszilárdulása után építenek be végleges rendeltetési helyükre. Anyag és technológia szerint beszélhetünk beton-, vasbeton és feszítettbeton szerkezetekről, a gyártási mód szerint pedig lehet helyszíni, poligon, segédüzemi és üzemi.

Az előregyártás előnyei a hagyományos, monolitikus építési módhoz a következők: jobb, egyenletesebb minőség, az időjárás és talajviszonyoktól való nagyobb függetlenség, zsákolási és állványozási munka megtakarítása, nagyobb termelékenység.

Mindezzel szemben áll az előregyártási technológiák nagyobb beruházási igénye, a gyártási és szerelési folyamatok nagyobb bonyolultsági foka, eszköz- és energiaszükséglete, és a helyszíni kapcsolatok kialakításával járó tervezési és kivitelezési munkatöbblet.

A tervezőirodák jelentős része az előregyártott szerkezetek megkövetelte szereléstechológiai terveket csak nagy nehézségek árán tudják elkészíteni. A kivitelezők sem képesek maradéktalanul megbirkózni az általuk szerelt építmények szereléstechológiai terveinek elkészítésével, mivel elsődleges feladatuk az építés, és nem a tervezés.

Ezért tartom fontosnak jelen tárgyat, ahol igyekszem némi instrukciót adni az előregyártott szerkezetekkel történő építésnél figyelembe veendő tényezőkről a gyártás folyamatától végig az építés befejezéséig.

Az előregyártott vasbeton szerkezetek „versenyképesek” mind az acél, mind a korszerű ragasztott faszerkezetekkel. Mindhárom szerkezet esetében a kivitelezéshez hasonló, vagy azonos feladatokat kell elvégezni, hasonló vagy azonos vizsgálatokat kell elvégezni. Ezek a következők (egyben a tárgy keretében ezeket a fejezeteket fogjuk egymás után tárgyalni):

- szerkezetvizsgálat
- kapcsolatok kialakítása
- szerkezeti elemek megfogása
- emelési segéd szerkezetek
- szerkezetek szállítása
- emelőgépek kiválasztása
- szerelési sorrend meghatározása
- szerkezetek beemelése

## A szerkezetek vizsgálata

### A szerkezetek osztályozása:

A szerkezetek alakja szerint lehet:

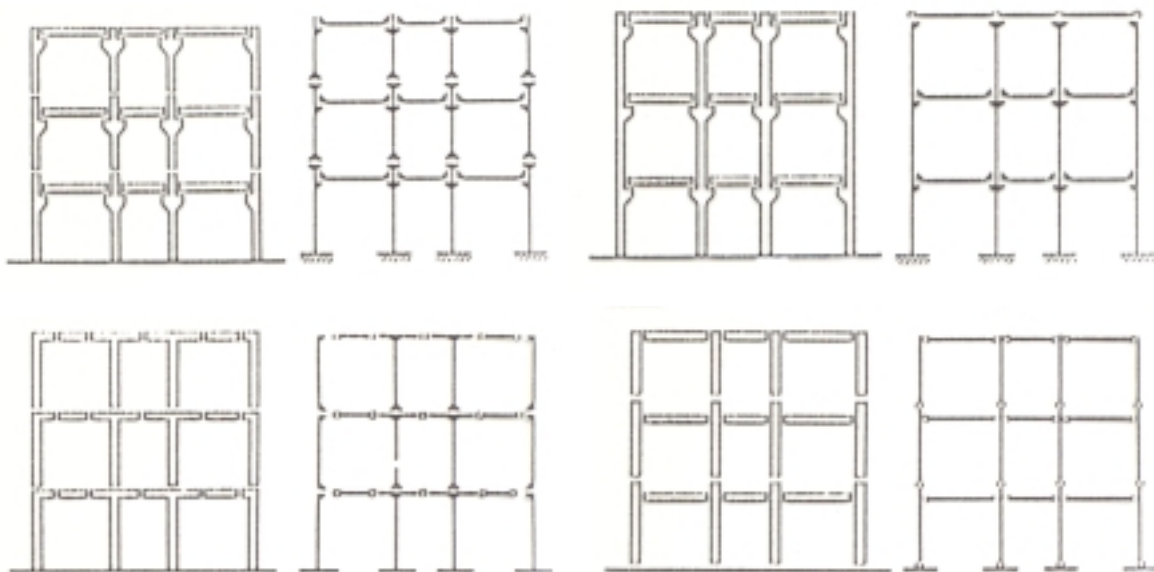
- rúd
- lap
- tömb

Gyártás, szerelés közben bármilyen összetett szerkezeti rendszer kialakítható ebből a három alapelemből.

Az építményben elfoglalt helyük szerint lehetnek alapok, pillérek, gerendák, födémek, falak vagy térelemek. (térbeli rácsos tartó, térelemek)

### Szerkezetek felbontása:

A statikus tervező a tervezés kezdeti szakaszában még csak a létesítmény statikai vázát ismeri, amely a gyártás, a szállítás és a szerelés igényeinek megfelelően többféleképpen alakíthatók ki.



A többféle felbontási lehetőségéből látszik, hogy az össz szerkezetet érintő statikai megfontolások nem lehetnek mértékadók a szerkezet felbontásánál. A tervezőnek figyelembe kell vennie a gyárthatóság, szállíthatóság (gyártómű helye, szállítási lehetőségek, útvonalak), szerelhetőség feltételeit. Ezek minden esetben az építendő létesítmény helyétől, megközelíthetőségétől függ. Általános elvként kimondható, hogy törekedni kell a csomópontok számának csökkentésére. Ennek megfelelően első kérdés, hogy gyártható-, szállítható- szerelhető-e a szerkezet gazdaságosan felbontás nélkül, és ha nem akkor hány darabra és milyen módon kell feltétlenül felbontani.

*Statikai szempontok:*

A szerkezetek felbonthatók csomópontoknál, nyomatéki nullpontoknál, vagy keretként kezelve, de a gyártási és szállítási lehetőségek jelentős hatással lehetnek a tervező döntésére.

Nyomatéki nullpontoknál bontott szerkezet elemeire jellemző a bonyolult forma, aszimmetria, nagy helyigény, egyszerű csomóponti kapcsolat. Szállításuk nehézkes, szerelésnél sok bonyolult segédszerkezetre van szükség.

Szerkezeti csomópontoknál bontott szerkezeteknél egyszerű elemeket kapunk, ami könnyebb gyártást, szállítást, szerelést eredményez. Hátrányuk a bonyolultabb, nyomatékviselő csomóponti kialakítás, ami időigényesebb. (ennek ellenére ez a leggazdaságosabb megoldás)

Keretekre való bontás esetén előny az elemek csekély száma, de az elemek mérete hatalmas, súlyuk jelentős, ezért szinte kizárólag helyszíni előregyártás esetén alkalmazhatóak.

*Gyárthatóság:*

A tervezőnek meg kell vizsgálnia, hogy a felbontás után kapott elemek alkalmasak-e a gyártásra. Figyelembe kell venni a geometriai méretüket, térbeli elhelyezkedésüket. Ezen kívül, amennyiben lehet, a gyártómű paramétereit is figyelembe kell venni.

*Az elemek szállíthatósága:*

Az elemek szállíthatóságát elsősorban a geometriai méreteik, a súlyuk és a statikai adataik határozzák meg. Az elemek geometriai méretét a rendelkezésre álló szállítóeszközök, emelőgépek, út, híd és vasúti úrszelvények, valamint az út vízszintes és függőleges vonalvezetése korlátozhatják.

Az elemek szállítás és rakodás közben a végleges beépítéstől eltérő igénybevételeket kaphatnak, ezeket szintén figyelembe kell venni a tervezésnél, a szerkezet elemekre bontásánál.

**A szerkezetek csomópontjainak kialakítása:**

A szerkezet felbontása után alakul ki a végleges statikai váz, melyből megállapítható a kapcsolatok helye, és jellege (csuklós, merev). Ezután a statikus tervező (szorosan együttműködve a társtervezőkkel – építész, gépész, akusztikus) megtervezi a szerkezeti elemeket, ezen belül külön gondot fordítva a kapcsolatok kialakítására. Ha a kapcsolatoknak épületfizikai és esztétikai igényeket is ki kell elégíteni, akkor a társtervezők feladata is jelentős a kapcsolatok kialakításában.

A kapcsolatokkal szemben támasztott követelmények négy fő csoportba sorolhatóak:

- erőtani (erőátadás, elmozdulás, elfordulás, időállóság)
- építészeti (épületfizikai – hő, pára, víz elleni védelem, akusztika, légtechnika; esztétikai)
- kivitelezési
- gazdaságossági

A felsorolt tényezők egymással nagyon szoros kölcsönhatásban vannak, így a tervezés során igyekezni kell minden szempont optimális kielégítését.

A szerkezeti kapcsolatok kialakításával szemben az építéstechnológia a következő követelményeket támasztja:

- Tegyük lehetővé az egyszerű szerelést, vagyis az emelő berendezésekre az elem beemelése után ne legyen szükség, és a kapcsolat szerelési, illetve üzemi terheléssel rövid időn belül terhelhető legyen.
- A kísérő helyszíni munkafolyamatok mértéke minimális, és az építéshelyi felkészültségnek megfelelő legyen.
- Az elemek végein ne legyen szükség különleges szerkezeti vagy technológiai kialakításra és egyedi- nem csereszabatos kapcsolóelemekre.
- A kapcsolat legyen ellenőrizhető mind az építés, mind üzemelés közben.
- A kapcsolat tegye lehetővé a gyártási és szerelési tűrések határain belül, valamint az előregyártott elemek és a helyszínen készített szerkezetek között fennálló méretkülönbségek kiegyenlítését.
- A kapcsolat kialakítását az időjárás ne befolyásolja.

Az alkalmazott kapcsolatok kialakítása során az alábbi jellemző műveletek kerülnek elvégzésre:

- alátámasztó állványozás
- függesztett állványozás
- munkaszint képzés
- megtámasztó szerkezet felszerelése
- kihorgonyzó szerkezet felszerelése
- szerelőkosaras kocsi alkalmazása
- segédaru alkalmazása
- beszabás
- hegesztés
- csavarozás
- szegecselés
- szerelő tüskézés
- betonozás
- habarcskiöntés
- habarcssterítés
- ragasztás
- alátét elhelyezés

- függőleges szintbeállítás
- vízszintes beállítás

Akkor lett jól kialakítva a kapcsolat, ha az előzőekben felsorolt folyamatok közül csak minimálisra van szükség.

## Előregyártott elemek kapcsolati típusai

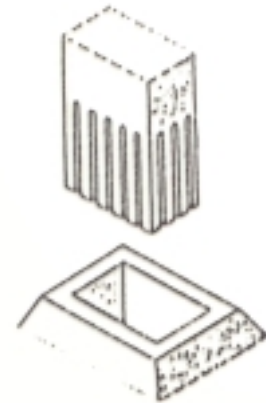
(Előnyök, és hátrányok felsorolásával)

### Alap és pillérkapcsolat:

#### *Kehely kapcsolat:*

*Előnyök:* egyszerű gyártás, olcsó kivitelezhetőség, kevésfajta anyag szükséges, alacsony szakképzettségi igény

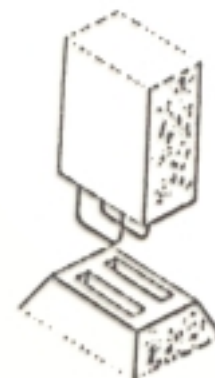
*Hátrányok:* a nedves kapcsolat nem terhelhető azonnal, télen nehézkes a készítése, a kibetonozás minősége bizonytalan, nehézkes a vízszintes-, és függőleges beállítás



#### *Hurkos kapcsolat:*

*Előnyök:* olcsó kivitelezhetőség, kevésfajta anyag szükséges, alacsony szakképzettségi igény

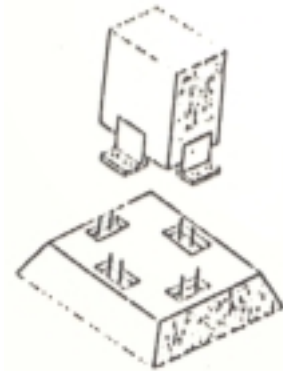
*Hátrányok:* a nedves kapcsolat nem terhelhető azonnal, télen nehézkes a készítése, a kibetonozás minősége bizonytalan, nehézkes a vízszintes-, és függőleges beállítás, nehézkes gyártás a hurkok miatt, szállítás, tárolás közben deformálódhatnak a hurkok.



*Lehorgonyzócsavaros kapcsolat:*

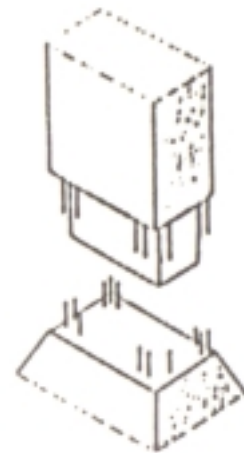
*Előnyök:* gyors és száraz szerelés, kitámasztást nem igényel, vízszintes és függőleges beállítás egyszerű, azonnal terhelhető

*Hátrányok:* az oszlop gyártása nehézkes, gyártási pontatlanság a csavarlyukaknál gondot okozhat, sérülékenyek a csavarszárak, speciális szerelvényeket igényel, korrózióvédelem szükséges

*Hegesztett vagy karmantyús kapcsolat:*

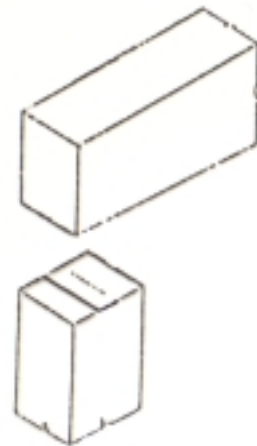
*Előnyök:* gyors és száraz szerelés, kitámasztást nem igényel, azonnal terhelhető

*Hátrányok:* az oszlop, és az alap gyártása nehézkes, speciális szerelvényeket igényel, a hegesztés munkaigényes, különleges szakképzettséget igényel, az összeillesztésnél a szerelvények gyártási pontatlanság miatt nem mindig esnek egybe

**Pillér és gerenda kapcsolata:***Neoprén sarura felfekvő gerenda:*

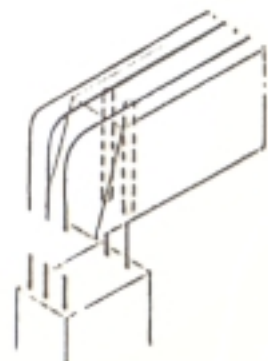
*Előnyök:* egyszerű, könnyen előállítható, különleges szakmunkát nem igényel, gyorsan szerelhető, időjárástól nem függ

*Hátrányok:* a gerendát elmozdulás ellen biztosítani kell, hegesztés a saru mellett nem végezhető

*Hegesztett nedves kapcsolat:*

*Előnyök:* különleges szerelvényt nem igényel, gyors elhelyezhetőség

*Hátrányok:* a gerenda zsaluzása bonyolult, a gerendát ledőlés ellen biztosítani kell, utólagos kibetonozás szükséges, jelentős szakmunkás igényű, időjárásfüggő

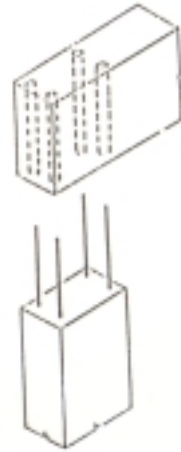




**Csavarozott kapcsolat:**

*Előnyök:* egyszerű gyártás, gyors, könnyű elhelyezés, lebillenési veszély nincs, kevés szakmunkásigény, azonnal terhelhető

*Hátrányok:* a szerelvények szállítás és szerelés közben sérülékenyek, a csavarszárak és csavarlyukak eltérő helyen lehetnek, a csavarlyukak eltömődhetnek, a csavarszárak túlfeszítés esetén elpattanhatnak

**Vasbeton oszlop toldása:***Hegesztett kapcsolat:*

*Előnyök:* egyszerű gyártás, olcsó és nem sérülékeny szerelvény, gyors egymásra helyezhetőség

*Hátrányok:* az oszlopot biztosítani kell eldőlés ellen, hegesztő szakmunkást igényel

*Csavaros kapcsolat:*

*Előnyök:* gyors és száraz szerelés, kitámasztást nem igényel, vízszintes és függőleges beállítás egyszerű, azonnal terhelhető

*Hátrányok:* az oszlop gyártása nehézkes, gyártási pontatlanság a csavarlyukaknál gondot okozhat, sérülékenyek a csavarszárak, speciális szerelvényeket igényel, korrózióvédelem szükséges

**Szerkezeti elemek megfogása**

A gyártás, rakodás és szerelés közben szükségessé válik az elemek mozgatása. A mozgatás történhet kézi vagy gépi úton. A kézzel való mozgatás csak kis és könnyű szerkezeteknél alkalmazható. Nagyobb szerkezeti elemek esetében csak gépi mozgatás valósítható meg. Ebben az esetben azonban szükség van az emelőgép, és a szerkezeti elem közé egy olyan segédszerkezet (himba), amire az elem ráerősíthető. A szerkezeti elemek rögzítése a himbákra az elemek megfogási pontján, vagy pontjain történik.

