

KŐFARAGÓ, MŰKÖVES ÉS ÉPÜLETSZOBRA SZ

MESTERVIZSGÁRA

FELKÉSZÍTŐ JEGYZET

Budapest, 2014

SZÉCHENYI 2020



MAGYARORSZÁG
KORMÁNYA

Európai Unió
Európai Szociális
Alap



BEFEKTETÉS A JÖVŐBE

Szerzők:
Tóth József
Kamfl János
Dr. Mészáros László

Lektorálta:
Bene Zoltán

Kiadja:
Magyar Kereskedelmi és Iparkamara

**A tananyag kidolgozása a TÁMOP-2.3.4.B-13/1-2013-0001 számú,
„Dolgozva tanulj!” című projekt keretében, az Európai Unió Európai
Szociális Alapjának támogatásával valósult meg.**

**A jegyzet kizárólag a TÁMOP-2.3.4.B-13/1-2013-0001 „Dolgozva tanulj”
projekt keretében szervezett mesterképzésen résztvevő személyek részére,
kizárólag a projekt keretében és annak befejezéséig sokszorosítható.**

TARTALOM

1.Építőipari közös feladatok	5
1.1 Építésszervezési ismeretek	5
1.1.1 Elrendezési tervek,	7
1.1.2 Időtervek	8
1.1.3 Szervezési műszaki leírás,	8
1.1.4 Munkaterület átadás-átvétel, felvonulás	8
1.1.5 Kivitelezés	9
1.1.6 Környezetszennyezés.	10
1.2 Balesetmentes munkavégzés feltételei.....	10
1.2.1 A munkavédelem célja és alapfogalmai	10
1.2.2 A munkavégzés építőiparra jellemző tárgyi feltételei:	12
1.2.3 A munkavégzés építőiparra jellemző személyi feltételei	13
1.2.4 Az építési-szerelési munkák legfontosabb biztonsági követelményei.....	13
1.2.5 Egyéni védőeszközök	14
1.2.6 Jellemző munkabiztonsági előírások.....	14
1.2.7 Foglalkozás-egészségügy	16
1.2.8 Munkavédelemi eszközök és használatuk.	16
1.2.9 Balesetvédelmi előírások.....	18
1.2.10 Elsősegélynyújtás	19
1.2.11 Tűzvédelem	20
1.3. Anyagszükséglet és munkaidő meghatározása	20
1.3.1 Alkalmazott tervek	20
1.3.2 Épületszerkezetek.....	21
1.3.3 Az építés során használt építőanyagfajták jellemzői, megjelenési formái	21
1.4. Anyag és időnyilvántartás.....	24
1.4.1 Anyagnyilvántartás.....	24
1.4.2 Munkaidő meghatározása.....	25
1.6.Az épület helyszínén végzett műkö kivitelező munkák.....	26
1.6.1 A műköfelhordás munkaeszközei:	26
1.6.2 A munka előkészítése a telepített üzemben	27
1.6.3.A munkahely átvétele az épületben.....	27
1.6.5 A munka és munkahely megszervezése	28
1.6.6 Baleset elhárítás, munkavédelem	29
1.7. Kitűzés, szintezés.....	30
1.7.1 Az épület kitűzéséről szintezéséről általában	30
1.7.2. A pontos kitűzés, szintezés fontossága.....	31
1.7.3. Vonalak, síkok meghatározása	31
1.7.4. Vízzintes és függőleges vonalakat meghatározó pontok átvitele, vetítése..	33
1.7.5 Szemléltető példa műkómunka kitűzésére:	33
1.7. 6 Baleset elhárítás, munkavédelem	35
2.Kőfaragómunkák.....	36
2.1.1.A kőfaragó szakma történeti áttekintése, stílusok	36
2.1.2. A kőanyagok felhasználási területei.....	38

2.1.3. Kész kőtermékek elhelyezésének módszerei. Felületvédelem	42
2.1.4. Kövek kiválasztása a megmunkáláshoz	43
2.1.5. A Kőtömbök mozgatása, szállítása, tárolása.	44
2.1.6. A kövek megmunkálásának további lehetőségei, gépi berendezései.....	44
2.1.7. Dokumentációk a szakma gyakorlása során	49
2.1.8.A betű története, betűvésés technikájának fejlődése	50
2.1.9. Kiegészítés – A javítási, restaurálási fejezethez (Összefoglaló rész)	54
2.2.1. Statikai alapfogalmak	56
_Toc3912092672.2.4. Síkidomok keresztmetszeti jellemzői.....	73
2.2.5. Homogén anyagú hajlított tartó feszültségeinek számítása	77
2.2.6. Homogén anyagú hajlított tartó ellenőrzése	80
2.2.7. Homogén anyagú hajlított tartó tervezése.....	81
2.2.8. Vasbetonszerkezetek	83
3.1 Helyszíni műkőmunkák	86
3.1.1 Helyszíni felhordás vakoló technológiával függőleges felületen	87
3.1.2 A helyszíni felhordás munkafolyamata	88
3.1.3 A vasszerelés készítése és felszerelése	88
3.1.4 Grund vagy aljzatbeton készítése	89
3.1.5 A műkőréteg felhordása	89
3.2 Helyszíni felhordás padló és lépcső felületen.....	94
3.2.1 A lépcsőfokok kitűzése, felrajzolása	95
3.2.2 Alapfelületek előkészítése	95
3.2.3 Aljzatbeton felhordása lépcsőfokokra	96
3.2.4 Zsaluzás, homlokzsaluzat elhelyezés	96
3.2.5 Műkőréteg felhordása, lehúzása, simítása	97
3.2.6 Utókezelés	97
3.2.7 Receptúrák a műkőkészítéshez.....	97
3.2.8 Keverés, konzisztencia	100
3.2.9 Műkőréteg vastagsága	101
4.Terazzóburkolat készítés	102
5. Gipsz munkák	105
5.1.1 Öntési módok gipsztermék előállítására esetén	111
5.1.2 Mintakészítés.....	111
Felhasznált szakirodalom.....	114

1. Építőipari közös feladatok

1.1 Építésszervezési ismeretek

Az építés, amellyel környezetünket alakítjuk egy összetett tevékenység. Épületek, építmények és mérnöki műtárgyak létrehozása áll a folyamat középpontjában, amely a gondolat megszületésétől a tervezésen és kivitelezésen át, a funkciónak megfelelő birtokba vételig tart. Ez a folyamat tudatos, átgondolt, előre megtervezett, és jogilag szabályozott tevékenységet takar, melynek végrehajtása is ellenőrzötten történik.

A teljes **beruházási folyamat** és elemei külön-külön is rendkívül összetett tevékenységsort alkotnak, ahol a rendszerezés elengedhetetlen.

A beruházási folyamat első feladataként szerepelnek azok az **elemzések**, megvalósíthatósági vizsgálatok, amelyek megalapozzák az előkészítési, megvalósítási és további folyamatokat.

Az elemzéseket követő **előkészítés** során választják ki a lebonyolítót, a tervezőt, véglegesítik a beruházási programot, bonyolítják a tervezési folyamatot. A tervezési folyamat tartalmazza az engedélyezési terv, majd kiviteli terv elkészítését, közben a különböző hatósági eljárások zajlanak, végül a kivitelező kiválasztásával vállalatba adják a megvalósítást.

Az előkészítés után a **megvalósítás következik**, melynek során a kivitelező birtokba veszi az építési területet, felvonul, alkalmassá teszi azt az építkezésre, azaz berendezi. A kivitelező a tervdokumentáció alapján, a technológiának és a szabványoknak megfelelően megépíti az építményt, az építés során megfelelő anyagokat és gépeket alkalmaz, szakemberekkel dolgoztat, szükség szerint alvállalkozókat foglalkoztat, valamint pénzzel gazdálkodik.

A megépült épületet, építményt, vagy mérnöki műtárgyat a kivitelező **műszaki átadás-átvételi eljárás** során átadja a megrendelőnek, aki felszereli, berendezi, majd a használatbavételi eljárás végén használatba veszi.

A beruházási folyamat végén a pénzügyi és műszaki lezárás áll.

A megvalósítási folyamat elemeinek rendszerezését **építésszervezés** (idegen szóval: **organizáció**) kifejezéssel szokták illetni. Leegyszerűsítve: minden, ami a kivitelezéshez szükséges, a megfelelő helyen és időben legyen, a megfelelő minőségben és mennyiségben.

A kiviteli tervnek megfelelő megvalósítást a szervezési tervek segíthetik:

- **Költségvetés**, amely meghatározza a kivitelezés teljes költségét, azaz az építmény és az építést létrehozó folyamat együttes költségét, a munka árát. Minden szervezési terv alapjául szolgál. Adataival, információival részletezi, kiegészíti a műszaki terveket. Pénzügyi elszámolás alapjául szolgál.

Név :
Cím : Kelt: 20.. év.....hó...nap
Szám :.....
KSH besorolás:.....
Teljesítés:20.. év.....hó...nap
A munka leírása: Készítette :.....

Készült:
Költségvetés összesítő

Megnevezés	Anyagköltség	Dijköltség
1. Építmény közvetlen költsége	1.126.969	506.470
1.2 Akadályoztatási költség	3%	15.194
1.3 Építés közvetlen költségei	1.126.969	521.664
1.4 Közvetlen önköltség összesen	1.126.969	521.664
2.1 Árkockázati fedezet vet.alap	1.126.969	
2.3 Anyagigazgatási ksg. vet.alap	1.126.969	
2.4 Anyagigazgatási költség	23%	259.203
2.5 Fedezet vetítési alap 1.4		521.664
3.1 Tartalékkeret vetítési alap	1.907.836	
3.2 Tartalékkeret	3%	57.235
4.1 ÁFA vetítési alap	1.965.071	
4.2 Áfa	25%	491.268
5. A munka ára	2.456.339	

Aláírás

<u>Munkanem összesítő</u>		
Munkanem száma és megnevezése	Anyagköltség	Dijköltség
31 Helyszíni beton és vasbeton munkák	168.301	114.590
33 Falazás és egyéb kőműves munkák	958.668	391.880
I. Fejezet munkanemei összesen	1.126.969	506.470

Ssz.	Tételszám Tételkiírás	Egységre jutó		A tétel ára összesen		
		Anyag	Munkadíj	Anyag	Munkadíj	
1	31-030-011.1.1.1-0112110 (19) ÖN Beton aljzat készítése helyszínen kevert betonból, kézi továbbítással és bedolgozással, merev aljzatra, tartószerkezetre léccel lehúzva, kavicsbetonból, C 8/10 - C 16/20 kissé képlékeny konzisztenciájú betonból, 6 cm vastagságig C12/15 - X0b(H) kissé képlékeny kavicsbeton keverék CEM 32, 5 pc. D _{max} = 16 mm, m = 6,4 finomsági modulussal	2,6 m³	18.901	10.300	49.143	26.780
2	31-030-011.1.1.2-0112110 (20) ÖN Beton aljzat készítése helyszínen kevert betonból, kézi továbbítással és bedolgozással, merev aljzatra, tartószerkezetre léccel lehúzva, kavicsbetonból, C 8/10 - C 16/20 kissé képlékeny konzisztenciájú betonból, 6 cm vastagság felett C12/15 - X0b(H) kissé képlékeny kavicsbeton keverék CEM 32, 5 pc. D _{max} = 16 mm, m = 6,4 finomsági modulussal	2,3 m³	18.901	9.300	43.472	21.390
3	31-051-001.1-0112440 (1) Járdakészítés betonból, 12 cm vastagságig, tükörkiemeléssel, 8 cm kavicsagyazattal, szegéllyel, zsaluzattal, X0b(H) környezeti osztályú, kissé képlékeny konzisztenciájú betonból, saját levében simítva C12/15 - X0b(H) kissé képlékeny kavicsbeton keverék CEM 32, 5 pc. D _{max} = 24 mm, m = 5,9 finomsági modulussal	41 m²	1.846	1.620	75.686	66.420

33. Falazás és egyéb kőműves munkák

Ssz.	Tételszám Tételkiírás	Egységre jutó		A tétel ára összesen		
		Anyag	Munkadíj	Anyag	Munkadíj	
1	33-001-001.1.2.5.1.1.1-0127445 (65) ÖN Teherhordó és kitöltő falazat készítése, égetett agyag-kerámia termékekből, nútféderes elemekből, 440 mm falvastagságban, 440x250x238 mm-es méretű kézi falazóblokkból, falazó, cementes mészhabarcba falazva POROTHERM 44 N+F nútféderes kézi falazóblokk, 440x250x238 mm, M 1 (Hf10-mc) falazó, cementes mészhabarc	104 m²	7.103	2.960	738.712	307.840
2	33-011-001.1.2.1.1.1-2132106 (20) ÖN Válaszfal építése, égetett agyag-kerámia termékekből, nútféderes elemekből, 100 mm falvastagságban, 330x238x100 mm-es vagy 500x238x100 mm-es méretű válaszfalappból, falazó, cementes mészhabarcba falazva POROTHERM 10 N+F válaszfalapp, 500x238x100 mm, M 1 (Hf10-mc) falazó, cementes mészhabarc	76,4 m²	2.879	1.100	219.956	84.040
Munkanem összesen:					958.668	391.880

1.1.1 Elrendezési tervek

Azok a tervek, melyek az építési terület belső kialakítását, berendezését tartalmazzák különböző munkafázisokban (felvonuláskor, szerkezetépítéskor, szakipari munkák esetén, stb.). Láttatja az építési terület kapcsolatát a közvetlen környezettel (utak, közművek), a különböző anyagtároló helyeket, az építés ideje alatt jellemzően megjelenő gépeket, a felvonulási épületeket, segédüzemeket, és olyan információkat, amelyek

segítik a terület berendezését. Átgondolt megtervezése segíti a kivitelezési folyamatot, főleg munkák elvégzését kiküszöbölheti, így gazdaságosabbá téve a kivitelezést.