A szerkezettervezés során – figyelembe véve az elemmozgatás, és a szerelés technológiáját – meg kell oldani az elemek megfogási módját.

A megfogások kialakításával szemben támasztott követelmények két alapvető csoportba sorolhatók:

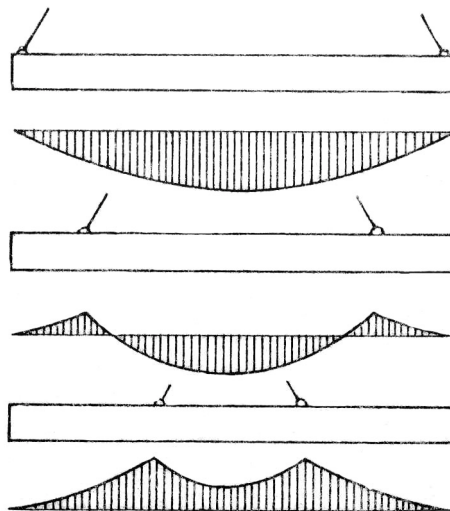
- erőtani követelmények;
- technológiai követelmények.

### Erőtani követelmények:

Statikai szempontból általános követelmény, hogy a szerkezet mozgás közben ne szenvedjen károsodást. Ennek érdekében a tervezőknek a megfogásra olyan kialakítást kell terveznie, hogy az a szerkezet mozgatása közben biztosítsa annak stabilitását. Az első és legfontosabb lépés a megfogási hely jó megválasztása.

A megfogási hely statikai vizsgálatánál kiindulási feltétel, hogy a szerkezet emelhető-e olyan körülmények között, hogy a fellépő igénybevételek azonosak, vagy hasonlóak legyenek a véglegesen beépített szerkezetben fellépő igénybevétellel. Ez csak nagyon kevés esetben elégíthető ki. (rövid kéttámaszú tartó esetén)

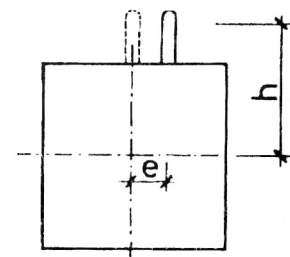
A technológiai igények megkövetelik a megfogási pontok egymáshoz minél közelebbi elhelyezkedését, így ennek kielégítésével a szerkezetre emelés közben ható igénybevételek módosulnak. A tervezőnek vizsgálni kell a megfogási pont megválasztásánál, hogy a fellépő igénybevételek ne lépjenek túl a megengedett határ-igénybevételeket. Amennyiben ez elkerülhetetlen, úgy a többlet igénybevételek felvételéről gondoskodni kell.



A megfogási pont elhelyezhető a szerkezet súlypontja felett, súlypontjában, illetve a súlypontja alatt. Kifordulás szempontjából a súlypont feletti megfogás a legbiztonságosabb. Súlypont alatti megfogás esetében az elemet kifordulás ellen biztosítani szükséges.

A kifordulás veszélyét növelik – súlypont közeli megfogás esetén – a gyártási, vagy összeszerelési pontatlanságokból származó deformálódások.

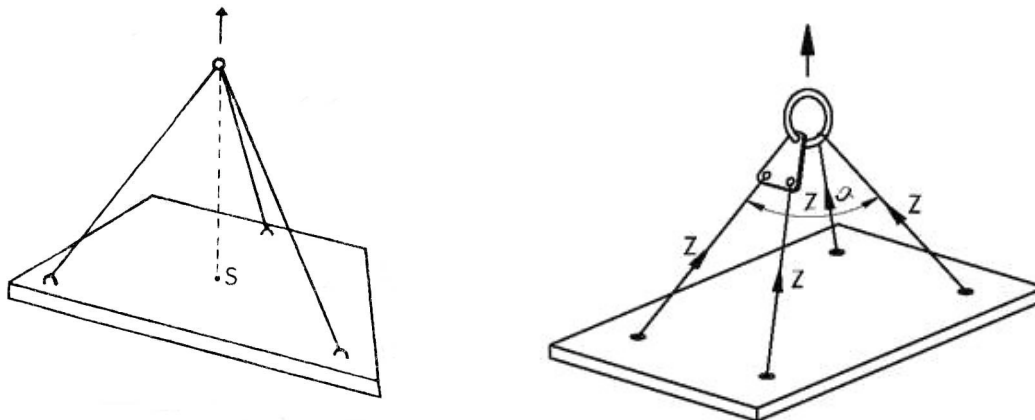
Ilyen hiba a szerkezeti elemek tengelyének görbültsége (kardosodása), valamint csavarodottsága. A kardosodásnál, és a csavarodottságnál a megfogási pont függőlegesétől a súlypontja eltolódik,



és emelés közben a megfogási pont körül kifordul. A szerkezeti elem kibillenését okozhatja a megfogási pontok súlypontból való eltolódása is. (ez is gyártási pontatlanságnak tekinthető) Ez a fajta kibillenés veszélye az alacsonyabb, zömökebb tartókra jellemző. A magasabb, felső övükben megfogott tartókra ez nem jellemző.

A magasabb tartók a kibicsaklásra érzékenyek, mivel inerciájuk az egyik irányban nem számottevő. Kibicsaklás bekövetkezhet a már említett gyártási pontatlanságból, vagy az emelőerő ferdeségéből. Ez utóbbi az egyszerűbb, és leggyakrabban használt kötél szerkezetű himbáknál lép fel. A horizontális erő nagyságát a kötélen fellépő erő, és a kötélen ferdesége határozza meg. Mivel a kötélerő függvénye a ferdeségnek, így elsődlegesen a kötélen vízszintessel bezárt szöge a meghatározó. Ezen a kötélen hosszával szabályozható, de korlátozhatja az emelőgép horogmagassága. A tervező feladata, hogy megtalálja a kompromisszumot az emelőgép horogmagassága, illetve a még gazdaságosan alkalmazható daruk horogmagassága között. Az egyik lehetséges megoldás a megfogási pontok közelebb hozása. Ekkor a szerkezetre ható emelés közbeni igénybevételek méretezni kell az elemet. A külpontosság csökkentése érdekében a megfogási pontot ferde kötelek alkalmazása esetén a súlypont közelébe kívánatos elhelyezni, egyben a szerkezetet kibillenés ellen biztosítani szükséges.

A vízszintes helyzetben emelt lapszerű elemek a kis szerkezeti magasságuk miatt nagyon érzékenyek kibillenésre, ezért ilyen esetekben többpontos megfogás alkalmazása szükséges. Statikai szempontból a hárompontos megfogás a legalkalmasabb, mert így speciális szerkezet alkalmazása nélkül a terhelés könnyen átadható az emelési segéd szerkezetnek. Hárompontos megfogás általában szabálytalan alakú lemezszerkezetek esetében alkalmazható. A leggyakrabban tervezett lemezek alakja derékszögű négyszög. Az ilyen lemezeknél használatos megfogási pontok száma négy. Ennek hátránya, hogy a négy megfogási pont kezdetben csak három ponton adja át a terhelést a megfogó szerkezetnek, és csak a lemez alakváltozása után kezd működni a negyedik megfogási pont. Kényesebb szerkezetek esetében ez a lemez tönkremeneteléhez is vezethet. Ezért olyan kiegyenlítő megfogó szerkezet kialakítása szükséges, amely ezt a károsodást kiküszöböli.



### Technológiai követelmények:

A megfogási pontok kialakításának általános technológiai követelménye, hogy biztosítsa a megfogó szerkezet könnyű és gyors, valamint biztonságos fel- és leszerelését.

A gyártás kis anyag- és munkaigényű, a szerkezet egyszerű kialakítású legyen, és ne igényeljen magasabb szakképzettségű munkaerőt. A megfogási pontok száma a statikai szempontokat is figyelembe véve a lehető legkevesebb legyen. Vasbeton szerkezeti elemek esetében a

megfogási pontok kiképzése olyan legyen, hogy a sablonok egyszerű kialakítását tegye lehetővé.

Az elem mozgatása, és tárolása közben a megfogó fül ne legyen sérülékeny, ne zavarja a tárolást.

A megfogási pontok lehetőleg azonosak legyenek a gyártás, a rakodás, és a szerelés közben. Amennyiben ettől el kell térni, úgy az egyes megfogási pontokat egymástól eltérő kialakítással kell megtervezni, hogy a szállítás, anyagmozgatás közben ne lehessen azokat összecserelni.

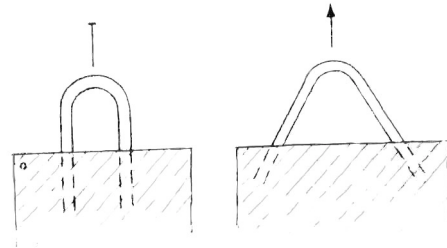
Fontos szempont még, hogy a megfogási pont olyan kialakítású legyen, hogy ne zavarja a szerelési műveletet, illetve ne akadályozza a szerelés utáni munkákat.

### A megfogási pontok kialakítása:

*Kiálló fül:*

*Előnyök:* Egyszerű szerkezet, kevés anyag- és munkaigény, a himba gyors fel- és leszerelhetősége.

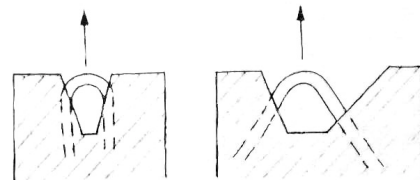
*Hátrányok:* Az anyagmozgatásnál és szerelésnél gátolja a munkát, sérülékeny, szerelés utáni eltávolítása nehézkes, a gyártásnál a sablonkészítés bonyolult.



*Süllyesztett fül:*

*Előnyök:* egyszerű szerkezet, kevés anyag- és munkaigény, himba gyors fel- és leszerelhetősége, nem sérülékeny, tárolást, szerelést nem zavarja

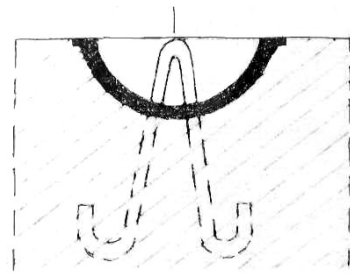
*Hátrányok:* a fészek kialakításához betét szükséges



*Süllyesztett fül műanyag betéttel:*

*Előnyök:* egyszerű szerkezet, kevés anyag- és munkaigény, himba gyors fel- és leszerelhetősége, nem sérülékeny, tárolást, szerelést nem zavarja

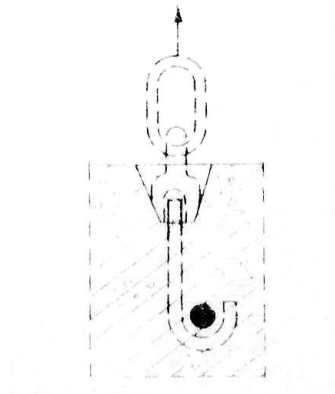
*Hátrányok:* Tömeggyártásnál használható, mivel a különböző méretű fülek eltérő méretű műanyag betéteket igényelnek.



*Süllyesztett csavarszár:*

*Előnyök:* egyszerű szerkezet, kevés anyag- és munkaigény, himba gyors fel- és leszerelhetősége, kisebb süllyesztési fészkek, vékonyfalú lemezszerkezeteknél is használható

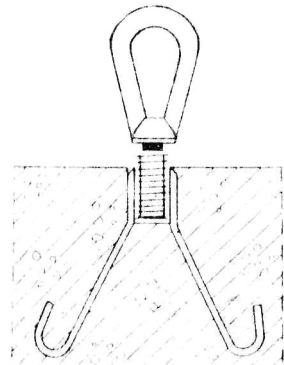
*Hátrányok:* A himba és a csavarszár közé speciális elem alkalmazása szükséges, melynek felerősítése időigényes, gyártása gondos munkát igényel. A menet védelméről gondoskodni kell.



*Süllyesztett csavar:*

*Előnyök:* egyszerű szerkezet, kevés anyag- és munkaigény, himba gyors fel- és leszerelhetősége, nincs süllyesztési fészkek, vékonyfalú lemezszerkezeteknél is használható

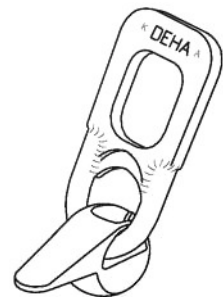
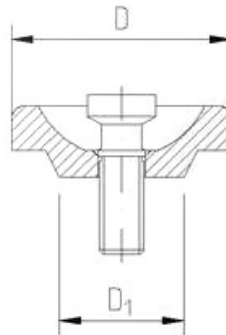
*Hátrányok:* A himba és a csavarszár közé speciális elem alkalmazása szükséges, melynek felerősítése időigényes, gyártása gondos munkát igényel. A menet védelméről gondoskodni kell.



*DEHA-1:*

*Előnyök:* egyszerű szerkezet, kevés anyag- és munkaigény, himba gyors fel- és leszerelhetősége, vékonyfalú lemezszerkezeteknél is használható

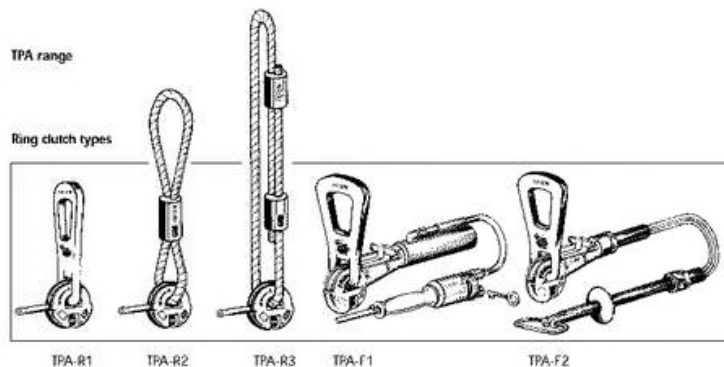
*Hátrányok:* a himba és a csavarszár közé speciális elem alkalmazása szükséges, melynek gyártása gondos munkát igényel



*DEHA-2:*

*Előnyök:* egyszerű szerkezet, kevés anyag- és munkaigény, himba gyors fel- és leszerelhetősége, vékonyfalú lemezszerkezeteknél is használható

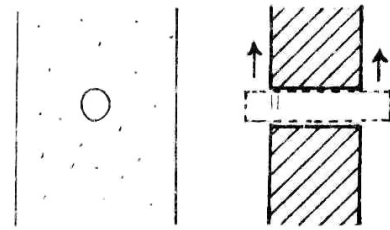
*Hátrányok:* a himba és a csavarszár közé speciális elem alkalmazása szükséges, melynek gyártása gondos munkát igényel



*Áttolócső:*

*Előnyök:* egyszerű szerkezet, kevés anyag- és munkaigény, nagy terhek emelésére alkalmas

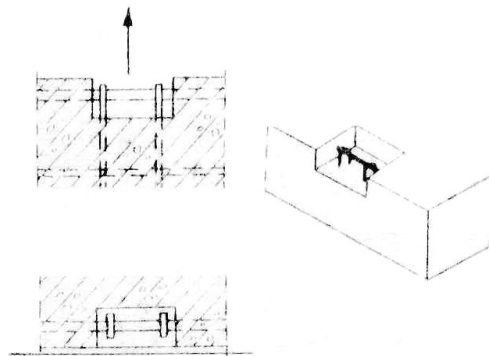
*Hátrányok:* Különleges megfogó berendezés szükséges. A cső szennyeződésének megakadályozásáról gondoskodni kell.



*Szerkezeti vas megfogása:*

*Előnyök:* egyszerű szerkezet, kevés anyag- és munkaigény, himba gyors fel- és leszerelhetősége, nem sérülékeny, tárolást, szerelést nem zavarja, megfogó fül gyártása nem szükséges.

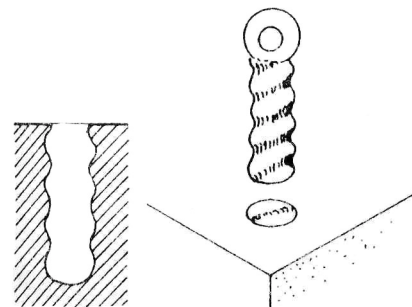
*Hátrányok:* Csak egyedi esetekben használható, a fészek utólagos kibetonozása szükséges, a fészek kialakításához egyedi betét szükséges.



*Menetes beton:*

*Előnyök:* Egyszerű szerkezeti kialakítású, anyagigénye nincs, gyártása könnyű, a megfogó fül többször felhasználható.

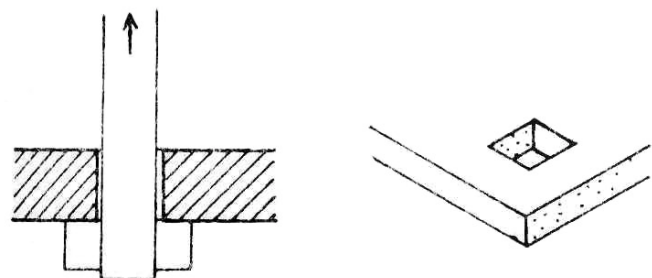
*Hátrányok:* A megfogó fül menetének kiképzése precíz munkát igényel. A megfogó fül és gyártódugó azonoságát biztosítani kell.