1.1.2 Időtervek

A szerződésben meghatározott időmennyiség lebontását, részletezését tartalmazzák. Egy épület építésénél általában az **ütemterveket** alkalmazzák, amelyek célja és lényege, hogy az építéssel kapcsolatos jellemzőket, információkat időben rendszerezze, áttekinthető módon láttassa és a kivitelezés irányíthatóvá váljék. Nem mellékes feladata, hogy a megtervezett építési idő ténylegesen meg is valósuljon a leggazdaságosabb költségráfordítással. Az ütemtervek közül elsőként a **munkamenet ütemtervet** készítik el, amely a feltételek és lehetőségek figyelembe vételével a számított munkaidőket mutatja a készítője által meghatározott részletességgel (munkafolyamatokra bontás). A munkamenet ütemterv szolgál alapul a gépütemterv, az anyagszükségleti ütemterv, valamint a munkaerő- és pénzügyi ütemterv elkészítéséhez.

Munkafolyamat	Munkaidő (nap)																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Alapozás	■	■	■	■	■														
Szigetelés																■	■		
Falazás																	■	■	■

Munkafolyamatokat ábrázoló egyszerű időterv

Több azonos technológiájú épület egy építési területen és azonos időben történő építése esetén célszerű az összes munkafolyamatot ún. technológiai ütemekbe sorolni és a szalagszerű építésszervezést alkalmazni. Ilyen esetekben egy technológiai ütembe azokat az azonos időben készíthető tevékenységeket kell csoportosítani, amelyeket egy munkacsoport (azonos vagy eltérő szakmájú) tud elvégezni. Ennek a szervezésnek a terveit: építési sorrendterv, ciklogram, harmonogram.

Összetett és bonyolult építési munkák jobb áttekintését és egyértelmű ábrázolását a hálós irányítási rendszerek teszik lehetővé. A hálótervek alkalmazása rendszerszemléletre és logikus gondolkodásra ösztönöz, számítógépes program segítségével is elkészíthető.

1.1.3 Szervezési műszaki leírás,

A számításokkal, leírásokkal, indoklásokkal egészíti ki a rajzos szervezési terveket.

A szervezési tervek közül a költségvetést a kivitelező leggyakrabban már készen kapja, így azt tanulmányozni, a tervdokumentációval összevetni és sok esetben kiegészíteni szükséges.

Az építés időterveit és az elrendezési terveket jellemző módon a kivitelezőnek kell elkészíteni, mert a tervezés időszakában általában nem ismert a kivitelező.

1.1.4 Munkaterület átadás-átvétel, felvonulás

A munkaterület átadás-átvételét megelőzi az a helyszíni bejárás, ahol a kivitelező (saját érdekeinek és céljának megfelelően) szemre vételezi az építési területet, az ingatlan sajátosságait, megközelíthetőségét, a közmű és energiaellátás lehetőségeit. Célszerű a közvetlen környezetben lévő építmények állapotáról szemrevételezéssel, esetleg fotóval felmérést, illetve állapot rögzítést végezni a későbbi problémák elkerülésére. A bejárást a beruházó, vagy megbízottja szervezi.

A bejáráson szerzett információk alapján megtervezhető az építkezés térbeli és időbeli szervezése, elkészíthetők az **elrendezési tervek** és **időtervek**.

Az építési szerződésben rögzítésre kerül a terület átadásának időpontja, ekkor adja át az építető a kivitelezőnek az építési munka elvégzésére alkalmas állapotban. Ezt az eseményt a **munkaterület átadás-átvételi** jegyzőkönyvében és az építési naplóban dokumentálják. Az építési naplót a munkaterület átvételekor meg kell nyitni, és az építetőnek is alá kell írnia. Ettől az időponttól indul a tényleges kivitelezés, kezdődhet meg a tényleges felvonulás.

A felvonulás célja, hogy az építési terület alkalmassá váljon a kivitelezésre, ne legyenek zavaró körülmények, biztosított legyen a vagyoni védelem és a dolgozók megfelelő munkakörülményei, megfelelő nagyságú (előkészített) területek álljanak a gépek és építőanyagok tárolására, megmunkálására.

A felvonulás során célszerű először a terület növényzetével és a talajjal foglalkozni: növényirtás, növényvédelem, humusz leszedése, durva tereprendezés. Következhet a terület lehatárolása (ideiglenes kerítés, kapu, porta), amelyet vagyoni védelmi szempontok miatt meg kell oldani. Ezzel egy időben a közlekedési kapcsolatokat, és a belső út kialakítását, valamint az ideiglenes közmű- és energia ellátást és a bekötéseket kell elkészíteni. A felvonulási épületek elhelyezése, a tárolóterületek előkészítése, raktárak és a segédüzemek kialakítása zárja a felvonulási munkák sorát.

A felvonulás során komoly segítség az elrendezési terv, amennyiben átgondolt és számításokkal megalapozott tervezés eredményeként jött létre.

1.1.5 Kivitelezés

Az építési terület a felvonulás során alkalmassá vált a kivitelezésre, megkezdhető a tényleges építési munka, amelyhez anyagra, gépekre, szak- és segéd munkásokra, valamint pénzre, ún. erőforrásokra van szükség.

Az erőforrások szükségessége a korábban elkészített időtervekről leolvasható. Előfordulhat, hogy a kivitelezés során váratlan esemény adódik, ami miatt akár veszélybe is kerülhet a szerződés szerinti teljesítés, ami – kivitelezői hiba esetén – kötbért vonhat maga után. A kivitelező célja, hogy a kötbérezést elkerülje, ezért inkább átszervezi a munkákat, aktualizálja a már rendelkezésre álló szervezési terveket.

Az építkezés során felhasználásra kerülő anyagokat időben és megfelelő minőségben be kell szerezni, és azokat megfelelő módon kell tárolni. A határidők betartását bizonytalanná teheti a késve érkező, vagy a hibás mennyiség számítás eredményeként kevésnek bizonyuló építőanyag.

Befolyásolhatja a kivitelezés ütemezését a dolgozói létszám és a munkát segítő építőipari gépek nem megfelelő időben történő megjelenése is.

Az építőipari munkák megvalósítását az időjárás is befolyásolhatja.

A legtöbb befolyásoló tényezőre fel lehet készülni, a tervezés során figyelembe lehet venni, csupán a váratlan és különleges helyzetek, események igényelnek gyors intézkedést, szükség esetén határidő módosítást.

A kivitelezés befejeztével a kivitelező belső ellenőrzéssel ellenőrzi a készültség állapotát és a minőség megfelelőségét, majd a beruházó felé készre jelenti a munkát.

A **készre-jelentés** egy jognyilatkozat, amelyben a vállalkozó kijelenti, hogy a megadott határrapra a szerződésben foglalt teljesítési kötelezettségének maradéktalanul eleget tett, és az építmény készen áll a műszaki átadásra.

Lebonyolításra kerül az épület rendeltetésszerű használatához elengedhetetlen hálotechnikai berendezések és rendszerek **próbaüzeme**, majd megkezdődik a műszaki átadás-átvételi eljárás.

Az átadás-átvételi eljárás során a résztvevők az elkészült, illetve készre-jelentett épületet, építményt megvizsgálják, végigjárják és megállapítják, hogy a terveknek megfelelően, az

előírt minőségben és mennyiségben elkészült, avagy milyen hiányosságok vannak. Az eljárásról jegyzőkönyv készül, amelyben a megjelentek nyilatkozatait rögzítik. Az átadás-átvétel akkor eredményes, ha az építető a létesítményt átveszi. A hibákat, hiányosságokat a kivitelező köteles a jegyzőkönyvben meghatározott határidőre kijavítani.

Az elkészült munkát a kivitelező leszámllazza (végszámla), figyelembe véve a szerződést, az átadás-átvételi jegyzőkönyvet és az igazolt építési és felmérési naplót.

Az építkezés, illetve a hiánypótlás befejeztével a kivitelező levonul az építési területéről, azaz kiüríti az építési területet, elvégzi a szükséges helyreállításokat, leszerelteti a mérőórákat, betemeti a gödröket, árkokat, rendet hagyva maga után távozik.

1.1.6 Környezetszennyezés

Az építkezéseknél elengedhetetlen a környezetvédelmi szempontok figyelembe vétele, hogy a környezetet és a lakosságot a lehető legkisebb terhelés érje.

A bontás és építés során, valamint a területen dolgozó munkagépek munkavégzésekor por formájában levegőszennyezés keletkezhet. A levegőterheltségi szint határértékét a 4/2011.(I.14.) VM rendelet határozza meg.

Komoly problémát okozhat a zaj, amely halláskárosodást, illetve a környező épületekben kárt okozhat a rezonancia. A zajterhelési határértéket a 27/2008. (XII.3.) KvVM-EüM együttes rendelet szabályozza. A zajterhelési határértéknek az épületek homlokzata előtt, vagy a védendő helyiségekben kell teljesülnie, valamint a kivitelező nem okozhat olyan mértékű szerkezeti rezgéseket, amelyek a környező épületek károsodását okozhatják.

Az építési és bontási hulladék kezelésének részletes szabályait a 45/2004. (VII.26.) BM-KvVM együttes rendelet határozza meg. Az építetőnek kötelessége az építési és bontási munkákra vonatkozó hulladék tervlap elkészítése, majd a munkák befejeztével építés esetén az építési hulladék nyilvántartó lap, illetve bontási munkák esetén a bontási hulladék nyilvántartó lap elkészítése.

Ezeket a lapokat a hulladékot kezelő átvételi igazolásával együtt le kell adni a területileg illetékes környezetvédelmi hatóságnak, ellenkező esetben a környezetvédelmi hatóság szabálysértési eljárást kezdeményezhet.

A kivitelezőnek gondoskodni kell a kivitelezés során szükséges ivóvízről és a keletkező szennyvizek kezeléséről (ideiglenes WC, mosdó-konténer telepítése).

Gondoskodni kell a területen munkát végző gépekből elcsepegő olajjal szennyezett föld, mint veszélyes hulladék elszállításáról is.

1.2 Balesetmentes munkavégzés feltételei

1.2.1 A munkavédelem célja és alapfogalmai.

A munkavédelem célja, hogy szabályozza az egészséget nem veszélyeztető és biztonságos munkavégzés személyi, tárgyi és szervezeti feltételeit a szervezetten munkát végzők egészségének, munkavégző képességének megóvása és a munkakörülmények humanizálása érdekében, megelőzve ezzel a munkabaleseteket és a foglalkozással összefüggő megbetegedéseket.

A munkáltatók és a munkavállalók feladatait, jogait és kötelességét az **1993. évi XCIII. törvény a munkavédelemről** határozza meg.

A törvény kimondja, hogy a munkát végzőknek joguk van a biztonságos és egészséges munkafeltételekhez.

A munkavédelem területei:

- Munkabiztonság,
- Munkaegészségügy (munka-higiénia és a foglalkozás-egészségügy).

A munkavédelem által leggyakrabban alkalmazott **fogalmak**:

Munkahely: minden olyan szabad vagy zárt tér, ahol munkavégzés céljából vagy azzal összefüggésben munkavállalók tartózkodnak. Ide tartozik az egyéni vállalkozó munkavégzési helye is.

Telephely: a munkáltató székhelyétől különböző hely, ahol munkavégzés folyik.

Munkavállaló: a szervezett munkavégzés keretében munkát vállaló személy.

Munkáltató: a munkavállalót szervezett munkavégzés keretében foglalkoztató. Ide tartozik az egyéni vállalkozó, aki a munkáját személyesen végzi és a munkaerő-kölcsönzés keretében átengedett munkavállalót kölcsönvevő foglalkoztató is.

Munkaeszköz: minden gép, szerszám, berendezés vagy készülék, amelyet a munkavégzés során alkalmaznak, vagy azzal összefüggésben használnak.

Munkavédelmi képviselő: olyan személy, akit a munkavállalók választanak azzal a céllal, hogy a munkáltatóval való együttműködés során képviselje a biztonságos munkavégzéssel összefüggő munkavállalói jogokat és érdekeket.

Veszélyes: az a létesítmény, munkaeszköz, anyag, munkafolyamat, technológia, amelynél a munkavállalók egészsége, biztonsága károsító hatásnak lehet kitéve, amennyiben nem biztosítanak megfelelő védelmet.

Veszélyes anyag: minden olyan anyag, vagy készítmény, amely fizikai, kémiai, vagy biológiai hatása révén veszélyforrást képviselhet (robbanó, oxidáló, gyúlékony, maró, sugárzó, mérgező, fertőző, rákkeltő, stb.)

Veszélyforrás: a munkavégzés során, vagy azzal összefüggésben jelentkező minden olyan tényező, amely a munkát végző személyre ártalmat jelenthet. A veszélyforrás kiterjed a munkavégzés hatókörében tartózkodó személyre is.

Veszélyforrások csoportosítása:

1. Fizikai veszélyforrás:
 - Munkaeszközök, járművek, szállító-, anyagmozgató eszközök, és részeik, mozgó anyagok, termékek
 - Szerkezetek egyensúlyának megbomlása
 - Csúszós felületek
 - Éles, sorjás, egyenetlen felületek, élek és sarkok
 - Tárgyak hőmérséklete
 - Szintkülönbség
 - Zaj, rezgés, infra- és ultrahang
 - Aeroszolok és porok a levegőben, stb.
2. A veszélyes anyag
3. Kémiai veszélyforrás
4. Biológiai veszélyforrás.

Munkavédelmi üzembe helyezés: az a munkavédelmi eljárás, amelynek során az üzemeltető meggyőződik arról, hogy az adott létesítmény, munkahely, technológia, munkaeszköz a munkavédelmi követelményeket kielégíti, és az eljárás befejeztével az üzemeltetését elrendeli.

Munkabaleset: az a baleset, amely a munkavállalót a szervezett munkavégzés során, vagy azzal összefüggésben éri, annak helyétől, időpontjától és a munkavállaló (sérült) közrehatásának mértékétől függetlenül. A munkavégzéssel összefüggésben következik be a baleset, ha a munkavállalót a foglalkozás körében végzett munkához kapcsolódó közlekedés, anyagvételezés, anyagmozgatás, tisztálkodás, szervezett üzemi étkeztetés, foglalkozás-egészségügyi szolgáltatás és a munkáltató által nyújtott egyéb szolgáltatás stb.

igénybevétele során éri. Nem tekinthető munkavégzéssel összefüggésben bekövetkező balesetnek (munkabalesetnek) az a baleset, amely a sérültet a lakásáról (szállásáról) a munkahelyére, illetve a munkahelyéről a lakására (szállására) menet közben éri, kivéve, ha a baleset a munkáltató saját vagy bérelt járművével történt.

1.2.2 A munkavégzés építőiparra jellemző tárgyi feltételei:

A munkahelyen, így az építőipari tevékenységet folytató területeken, minden munkavállaló részére biztosítani kell öltözködési, tisztálkodási, egészségügyi, étkezési, pihenési és melegedési lehetőséget, továbbá megfelelő mennyiségű ivóvizet.

Megfelelően kell gondoskodni a munkahelyi rendről, tisztaságról, a keletkező anyagok, szennyvíz, hulladék kezeléséről oly módon, hogy veszélyt vagy egészségügyi ártalmat ne okozzanak és a környezetet ne károsítsák.

A munkavégzés során legyen elegendő mozgástér, amely a biztonságos munkavégzéshez szükséges.

A munkahelyen alkalmazott állvány (munkaállás) feleljen meg a biztonságos munkavégzés követelményeinek, a várható igénybevételeknek, tegye lehetővé a biztonságos közlekedést, anyag és eszköztárolást, valamint a leeső tárgyak elleni védelemmel legyen ellátva.

A munkahely megvilágítása (természetes és mesterséges) a munkavégzés jellegének feleljen meg.

A munkafolyamatot, technológiát, munkaeszközt, anyagot úgy kell megválasztani, hogy az sem a munkavállalók, sem a munkavégzés hatókörében tartózkodók egészségét és biztonságát ne veszélyeztesse.

Olyan munkahelyen, ahol különböző munkáltatók alkalmazásában álló munkavállalókat (több alvállalkozó) foglalkoztatnak, a munkavégzést össze kell hangolni. Az összehangolást úgy kell elvégezni, hogy a munkavégzés ne jelentsen veszélyt az ott dolgozókra és a munkavégzés hatókörében tartózkodókra sem. Felelős lehet az összehangolás megvalósításáért a felek által szerződésben meghatározott munkáltató, ha ilyen kikötés nincs, akkor a fővállalkozó, ha ilyen sincs, akkor az a felelős, akinek a területén a munkavégzés folyik.

Az anyagot, terméket mozgatni csak az anyag, termék tulajdonságainak megfelelő, arra alkalmas eszközzel, a kijelölt helyen és módon, a súly- és mérethatárok megtartásával szabad.

A munkahelyen belüli közlekedés rendjét a közúti közlekedés szabályainak megfelelő alkalmazásával kell kialakítani.

A veszélyes munkafolyamatoknál, technológiáknál a veszélyek megelőzése, illetve károsító hatásuk csökkentése érdekében a veszélyforrásokat és az ellenük való védekezés módját, az egészséget nem veszélyeztető és biztonságos munkavégzés feltételeit az érintett munkavállalókkal – mind a munkahely egésze, mind az egyes munkafolyamatok tekintetében – meg kell ismertetni.

A veszélyforrások ellen védelmet nyújtó egyéni védőeszközöket meg kell határozni, azokkal a munkavállalókat el kell látni, használatukra ki kell oktatni és használatukat meg kell követelni.

Munkát csak olyan munkakörülmények között és időtartamban lehet végezni, hogy az a munkavállaló egészségét, testi épségét ne károsítsa.

A munkahelyen biztosítani kell a munkahelyi elsősegélynyújtás tárgyi, személyi és szervezési feltételeit.

1.2.3 A munkavégzés építőiparra jellemző személyi feltételei

A munkavállaló csak olyan munkára alkalmazható, amelynek ellátásához megfelelő élettani adottságokkal rendelkezik, ha a munka nem veszélyezteti a dolgozó és mások egészségét, testi épségét, valamint a munkára alkalmasnak bizonyult.

Az egészségügyi alkalmasságról az előzetes és időszakos orvosi vizsgálat alapján kell dönteni.

Bizonyos munkakörökben, foglalkozások esetén előírható a pályaalkalmassági vizsgálat is.

A munkavállaló csak olyan munkával bízható meg, amelynek ellátására egészségileg alkalmas, rendelkezik az egészséget nem veszélyeztető és biztonságos munkavégzéshez szükséges ismeretekkel, készséggel és jártassággal.

A munka egészséget nem veszélyeztető és biztonságos elvégzéséhez megfelelő szakképzettségű és számú munkavállalót kell biztosítani.

Ha valamely munkát egyidejűleg két vagy több munkavállaló végez, a biztonságos munkavégzés érdekében az egyik munkavállalót meg kell bízni a munka irányításával, és ezt a többiek tudomására kell hozni.

A szakmai képzés keretében kell gondoskodni arról, hogy a résztvevők elsajátítsák a képzettségük alapján betölthető munkakör egészségi és biztonsági követelményeit.

1.2.4 Az építési-szerelési munkák legfontosabb biztonsági követelményei

Közlekedés, szállítás, anyagmozgatás:

- A közlekedési utakat úgy kell kialakítani, hogy azok a lehulló tárgyaktól, anyagoktól kellően védettek legyenek.
- A közlekedési utak akadálymentesek legyenek.
- Csoportos kézi anyagmozgatás esetén a résztvevők közül egy főt az irányítással kell megbízni.
- A munkavállaló ne kerüljön soha a szállított anyag és egy rögzített tárgy, eszköz, vagy fal közé!
- Az anyagmozgatás során a munkavállaló használjon mindig olyan egyéni védőeszközt, (védősisak, védőálarc, védőszemüveg, védőkesztyű, védőlábbeli), amelyet a mozgatandó anyag tulajdonságai szükségessé tesznek.



Anyagtárolás:

- Az anyagokat terjedelmük, fajtájuk, alakjuk, súlyuk, mennyiségük, egyéb fizikai és vegyi tulajdonságuk szerint kell tárolni. A tárolás során figyelembe kell venni az anyagok egymásra hatását, a tároló hely maximális teherbírását, a tűzrendészeti és a környezetvédelmi előírásokat.
- Biztosítani kell az anyagok veszélymentes lerakását és elszállítását.
- Fűrészáru (palló, deszka, lécz) rakatokban történő tárolásánál az egyes rakatokban csak azonos vastagságú anyagok lehetnek.
- Tárolás előtt mentesíteni kell az anyagokat a hegyes, éles részekről (pl.: szegek).
- A rakatok szélessége a rakatmagasság 0,6-szeresénél kevesebb nem lehet.

- Maximális rakatmagasság néhány anyag esetén:
 - Téglá, cserép: 1,8 m,
 - Szegélykő: 1,5 m
 - Burkolólap: 1,2 m
 - Betoncsövek: 1,2 m
 - Vasgerendák: 1,0 m
 - Zsákok: 1,6 m

1.2.5 Egyéni védőeszközök

Az építési munkahelyeken sokféle veszély érheti az ott tartózkodókat. A kockázatokkal szemben védelmet nyújtó egyéni védőeszközzel kell ellátni a munkavállalókat, és használatukat meg kell követelni.

Az egyéni védőeszközöknek nincs kihordási idejük, tisztításuk, karbantartásuk a munkáltató feladata, pénzben megváltani nem lehet.

Az egyéni védőeszközt személyre szólóan kell kiadni a munkavállaló részére.

Minden munkavállaló annyi és olyan egyéni védőeszközzel rendelkezzen, ahány és amilyen kockázatoknak van kitéve a munkavégzés során.

Egyéni védőeszközök alkalmazása

- Fejre: védősisak, sapka
- Szemre: védőszemüveg
- Arcra: álarc
- Fülre: fül dugó, fültok
- Légzőszervre: porálarc, gázálarc
- Testre: védőruházat
- Kézre: védőkesztyű
- Lábbra: védőcipő
- Leesés ellen: biztonsági heveder, zuhanás gátló

A kőművesmunkák közül veszélyes munkavégzésnek tekinthetők a földmunkák, a bontási munkák és a magasban végzett munkák. Azok a munkák tartoznak ide, amelyek talajmegcsúszás következtében betemetéssel, mocsaras területen való elmerüléssel vagy magas helyről történő leeséssel veszélyeztetik a munkavállalót.

1.2.6 Jellemző munkabiztonsági előírások

• földmunka végzése során

A munkagödör, vagy munkaárok szélét szakadó-lapon belül csak abban az esetben szabad megterhelni, ha a dúcolás méretezve van a terhelésből származó többletterhelés felvételére.

Kézi földmunka esetén, a munkaárok szélén 0,5 m széles padkát kell kialakítani.

Meg kell akadályozni a föld visszapergését a munkaárokba.

A talajt alávágással kitermelni nem szabad.

Az 1,0 m-nél mélyebb munkagödörbe, vagy munkaárokba való biztonságos közlekedést 5,0 m mélységig elmozdulás ellen rögzített támasztólétrával lehet, ezt meghaladó mélység esetén lépcsővel kell megoldani.

A dúcolás olyan legyen, hogy az a kidúcolt földtömeg állékonyságát és a dolgozók testi épségét védje, de a munkaterületről a kitermelt anyag eltávolítható, a kidúcolt munkatérben a munka elvégezhető legyen.

A dúcolás elkészülte előtt a munkaárokba lemenni szigorúan tilos!

- **Jellemző munkabiztonsági előírások tetőn végzett kőműves munkák esetén:**

A kémények tetősíkon kívüli megépítése a legveszélyesebb kőműves munkák egyike, mivel a veszélyt lebecsülve gyakran csak egy-egy palló szélességű, védőkorlát nélküli munkaszintet alakítanak ki a kémény körül.

A kéményépítési munka teljes időtartamára a tetőszerkezetre ráépített állványok nyújtanak megfelelő leesés elleni védelmet.

- **Jellemző munkabiztonsági előírások bontási munka végzése esetén:**

A bontási munkát csak az arra feljogosított személy felügyelete alatt szabad megkezdeni és lefolytatni, akinek folyamatosan a helyszínen kell tartózkodni.

Az épületek összefüggő szerkezeti részeit több szinten egyszerre bontani nem szabad.

Az építményt, vagy annak részét aláásással, vagy egyéb stabilitást veszélyeztető módszerrel dönteni tilos.

A döntés irányába eső területet szabaddá kell tenni és el kell keríteni.

Fallehúzáshoz csak sodronykötél alkalmazható.

A ledöntött falrész csak az állva maradt falszakaszok stabilitásának ellenőrzése után szabad megközelíteni.

Bontásnál a falmagasság kétszeresének megfelelő oldalirányú sávot veszélyes zónának kell tekinteni.

- **Ergonómiai követelmények:**

Annak érdekében, hogy a munkaeszközök biztonságosan, kényelmesen és funkciójának megfelelően legyenek használhatóak, a gyártójának (tervezőnek) ismerni kell az emberi viselkedést (sok más információ mellett), az emberi korlátokat, képességeket. Az ergonómia feltárja és alkalmazza ezeket az információkat.

A különböző eszközök formai fejlesztése (formatervezés) során figyelembe veszik a munkatapasztalatokat, ezzel teszik biztonságossá a munkavégzést az adott eszközzel.

Egy jól megtervezett eszköz a dolgozók munkateljesítményét is befolyásolhatja.

- **Az építési tevékenység emberre gyakorolt káros hatásai (por, zaj, rezgés).**

Az építőmunka gyakran nehéz és megerhelő a testre, ezért az építőanyagok szállításához anyagmozgató szerkezetekre van szükség. Súlyos tárgyak emelése és hibás testhelyzet megerheli a testet. Az izmoknak megerőltetés után szükségük van lazításra. A munka változatossá tételével célszerű elkerülni az izmok egyoldalú megerhelését.