*Emelőnyílás:*

*Előnyök:* egyszerű szerkezet, kevés anyag- és munkaigény, himba gyors fel- és leszerelhetősége, nem sérülékeny, tárolást, szerelést nem zavarja, igen nagy terhek emelésére alkalmas.

*Hátrányok:* Speciális megfogó berendezés szükséges, a nyílás utólagos kibetonozását el kell végezni.





## Emelési segéd szerkezetek

Emelési segéd szerkezetnek hívunk minden olyan ideiglenesen igénybevett berendezést, amely az elemek megfogására, megforgatására, az emelés közbeni többlet igénybevételek felvételére, az elemek kitámasztására, kihorgonyzására alkalmaznak.

Annak ellenére, hogy a segéd szerkezetek nem tartoznak az épületszerkezetek közé, a tervezésük mégis nagyon átgondolt munkát igényel. Általában sem az épületszerkezetet tervező mérnök, sem a gépészmérnök nem tervezi szívesen, mert nem érzi a saját feladatának.

Az emelési segéd szerkezetek tervezése során a következőket kell a tervezőnek kielégítenie:

- Statikai szempontból az elemre csak olyan segédberendezés szerelhető, amely biztosítja az elem súlyának tervezett irányú átadását, és meggátolja a szerkezet emelés közbeni károsodását. A segéd szerkezetnek statikailag meg kell felelnie a fellépő erőhatásának.
- A segéd szerkezet legyen egyszerű, kis munkaigénnyel előállítható. Lehetőleg a kereskedelemben árusított, minősített részekből legyen tervezve, kerülni kell az egyedileg gyártott elemeket. Lehetőleg ne legyenek benne sérülékeny, szennyeződésre érzékeny elemek (csavarmenetek). Szerkezeti magassága alacsony, élettartama hosszú, súlya kicsi legyen.
- Technológiai szempontból legyen könnyen fel- és leszerelhető, egy szerelésen belül lehetőleg többcélúan alkalmazható legyen, a szerelést ne gátolja. Általánosságban kijelenthető, hogy nagyszámú (tipizált) szerkezet emeléséhez kialakítható bonyolultabb, speciális segéd szerkezet, de egyedi elemekhez csak egyszerű, többcélú szerkezeteket alkalmaznak.

Az emelési segédberendezések szerkezete

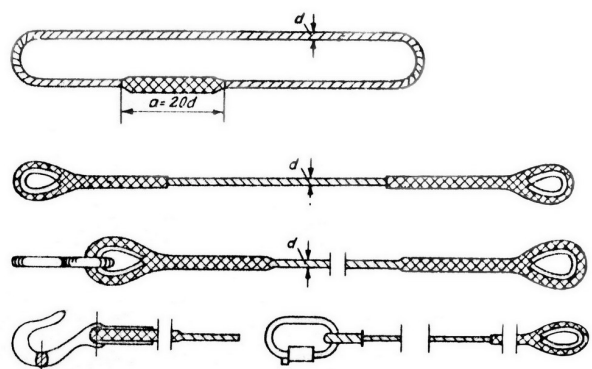
*Kötélhimbák:*

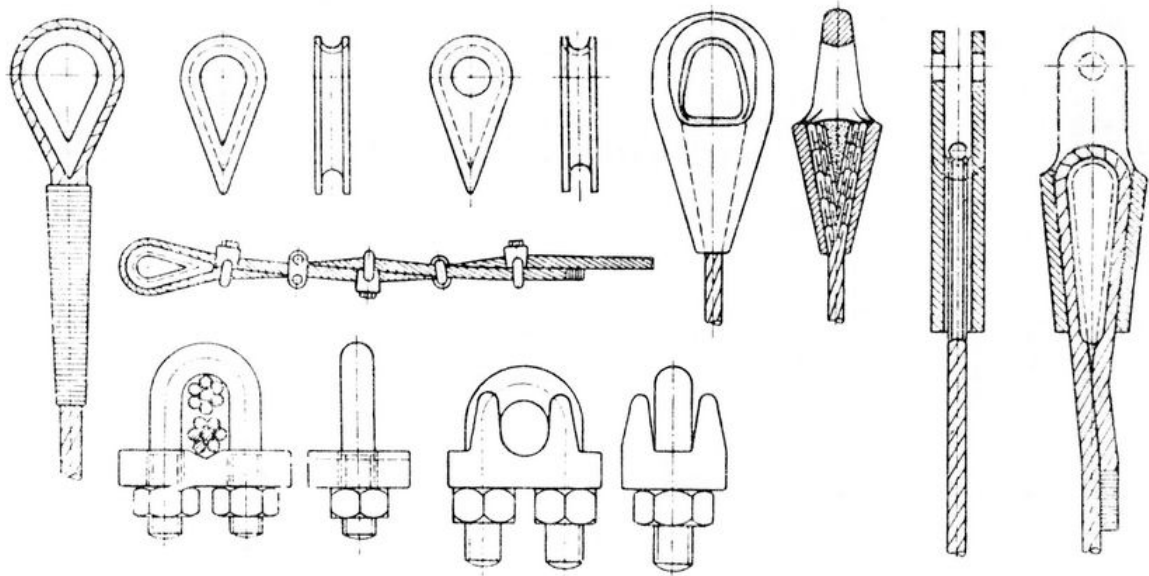
A legegyszerűbb megfogási eszköz a kötél. Anyagát tekintve lehet kender-, vagy acélkötél. Kenderkötélet általában a szerszámok, gépek, kisebb szerkezeti elemek emelésénél használnak. Nagyobb terhek mozgatására acélananyagú sodronykötélet alkalmaznak.

A kenderkötéleket megfogási segédeszközként csomózással, vagy hurkolással erősítik az elemekre.

Acélsodrony kötelek esetében nem jellemző a hurkolások alkalmazása, mert a merevségük miatt az elemi szálak könnyen tönkremennek. A sodronykötéleket megmunkálás nélkül ritkán alkalmazzák. Vagy végtelenítik őket, vagy a végeiket megfogásra alkalmasabb alakúra képezik ki.

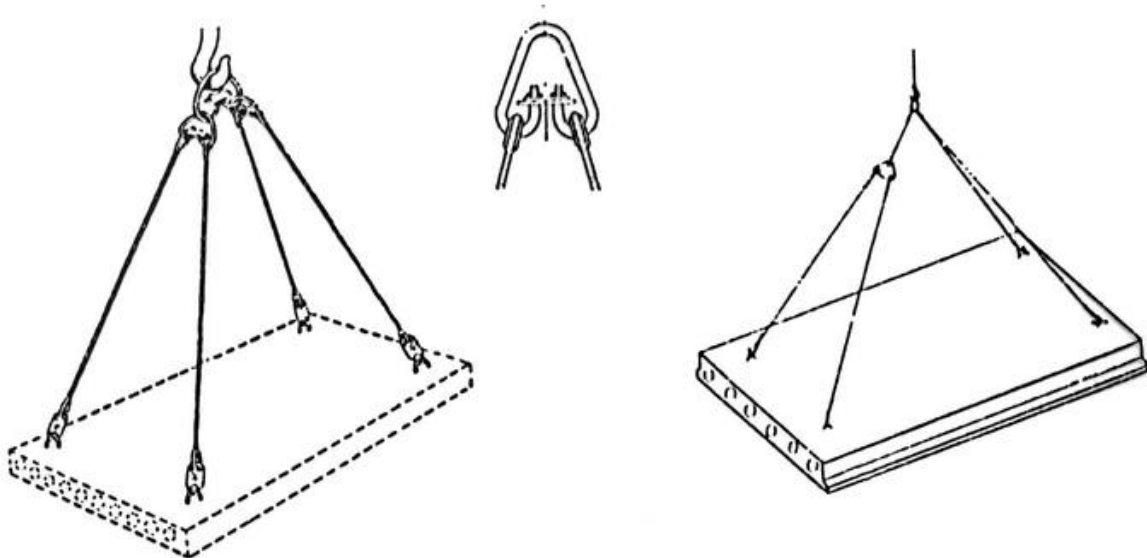
A végtelenített kötéllel egyszerűbb szerkezetek rakodása, szerelése végezhető. Figyelni kell azonban a kötözés során, hogy a kötél élesen ne törhessen, és ne sértse a szerkezetet. Felerősítése a daru horgára hurkolással, vagy beakasztással történhet.





A mindkét végén csülökkel kialakított kötélből már bonyolult emelési feladatokat kielégítő megfogószerkezet készíthető. Ilyen a többágú kötélimba. A kötélagak összekapcsolását és végeik kialakítását többféle módon is meg lehet oldani.

Az emeléséknél fellépő igénybevételekre kényes szerkezeteknél alkalmazott négy, vagy több-ágú kötélimbáknál ún. kiegyenlítőművet kell alkalmazni, mely biztosítja a kötelek együttdolgozását, az emelendő szerkezetre jutó igénybevételek tervezett elosztását.



kötélimbák előnye az egyszerű szerkezet, a gyors gyárthatóság és a könnyű szerkezeti súly.

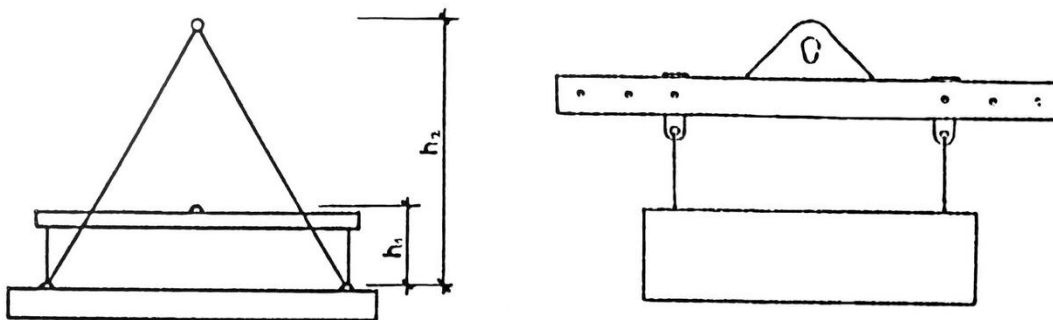


Szemeslánc himbák:



Rakodási munkákhoz sodronykötelek helyett gyakran alkalmaznak szemesláncokat. A lánc-himbák végeinek kialakítása hasonló a sodronykötelekéhez. A láncok a szerelésnél előforduló mechanikus igénybevételekre (leejtés, ütés) érzékenyek, ezért biztonságtechnikai előírások miatt csak rakodási munkákhoz alkalmazhatók.

Gerenda himbák:

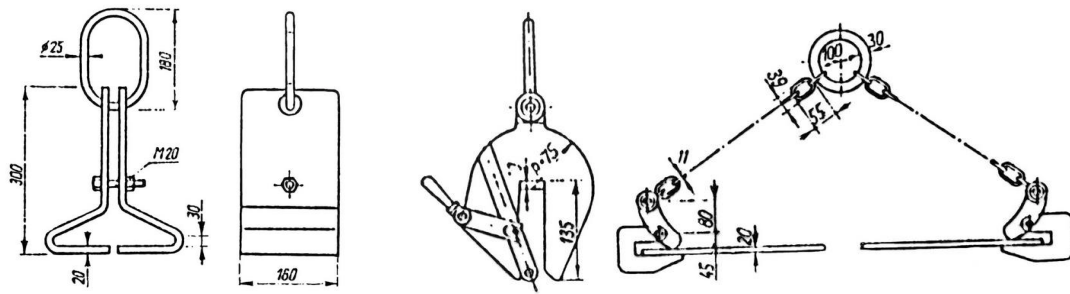


A kötél- és a lánc-himbák hátránya a nagy szerkezeti magasság (az előző alkalommal említettem a teher emelésekor fellépő, és a szerkezetet terhelő vízszintes erőt). E hátrányok kiküszöbölésére alkalmazzák a gerenda himbákat. Ezeknél az emelő berendezéseknél a gerendát a felfüggesztő kötelekkel kombinálják. Ha csak a horogmagasság csökkentése a cél, akkor a felfüggesztő kötélágak továbbra is lehetnek ferde helyzetűek. A gerendahimbák általában melegen hengerelt szelvényből, nagyobb méret esetén rácsos szerkezettel készülnek. Azt az igényt, hogy egyfajta emelőszerkezet minél több célra legyen használható, az állítható vagy univerzális himba elégíti ki

Az univerzális himba kombinálható segédhimbákkal, így hosszabb elem, vagy térbeli szerkezet is emelhető vele

A gerenda himbák hátránya a tiszta kötélahimbákkal szemben a szerkezetük bonyolultsága, illetve nagyobb súlya. Méreteik egy bizonyos határ fölött nem növelhetőek - még rácsos kialakítás esetén sem - mert súlyuk jelentősen növeli az összes emelési súlyt (daruk teherbírása). Nagyobb himbaszerkezetek előállításának költsége jelentős szerelési költségnövekedést okozhat.

Speciális megfogó és emelési segédberendezetek:

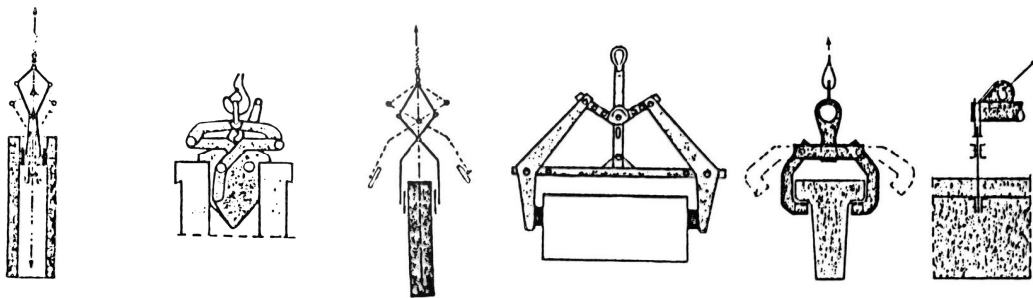


A szereléstechológia során különféle formai kialakítású szerkezetek mozgatására és emelésére kerülhet sor. Az eddig ismertetett megfogószerkezeteken kívül speciális segédberendezések alkalmazása is gyakori.

Acélszerkezetekre csavarral felerősíthető láncszemek, illetve emelőpapucs.

Acéllemezek mozgatása szorítófogó megfogóberendezéssel

Nagyszámban gyártott típus vb elemekhez speciális megfogóberendezések alkalmazhatóak. Ezeknek általános jellemzőik, hogy az emelendő szerkezeten nem kell megfogási pontot ki képezni. Működésük szerint két csoportba oszthatók: villás megfogók, illetve ollós megfogók



Rakodási munkáknál alkalmazható még a vákumos tapadókorongos himba

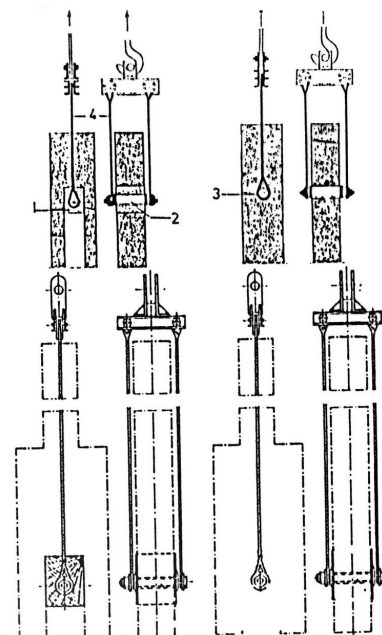
*Oszlopok emelésénél használatos himbák:*

Kisebbsúlyú, rövidebb pillérek emelése esetén alkalmazható egyszerű sodronykötél, amit hurkolással rögzítenek a pillérekhez.

Nagyobb pillérek esetében emelésnél követelmény a szerkezet beállítás előtti függőleges helyzetbe hozása. Ez csak speciális pilléremelő himbákkal érhető el.

Az elemek megfogási helye lehet a pillérek felső végein, és attól lejjebb. Erőtani szempontból az elem végén való megfogás a legkedvezőtlenebb, mert a függőlegesbe állítás közben nagy hajlító igénybevételnek van kitéve.

A pilléremeléshez (hogy biztosítani lehessen a függőlegesbe állítást is) általában használt himba egy rövid gerendára



illesztett két kötélágból áll, és ezek végére illesztik a megfogó szerkezetet. A kötélágak hossza a megfogási pont helyétől függ. A függesztő köteleket a pillér szélességénél nagyobb távolságra kell felerősíteni a gerendára, hogy a kötelek emelés közben ne súrlódjanak az elemhez.

A kötelek végein elhelyezkedő megfogószerkezet lehet köldökcsapos, szorítópofás, vagy keletes.