Az építőiparban sok mérgező, rákkeltő, maró vagy allergiakeltő anyagot használnak. A beton, a habarcs például cementet, meszet tartalmaz, amely hosszabb idejű érintkezés esetén kimarhatja a bőrt. Egyéb olyan termékek, amelyek gyakran tartalmaznak káros anyagokat: a ragasztók, festékek, kétkomponenses termékek, stb. Az építési **port** és az ásványi gyapot rostjait is veszélyesnek tekintjük, mert belélegzés esetén károsíthatják a légutakat.

Az ipari porok emberi szervezetre gyakorolt hatására jellemző, hogy az kezdetben alig észlelhető. A megbetegedés tünetei sok esetben csak akkor jelentkeznek, amikor már visszafordíthatatlan egészségkárosodást okoznak.

A környezet **zaj- és rezgés** terhelése elsősorban azoknál az építési technológiáknál jelentős, melyeknél ütéssel, vagy vibrációval működő berendezések üzemelnek (pl. bontókalapácsok, cölöpverőgépek, vibrációs tömörítő eszközök, stb.). Ezek mellett az építkezéssel járó nagy volumenű szállítási munkák következtében jelentős mértékű lehet a „közlekedési” zaj- és rezgésszint megnövekedése is.

1.2.7 Foglalkozás-egészségügy

A 89/1995. (VII.14.) Korm. rendelet értelmében minden munkáltató köteles foglalkozás-egészségügyi ellátást megszervezni. A szolgáltatás célja, hogy általános képet adjon a dolgozó egészségi állapotáról, kiszűrje a munkavégzés során esetleg előforduló egészségkárosodást, figyelembe véve az ergonómiai és munka-higiénés szempont rendszereket. A foglalkozás-egészségügyi alapszolgáltatás keretében sor kerül az alkalmazottak munkaköri alkalmassági vizsgálatára, a vizsgálatokhoz szükséges szakorvosi vizsgálatok kezdeményezésére, a foglalkozási megbetegedések, fokozott expozíciós esetek kivizsgálására, a munkavégzés egészségkárosító hatásainak vizsgálatára.

1.2.8 Munkavédelemi eszközök és használatuk.

Védősisak:

A fejtürelmére alkalmazott eszközök két csoportba sorolhatók. Az egyik az **ipari védősisakok** csoportja, a másik a **beütődés elleni védősisak**. A beütődés elleni sisakot szűk helyen történő munkavégzésnél, például aknában végzett munka, csővezetékek között végzett munka esetén alkalmazzák. Leeső tárgyak ellen nem véd.



Az ipari védősisak feladata a **mechanikai ütések felfogása**, amit általában leeső tárgyak okoznak. Fő követelmény a tárgyak leesése során fellépő erőhatások csökkentése, elnyelése.

Minden védősisakon fel kell tüntetni a gyártás idejét, a gyártó nevét, a sisak típusát, a sisak méretét, az alkalmazott szerkezeti anyag rövidítését, és egyéb biztonságtechnikai vizsgálatokra vonatkozó jelöléseket.

Rendszeresen ellenőrizni kell a sisakhéjat és a belső részt. Ha rongálódás tapasztalható, a sisakot ki kell cserélni. Ha erős ütés érte a sisakot, azt többé már nem szabad használni, még akkor sem, ha a sisak felületén ez nem látszik. A védősisakon név és cégazonosító feltüntetése kötelező.

Védőszemüvegek, arcvédők, pajzsok:

A szem és arcvédelmi eszközök védik a szemet és az arcot magas hőmérsékletű anyagok (gőz, gáz, fém, folyadék), mozgó tárgyak becsapódása, sugárzás, és biológiai tényezők ellen. Az arcvédő eszközök kialakításuk szerint lehetnek sisakra- és fejkosárra szerelhető arcvédők, kézi- és fejpajzsok; valamint sisakra szerelhető pajzsok. A mechanikai ártalom elleni arcvédőkkel szemben támasztott legfontosabb követelmény, hogy a repülő, pattanó szilárd részecskék hatása ellen megfelelő mértékű ütésszilárdsággal rendelkezzenek. Sérülés esetén az arcvédő cseréje szükséges.



Zajvédő füldugó, fültek, zajvédő sisak:

A hallásvédő eszközök feladata a munkavégzés során keletkező zajok csökkentése a halláskárosodást okozó értékek alá. Az eszközök jellemzője a zajcsillapítási érték. A fültek kialakítása lehetővé teszi a változó frekvenciájú zajok elleni védekezést is, a beszédhangok jó érzékelhetősége mellett.

Védőkesztyű:

A felhasználandó védőeszköz függ a kézben tartott tárgy formájától, a munkavégzés közben tett mozdulatoktól, és a munkavégzés közben fellépő hatásoktól. Az alkalmazott kesztyűk védenek **mechanikai hatások ellen**, ehhez **megfelelő ellenállással** kell rendelkezniük **szúrással, vágással, szakítással szemben**. **Saválló**nak kell lennie, ha maró hatású anyagokkal történik a munkavégzés. **Szigetelő**anyagú kesztyűket kell alkalmazni áramütéssel szembeni védelemhez.

Védőcipő:

Anyaguk szerint két csoportba sorolják a védő lábbeliket. Az egyik csoport a teljes egészében **gumiból** vagy **fröccsöntött műanyagból** készült lábbelik. A másik csoportba a **bőrből**, és az előbbi anyagoktól eltérő anyagból készült cipők sorolhatók. A lábvédő eszközök **ütésektől, vágástól, hőtől, hidegtől, víztől, áramütéstől védik** a lábat. Az eső tárgyak ellen, vágás ellen elhelyezett orrmerevítők, az átszűrődés ellen a talpban elhelyezett rozsdamentes acéllemez, a lábközép védelmet szolgáló betétek nem távolíthatók el a cipő roncsolása nélkül. A védelmi képességet használat során folyamatosan ellenőrizni kell. A biztonsági, védő és munka lábbelik kategóriáit szabványos jelöléssel látják el, így pl.: SB: minden alapkövetelménynek megfelelő biztonsági lábbeli; PB: alapkövetelményeknek megfelelő védő lábbeli. A védelmi képességeket is jelekkel tüntetik fel, pl.: P: Talpátszúrás elleni védelem; M: lábfej védelem; AN: bokavédelem.

Munkaruha, védőruha:

A védőruha készülhet egy darabból, több darabból egymást fedve, és készülhet légmentes kialakítással. A védőruhák feladata a **mozgó alkatrészek hatása** elleni védelem, **hideg, hő, láng, és fröccsenő olvadt fém elleni védelem**. Védelmet nyújtanak megfelelő kialakítással **radioaktív szennyeződések**, és **elektrosztatikus feltöltődés** ellen. A védőruháknak, munkaruháknak kényelmesnek kell lennie, a munkavégzéshez szükséges mozgást nem akadályozhatják, irritációt, sérülést nem okozhatnak. Az építési területen a (téli/nyári) láthatósági mellény viselése kötelező, a cégazonosító feltüntetésével.

Leesés elleni védelem:

Leesés elleni védőeszközök közé tartoznak a **testhevederek, munkaövek, rögzítő kötelek, zuhanás-gátlók, energia elnyelők**. A munkahelyzet-beállító derékövek speciális helyzetben rögzítik a munkavégzőt, ezeket a munkaruhával egybe lehet építeni. A munkahelyzet rögzítő kötélt a munka-helyzet beállító övet kapcsolja össze a szerkezettel. A kötélt anyaga lehet szintetikus kötélt, drótkötél, heveder vagy lánc. A munkaövet a biztonságos munkavégzés érdekében szilárd ponthoz, szerkezethez kell rögzíteni, úgy hogy az nem engedhet meg a munkavégzés helyén 1 m-nél nagyobb zuhanási magasságot.

**1.2.9 Balesetvédelmi előírások**

Építési munkahelyekkel szembeni minimális balesetvédelmi követelmények jellemző példái kőműves munkák esetén:

- A falazó állás padozatának szintjéről mérve legfeljebb 1,4 m magasságig (falazó magasság) végezhető falazó munka.
- Meglévő falak kiváltása esetén a kiváltó szerkezet elkészültéig a kiváltott falrész feletti szerkezetből átadódó terheket ideiglenes szerkezettel (pl. dúcolással) kell az építmény teherbíró részeire vagy a talajra átadni.
- A nyílászáró szerkezet tokját elhelyezés közben a végleges rögzítésig ki kell támasztani.
- Konzolos szerkezet (lebegő lépcsők, erkély, függőfolyosó-lemezek, párkányelemek) szabad végét mindaddig alá kell támasztani, amíg annak leterhelése nincs biztosítva. A konzol alátámasztását csak akkor szabad eltávolítani, ha a konzol erőtanilag megfelelően le van terhelve (pl. ha a leterhelő fal a konzol felett legalább egy emelet-magasságban elkészült).
- Előre gyártott födémgerendák elhelyezéséhez e célra kialakított fogadó állást kell biztosítani. A födémgerendák közötti födémek, béléstestek elhelyezéséhez legalább 1,0 m széles pallóterítésről kell gondoskodni. A födém - a munkavégzés teljes területén - botlásmentes, szilárd felületet kell létesíteni.
- A béléstestes födémrel a teherelosztó réteg elkészültéig a béléstesteket nem szabad megterhelni.
- Lakott területen végzett munkánál a lakók részére közlekedési útvonalakat kell kijelölni, ahol biztosítani kell a veszélymentes közlekedést, illetve tartózkodást.
- A lakott területen végzett munkánál, a lépcsőházban, a függőfolyosón és egyéb, le nem zárható közlekedési útvonalon az építési munka sajátosságától függően meghatározott szélességű, tisztán tartott területet kell hagyni a közlekedés céljára. E sávnak minimum 60 cm-nek kell lennie.

- Ha az építés és/vagy felújítás alatt lévő épület közeléből a forgalom nem terelhető el, az épület köré védőtetőt kell készíteni. A védőtető szélessége a fal síkjától számítva legalább 2,5 méter, de szükség szerint az épület magasságának 1/6-a.
- Az utólag beépített vízszintes falszigetelésnél az egyszerre kibontott szakasz hossza legfeljebb 1,0 m lehet. A pilléreket minden esetben ki kell váltani.
- Alapszélesítésnél a meglévő alaptest egyik oldalán kell először elvégezni a földmunkát és az új alaptest elkészítését. Csak ezt követően szabad a másik oldalon az alapgyökör kiemelését megkezdeni. Az egyszerre munkába vett szakasz legfeljebb 3,0 m lehet.
- A középfőfalban történő acélgerendás kiváltás esetén a kétoldali földmunkát megfelelően méretezett dűcszerkezettel át kell vinni az altalajra. Gerendás földmunkák esetén a talp- és fejgerenda közé elhelyezett függőleges dűcök mindenütt a földmunkák alá kerüljenek. Az egymás fölötti szinteken alkalmazott dűcök egymás alatt legyenek. A dűcöket keményfa ékekkel kell felszorítani a fejgerendához.
- A lépcsőfokok cseréje esetén a kibontásra kerülő lépcsőfok feletti szakaszt megcsúszás ellen biztosítani kell.

A rossz munkaszervezés és az időhiány növeli a balesetek kockázatát!

1.2.10 Elsősegélynyújtás

A munkahelyen balesetet szenvedett személyt – addig is, amíg részére a szükséges orvosi ellátás nem biztosítható - egészségi állapotának helyreállítása, illetve rosszabbodásának megakadályozása céljából szakszerű ellátásban (továbbiakban: elsősegélynyújtásban) kell részesíteni.

A munkahelyi elsősegélynyújtást elsősorban kiképzett elsősegélynyújtó vagy legalább középfokú szakképzettséggel rendelkező személy végezheti. (Feltéve, hogy a késedelem nem jár nagyobb veszéllyel).

A munkahelyi elsősegélynyújtásnál közreműködő személynek lehetőleg kioktatottnak kell lennie.

Kiképzett elsősegélynyújtónak azt a munkatársat kell tekinteni, aki a rendeletek szerinti elsősegély nyújtási ismeretekből vizsgázott (két éven túli vizsga esetén folyamatos továbbképzésen vett részt).

A munkahelyi elsősegély-nyújtással kapcsolatos költségek (képzés, továbbképzés, oktatási anyagok és eszközök) az elsősegélynyújtásra kötelezett munkáltatót (szervezeti egységét) terheli.

Az elsősegélynyújtással megbízott munkatársak minimális száma 6 - 50 munkavállaló foglalkoztatása esetén 1 fő; 51 - 100 munkavállaló esetén 2 fő; 101 - 200 munkavállaló esetén 3 fő; 201 - 400 munkavállaló esetén 4 fő; 401 munkavállaló felett 5 fő.

Egyszemélyes munkavégzés esetén képzett elsősegélynyújtót nem kell kijelölni, de a munkavállalót a tevékenységével összefüggő elsősegély-nyújtási ismeretekre ki kell oktatni.

Az elsősegélynyújtás tárgyi feltételeihez tartozó mentődobozok darabszámát és MSZ szabvány szerinti típusát a fenti szempontok figyelembevételével indokolt meghatározni.

Az elsősegélynyújtó felszerelés beszerzéséről, karbantartásáról, valamint az elhasznált, lejárt vagy használhatatlanná vált eszközök azonnali pótlásáról a szervezeti egység vezetője köteles gondoskodni. A felszereléseket a gazdasági társaság anyagbeszerzésre vonatkozó szabályai szerint kell megrendelni, beszerezni és - anyaggazdálkodási szempontból - kezelni. A beszerzést úgy kell megtervezni, illetve végrehajtani, hogy a munkaterület még átmenetileg se legyen ellátatlan.

A készenlétben tartott elsősegély-felszerelést a rendeltetésétől eltérő célra felhasználni nem szabad. A felszerelés kezelésével kiképzett elsősegély-nyújtót kell megbízni.

1.2.11 Tűzvédelem

Az anyagok egy része (éghető anyagok) különböző külső hatásokra felmelegedhetnek, elérik a gyulladási hőmérsékletüket, és oxigén jelenléte esetén lángra lobbannak.

Az elsődleges feladat a tűz megelőzése, de fel kell készülni az esetleges tűz leküzdésére, oltására is.

Az építési munkahelyeket megfelelő számú, a tűz oltására alkalmas készülékekkel, tűzérzékelőkkel, jelző- és riasztóberendezésekkel kell ellátni, azokat rendszeresen ellenőrizni szükséges, valamint azok használatát a dolgozókkal gyakoroltatni kell.

A tűzoltó készülékeket a vonatkozó jogszabályoknak megfelelően, és úgy kell elhelyezni, hogy azok könnyen elérhetőek legyenek.

A tűzveszélyességi osztályok közül kiemelkedik az A tűzosztály (fokozottan tűz és robbanásveszélyes), amely szilárd, általában szerves eredetű olyan anyagok (fa, papír, szalma) tüzeit jelenti, amelyek lángolva, parázslás kíséretében égnak. Oltásuk vízzel, szükség esetén habbal, porral egyaránt történhet.

Az építőipari anyagtárolás során gyakran tárolunk B tűzosztályba (tűz és robbanásveszélyes) tartozó anyagokat, festékeket, hígítókat, amely tüzet vízzel nem lehet oltani, hab illetve oltópor (BC, ABC) vagy szén-dioxid alkalmazása szükséges.

A munkahelyeken kizárólag olyan munkavállaló foglalkoztatható, aki részesült tűzvédelmi és munkavédelmi oktatásban, megismerte a munkájához szükséges tűzvédelmi ismereteket, készség szinten elsajátította a helyi tűzoltó eszközök használatát, tisztában van a tűzjelzés menetével és lehetőségeivel.

1.3. Anyagszükséglet és munkaidő meghatározása

1.3.1 Alkalmazott tervek

Az építőipari tevékenységek során a leggyakrabban az engedélyezési tervdokumentációval, illetve a kiviteli tervekkel találkozhat a kivitelező.

Építési engedélyezési tervdokumentáció részei:

- Helyszínrajz (1:500, vagy 1:1000)
- Alaprajzok 1:100 (Minden eltérő szintről egy)
- Metszetek 1:100 (Legalább két, egymással szöget bezáró metszősíkkal, amelyek alapján a terv megérthető)
- Homlokzati tervek 1:100 (minden eltérő homlokzatról egy)
- Műszaki leírás
- Tűzvédelmi dokumentáció
- Földhivatali tulajdoni lap és hiteles nyilvántartási térkép
- További mellékletek lehetnek: tereprendezési terv; talajmechanikai szakvélemény; geotechnikai dokumentáció; kertépítészeti tervek; üzemelés-technológiai terv; támfalak, terepbiztonsági építmények és kerítések tervei; felvonók és mozgólépcsők tervei

Bontási engedélyezési dokumentáció tartalma:

- Műszaki leírás

- Földhivatali hiteles ingatlan-nyilvántartási térkép
- Bontási technológiai leírás
- További mellékletek lehetnek: fényképek; felmérési alaprajzok, metszetek, homlokzati rajzok

Kivitelezési tervdokumentáció:

- Helyszínrajz 1:500
- Alaprajzok 1:50
- Metszetek 1:50
- Homlokzati rajzok 1:50
- Tartószerkezeti tervek 1:50, 1:20
- Szintkülönbség áthidalók (lépcsők, rámpák) tervei
- Épületgépészeti tervek 1:50, 1:20 (víz, gáz, csatorna)
- Elektromos tervek 1:50
- Üzemelés-technológiai tervek 1:50
- Részlettervek, csomóponti tervek 1:20, 1:10, 1:5, 1:2, 1:1
- Méretkimutatások, konszignációk
- Műszaki leírások (szakáganként)

1.3.2 Épületszerkezetek

Az épületszerkezetek olyan összetett elemek, amelyek előre meghatározott építőanyagokból, adott technológiával, üzemi körülmények között összeépítve épületet alkotnak.

Rendeltetésük szerint lehetnek:

- Teherhordó szerkezetek: önsúlyukon kívül más terhek viselésére és azok továbbítására alkalmas szerkezetek.
 - Alátámasztó (alap, fal, pillér, oszlop, fedélszerkezet)
 - Áthidaló (kiváltó-gerendák, földemek, erkélyek, lépcsők)
- Nem teherhordó szerkezetek: önsúlyuk viselésén kívül más terhek viselésére nem alkalmasak.
 - Térrelhatároló és térosztó szerkezetek (válaszfal, tűzfal, oromfal, álmennyezet, fedések, tetőhéjazatok)
 - Szigetelő szerkezetek (víz-, hő- és hangszigetelés)
 - Nyílászáró (ajtó, ablak, kiegészítők: redőny, korlát, rács)
 - Felületképző, burkoló és díszítő (vakolások, festések, burkolatok, járófelületek, épületdíszítések)
 - Épületgépészeti (egészségügyi, fűtési, világítási berendezések és szerkezetek)

1.3.3 Az építés során használt építőanyagfajták jellemzői, megjelenési formái

Az építőanyagokat különböző szempontok szerint lehet csoportosítani, az egyik jellemzésük fizikai tulajdonságuk alapján történik Fizikai tulajdonságukon belül szilárd halmazállapotú, amely lehet **darabos** (tégla, tetőcserép, térburkoló, betonelem, fa, hő- és vízszigetelő anyagok) és **ömlesztett** (homok, kavics, cement). Az anyagok tárolásánál külön figyelmet kell fordítani a tulajdonságaik megtartására, így pl.: szerves anyagtól mentes maradjon, az időjárási viszonyok ne befolyásolják a minőségét.

Az építőanyagokat **vagyonvédelmi szempontok** szerint: értékes és kevésbé értékes, továbbá könnyen mozgatható, vagy nehezen mozgatható csoportokba lehet sorolni.

Tűzveszélyességi szempontok szerint gyúlékony, vagy nem gyúlékony csoportosítással is kell számolni az anyagok tárolása során. Nem gyúlékony építőanyag (A fokozat) pl.: kő, tégl, beton, habarcs. A gyúlékony anyagok között is különbséget kell tenni a nem könnyen gyúlékony (gipszkarton lemezek), nehezen gyúlékony (tölgyfa, bükkfa, farost lemez), közepesen gyúlékony (fenyő, faforgács lemez, parafa lemez) és könnyen gyúlékony (laminált faforgács lemez) fokozatokkal.

A darabos áruk többsége raklapon, zsugorfóliázva érkezik, ezért szállításuk, tárolásuk, vagyonvédelmük és nyilvántartásuk könnyen megoldható.

A tárolásnál figyelembe kell venni a tárolandó anyagok tulajdonságait. A tűz- és robbanásveszély, a fagy hatásai, a fertőzés- és mérgezés veszély, a nedvesség érzékeny, a törékenységek, különleges bánásmódot igényelhetnek.

A szabadban történő tárolás mellett nyitott színben, zárt raktárakban és különleges zárt raktárakban tárolják az építőanyagokat az építési területen.

Mennyiségek meghatározása

Az erőforrások közül kiemelkedik az **anyagszükséglet** pontos meghatározása, mert befolyásolhatja a határidő betartását. Kevés anyaggal nem lehet határidőre elkészíteni a munkát, a túl sok anyag felesleget és többletfeladatokat eredményez. Az anyagszükséglet meghatározását segíti a költségvetés, ahol a munkák mennyisége már meghatározásra került. Ezeket az információkat felhasználva az anyagnormák segítségével egyszerűen kiszámítható a felhasználásra kerülő anyagmennyiség.

Az építőipari **norma** adott szerkezeti elem, szerkezet, vagy építmény egységnyi mennyiségének előállításához, megmunkálásához szükséges erőforrások mennyiségét, vagy az előállításához szükséges időtartamot adja meg, meghatározott feltételek és körülmények esetén.

Csoportosításuk:

- **Anyagnorma**, vagy anyagszükségleti norma: egy szerkezet, szerkezeti elem egységnyi (m², m³, db, fm) mennyiségének előállításához szükséges anyagmennyiségek anyag fajtánként meghatározva (pl. beton, habarcs összetevői, falazott teherhordó szerkezet építése során felhasználásra kerülő anyagok).
- **Munkaidőnorma**: egységnyi munkamennyiség elkészítéséhez szükséges idő 1 fő (szakmunkás, vagy betanított és segédmunkás) munkavégzése esetén.
- **Gépidőnorma**: egységnyi szerkezet előállításához szükséges gépteljesítmény arány, vagy 1 gép műszakóra ráfordítása, amely az állásidőket és a gépek ápolási idejét is tartalmazza.

A normaértékek meghatározhatóak méréssel (munkaidőnorma, gépidőnorma), számítással (anyagnorma), összehasonlítással (hasonló termék normájának felhasználásával), de akár műszakilag megalapozott becsléssel (tapasztalatok, összegyűjtött adatok figyelembe vételével) is.

A normákat a gyártók feltüntetik a csomagoláson, vagy termékkatalógusban, szórólapon. Pl. porothermtégla

Kiválóan és gyorsan lehet szorozni, osztani és összeadni, a program alkalmazójának pedig csupán az adathalmazt kell beírni a gépbe.

Anyagmegnevezés	A munka		Anyagnorma (anyagszükségletveszteséggel egységnyi munkamenyiségre)		Anyagszükséglet		Kiszereleési (szállítási) egység		Anyagszükségletkiszereleési (szállítási) egységben		Rendelés	
	meny.	mértékegység	érték	mértékegység	meny.	mértékegység	meny.	mértékegység	meny.	mértékegység	meny.	mértékegység
Porotherm 10 N+F	123,00	m ²	8,20	db/m ²	1008,60	db	100	db/raklap	10,09	raklap	10	raklap
Porotherm M30	123,00	m ²	5,3	l/m ²	651,90	l						
	652,00	kg	1,6	kg/l	1043,20	kg	40	kg/zsák	26,08	zsák		
					26,08	kg/zsák	35	zsák/raklap	0,75	raklap	1	raklap

Célszerű szem előtt tartani, hogy a számításhoz külön cellába kell írni a mennyiségeket (számokat) és külön a mértékegységeket, valamint célszerű beállítani a kerekítés mértékét.

1.4. Anyag és időnyilvántartás

1.4.1 Anyagnyilvántartás

Az anyagszükséglet meghatározása után célszerű az anyagnyilvántartásra is fokozott figyelmet fordítani.

Az építési terület méretétől függően létezhet olyan eset, amikor minden anyagnak van elegendő helye és le is szállítják a kivitelezés megkezdése előtt. Gyakran előfordul, hogy kicsi az építési terület, a szükséges anyagok töredékét tudják azonos időben tárolni, ezért szakaszolni kell az anyagszállítást és az anyagtárolást.

Az anyagnyilvántartás jelentősége, hogy követhetővé válik az anyagok mozgása, így a beszállítás és a felhasználás mennyisége. Az anyagnyilvántartás alapján időben meg lehet rendelni a következő anyagmennyiséget.

Mint az anyagszükséglet meghatározásánál, úgy az anyagnyilvántartás vezetésénél is a számítógépet célszerű segítségül hívni, mert rendkívül egyszerűvé válhat ez a tevékenység.

Az előző számítást felhasználva egy egyszerű megoldás, egy „kartonozás” látható az Excel felhasználásával. Az Excel egy-egy munkalapja egy-egy kartonnak felel meg, így külön vezethető a Porotherm 10 N+F és a Porotherm M 30 anyagok mozgása.

A példában egy kis építési terület áll rendelkezésre, ahol egyszerre 2 raklapnyi felületen lehet a falazóelemet tárolni. Ismerve a tárolási előírásokat, a területen egymásra 3 bontatlan rakat rakható, ezért összesen 6 raklapot lehet egyszerre elhelyezni. A második szállítás során csupán 3 raklap falazóelemet juttatott a területre a szállító, így végül már csak 1 raklappal kellett biztosítani a munkához.

A falazat elkészítése során arányosan került felhasználásra a zsákos habarcs is.

A szállítási dátumokat értelemszerűen be kell írni a táblázatba. Természetesen szükség esetén további oszlopokat és sorokat lehet beilleszteni és felhasználni.