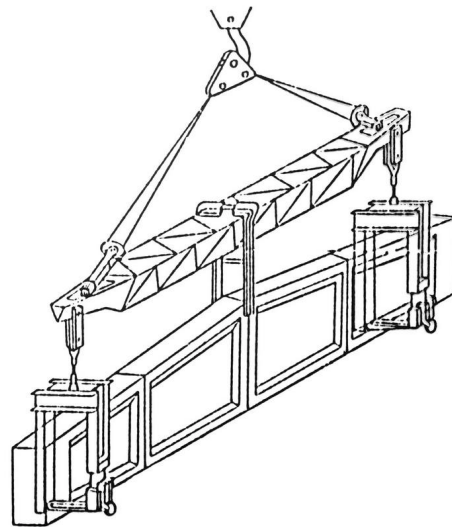
Ezekre a típusokra jellemző, hogy az emelés kezdetekor az oszlop egyik vége a földön marad, míg a másik emelkedik. Ez gépkocsiról történő szerelést nem tesz lehetővé. A gépkocsiról történő szereléshez egy másik típusú himbát alkalmaznak, ahol kötéلكerekek vannak a rövid gerendához erősítve, és ezen van átvetve a sodronykötél. A kötéلكerek forgását fékezőorsóval lassítják.

#### *Gerendaemeléseknél használt himbák:*

A gerendák emelésére használt himbák szerkezete egyszerűbb mint a pilléremelő himbáké, mivel feladatuk nem annyira összetett. A gerendát vízszintes helyzetben gyártják, szállítják, emelik be, tehát a himbának a gerenda tartása mellett más funkciókat nem nagyon kell betöltenie.

Mivel a gerendák megfogási pontjai az elemek elhelyezése után magasan helyezkednek el, kiakasztásuk gondot okozhat, ezért próbálkoztak különféle félautomatikus függesztő kötelekkel, amik a földről oldhatók (nem terjedtek el).

Általában univerzális gerendahimbákat, vagy egyszerű kötéلكimbákat alkalmaznak. Ha az emelésre kerülő tartó statikailag nem bírná a kétpontos megfogást, akkor függesztő kötelekkel kombinált csigás gerendahimbát alkalmaznak. Ennél a szabadon forgó kötéلكerekek biztosítják a megfogási pontokban fellépő húzóerők azonosságát.



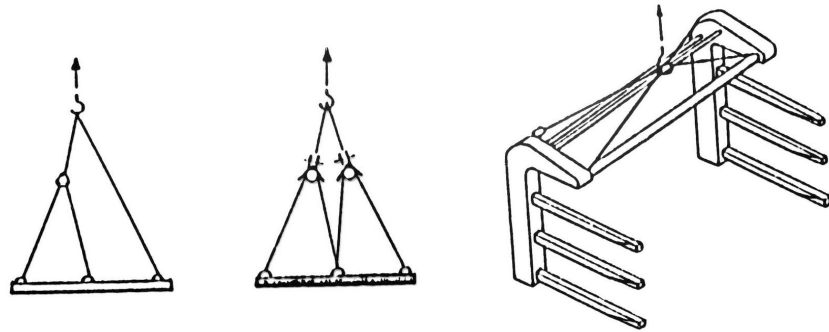
Nagy fesztávú áthidalók rácsos kialakítással is készülnek, amire a vékony szerkezeti vastagság-, és nagy tartómagasság jellemző. Emelésükre kötéلكimba ritkán alkalmazható a kibicsaklás veszélye miatt. Tömör gerendahimba a nagy önsúlya miatt szintén nem jöhet számításba. A gyakorlatban jól bevált a kötéلكkel kombinált gerendahimba, valamint a rácsos szerkezetű segédszerkezetek.

A magas gerincű tartót a vékony szerkezeti vastagság miatt általában nem lehet a felső övben megfogni. Ekkor kalodás megfogó berendezést alkalmazhatnak.

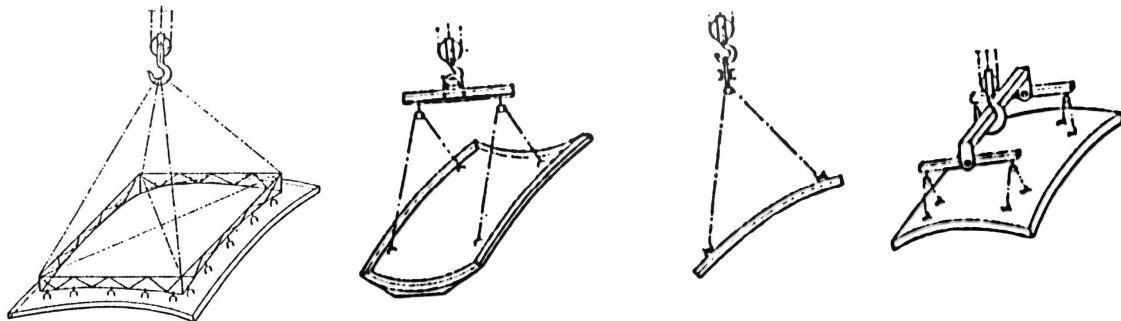
#### *Födém- és lépcsőpanelok, lemezművek himbái:*

A födémpanelekre a kis szerkezeti magasság, a nagy alapterület, a vízszintes elhelyezkedés, és a beemelés utáni azonnali stabilitás a jellemző. Emelésükhöz villás megfogó, kötéلك- és gerendahimba alkalmazható.

Villás emelőket kisebb födémelemekhez alkalmaznak. (gyorsabb szerelés érdekében esetleg többszintes kialakítású)



Kötélhimbákból a kiegyenlítőműves négyágú himbák a legáltalánosabban elterjedtek. Hosszabb szerkezetek emelésénél hat vagy nyolcpontos megfogást is alkalmazhatnak. Ekkor a kötéلكiegyenlítés hagyományos szerkezetekkel, vagy csigákkal érhető el. Az így kialakított szerkezet alkalmas ferde panelek, lépcsőelemek, illetve nagyobb lemezművek beemelésére is.



6

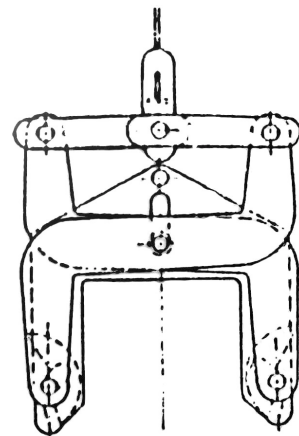
*Falszerkezeteknél használható himbák:*

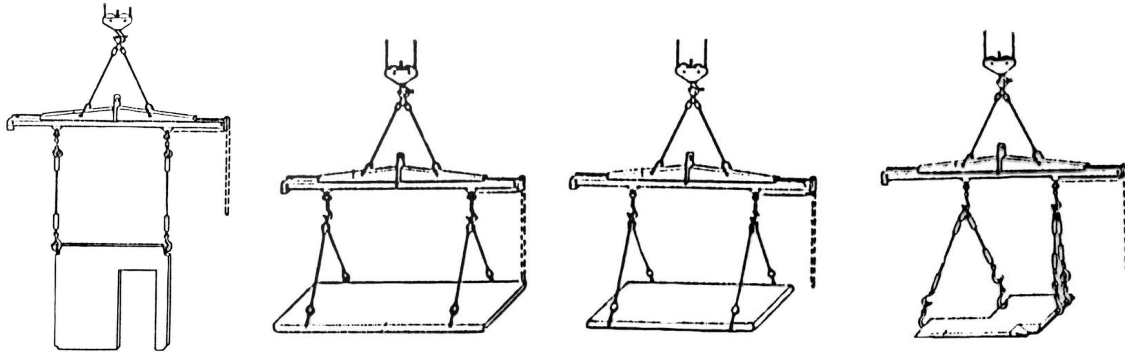
Falszerkezetek mozgatásához használnak rakodó-, illetve emelő himbákat.

A rakodóhimbák általában biztonságtechnikai szempontból nem alkalmazhatók szerelés közben, illetve elhelyezkedésük olyan, hogy akadályozza a szerelési munkát.

Blokkok rakodásához jól bevált a körhagyós ollós megfogó. Szerelésük köldökcsapos, vagy villás megfogó szerkezettel történhet.

A falpaneleket a szerelőhimbákkal általában felső részükön fogják meg. A megfogószerkezet lehet horgos, karabíneres, félszemes és köldökcsapos kialakítású. Az alkalmazott himbatípus lehet tiszta köté, gerendahimba, vagy univerzális gerendahimba (pl. házgyári paneleknél).





*Térelemek himbái:*

A térelemek emeléséhez használt himbák megegyeznek a földpanelokhoz használt himbákkal.

*Szerelésnél használható egyéb segédberendezések:*

A himbaszerkezeteken kívül a szerelési munka közben többféle segédberendezés alkalmazására lehet szükség, amelyet a szerelés előtt, vagy után helyeznek fel a szerelendő elemekre. Ezek lehetnek az elemek helyzetét megváltoztató (kantoló), a szerelésnél felmerülő többlet igénybevételeket felvevő, és az elemek stabilitását biztosító szerkezetek.

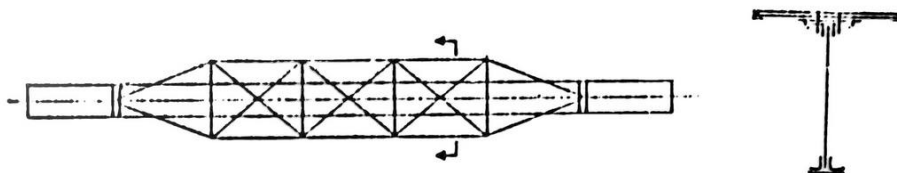
*Éltre állító szerkezetek:*

Az előregyártott vasbeton elemek gyártása magasgerincű, vagy rácsos tartóknál, falpaneelnél a gyártás gazdaságossága miatt általában nem a végleges beépítési helyzetnek megfelelően történik, ezért emelés előtt szükség van az elemek vízszintes tengely körüli 90°-os elforgatására (kantolására).

A kantolás közbeni mozgatás – a szerkezet kialakításától függően – elvégezhető darukkal, vagy csörlők segítségével. Az élére állított szerkezetek stabilitásáról minden esetben gondoskodni kell.

*Többlet igénybevételeket felvevő szerkezetek:*

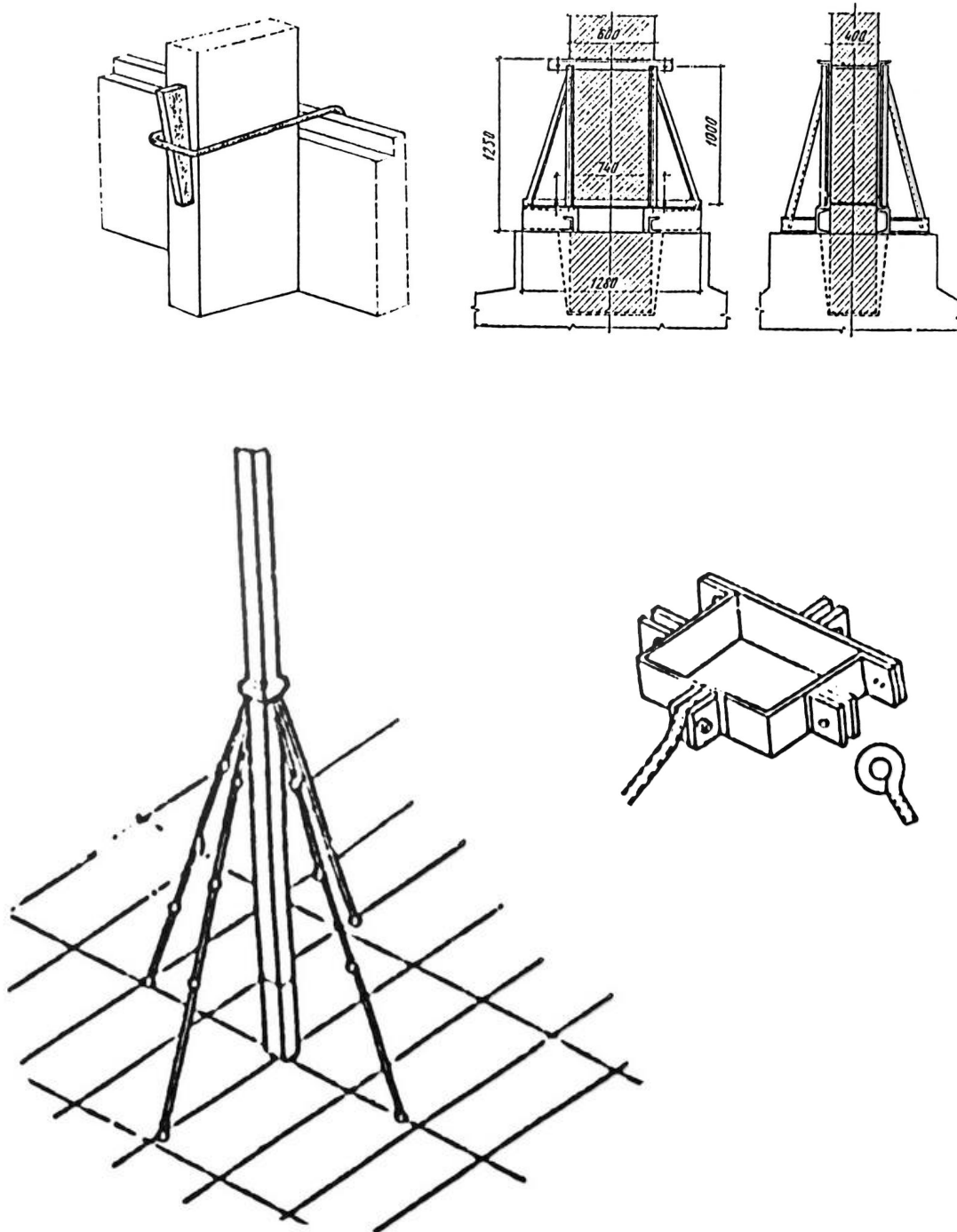
A statikus tervező már a szerkezet felbontásakor, a megfogási pontok helyének megválasztásánál, a himbaszerkezet tervezése során igyekszik olyan szereléstechnológiát kialakítani, hogy mozgatás közben a szerkezet ne károsodhasson. Ezt szolgálják a speciálisan kialakított himbák is (kiegyenlítőművek, többpontos megfogások). Vannak azonban olyan szerkezetek (hosszú pillérek, hosszú rácsos, és gerinclemezes tartók –kibicsaklás) ahol ezeken túlmenően speciális segédberendezések kellenek a fellépő többlet igénybevételek felvételére.





*Az elemek stabilitását biztosító szerkezetek:*

Az előregyártott szerkezetek csomópontjainak kiképzésénél a tervezőknek sokféle szempontot kell kielégíteni. Az egyik ilyen szempont, az elem elhelyezés utáni állékonysága. Ezt a tervezők nem minden esetben tudják segédszerkezetek nélkül biztosítani. Ezért, a szerelés gyorsítása érdekében olyan segédberendezések alkalmazása szükséges, ami a szerkezet ideiglenes stabilitását biztosítja.



## Szerkezetek szállítása

Előregyártott szerkezetekből történő építés esetén a gyártás és a szerelés térben és időben elkülönül egymástól. A két műveletet a szállítási folyamat köti össze. A szállítási feladatot kisebb elemek esetében normál, nagyobb elemek esetében speciális szállítójárművek segítségével lehet megoldani.

A szállítások elvégezhetőek:

- közúton,
- vasúton,
- vízi úton, illetve
- levegőben.

Hazánkban a jellemzően rövid szállítási távolságok miatt a közúti szállítás a legjellemzőbb.

A közúti szállítás eszközei sokfélék lehetnek. Alkalmazásukat a szállítandó elemek mérete, súlya, a gépjármű teherbírása, az útviszonyok határozzák meg.

A szállítóeszköz kiválasztásánál az elsődleges követelmény a szállítandó szerkezetek sérülésmentességének, valamint a közlekedés biztonságának biztosítása.

A szállítójármű alkalmasságát elemszállításra a kocsiszerkezete, mérete és teherbírása dönti el. A hosszúelemek szállítására alkalmazott forgószámolyos, utánfutó-tengelyes gépjárművek használata esetén a szállítási útvonalakat különös gondossággal kell kiválasztani.

Az elemek a forgószámolyokon fekszenek fel. A kanyarokban az elemek az utánfutóval együtt elfordulnak, de nem azonos középpont körül. Ez az alátámasztási pontok elmozdulását okozhatja, ami a szállított elemekre káros hatással lehet.

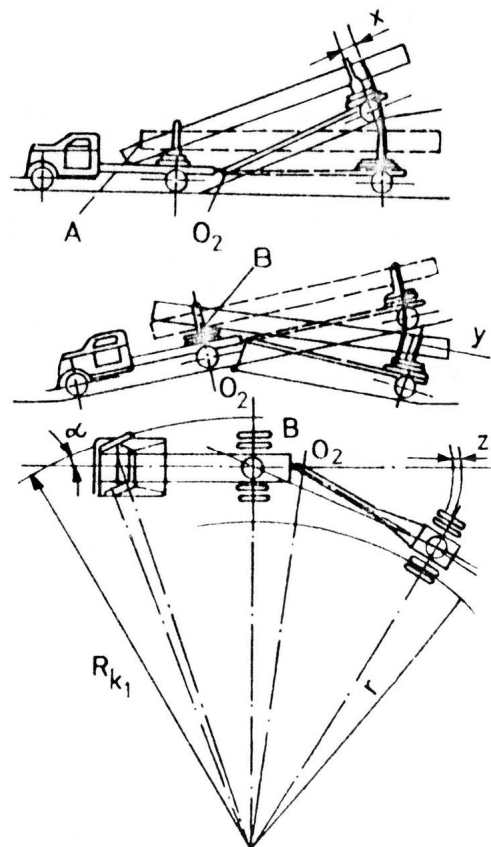
### Szállítási utak:

A szállítóeszközök fejlődése egyre nagyobb elemek szállítását teszi lehetővé, de egyben megköveteli az építési területen is a megfelelően szilárd út-burkolatot.