Anyag megnevezése:			Porotherm 10 N+F									
Dátum	Anyagszükséglet		Tárolt (beszállított) anyag		Kiadható anyag		Kiadott (munkába vett) anyag		Készlet (maradvány)		Rendelési igény kiszerelelési/szállítási egység	
év.hó.nap	meny.	mértékegység	meny.	mértékegység	meny.	mértékegység	meny.	mértékegység	meny.	mértékegység	meny.	mértékegység
	10	raklap	6	raklap	6	raklap	6	raklap	0	raklap	4	raklap
			3		3		2		1		1	
			1		2		2		0		0	

Anyag megnevezése:			Porotherm M 30									
Dátum	Anyagszükséglet		Tárolt (beszállított) anyag		Kiadható anyag		Kiadott (munkába vett) anyag		Készlet (maradvány)		Rendelési igény kiszerelelési/szállítási egység	
év.hó.nap	meny.	mértékegység	meny.	mértékegység	meny.	mértékegység	meny.	mértékegység	meny.	mértékegység	meny.	mértékegység
	27	zsák	27	zsák	27	zsák	16	zsák	11	zsák	0	zsák
			0		11		8		3		0	-
			0		3		3		0		0	-

1.4.2 Munkaidő meghatározása

Egy-egy munkafolyamat elkészítésének munkaideje attól függ, hogy mekkora az elkészítendő feladat mennyisége, egy szakmunkás mennyi idő alatt képes egy mennyiségi egységet megvalósítani, illetve milyen létszámú szakmunkás és segédmunkás létszám áll a rendelkezésünkre. Amikor a kivitelezési folyamat részfeladatait akarjuk meghatározni, általában már a rendelkezésünkre áll a tervdokumentáció, és szerencsés esetben az építési részfeladatokat megfelelően tagoló tételes költségvetés, vagy a költségvetés kiírás és mennyiségi adatai.

Az erőforrásigényt (E_i), amely kifejezhet emberi, vagy gépi erőforrást, az alábbi képlet segítségével határozhatjuk meg:

$$E_i = \frac{V \cdot n}{8}$$

ahol:

E_i – erőforrásigény (nap/fő)

V – az elkészítendő feladat mennyisége (m^2 ; m^3 ; db;... stb.): megtalálható a tételes költségvetésben, vagy számítandó

n – időnorma 1 fő esetén (h/m^2 ; h/m^3 ; h/db ; ... stb.): megtalálható a normagyűjteményekben

8 – egy műszak óraszám (a kivitelező munkarendje szerint lehet bármilyen más érték, pl. 9, vagy 10 óra).

Egy **munkafolyamat** általában egy szerkezeti elem megvalósítását (új létrehozását, meglévő megváltoztatását) jelenti, mint például egy sávalap betonozása, egy koszorú vasalásának elhelyezése, vagy egy válaszfal felfalazása.

A munkafolyamatokat időben sorosan, átlapolva, párhuzamosan, és vegyesen lehet kapcsolni annak függvényében, hogy a technológia mit tesz lehetővé.

1.6. Az épület helyszínén végzett műkö kivitelező munkák

1.6.1 A műköfelhordás munkaeszközei:

A műköréteget általában kavicsbeton aljzatra hordjuk fel. Készítünk azonban teljes keresztmetszetű lépcsőket, erkélyeket, párkányokat is az üzemben előre gyártott elemekhez hasonlóan, de a helyszínen összeépített fa- vagy gipszszaluzatban. Bármilyen rendeltetésű, kivitelezésű helyszíni műkö készül, a kivitelezés munkaeszközei négy munkaművelet elvégzésére szolgálnak

- mérés, kitűzés
- formázás, zsaluzás
- felület előkészítés, vasszerelés
- felhordás, bedolgozás.

A kivitelezéshez kézi munkaeszközöket használunk. A formázó felszerelést általában az üzem szakipari műhelye készíti és szállítja ki az épületre összeszerelésre alkalmas állapotban. A négy munkaművelethez szükséges munkaeszközök az előbbi csoportosítás szerint:

- mérés, kitűzés: tömlős szintező, vízmérték, tokos vízszintmérő, szintezőléc, 4 méteres mérőléc, derékszög, függőön, zsinór, mérővessző,
- formázás, zsaluzás: fa- és gipsz formadarabok (szükség szerint) kőműveskalapács, harapófogó, kőműveskanál, kézi serpenyő, lehúzó acéllap, nyeles véső, fűrész,
- felület előkészítés, vasszerelés: kőműveskalapács, bunkókalapács, hidegvágó, lemezvágó olló, laposfogó, kézi vasvágó olló, lapos és hegyes véső, ácskapocs, kalapács, vizesvödör, kézi serpenyő, meszelő,
- felhordás, bedolgozás: hordó- és keverőláda, keverőlemez, lapát, gereblye, habarcskeverő, vödör, kanna rózsával serpenyő, meszelő, csapó- és simítókanalak, döngölő, bunkókalapács, lehúzó lécek, függőön, vízmérték,

derékszög, mérővessző, hézagvágó- és hézagoló vas, ellenőrző sablonok, vezetőlécek.

A szerszámok felsorolásából látható, hogy a helyszíni műkökésztés munkaeszközei, szerszámai kevés kivétellel azonosak az üzemi előregyártáshoz használtakkal. Fontos munkaeszközök a kivitelezéshez szükséges zsaluzatok, beállító, kitámasztó, merevítő eszközök.

1.6.2 A munka előkésztése a telepített üzemben

A telepített üzemben elkészítendő műkötermék előkésztő munkafolyamata majdnem megegyezik a helyszínen készített műkötermékek készítésének munkafolyamatával, hiszen itt is az alábbi kérdésekre adandó válasz a meghatározó, mint pl: mennyiség (fm, m², m³)

- megnevezés (falfelület, lépcső, lábazat stb.)
- méretei(hosszúság, szélesség, vastagság stb.)
- szín (fehér, szürke, sárga, vörös stb.)
- megdolgozási mód(csiszolt, fényezett, szemcsézett stb.)

A felsoroltakat a költségvetési kiírás, műleírás, a kiviteli szabályzat és a kiviteli terv tartalmazza. Ezeket az adatokat a munka megkezdése előtt a művezető tételesen szemrevételezi és ellenőrzi. Ez azért szükséges, hogy a munka elvégzéséhez a pontos anyagszükségletet, formafelszerelést, munkaeszközöket, szerszámokat előre meg tudják határozni. Az üzem megbízottja az építésvezetőségtől átveszi a műkömunka elvégzésének ütemtervét, és gondoskodik arról, hogy a kivitelezéshez szükséges munkaerő, szerszámok, anyagok és kész elemek a kívánt időpontban rendelkezésre álljanak.

A munkakezdés ütemterv szerinti időpontja előtt az üzem megbízottja helyszínen ellenőrzi, hogy a munkaterület, állványozás rendelkezésre áll, ha igen akkor gondoskodik a kivitelezéshez szükséges anyagok, formák, formarészek, eszközök, szerszámok helyszínrre szállításáról a munka nehézségi fokának megfelelő gyakorlattal rendelkező szakmunkások, szakmunkás tanulók kijelöléséről.

A telepített üzemben a munka folyamatos elvégzése, a kivitelezési előírások betartása céljából, a munkára vonatkozó műszaki leírást, költségvetési-kiírást, terveket gondosan át kell tanulmányozni

1.6.3. A munkahely átvétele az épületben

Az építkezés közvetlen irányító szerve az építésvezetőség, melynek élén az építésvezető áll. Az építés előre meghatározott időrendbeli ütemterv szerint folyik. Az ütemterv határozza meg az építéssel összefüggő szakipari munkák, ezek között a helyszíni műkömunkák kezdési és befejezési időpontját. A szakipari munkákat az építőipari cég szakipari részlegei vagy a cégen kívül álló alvállalkozók végzik. Az építési munkahely átvételének napjától kezdve az építkezés területén az építésvezető rendelkezik. Ebből következik, hogy az építkezés színhelyén az építéssel kapcsolatban semmi sem történhet az építésvezető tudomása, engedélye, hozzájárulása nélkül.

A helyszíni műkömunkákra kiküldött alvállalkozó műkökésztő köteles az építésvezetőnél jelentkezni és a munkanaplót átadni. Az építésvezető vagy megbízottja kijelöli a munkahelyet, az anyag és szerszámtárolót, öltözőt. A műkökésztő köteles betartani az épületre érvényes munkarendet és különböző idevonatkozó szabályokat

A műkömunkákat kivitelező alvállalkozó általában a megrendelő építőipari céggel van jogviszonyban. Az építőipari cég építési naplót vezet, az alvállalkozó szintén a saját naplóját vezeti, amely megrendelő és alvállalkozó között olyan okmány, amelynek

tartalmaznia kell a kivitelezés folyamatára vonatkozó minden eseményt, akadályt, minőségi és mennyiségi eltéréseket, a tervektől eltérő olyan munkákat, melyekért az alvállalkozó térítést kér. A többletköltséget jelentő munka helyét, a többletmunka okát is be kell naplózni. Különösen fontos az olyan többletmunkát bejegyezni, melynek mennyisége vagy minősége a munka befejezése után nem ellenőrizhető. Az alvállalkozói naplót a munkahelyen az építésvezetőség irodájában őrzik meg, onnan elvinni nem szabad. A naplót az építésvezető ellenőrzi, ha az építésvezető a naplóba tett bejegyzésekre 3 napon belül nem válaszol, azt jelenti, hogy a bejegyzést tudomásul vette. A naplóba be kell jegyezni minden olyan akadályoztatást, ami a munka folyamatos végzését határidőre történő befejezését veszélyezteti (pl. nem készül el az állvány, vagy más iparosok foglalják el a munkaterületet. Stb.) A naplóba tett bejegyzéseknek egyértelműnek kell lenniük, hogy peres eljárás esetén a bejegyzés körül vita ne merüljön fel. A munkanapló perdöntő okirat. A műkőmunkákat irányító műszaki dolgozó vezeti a munkanaplót. A műkőkészítőnek nem feladata a naplóvezetés, mégis fontos, hogy az elmondottakból megértse a napló célját, jelentőségét, megtanulja, hogy a saját cégétől kapott kivitelezési utasítást be kell tartani, azon módosítani, változtatni csak a cégtől kapott utasítás alapján lehet.

1.6.5 A munka és munkahely megszervezése

A helyszíni műkőkészítés, felhordás – mint már tudjuk – gyakran kapcsolódik a telepített üzemben előre legyártott, majd az épültben elhelyezett műköelemekhez (pl. lebegő lépcső mentén lépcsőkísérő lábazat felhordása). A műkőkészítés ezen túlmenően más szakipari munkákkal is összefüggő munkafolyamat (asztalos, lakatos, burkoló, villany, víz- gáz, fűtészerező stb.) Ahhoz hogy a szakipari munkákat folyamatosan egymás akadályoztatása nélkül lehessen elvégezni, a munka és munkahely gondos megszervezése szükséges. Elsősorban a kijelölt munkaterületet kell gondosan áttekinteni. Részleteiben kell ismerni a végzendő munka terjedelmét, célját, a munkahelyi körülményeit. Ezek után lehet a munka sorrendjét, folyamatát, ütemét meghatározni és a kivitelezéshez szükséges munkaeszközöket, majd a legmegfelelőbb munkamódszert megválasztani.

A helyszíni műkőmunkák elvégzéséhez szükséges anyagokat, szerszámokat egyéb felszereléseket lehetőleg központosan raktározzuk el a munkahely közelében. A szállítási távolságokat igyekezzünk minél jobban lerövidíteni.

Gondoskodni kell a rendelkezésre álló anyagok és munkaeszközök megóvásáról. Különösen a kötőanyagok (cement, gipsz) és szárazon zsákolt műkökeverékek nedvesség elleni védelmét kell biztosítani. Át kell vizsgálni a kivitelezéshez szükséges anyagokat és munkaeszközöket, hogy hiánytalanul rendelkezésre álljanak.

Egy építkezési munkahelyen belül a munkaerőt lehetőleg ne cseréljük, főlős létszámot ne tartsunk, és szükség esetén a munkaerő megerősítéséről idejében gondoskodjunk. Ugyancsak idejében kell gondoskodni az anyagok, szerszámok és felszerelések szükséges pótlásáról is. Késedelmes intézkedések következtében a folyamatos munkavégzésben fennakadás, munkaidő veszteség keletkezhet.

A munka, helyes megszervezésének sarkalatos része a munkamenet meghatározása és annak megfelelően a munkaerő helyes elosztása, csoportosítása. Gondoskodni kell a készülő és szilárduló műkő védelméről (nyáron a korai kiszáradás, télen a fagyveszély elhárításáról). Szükség esetén az építésvezetőség segítségét kell kérni (pl. télen a nyílások elzárása, fűtés).

A szervezéshez tartozik a műkőmunkák és az ezzel összefüggő más szakipari munkák összehangolása. Így pl. erkélyrács (lakatosmunka) elhelyezése műkő felhordás előtt; rácslyukak kihagyása a műkőben; ajtó-, ablakok elhelyezése és az ezekhez csatlakozó műkő nyíláskeretek készítése; elektromos kábel, kábelszekrény előzetes beépítése, vagy

ezek részére kihagyás. (pl. műkö lábazatban, burkolatban stb) Az említett példákban nyilvánvaló, hogy az egyéb szakipari munkákkal való összehangolás elmulasztása felesleges többletmunkát (vésés, bontás, foltozás stb.) következésképpen többletköltséget, fennakadást, munkaidő kiesést, tehát károkat okozhat.

Az épület helyszínén készülő műkőmunkát az alvállalkozó kijelölt műszaki vezetője irányítja és tarja a kapcsolatot a generál kivitelezővel. A műkőmunka zavartalan, folyamatos szakszerű és ütemterv szerinti lebonyolításáért a munka műszaki vezetője felelős. Ebből következik, hogy a kivitelező dolgozónak az ő intézkedéseit, utasításait kell követni, más személyektől ellentétes utasítást nem fogadhatnak el. A helyileg különböző területeken folyó munkálatokat a generál vállalat főművezetője (fő építésvezető) felsőfokon a főmérnöke fogja össze.

Az épület szerkezeti részeit érintő munkákat (pl. pillérek megvésése, falbontás stb.) a fő építésvezető tudta és engedélye nélkül elvégezni tilos. Az ilyen munkákat csak naplóbejegyzéssel lehet elrendelni.

Az elmondottakból látható, hogy a munka- és munkahely helyes megszervezése sokrétű feladat, mely alaposítást, figyelmet, körültekintést és gondosságot igényel.

1.6.6 Baleset elhárítás, munkavédelem

A dolgozók munkavédelmének a biztosítására országosan kötelező szabványelírások vannak érvényben.

A munkaadó köteles a munkahelyeken időszakonként balesetelhárítási, egészség- és munkavédelmi szemlélet tartani. Köteles továbbá az újonnan belépő munkavállalókat, az ipart érintő balesetelhárítási, egészség- és munkavédelmi szabályokra kioktatni.

Ezt a feladatot a vállalat munkavédelmi és biztonságtechnikai előadója látja el és szakkérdésekben a dolgozók rendelkezésére áll. Az üzemi könyvtárban meg kell lenniük a dolgozók munkavédelmével foglalkozó könyveknek, melyek olvasása vagy ismertetése a munkavédelem eredményességének hatásos eszköze.

A balesetelhárítási, egészségvédelmi, biztonsági- munkavédelmi előírásokat minden dolgozónak – elsősorban a szakmunkásoknak – meg kell ismerniük.

A balesetet vizsgáló hatóság első kérdése, hogy a sérült dolgozót kioktatták-e a munkavédelmi szabályokra. Különösen az építkezés színhelyén – ahol a telepített üzemhez viszonyítva lényegesen nagyobb a balesetveszély – fontos a vonatkozó rendszabályok ismerete és betartása.

Az építkezésen sok az ideiglenes létesítmény (korlát, állvány, gödrök, aknák, villanyvezeték stb.) és különböző szakipari munkák folynak az épület egymás feletti szintjein. A gondtalanul elhelyezett szerszám, munkadarab leeshet és az alatta lévő munkahelyen dolgozó sérülést szenvedhet. A padlón, állványon szétdobált szeges deszkadarabok, széthagyott munkaeszközök is okozhatnak balesetet. A legtöbb baleset előidézője az épületen gyakran észlelhető rendtelenség. Működésítő dolgozók kisbak állványnál magasabb munkaállványt nem készíthetnek. Kisbak állás összeszerelése előtt meg kell vizsgálni, hogy a baklábak, bakfejek épek, repedés,- korhadás mentesek-e. A bakokra fektetett pallók a bakfejekeken nem nyúlhatnak túl, azokat elmozdulás ellen kapoccsal kell biztosítani. Repedt, görcsös korhadt faanyagot sem állványzathoz, sem védőkorlát készítéséhez nem szabad felhasználni. A deszkákból, bakokból, állványfa részekből kiálló szegeket ki kell húzni. Az állványra hullott törmeléket össze kell szedni és hordóládába kell berakni. Télen havas, jeges vagy csúszós állványon dolgozni tilos. A járófelületet előzetesen le kell tisztítani és csúszásgátló anyaggal be kell szórni. Az állványzatot túlterhelni tilos.

Betonszerkezetek zsaluzatát, a zsaluzat alátámasztását csak szakképzett állványozók bonthatják le. Az építésvezetőség tudta és hozzájárulása nélkül tilos vésni és bontani. A munkahelyen cipő nélkül dolgozni nem szabad.

Véséshez, alsó felületek faragásához, műkö felhordásához védőszemüveg használata kötelező. A dolgozók kötelesek a számukra biztosított védőfelszerelést munka közben viselni.

A munkahelyen átmenő ideiglenes világítási vagy erőátviteli áramvezetékét áthelyezni, eltávolítani, a vezetékhez nyúlni szigorúan tilos még akkor is, ha a vezeték munkánkat akadályozza. Az ilyen – munkánkat akadályozó – vezeték kizárólag az építésvezetőség által kijelölt, szakképzett villanszerelő bonthatja le vagy helyezheti át.

A baleset miatt sérült dolgozót egészségügyi ellátás céljából az építésvezetőséghez tartozó elsősegélyhez kell irányítani. A legcsekélyebb tisztátlanul kezelt sérülés is könnyen súlyos sebfertőzéshez vezethet. A balesetek egyik fő forrása az épületen tanúsított fegyelmezetlen magatartás. Az épületen dolgozó műkőkészítők kötelesek az ott előírt munkarendhez igazodni és munkahelyükön tartózkodni. Az épület ismeretlen helyei balesetveszélyt rejtgetnek. Kerülni kell a kíváncsiságú elkalandozást, hősködést, gyerekes futkározást, Öntudatos dolgozó kellő komolysággal, fegyelmezettséggel és körültekintéssel végzi munkáját. Ezzel példát mutat dolgozótársainak, védi saját maga és társai épségét, egészségét.

1.7. Kitézés, szintezés

1.7.1 Az épület kitézéséről szinterezéséről általában

Az épületek, telkek kitézése vízszintes mérésekkel történik. A függőleges, vagyis magassági mérésekkel az épület- vagy terep magassági pontjait határozzák meg. A kitézéssel tehát az épület legfontosabb pontjait jelölik meg vízszintes, ill. függőleges irányban. Az épület kiinduló magassági alapszintje általában a járdavonal egy megadott pontja, melyet $\pm 0,00$ -val jelölnek.

A vízszintes síkban levő vetületi pontok helyén fakarókat vernek le, melyekbe a pontos meghatározás céljából szöveget ütnek. A pontok, a pontokat összekötő egyenes vonalak, szögek kitézéséhez, magassági pontok meghatározásához különböző mérőeszközöket és mérőműszereket használnak.

Két pont közötti egyenest kihúzott zsinórral vagy vashuzallal tűznek ki, a közbenső pontokat pedig függőön segítségével határozzák meg. Az épület körvonalainak, sarokpontjainak kitézésénél zsinórállványt alkalmaznak. A zsinórállvány az épület alapgödretől legalább 1.00 m távolságra földbevert gömb rudakból és arra 1:00 – 1:50 m magasságban részegezett, fenyőfapallóbból áll. Az épület alapfalainak külső-belső vonalait az állványra kifeszített zsinórról lefüggőzve tűzik ki.

A derékszögek (90°) kitézését műszerrel vagy mérőeszközökkel végzik. A mérőeszközökkel (mérőszalag) való kitézéshez általában a Pythagoras tétel elvén alapuló módszert alkalmazzák, ahol a két befogó 3, ill. 4, az átfogó 5 hosszegység nagyságú, (pl. 3-4-5 méter). Az egységnyi hosszt tetszés szerint lehet megválasztani. Minél hosszabb egy egyenesre állítandó mérőleges, annál hosszabbra kell venni a hosszegységet. (Épület kitézésénél egy hosszegység 1,0-2,0 m, de pl. padlóburkolásnál 0,20 m).

A magassági pontok meghatározása egy választott szinttől (általában a $\pm 0,00$ -tól) függőleges méréssel történik. A szintvonalak kitézéséhez a közlekedőedények elvén

alapuló tömlős szintezőt használják. Ez két üvegsőből áll, amelyek alul a gumicsőhöz csatlakozó foglalattal, felül elzárócsappal ellátott foglalattal ellátottak. A tömlős szintező csak akkor működik pontosan, ha a beletöltött víz szennyeződésmentes, a tömlő és üvegső tiszta és nincs vízelzivárgás. Szintezéskor az üvegső csapjait nyitva kell tartani.

Nagykiterjedésű szintezéshez – főleg terepszintezéshez – ún. szintezőműszert használnak. Az épület valamennyi szintjén – a padlósík felett egy méterrel magasabban – az összes helyiségekben körülfutó vízszintes vonalat rajzolnak a falakra rámeszelt sávra. A szintvonalat az ajtótokokra is felrajzolják, és helyességét úgy ellenőrzik, hogy a falakon köröskörül rajzolt vonal kiinduló pontját a végző ponttal összevetik. A szintvonal minden egyes pontjának egyeznie, találkoznia kell a kiinduló ponttal.

Minden magassági méretet – p. a feltöltést, a padló aljzatbetonját, a lábazat alsó és felső élét vagy az ablakkönyöklő magasságát, tehát a készülő műkőmunka magassági helyét is – a padlóvonalától + 1,00 méter magasan megrajzolt szintvonalától lefelé, ill. felfelé mérjük. Az épület terveiben a magassági pontok a $\pm 0,00$ szinttől felfelé + (plusz) lefelé – (mínusz) előjellel szerepelnek.

Az épület helyiségeinek vízszintes méretei (belméretei) vakolt sík között mérve értendők. Az épület általános terveinek alapján külön, pontos méretezéssel ellátott tervek is készülnek a szakipari, tehát a műkőmunkák számára.

1.7.2. A pontos kitűzés, szintezés fontossága

Az építés tervszerinti lebonyolításának alapfeltétele az épület helyének pontos kitűzése és a szintek meghatározása. Ebben a nagy figyelmet követelő munkában súlyos felelősség hárul az építővállalatokra, ezért a kitűzés, szintezés munkáját különlegesen jól képzett szakmunkás végzi. A kitűzésnél elkövetett hiba kihatással lehet az építési munka egész további menetére. A függőleges méretek pontos betartása céljából a falazáshoz sorvezető léceket alkalmaznak, melyeken a szintkülönbséget, a téglasarok, az ablaknyílások stb. magassági adatait is jelölik. az épület méreteit kétszeri – oda-vissza – méréssel ellenőrzik.

Áz építés folyamán, majd a kész épület műszaki átadásakor a tervtől való eltéréseket (minőségi, mennyiségi) számon kérik és a hibát elkövető személyeket felelősségre vonják. Fentiekből világosan látható az épület pontos kitűzésének, szintezésének fontossága, amiből az is következik, hogy a fokozott gondossággal meghatározott támpontoktól eltérni vagy azokat önkényesen megváltoztatni nem szabad.

Az épületen dolgozók kötelesek a munkájukhoz kapcsolódó kitűzési pontokhoz igazodni és gondoskodni arról, hogy a kitűzés jelei mindvégig láthatók maradjanak.

1.7.3. Vonalak, síkok meghatározása

Az épület helyszínén készülő műkő felhordása vagy az előre gyártott műköelemek elhelyezése előtt azok tervszerinti helyét meg kell határozni. Ezt a munkát az épület szintjeit kitűzött szintvonalakhoz igazodva kell elvégezni. A szintvonal egyértelműen meghatározza a padló síkját, ami a műkőmunkák kivitelezésekor is minden esetben kiindulópontként szolgál.

Az egyenest két pont határozza meg. Rövidebb egyenes vonalakat a két végpontra fektetett egyenes léccel rajzolunk meg. Ha a két végpont távolabb van egymástól, akkor erős zsinórt vagy vékony lágyvas huzalt feszítünk ki és ennek mentén pontokat jelölünk ki, melyeket már léccel összeköthetünk. A meghatározandó vonal lehet vízszintes, függőleges, ferde irányú vagy ívelt (pl. íves, homorú vagy domború falon húzott vonal). A vízszintes vonalakat szintezőlécre fektetett legalább 0,60 m hosszú vízmértékkel (libella), a függőlegeseket pedig függőónnal határozzuk meg. Rövid függőleges vonalakat a

vízmérték egyik végén lévő keresztirányú libella segítségével is ki lehet jelölni. A kijelölt függőleges helyességét a vízmérték átfordításával ellenőrizzük.

Adott egyenes vonal bármelyik pontjára mérőeszközök segítségével is szerkeszthetünk merőleges vonalat (pl. vízszintesre függőlegest). A-B egyenes 0 pontjából jobbra-balra tetszőleges nagyságú (pl. 50-50 cm) „a” távolságot mérünk fel. A kapott C és D pontokból felfelé vagy lefelé „2a” távolsággal (pl. 100 cm) egyenlőszárú háromszöget rajzolunk. Az E metszéspontból, az 0 pontba húzott egyenes merőleges az A-B egyenesre.

Helyszíni műkőmunkáknál gyakran kell ferde irányú vonalakat meghatározni (pl. lépcsőkísérő, utcai lábázat stb.). A kivitelezési terv megadja a ferde vonal lejtési méret adatait. A ferde vonal a vízszintes vonalra felmért hosszúságból és a végpontjába állított függőlegesen lefelé mért magasság különbségből meghatározható. Ha azonban a falfelület nem egy síkban fekszik, (falkiugrás, fálpillér stb. osztja a síkot) a ferde vonal lejtését ki kell számítani. Például egy épületen 9,50 m hosszú ferde vonalú utcai lábazatot kell készíteni, a lábázat esése a teljes hosszon 1,52 m. A falsík a vízszintes vonal kezdőpontjától 5,00 m-re 1,00 m mélyen visszafordul. Ez esetben a ferde vonal lejtési méretét a falsarokig külön meghatározzuk, mivel a két különböző síkban fekvő felületen elég körülményes volna zsinórozni. A közbenső falsarkon a ferde vonal magasságkülönbségét egyszerű arányosítással számíthatjuk ki. A magasságkülönbség legyen

$$\begin{aligned} (M): 9,50:1,52=5,00:M \\ \underline{M=1,52 \times 5,00=0,80} \\ 9,50 \end{aligned}$$

tehát a falsarkon a vízszintes és ferde vonal közötti magasságkülönbség 80 cm.