Az ideiglenes úthálózat kiépítése lehet:

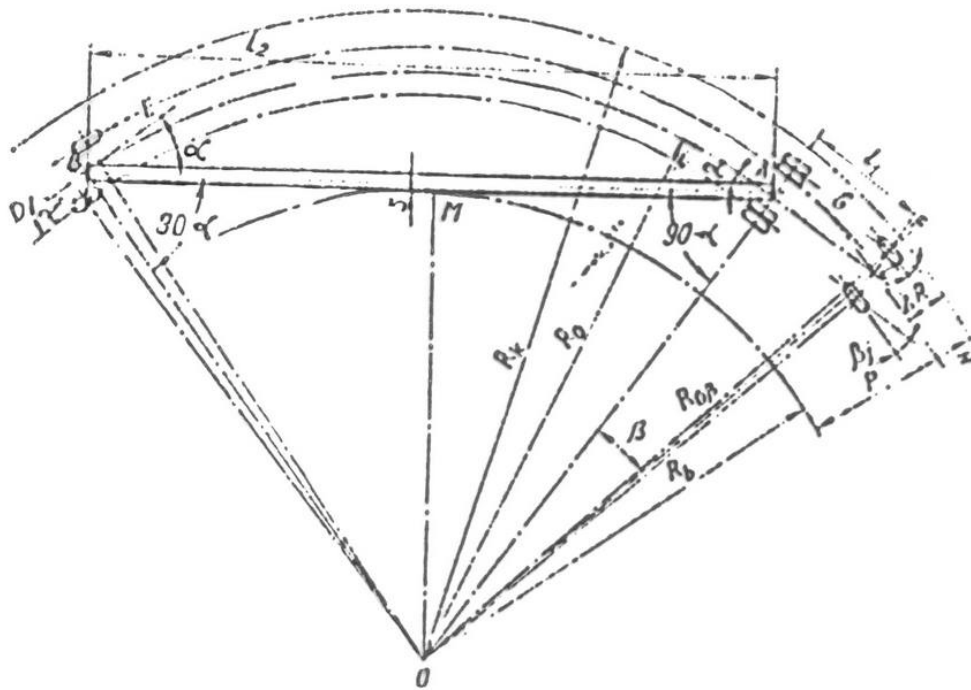
- a végleges úthálózat megépítése
- a végleges úthálózat útalapjának elkészítése, majd felújítása
- a végleges úttól független, szilárd burkolatú ideiglenes út

A szállított elemek geometriai méretei az útvonalvezetését (illetve a meglévő közút vonalvezetése a szállítandó elemek maximális méretét) is meghatározzák.

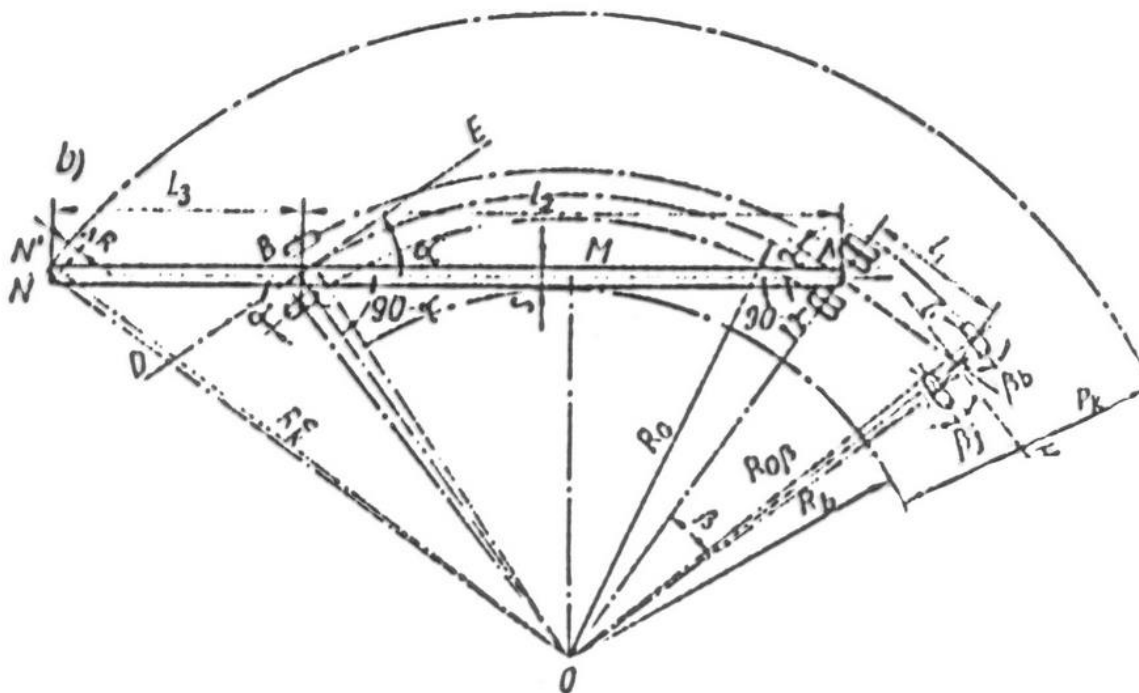


A szállítási utak vízszintes vonalvezetése -főleg városi forgalom esetében- túlzottan bonyolult lehet. Ilyenkor érdemes 1:1-es méretű fa, vagy egyéb könnyűszerkezetű modellel a választott útvonalon végigmenni.

A gépjármű-szerelvény forduláshoz szükséges szabad sáv alakulása:



illetve a szerelvényen túllógó, hosszú elem esetében:

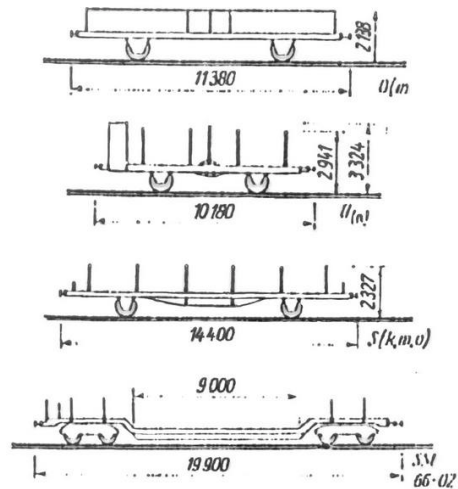




**Vasúti szállítás:**

Akkor alkalmazható gazdaságosan, ha mind a gyártóműnél, mind az építés helyszínén rendelkezésre áll kiépített iparvágány. Magyarországon ez nem jellemző, a vasúti szállítás esetleges.

A szállításra nyitott oldal falas, vagy oldalfal nélküli vasúti kocsikat használnak, a szállítandó elemek geometriai méretének, és súlyának megfelelően.

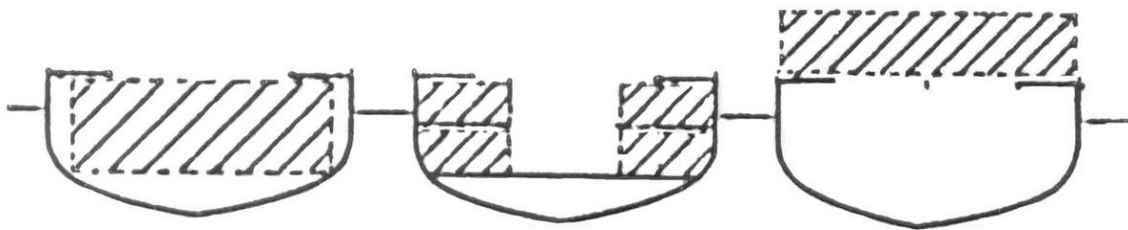


**Vízi szállítás:**

Annak ellenére, hogy hazánkban a hajózható vízi út hossza jelentős, az előregyártott szerkezetek vízi szállítására nem jellemző.

Néhány vízi létesítmény (híd, kikötő) építés-szerelésénél alkalmaznak vízi szállítást.

A szerkezetek elhelyezhetők a hajó belsejében (a rakodónyílás geometriai mérete korlátozhatja a szerkezeti elemek geometriai méretét), vagy a fedélzeten.



**Légi szállítás:**

Nagyon ritkán, inkább beemelés jelleggel.

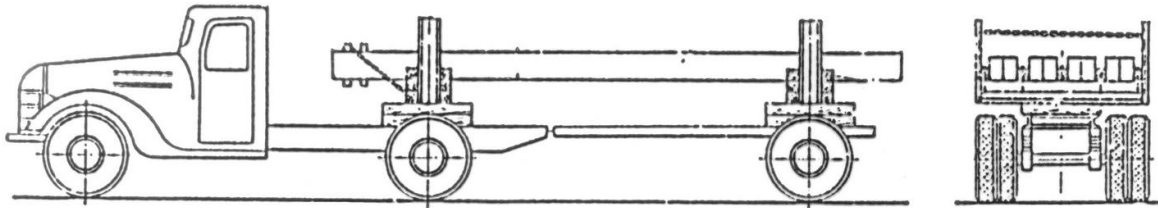
## Az egyes szerkezeti elemek szállítása

### *Alaptetek szállítása:*

Fa alátéteken, szerkezeti kialakításuknak megfelelően egy- vagy több sorban, tehergépkocsi-val szállíthatóak.

### *Pillérek, kiváltók, gerendák szállítása:*

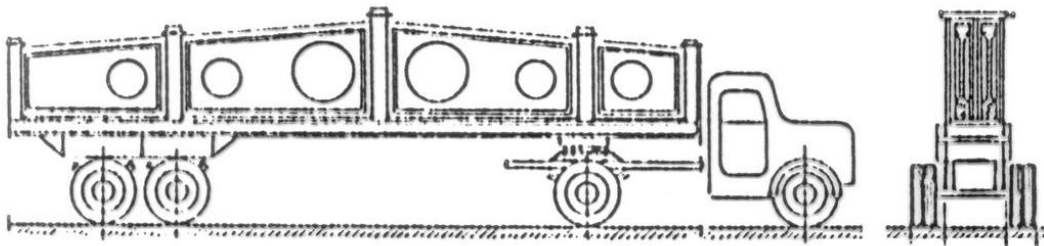
A nagyobb inercia irányában fektetve fa alátéteken szállíthatóak, szorosan egymás mellé fektetve. A sérülékenyebb kialakítású elemeket kalodába zárva szállítják. Az elemek súlyától függően egy- vagy több sorban.



### *Főtartók szállítása:*

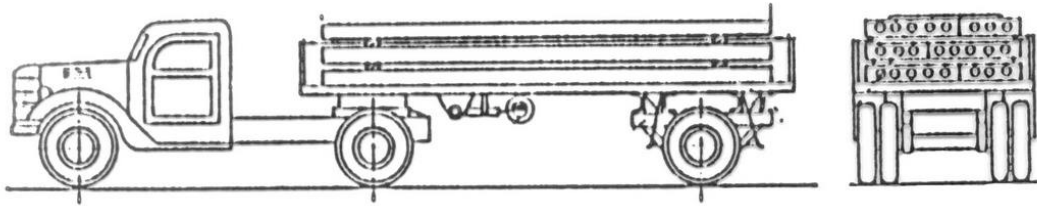
A végleges beépítésük helyzetének megfelelően szállítják. Feszített vasbeton tartók esetében a szállítás közbeni alátámasztásokat a végleges felfekvési hely környezetében kell kialakítani.

Az állítva szállított tartók eldőlését kitámasztással, kalodába zárással kell meggátolni.



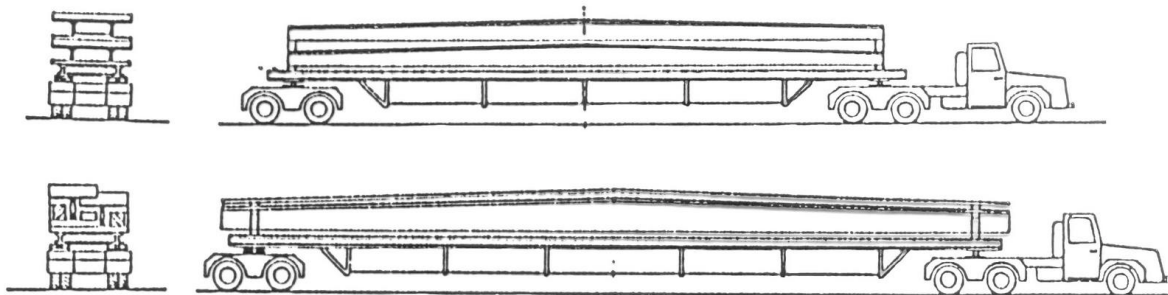
### *Födémpanelek szállítása:*

Az elemek a méretüktől, és szerkezeti kialakításuktól függően vízszintes, és függőleges helyzetben is szállíthatóak. Vízszintesen azok az elemek szállíthatóak, amelyek méretei nem haladják meg a közúti úrszelvény nagyságát. A vízszintesen szállított elemeket faalátétekre helyezve szállítják. Az elemek súlyának, és a szállítójármű teherbírásának függvényében fabetétekkel elválasztva több sorban egymásra helyezve szállíthatóak a födémpanelek



### ***T és II födémpanelek szállítása:***

Fektetett helyzetben szállíthatók, a panelek végei alá keményfa alátétek (kaloda) szükségesek. Az elemek súlyától függően II panelből maximum 3, T panelből maximum 2 szállítható. Szállítóeszközük az erre a célra kialakított hosszúelem-szállító nyerges pótkocsi.

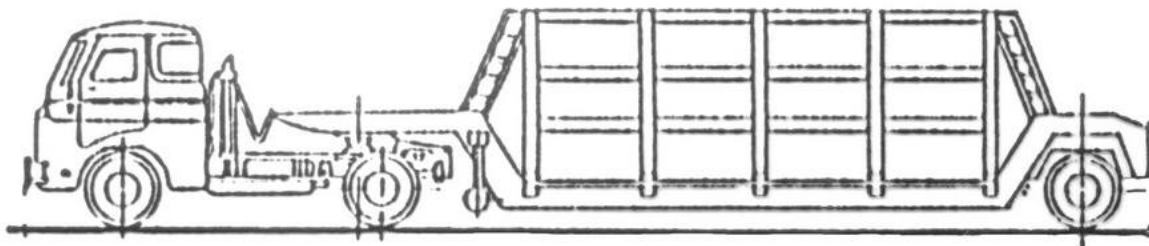


### ***Falpanelek szállítása:***

Kiseb méretű elemek fektetve (a födémpaneleknél leírt módon) szállíthatóak.

A nagyobb súlyú vasbeton panelek kizárólag álló helyzetben szállíthatóak. A panelszállító kocsikra tartókereteket rögzítenek az elemek sérülésmentes elhelyezhetősége érdekében.

A tárolóállvány mindkét oldalára - a jármű egyenletes terhelése érdekében - szimmetrikusan kell az elemeket elhelyezni.



**Az elemek szállítási ideje:**

Az előregyártott szerkezetek szállításának idejét több tényező befolyásolja.

Ennek megfelelően beszélhetünk:

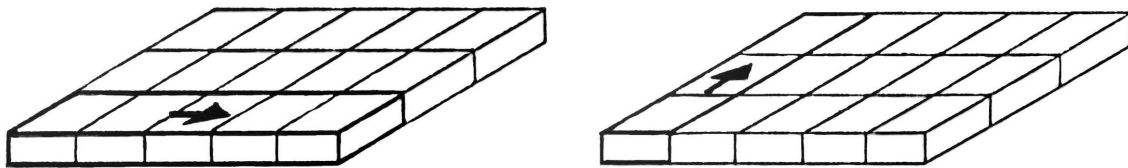
- a szereléstől függő szállításról,
- a gyártástól függő szállításról,
- a szerelési helytől függő szállításról, és
- a szilárdságtól függő szállításról.

Az elemek szállítási sorrendje, illetve a járműre rakott elemek elhelyezése attól függ, hogy tengelyről történik-e a szerelés, vagy depóniából.

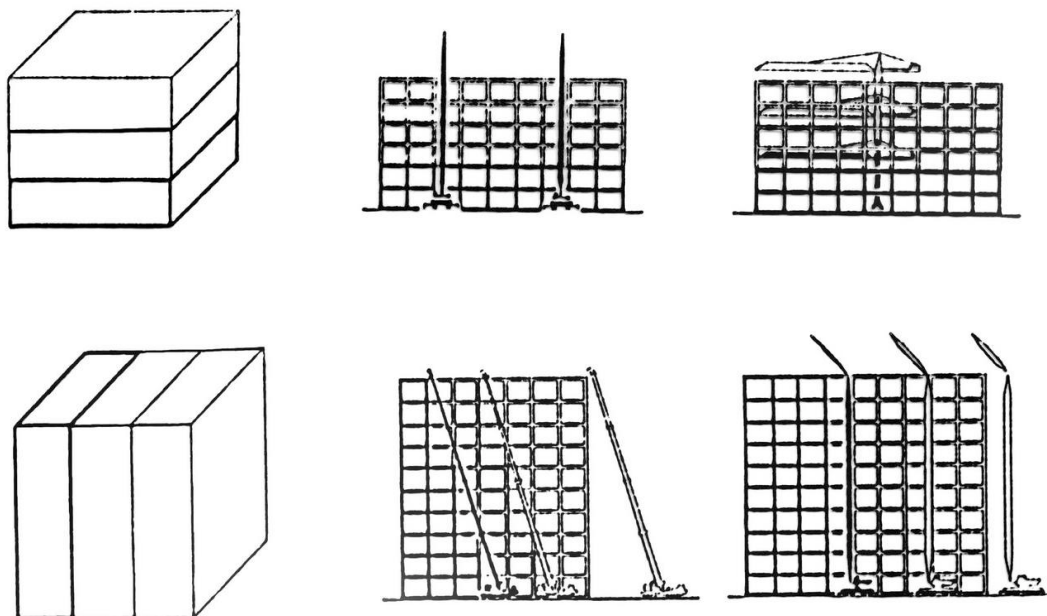
**Szerkezetek szerelési sorrendje**

Az elemekre bontott szerkezetek – főleg a magasépületek – többféle sorrendben is összeszerelhetők.

Egyszintes, többhajós épületek esetén a szerelés végezhető a hosszanti tengelyre merőlegesen és azzal párhuzamosan haladva.



Többszintes létesítmények szerelhetők szintenként – horizontálisan – vagy függőlegesen szelelve, esetleg mezőnként – vertikálisan.



Az egyszintes épületek összeállításánál is létezik horizontális és vertikális szerelés.

Horizontális szerelés esetén az elemek elhelyezési sorrendje a következő lehet: alapok, szintenként a pillérek, gerendák, födémpanelek.

Vertikális szerelésnél az elemek fajtánkénti elhelyezése változik. Például az első két keretállítás alapjainak, oszlopainak, gerendáinak és födémpaneljeinek elhelyezése után a harmadik keretállítás alapjai, oszlopai, gerendái és födémpaneljei következnek.

Sok esetben a kétféle szerelést vegyesen alkalmazzák. Ennek okai a következőkben ismertetésre kerülő befolyásoló tényezők lehetnek.

A szerelési rendszer megválasztása a legtöbb esetben nem lehet tetszőleges. Sokszor még a rendszeren belül alkalmazandó elem elhelyezési sorrend is kötött. Ezt a kötöttséget számos tényező befolyásolja.

Ezek:

- A szerkezet
- A szerkezet stabilitása
- Az alkalmazott daru
- A technológiai berendezések
- Az építési terület
- A szerelést követő munkák
- Egyéb beruházói igények

#### ***A szerkezet:***

A szerelési sorrend a szerkezet felbontásával, szállításával és előszerelésével szoros kapcsolatban van.

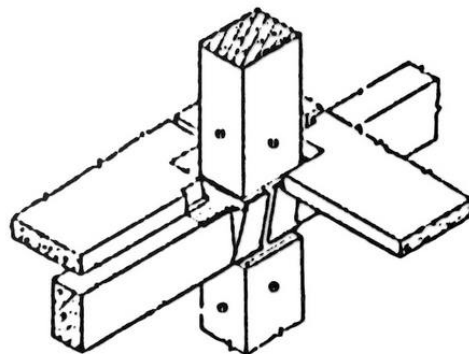
A szerkezet felbontása igen sok esetben meghatározza a szerelési sorrendet. – a függőleges szeleteléssel keretekre bontott többszintes acélszerkezet csak vertikálisan szerelhető.

A horizontális szerelés tipikus esete a panelos lakásépítés.

A szerelés sorrendjét a földön, vagy a födémen elvégzett előszerelés mértéke is befolyásolhatja.

A szerelés sorrendjét befolyásolhatja a kapcsolatok kialakításának módja is. Például a csomópont azonnal terhelhető, vagy nem (pl. a kehelybe állított oszlopok csak a kibetonozás, és a beton megszilárdulása után terhelhető)

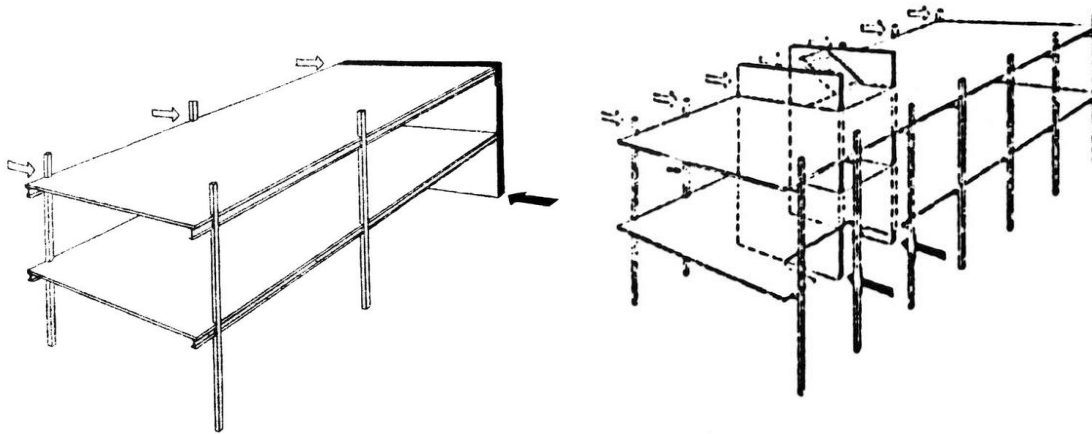
Az ábrán látható csomópontnál a szerelés sorrendjét egyértelműen meghatározza a csomópont kialakítása. A két gerenda elhelyezése után jöhet a toldópillér, majd ezután a födémpanelek.



**A szerkezet stabilitása:**

A szerelési módot és egyben a szerelési sorrendet az általajviszonyok is komolyan befolyásolják. Puha talajok esetében a terhelésből származó konszolidáció lassan játszódik le. Ilyen talajok esetében vertikális szerelést nem lehet alkalmazni, mert a szerelés előrehaladásakor gyors tehernövekedés jön létre a már szerelés alá vett keretállásoknál, és ez egyenlőtlen süllyedésekhez vezethet.

A szerelés sorrendjét az építmény végleges merevítési rendszere is befolyásolja. A szerkezet merevítése lehet az épület végén, vagy közbenső részén elhelyezett fal, vagy elképzelhető két épületrész között elhelyezkedő merevítőrendszer.



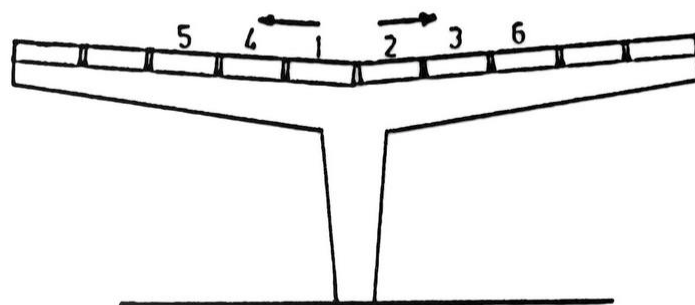
A merevség biztosítható kétirányú rácsosásokkal is. Ekkor – a falakhoz hasonlóan – az épület végén, vagy közbenső szerkezetként készülhetnek el.

Térelemes építési mód esetén a merevítés az elemek saját merevsége miatt el is maradhat.

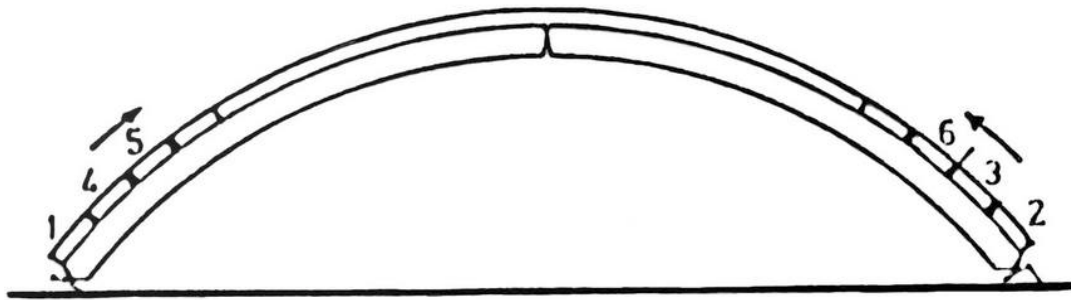
A szerelési sorrend megválasztásánál törekedni kell arra, hogy a végleges merevítési rendszer minél előbb kialakítható legyen, és ez biztosítsa a szerkezet szerelés közbeni merevítését is. Amennyiben ez biztosan nem építhető meg – monolit vb. merevítőfal esetén, ami szerelés közben a szerelési tempót jelentősen csökkentené – úgy szerelés közbeni ideiglenes merevítésről feltétlenül gondoskodni kell. Ez lehet kitámasztás, kihorgonyzás vagy rácsoszat kialakítása. Ezeknek az ideiglenes szerkezeteknek a kialakítása akkor tekinthető megfelelőnek, ha nem csak az egyes elemek, hanem a teljes szerkezet stabilitását biztosítják, és nem gátolják a további szerelési munkát.

Gyakran alkalmazott megoldás, hogy a később építendő monolit vb. fal helyén alakítják ki az ideiglenes merevítést, majd azt bebetonozzák.

A szerkezet szerelési sorrendjét az állékonyság másképp is befolyásolhatja. Konzolos tartóra, vagy háromcsuklós ívre kerülő födémpanelek szerelési sorrendjét kétoldaltól szimmetrikus elhelyezéssel kell megoldani. Aszimmetrikus szerelési módszer a szerkezet tönkremenetelét okozhatja.







#### ***Az alkalmazott daru:***

A szerelési sorrendet az emelést végző daru is meghatározhatja. Vízszintes gémmű toronydaru esetén – többszintes épületnél – mind horizontális, mind vertikális szerelés elvégezhető. Autódaru, vagy alacsonyabb billenő gémes toronydaru esetében csak vertikális sorrend alkalmazható. A daru ferde gémje az épület mélységébe már nem tud elemet elhelyezni.

A daru teherbírása szintén befolyásolhatja a szerelési sorrendet nagyobb súlyú elemeket kisebb gémkinyúlással tud a daru megemelni, ezért a daru telepítésére, letalpalására megfelelő helyet kell kialakítani.

#### ***A technológiai berendezések:***

Az ipari csarnokszerkezetek szerelésénél befolyásoló tényező lehet az épületbe, illetve az épületszerkezetre kerülő technológiai berendezések mérete. Többször előfordul, hogy a kész épületbe már méretüknél fogva sem vihetők be ezek a berendezések. Ekkor a szerkezetépítést kell úgy megválasztani, hogy a technológiai berendezések az épületbe bevihetők legyenek, és további mozgás nélkül ne zavarják a szerelési munkát.

#### ***Az építési terület:***

A rendelkezésre álló építési és szerelési terület nagysága és domborzati viszonyai szintén döntő befolyással lehetnek a szerelési sorrendre. Meghatározza például az elemek szállítási útemét (depónia terület), az alkalmazott daru típusát (mi fér el).

#### ***A szerelést követő munkák:***

A szerelés befejezése számos szakmának ad munkakezdési lehetőséget. Nem közömbös – elsődlegesen a végső határidő szempontjából – hogy ezek a szakmák mikor kapnak munkaterületet.

Az utóbbi évtizedben próbálkoztak olyan épületek megépítésével –függőházak – ahol az épület fölülről lefelé szerelhető, és a befejezőmunkák sokkal korábban elkezdhetők.

**Egyéb beruházói igények:**

A szerelés sorrendjét nem csak a műszaki, gazdaságossági szempontok határozzák meg, hanem az építető egyéb igényei is. Egy-egy épületrész, csarnokszárny elkészítése – technológiai szerelés megkezdhetősége, vagy raktározási igény kielégítése miatt – a szerelési sorrendet jelentősen befolyásolja.

Már a tervezés során felmerülő ilyen igények a szerkezet felbontásában is megjelenhet, de általánosságban kijelenthető, hogy ezek az igények a kivitelezés időszakában szoktak megfogalmazódni.

## Szerkezetek előszerelése

Az előszerelésen az üzemben legyártott alkatrészek, szerkezeti elemek, rész-szerkezetek beemelése előtti szereléshelyszíni összeerősítése értendő.

**Az előszerelés helyének kialakítása:**

Az előszerelés helyszínének kialakítási módja a tárolóterületével azonos. Elképzelhető, hogy az előszerelést koncentráltan végzik, akkor a területet burkolattal (salak, kavics) látják el. A szerelési helyszínen a szerkezetek mozgatásához szükséges daruk útvonalát biztosítani kell (sínpálya, útburkolat). A szerelés gépesítettségétől függően az összeszerelés helyszínét sűrített levegővel, elektromos energiával kell ellátni. Többműszakos munkavégzés esetén térvilágításról is kell gondoskodni. Az elektromos energia csak földkábelrel vezethető, mert a daru mozgatását a légkábel akadályozná. Téli munkavégzés esetén a dolgozók melegedését, a munkahely sugárzó fűtését, acélszerkezet szerelése esetén a szerkezet jégmentesítését is biztosítani kell. A szereléshez szükséges segédanyagok, kötőelemek, alkatrészek zárt tárolóhelyét a szerelési hely közelében célszerű telepíteni.

**Az előszerelés végrehajtása:**

Az előszerelés a következő munkafolyamatokból áll:

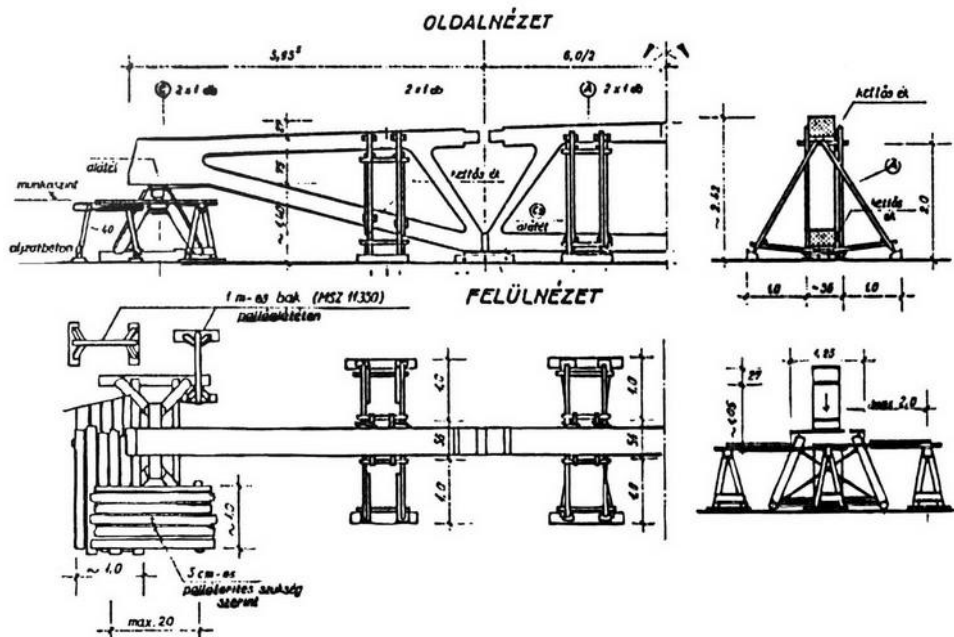
- összeállítás
- alakhelyes beállítás
- összeszerelés

Az összeállítás során az alkatrészeket, rész-szerkezeteket a terv szerinti elrendezésben egymás mellé rakják, a beállításhoz alátét fákat, és keményfa ékeket használva, majd az elemeket ideiglenesen egymáshoz kapcsolják.

A keményfa ékek, és emelők segítségével a szerkezetet a terv szerinti geometriai méretre, és formára alakítják, és ezt a helyzetet rögzítik. Ezek után történhet meg a szerkezet teljes összeszerelése.



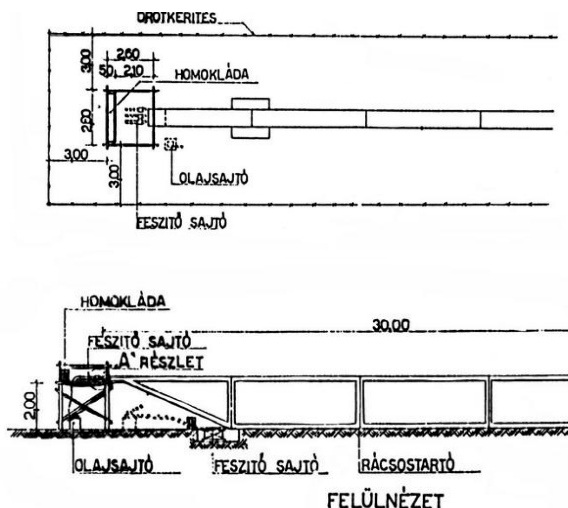
Vasbeton szerkezetek előszerelésére akkor van szükség, ha a gyártóműből gyártási-, szállítási- illetve egyéb okokból több darabban érkezik az elem, és összedolgozásuk (hegesztésük, betonozásuk, feszítésük) beemelés előtt szükséges.



Rácsos vagy szeletelt tartók összefeszítéséhez állvány és munkaszint kialakítása szükséges. Nagyobb mennyiségű előszerelés esetén érdemes a kitámasztó állványt bonyolultabb, de könnyebben és gyorsabban kezelhető szerkezetre kialakítani. (ábra).

Amennyiben a tartók méretei, illetve a helyszín kialakíthatósága, a belső szállítási lehetőségek megengedik, úgy az előszerelést érdemes egy helyre koncentrálni, és ott összeállító padot felállítani. Az összeállító pad nagymértékben meggyorsítja az összeállítás és beállítás munkafolyamatait.

A tartók feszítésekor különös gondot kell fordítani a munkavédelmi előírások betartására. A feszítőkábel elszakadása, az ebből származó sajtó leesés, vagy elugrás, valamint a tartó esetleges kibicsaklása miatt a feszítési területet célszerű körülkeríteni, a sajtó mögé pedig ütést elnyelő homokládát elhelyezni.



Az acélszerkezetek előszerelése a szereléstechológiai előírásoktól függően elvégezhető talajszinten, és állványon egyaránt. Állványzaton történő szerelés esetében a szerszámokat is fel kell juttatni az állványzatra. Az előszerelés menete megegyezik a vasbetonszerkezet előszerelésével.

## Szerkezetek tárolása

A legtökéletesebben megszervezett, tengelyről történő szerelés esetén is szükség lehet ún. „tartalékelem” tárolására a szállító-járművek esetleges késedelme, meghibásodása miatt.

Ahhoz, hogy a tárolási hely tervezhető legyen, ismerni kell a szerelés technológiáját. Ezen belül az alkalmazott gépek típusát, az emelési helyeket, a mozgási útvonalakat, a segédberendezések típusait, jellemzőit, valamint a szerelési sorrendet, és annak ütemezését.

Az elemeket úgy kell elhelyezni, hogy megfogási pontjaik az emelőgép hatósugarába kerüljenek, alkalmasak legyenek az azonnali emelésre (ne kelljen az elemeket kantolni, forgatni), az emelőgép a lehető legkevesebb mozgással (átállítás nélkül, a lehető legkisebb elfordulással) el tudja helyezni, közel legyen a szerelési helyhez, a már összeszerelt szerkezet ne gátolja a további szerelést.

Az összeszerelt szerkezet az emelőgép kezelője elől soha ne takarja el a tárolóhelyet, és a szerelés helyét.

Mindezek figyelembe vételével kell az elemek tárolási helyeit az emeléssel együtt tervezni, és a fektetési terven rögzíteni.

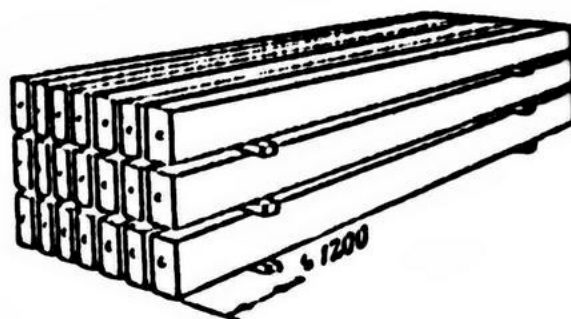
A szerkezeti elemek tárolását úgy kell megtervezni, hogy tárolás közben az elemek ne károsodjanak, segítsék elő a gyors szerelést és balesetet ne okozzanak.

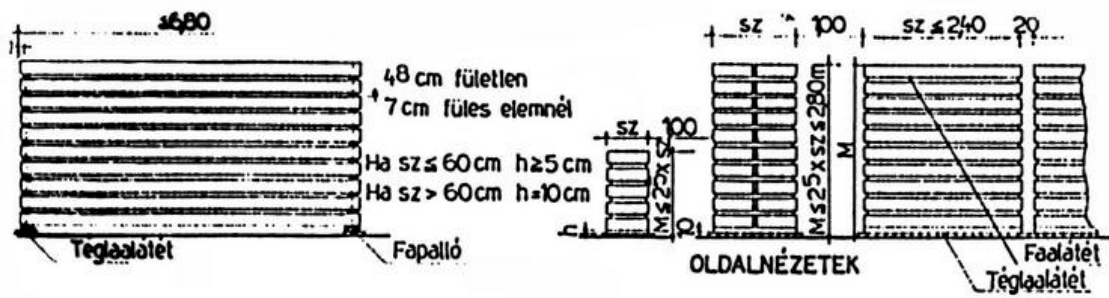
Az elemeket a fektetési terv szerinti helyen tárolják, a szereléstől függően egy, vagy több sorban, máglyában.

Az elemek nem fektethetők közvetlen a talajra. Minden esetben szükség van a talaj és az elem közé téglá, vagy pallóalátét elhelyezésére. Az alátétek elhelyezése lehetőleg egyezzen meg a végleges felfekvési hellyel.

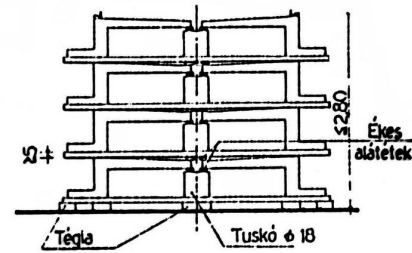
Több sorban elhelyezett elemek közé is szükség van alátétek elhelyezésére, amelyeknek egymás fölé kell kerülniük.

A fekvő tárolt nagyfelületű elemekből rakott máglyák a „szerkesztési szabálynak” megfelelően alakíthatóak ki.

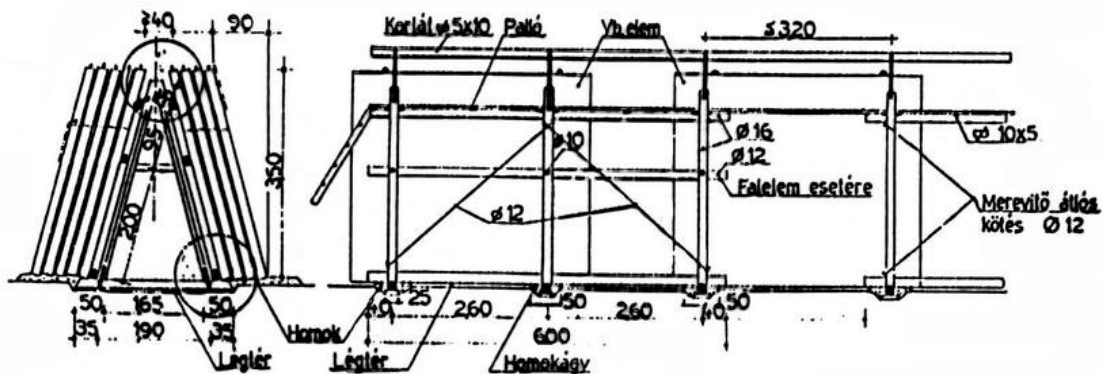




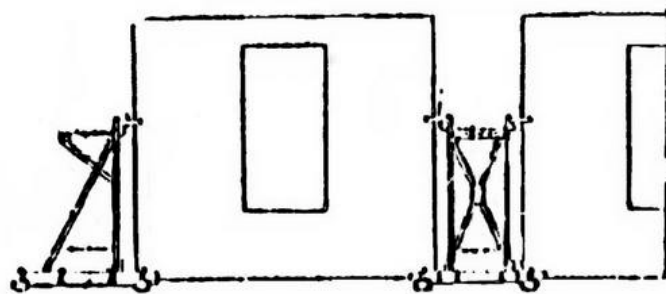
Tört síkú, vagy szabálytalan alakú elemek esetén is el kell érni, hogy a végleges beépítési helyzetnek megfelelően tárolják azokat.



A falpanelek tárolási helyzete megegyezik a szállítási helyzettel.



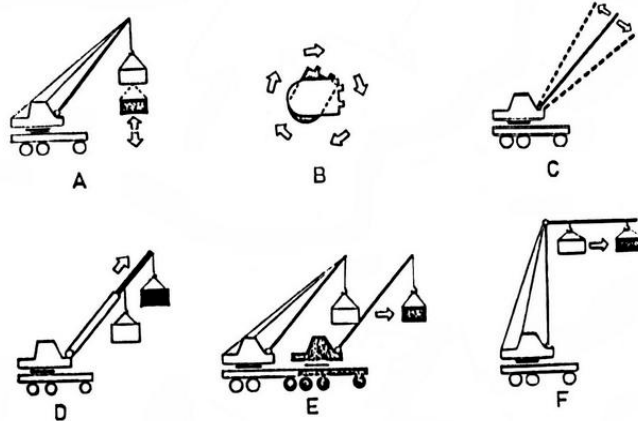
A függőleges paneltárolás rekeszes állványszerkezettel oldható meg. Az állványszerkezet olyan kialakítású, hogy a panelek beállíthatók a változtatható, vagy fix szélességgel készített rekeszekbe. A panelek eldőlését fa vagy vas támaszok akadályozzák meg. A rekeszek tetején járószint kialakítása javasolt.



## A szerkezet mozgatása daruval

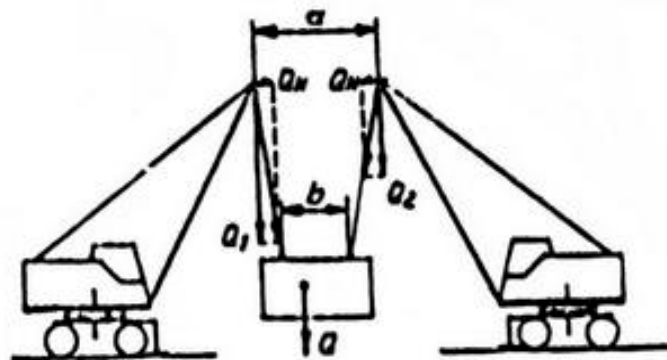
Az anyagmozgatást, rakodást vagy szerelést végző daruk a következő alapmozgásokat végezhetik.

- teheremelés, süllyesztés
- elfordulás
- gém billentés
- teleszkópozás
- haladás
- futómacska mozgatás



A munkák során a darukkal összetett mozgásokat végezhetnek. A darukezelő ügyességétől és a daru szerkezetétől függ a mozgás összetettsége. Kényes, nagy szerkezetek mozgatásakor, vagy ha két gép emeli a szerkezetet, akkor érdemes egyszerű alapmozgásokkal tervezni a beemelését. Így a darukezelőnek mindig csak egy feladatra kell koncentrálnia.

Két vagy több darus mozgatáskor az emelés szinkronba hozásának hiánya, a darumozgásoknak nem egyidejű bekövetkezése, a talaj egyenlőtlensége miatt a darukon többletterhelések keletkezhetnek. Ennek megfelelően ilyen emelés esetén a tervezett daruk teherbírását egy biztonsági tényezővel kell csökkenteni.



A daruhorgok nem azonos emelési sebességéből adódó többletterhelések speciális himbák alkalmazásával elkerülhetők.

Többletterhelés léphet fel szinkronban emelés mellett, speciális himba alkalmazása esetén akkor is, ha a daruk teheremelő kötele – pontatlan felállás miatt – nem függőleges. Ez leginkább rövid kötélhossznál veszélyes.

### **Szerkezetek emelése és elhelyezése**

A szerelés megkezdése előtt mindig ellenőrizni kell, hogy biztosítottak-e a szerelés előfeltételei.

- ellenőrizni kell a „fogadó szerkezet” minőségét, és mérethelyességét.
- nincsenek-e szerelést gátló akadályok – terven nem szereplő építmények, munkáárkok, légvezetékek, fák, stb.
- megfelelőek-e
  - szereléshez szükséges utak
  - felvonulási épületek
  - közművek
  - segédszerkezetek
  - szerelést megelőző előszerelések
- megérkeztek-e
  - a szerkezeti elemek
  - a szerelési segédanyagok
  - a szerelés szerszámai
  - az emelőgépek.

A szerelési munka előtt a himbákkal, és a daruval próbaterhelést kell végezni.

### **Alaptestek:**

Kétfajta előregyártott alaptest lehet – sávalap, pontalap.

A sávalap elemeit nem közvetlenül a talajra fektetik, hanem a tükörbe szórt és tömörített kavicsagyazatra. A kavicsagyazat szintjét műszerrel ellenőrizni kell. Az alaptestek helyét zsinórállással jelölik ki. Az emelés előtt az alaptestek tengelyvonalait felfestik az elemekre.

A pontalapok elhelyezése hasonló a sávalap elemekéhez. A méretpontosság betartása komoly problémával jár, elsődlegesen az altalajviszonyok különbözősége, illetve a pontalap alatti szerkezeti rétegrend, az esetleges cölöpözési igény miatt. Manapság a jellemző az előregyártott kehelynyak, amit a cölöpfejjel egybeépítenek.

### **Oszlopok:**

Az oszlopok elhelyezése előtt az alapok helyével, és szintjével kapcsolatban ellenőrző méréseket kell végezni. Ellenőrizni kell a tengelyek egy egyenesbe esését, az egymástól való távolságukat mindkét irányban, esetleg átlóva is, illetve az oszlop felfekvési szintjét. Ellenőrizni kell az alapokon lévő kapcsoló szerkezetek méreteit, meglétét, épségét.

Az alapok ellenőrzése után az oszlopokat is ellenőrizni kell - oszlop hossza, alaptestek magassági helyzetével egyeztetve, alátétlemezek megválasztása. Az oszlopok végein lévő kapcsoló szerkezeti elemek épségét.



Ezután jöhet a beemelés. Először függőlegesbe állítás, majd az elhelyezése a kehelyalapba. Beállítások ellenőrzése – függő, tengelyek. Ideiglenes rögzítés keményfa ékekkel, majd kibetonozás.

### **Falszerkezetek:**

A falszerkezetek szereléstechológiai szempontból az alábbiak szerint csoportosíthatók:

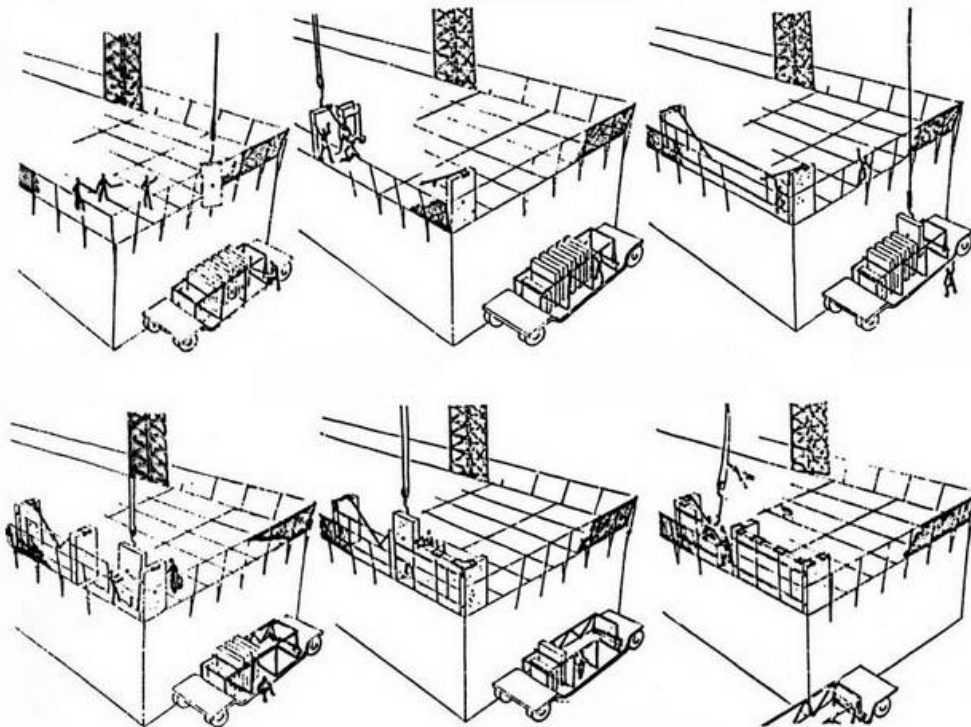
- az épület szerkezete szerint: falas, vázas
- teherviselés szerint: teherbíró, nem teherbíró
- elhelyezkedés szerint: belső, homlokzati
- kapcsolódás szerint: egymáson felfekvő, vázra ültetett.
- helyzet szerint: álló, fekvő
- magasság szerint: egy szintes, többszintes
- felületi megoldozás szerint: nyers, felületkezelt
- forma szerint: sík, íves, törtvonalú, tömör, áttört.

Nagyon sokfélék a szerkezetek, ezért szerelésükre általánosan nehéz bármit mondani.

### **Falaszervezeti rendszerek:**

Lehetnek blokkok, panelok.

Blokkokból történő építés ma már nem jellemző.



Panelok szerelése.

- könnyűszerkezetű
- szilikátbázisú (egyrétegű, szendvicspanel)

Itt is a szerkezeti elemek ellenőrzése elengedhetetlen. A szerelési sorrendet a csomópontok kialakítása határozza meg.

A falpanelok szerelésének a műveletei:

- szállítmányösszetétel ellenőrzés
- panelrögzítés oldása a tréleren
- emelőhimba beakasztás
- próbaemelés 10 cm magasságra, majd leemelés a trélerről
- az elem beépítési helyre juttatása
- leeresztés kézzel való irányítással
- szintbeállító csavarra helyezés
- ellenőrzés benézéssel
- kitámasztó rudak felhelyezése
- emelőhimba kiakasztása
- az elem finombeállítása – támrudak, szintező csavarok

Csomópontképzés feladatai:

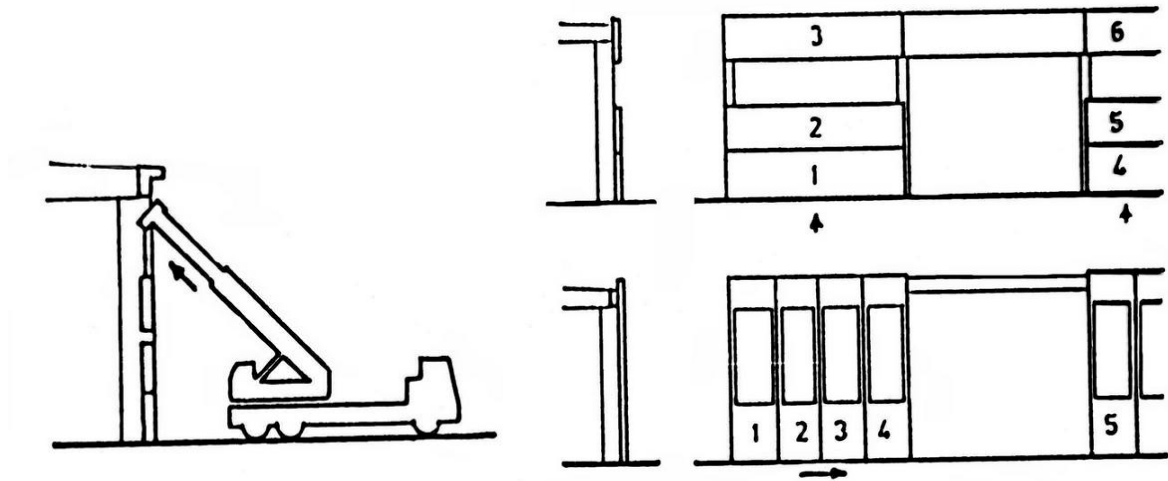
- víz- és hőszigetelés
- zsaluzás
- betonozás, kizsaluzás, felületsimítás
- külső hézagolás
- belső felületképzés.

A támrudakat csak a csomópontképzés, illetve a megfelelő szilárdulás után lehet elbontani.

### ***Vázás szerkezeteknél alkalmazott falszerkezetek:***

A már meglévő vázra, illetve vázhoz szerelik.

Lehetnek olyan szerkezeti elemek, amik részt vesznek a teherbírásban, illetve lehetnek csak térelhatároló szerepűek. Ez a szerkezetszerelés sorrendjét is befolyásolhatja.



**Könnyűszerkezetes rendszer szerelése**

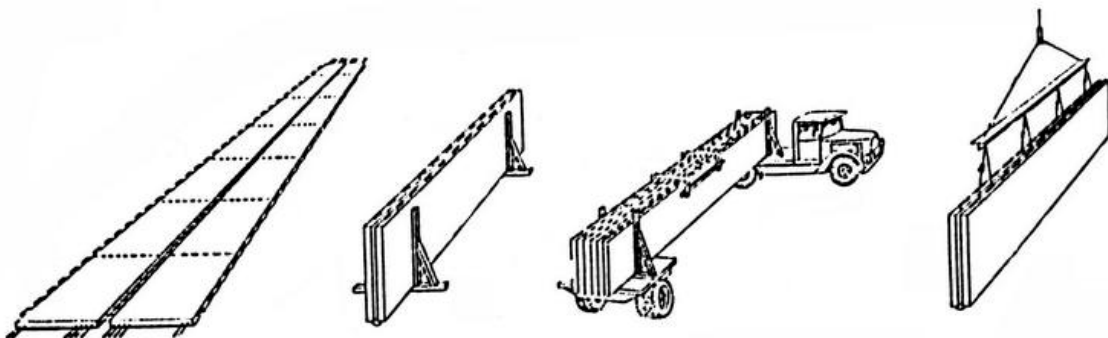
Szilikátbázisú szerkezetek szerelése – lehet álló, fekvő falpanel. Hol kezdjük a szerkezeti elemek elhelyezését, szerelési sorrend, a falpanelek ellenőrzése, a szerkezetek kantolása, majd beemelés, végül megfelelő rögzítése.

**Gerendák, rácsos tartók szerelése:**

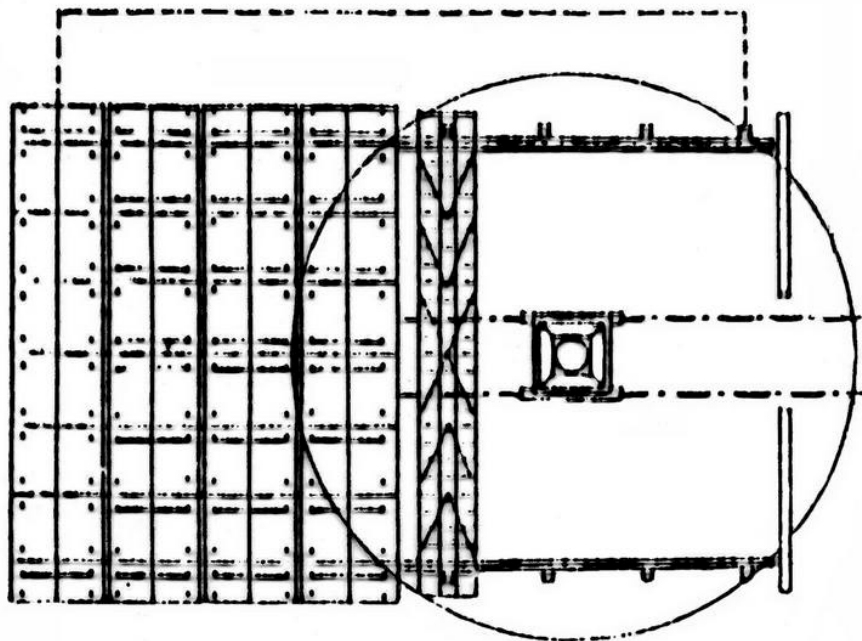
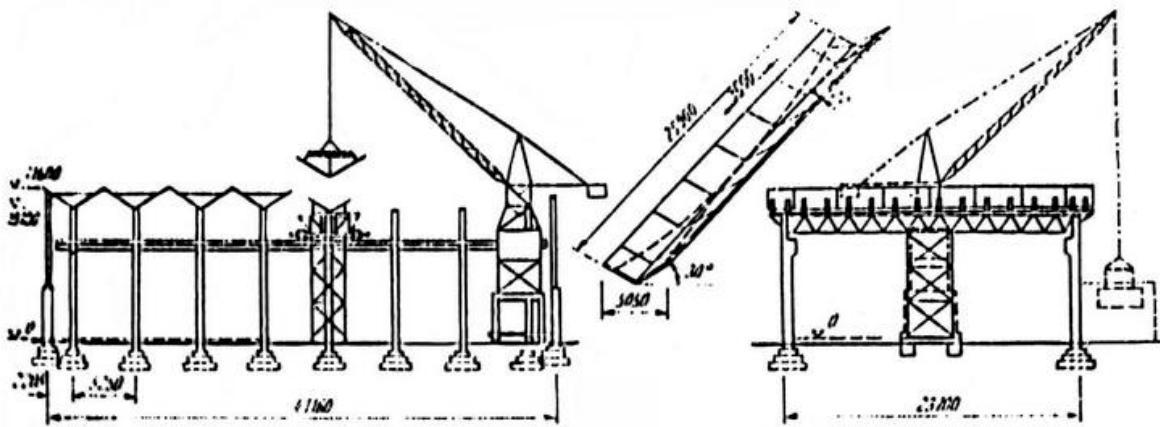
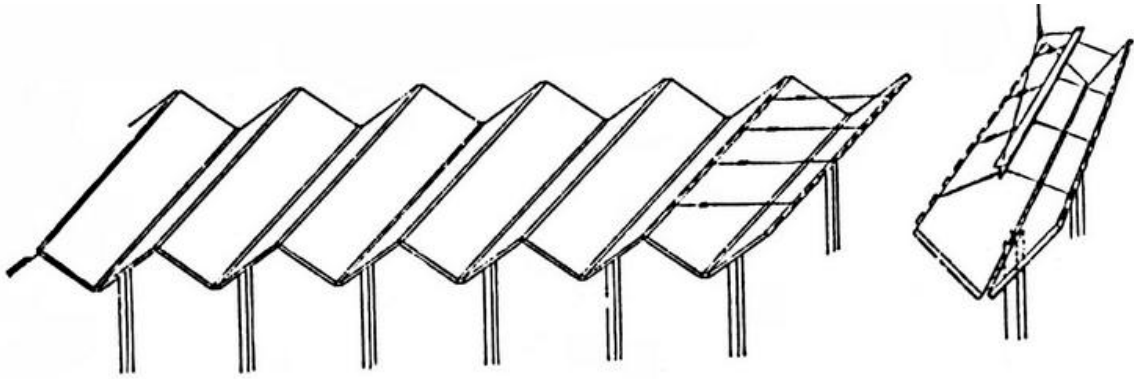
Ellenőrző mérések, vizsgálatok szükségesek a megérkezett elemeknél. Támaszok szintmagassága, geometriai helyzetének ellenőrzése, a beépítendő szerkezetek méreteinek ellenőrzése.

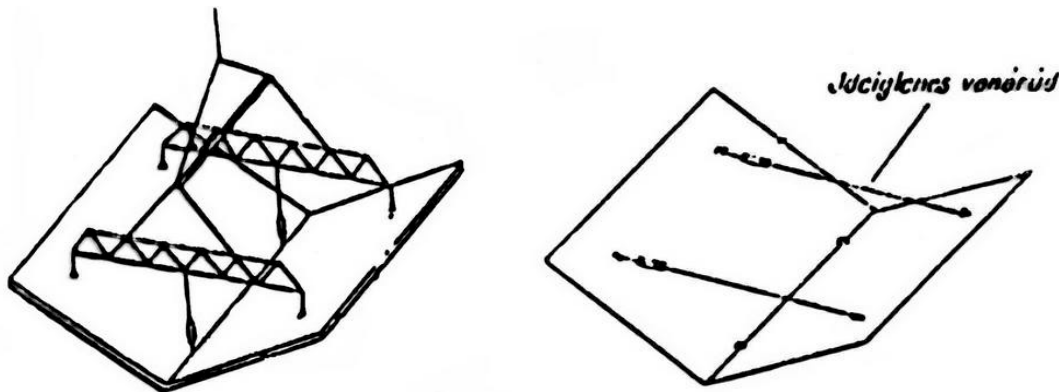
Lehet állványról, vagy állvány nélkül szerelni, szükség esetén kitámasztó szerkezet alkalmazható.

Egyéb érdekesebb szerelési folyamatok:









### A fél éves feladattal kapcsolatos információk

Alvállalkozóként, előregyártott vasbeton szerkezetből készülő ipari csarnok szerkezetépítési munkálatait kell elvégezni. Az alvállalkozói feladat csak a szerkezetépítésre vonatkozik. A munkaterületet úgy kapjuk meg, hogy a kehelyalapok elkészültek, és az alapok között a teljes felületen megfelelően tömörített -a kehelynyakak felső síkja alatt 10 cm magasságig elterített- kőzúzalék készült. A szerelési munka alatt más alvállalkozó nem dolgozik a munkaterületen. Az ipartelepen a helyszínrajzon szereplő többi épület már áll, folyamatos munkavégzés folyik bennük, amit az új csarnok építése közben is biztosítani kell. Ez a gyakorlatban azt jelenti, hogy elsőként az összes előregyártott elemet a helyszínre kell szállítani, a fektetési tervnek megfelelően deponálni kell, és mikor már minden elem a helyszínen van, akkor kezdhető a szerelési munka. A helyszínrajzon ábrázolt úthálózat korábban elkészült, a teherbírása az építési forgalomnak megfelelő. A további felületek parkosítva vannak. Építési területnek az épület homlokzatától 10-10 méter vehető igénybe (az elfogadott ajánlat szerint Beruházó ennek helyreállítását fizeti. Ennél nagyobb terület is igénybe vehető, de ezt az alvállalkozónak saját költségén kell helyreállítania).

Szereléstechológiai tervet kell készíteni a mellékelt helyszínrajzon látható négy ipartelep egyikén (I-IV jellel jelölve) építendő, kijelölt épülettípusra (A-B-C). Az épület nézeti rajza, illetve az előregyártott elemek rajzai a mellékletek között megtalálhatóak. Az épület méretei a mellékelt táblázat megfelelő sorából olvashatók ki.

Egy feladat pontos kijelölése tehát pl:IV-C-8.

Az elkészítendő feladatrészek:

- Helyszínrajz
- Elem konszignáció

- Fektetési terv
  - Szerelési sorrendterv
  - Egy, a konzultációk során (fektetési terv alapján) kijelölt elem beemelési részletrajza 3 nézetben
  - Beemelési ütemterv
  - Műszaki leírás
- 
- Konzignációs tervet kell készíteni. Ebben mindenki megrajzolja a saját épületét alkotó szerkezeti elemeket, illetve kiszámolja azok súlyát.
  - Szerelési sorrendtervet kell készíteni, amelyik összhangban áll a konzignációs tervvel, valamint a fektetési tervvel. Ebben a tervben darunként kell meghatározni, hogy milyen sorrendben történik a szerkezet összeállítása
  - A beemelési ütemterv adja meg a szerelési sorrendtervben meghatározott sorrend alapján azt, hogy az egyes daruk egy-egy munkanap melyik elemeket emelik be, és ebből adódóan az egy munkanap alatt elvégzendő szerelési munkát, és végeredményben a teljes szerkezetszerelésre szükséges időt.
  - Minden elemnek a helyszínen kell lenni, mert az ipari park többi épületében munka folyik és azt nem lehet akadályozni. A megbízó evvel éri ezt el, hogy minden elemnek a helyszínen kell lenni, a fektetési tervnek megfelelően el kell helyezni depóniákban, és ezek után kezdhető csak el a szerkezetszerelési tevékenység.
  - Csak a födémpanelekből készíthető depónia, azaz rakhatóak egymásra az elemek.
  - Minden egyéb elem csak egyesével rakható le, alátétfák használatával.
  - Mindig a végső beemelésnek megfelelő helyzetben tároljuk az elemeket (főtartó, födémpanel, gerendák), illetve a nagyobb inerciának megfelelően (pillérek). A födémpanelek fektethetők, mivel a végleges beépítési helyzetüknek megfelelően lesznek így is deponálva.
  - A deponáláshoz kapcsolódó előírások. Depónia magasság a „keskenyebbik” szélesség magasságának 2,5-szöröse, de maximum 2,8 m magas lehet. Minden elem valamelyik oldalról a földről megközelíthető kell legyen. Ha több depónia van, akkor két depónia közvetlenül egymás mellé helyezhető, a harmadikat már csak kb. 1 m-es közlekedőfolyosó után tehető le.
  - Nem kell az egész házat kidolgozni a fektetési tervben, csak a „közepét”, ahol már kiadódik a fektetési terv ritmikussága. Az induló, illetve a befejező keretállítás mindig más, azokat nem kell feltétlenül megoldani.
  - Egy – a konzultációk alapján, a félév során, a fektetési terv elkészülte után kijelölt – szerkezeti elem beemelése három nézetben. Úgy kell elképzelni, mintha az adott elem beemelésekor fényképfelvételt készítenénk, és azt kell megrajzolni, ahogy a fényképen látnánk az épületet.
  - A kijelölt elem beemelését két fázisban kell megrajzolni (ugyanazon a rajzon). Az egyik fázis amikor a depóniából megemeli a kijelölt elemet, majd azt az állapotot, amikor épp a helyére helyezik a szerkezeti elemet. A két fázis között ábrázolni kell a

daruhorog helyzetének változásait (folyamatosan), végiggondolva, hogy az ismerttetett hat alapl műveletek közül a daru mely műveleteket végzi, hogy az induló helyzetből a végső helyzetébe kerüljön a szerkezeti elem. A célja ennek a rajznak, hogy mindenki végiggondolja, hogy emelés közben a már beemelt szerkezetek mennyire akadályozhatják a szerelési munkát, illetve a depónia helyének jó megválasztásával mennyire sikerül kedvezőbb emelési helyzetet kialakítani.

- A műszaki leírásban minden, a feladat megvalósításával kapcsolatos műszaki észrevételt meg kell tenni, illetve ki kell egészíteni a rajzi részeket, hogy ténylegesen megépíthető legyen az épület.