Ha az épület homlokzata több síkra tagozott és a lejtés egyenletes, helyesebb 1,00 m-es jutó lejtést kiszámítani. Az előbbi adatok szerint ez:

Ha a falsík nem sarkosan, hanem pl. $\frac{1}{4}$ körrel fordul be és a kör sugara 1,00 m, akkor a kifejtett ív vízszintes hossza 1,57 m. A ferde vonal lejtése az íves felületen: $1,00 \times 0,16 = 0,16$ m, amit el kell osztani az 1,57 méteres hosszan. A negyed kört pl. három egyenlő részre osztjuk ($1,57:3=0,523$) és az osztópontokból húzott függőlegesre egyenként felmérjük az $\frac{1}{3}$, ill. $\frac{2}{3}$ méterre eső magasságkülönbséget. A kapott pontokat hajlékony vonalzóval összekötjük. A síkidom a sík körülhatárolt része, hétirányú kiterjedése van: hosszúsága és szélessége. A felület akkor sík, ha a rajta fekvő bármelyik két pontja között húzott egyenes egész hosszában a felületet érinti. Ha két egyenes mentén egy egyenes lécezt húzunk végig, a léce élét síkot ír le. Ha a lécezt valamilyen ív mentén mozgatjuk, görbe felületet kapunk.

Helyszíni műkőmunkák készítésekor szükség van felületek, síkok meghatározására, akár vízszintes (pl. padló, pihenő, könyöklő, stb.) akár függőleges (pl. lábázat, falfelület, oszlop, pillér stb.) felületekre kell a műkövet felhordani. Nagyobb felületek meghatározásához közbeeső pontokat (centrumokat) kell kijelölni, amelyek a felhordásnál támpontul szolgálnak.

Padlókészítés esetében a padlószint magasságában műköanyagból kis lapalakú magassági pontokat készítünk, majd ezeket keskeny sávokkal egészítjük ki. Ezen léctávolságra helyezett sávok mentén egyenes léccel húzzuk le a műkö felületét.

Függőleges fal műköfelhordása előtt a felhordás külső síkjának alapvonalát alátét deszkára rajzoljuk fel. A vonal néhány (szükség szerint) pontját felfüggőzzük, és a függőön zsinórjához igazodva a falra gipsszel vagy habarccsal téglá vagy cserépdarabokat

ragasztunk, amelyek a burkolat végső külső síkját jelzik. A felragasztott főpontok (centrumok) között kihúzott zsinór mentén szükség szerinti és számú további pontokat tűzünk ki olyan távolságra, hogy 2,00 m hosszú lehúzó léccel átfoghatók legyenek. Természetesen külön kitűzési pontokat kell az aljzatbeton és külön a műkőréteg vastagságának megfelelően felragasztani.

Görbe felületeket a görbületnek megfelelően előre kihúzott gipszből vagy fából kifűrészelt vezetőminta segítségével határozzuk meg.

1.7.4. Vízszintes és függőleges vonalakat meghatározó pontok átvitele, vetítése

Az épület egészének és részeinek méreteit a tervrajzban bejelölt vonalak végpontjai közé írt számokkal tüntetik fel. Az épület vagy egyes helységeinek vízszintes irányú terjedelme – vagyis hosszúsága és szélessége – az alaprajzon van feltüntetve. Az alaprajz a tervezett épület vízszintes metszete.

Külön alaprajz készül az épület valamennyi szintjéről (alapozás, pince, földszint, emelet, tetőtér). Ha az emeleti szintek alaprajza mindegyik szinten változatlan, akkor ezekről a szintekről általános emeleti alaprajzot készít a tervező.

Az épület függőleges méreteit és szerkezeteinek kialakítását a metszetek, megjelenését a homlokzati tervek ábrázolják. Az épületről annyi nézet és metszet készül, amennyi a megértéshez szükséges.

A felsorolt tervrajzokon kívül az épület szerkezeteiről (vasbetonfödém, lépcső, stb.) a szakipari munkákról – így a műkőmunkákról is – olyan részlettervek készülnek, amelyek a kivitelezéshez szükséges összes adatokat tartalmazzák. Lépcsők, párkányok, keresztmetszetét – profilját – eredeti nagyságban (1:1) szokták megadni. Bonyolult munkadarabokat, azok egymáshoz való csatlakozását távlati, vagy axonometrikus képen ábrázolják, melyeken a munkadarab (test) háromirányú méretben látható, vagyis háromirányú kiterjedése, hosszúsága, szélessége és magassága van feltüntetve.

A műkőkészítő szakmunkának meg kell tanulnia a kivitelezési terv olvasását, mert csak így képes a rajz alapján a munka kivitelezéséhez szükséges szerkesztéseket eredeti nagyságban elvégezni.

A mértanban minden test helyzetét, terjedelmét (nagyságát) és alakját vizsgáljuk. A mértani értelemben vett pontnak semmilyen irányú kiterjedése sincs, az egyenes vonal hossza pedig két irányban végtelen. Az egyenes vonal akkor meghatározott, ha annak kezdő és végpontja ismeretes. Két ponton át csak egy egyenes húzható, egy ponton át viszont végtelen sok egyenes rajzolható. A felület minden irányban végtelen kiterjedésű. Akkor határozott, ha kiterjedését vonal határolja. A síknak kétirányú kiterjedése van; hosszúsága és szélessége. A test a térben síkokkal határolt idom, melynek már háromirányú kiterjedése van, hosszúsága, szélessége és magassága.

Az épületen beépítendő műkő egyszerű vagy összetett test még akkor is, ha a falon egész vékony réteget képez. Ez esetben szélesség helyett a műkő vastagsásáról beszélünk. A műkő alakját, terjedelmét és helyzetét síkokkal, a síkokban fekvő vonalakkal és a vonalakon felméréssel kitűzött pontokkal határozhatjuk meg. A pontok, vonalak és síkok helyét a terv adatai alapján méréssel állapíthatjuk meg.

1.7.5 Szemléltető példa műkőmunka kitűzésére

Feladat: Földszintről az udvar szintjére egyenes, egykarú, egytagú lépcső vezet. Az épület helyszínén betonozott lépcsőfokokra műkőréteget kell felhordani. A tervben megadott az induló első lépcsőfok homlokvonalanak helye, a lépcsőfokok száma, a lépcsőkar hossza, szélessége és a két szint közötti magasságkülönbség. Fel kell rajzolni a falra a lépcsőfokok keresztmetszetét. A feladat elvégzésének sorrendje:

- a szintvonal (+1,00 m a padló felett) felrajzolása,
- függőleges vonal berajzolása a kezdőfok homloklapja elé,
- a pihenő magasságának (+1,12) felmérése a „b” függőlegesre („c” pont). Ez a pont a szintvonal felett van 12 cm-rel,
- udvari szintvonal átvitele a munkahelyre,
- függőleges vonal rajzolása,
- érkező pihenő padlószintjének megjelölése az „e” egyenesen (szintvonaltól lemérünk egy métert, mert a padlószint + 1,12),
- a „c-f” pontokat összekötő vízszintes vonal felrajzolása (szintezőléccel ellenőrizendő),
- a lépcsőfokok belépési méretének megfelelő osztópontok felmérése a „g” egyenesre. Az első „h” pont a faltól 1,30 m-re van kítűzve. (A belépés mérete $1,86:6=0,31$ m). a lépcsőfokok fellépési méreteinek felrajzolása a „b” függőlegesre. (fellépési magasság $1,12:7=0,16$).

A kijelölt „h” osztópontokból húzott függőleges és az „i” osztópontokból húzott vízszintes vetítővonalak megfelelő metszéspontjait összekötve kapjuk a lépcsőfokok keresztmetszetét (eredményvonallal jelölve).

A lépcsőfokok hossza egyenlő a tervszerinti karszélességgel. A lépcsőfokok homloksíkja a példában merőleges falsíkra, amit derékszöggel ellenőrzünk.

Könyvünk további fejezeteiben – ahol a különböző rendeltetésű műkö helyszíni felhordását tárgyaljuk – az azokkal kapcsolatos kítűzési feladatokkal és módszerekkel részletesen foglalkozunk.

Helyszíni méretek ellenőrzése

A műkómunkák kivitelezésénél – akár helyszíni felhordásról, akár kész műköelemek elhelyezéséről van szó az el nem hanyagolható első lépés a helyszíni méretek ellenőrzése. A kivitelező munka megkezdése előtt a műkómunkával összefüggő, a kivitelezési tervben meghatározott vízszintes (alaprajzi) és függőleges (magassági) méreteket a valóságos, helyszíni méretekkel össze kell hasonlítani.

Az alaprajzi méretek ellenőrzéséhez pontos mérőeszközöket (mérővessző, mérőszalag, mérőléc) használunk. A magassági méreteket a generál vállalat által kítűzött szintvonalak között mérjük. A két méternél nem hosszabb hiányzó szintvonalat egyenes lécre fektetett vízmértékkel vihetjük át a munkahelyünkre. Ennél hosszabb szintvonal meghosszabbításáról az építésvezetésnek kell gondoskodnia. A függőlegesek ellenőrzéséhez általában függőönt használunk. Több szintet átfogó függőlegeseket (pl. emeleti vagy osztópihenők vasbeton szegélygerendái, orsótér stb.) 10-12 kg súlyú körte alakú függőönttel ellenőrizünk.

Az építés folyamán a legnagyobb körültekintéssel elvégzett méretkítűzés, szintezés ellenére, esetleg centiméter nagyságrendű eltérés is előfordul a terv és a valóság között. A mérőeszközök pontatlansága, a zsaluzat elcsúszása, lesüllyedése, a méret felrajzolásánál összegeződő ceruzavastagságok stb. okozhatnak méreteltéréseket. Ezeket minden esetben ki lehet egyenlíteni, ha a munka elkezdése előtt kiderül, és előre meghatározhatjuk a mérrethiba legmegfelelőbb kiigazításának módját.

Mivel minden mérési művelethez elengedhetetlen feltétel a mérőeszközök pontossága, azokat használatbavétel előtt ellenőrizni kell. Kopott, hiányos mérővesszőt ne használjunk. A szintezőléc egyenességéről, a mérőléc helyes méretbeosztásáról, a vízmérték hibátlan működéséről meg kell győződni. Hosszabb vonalak méréséhez célszerű acél mérőszalagot használni, mert a vászonszalag idővel megnyúlik és mérésük

pontatlan lesz. A tömlős vízmérték pontatlan működését a műszer tisztátalansága, a piszkos víz vagy a tömlőbe beszorult légbuborék okozza.

Általános szabály, hogy a méretellenőrzéséhez és általában a mérésekre szolgáló eszközöket jó karban és állandóan tisztán kell tartani, óvni kell mindennemű sérüléstől.

Méreteltérések kiigazítása

A kivitelezési tervekben meghatározott és az épületen lemérhető tényleges méretek összevetése során megállapított méreteltérések kiigazításának módját a műkómunka elkezdése előtt az építésvezetőséggel meg kell beszélni. Bár az építésvezetőségek általában tudomása van az épületen előállott mérethibákról, mégis, a méretek ellenőrzésekor felfedett eltéréseket az építésvezetőségnél be kell jelenteni. A nagyobb jelentőségű eltéréseket feltétlenül be kell naplózni, mert azoknak komoly következményei lehetnek.

A valóságban lemért méretek a tervhez képest nagyobbak vagy kisebbek lehetnek és nemcsak a műkómunkára, hanem más szakipari munkára is kihathatnak. Ezért a műkókészítő szakmunkás az eltérések rendezésében egyedül, önhatalmúlag nem dönthet. Helyszíni műkőfelhordás esetében kisebb méreteltérés könnyebben rendezhető, mint pl. előregyártott műkőelemek elhelyezésénél, mert a felhordott műkő a valóságos helyzethez könnyebben alakítható. Műkőfelhordásnál általában az olyan méreteltérés okoz bonyodalmat, amikor a felhordás számára nem marad elengedő hely (pl. nyílás keretnél a tok körül). Az építésvezetőség feladata ez esetben a szükséges vésését_elvégezni, különösen, ha az alapfal teherviselő szerkezet. Előfordulhat az ellenkező eset is, amikor az alapfelület és a tervszerinti műkósík között a tervezett méretnél nagyobb hely adódik. A szükséges pótlást a műkókészítők csak akkor végezheti el, ha a velejáró többletköltséget a generálvállalkozó megtéríti.

Vasbeton lépcső műkőborításához megállapított méreteltérés a lépcsőfokok kiosztásának módosítását igényli. Vagy a lépcsőfokok fel- és belépési aránya nem tartható be, vagy a szükségesnél kisebb vagy nagyobb lejtésbe kell állítani a járőfelületet.

A fenti néhány példából világosan látható, hogy bármilyen méreteltérést az építésvezetőség tudomására kell hozni. a méreteltérések helyreigazítása, a rendezés módja kizárólag az építésvezetőségre tartozó feladat. Az a műkókészítő, aki önhatalmúlag próbálja az eltéréseket kiigazítani, beláthatatlan felelősséget vállal magára. Különösen tilos a szintvonalak legcsekélyebb mérvű megváltoztatásával az eltéréseket „összezsákolással” kiegyenlíteni. A szintvonalak bármilyen irányú önkényes eltolása mérhetetlen bonyodalom előidézője lehet, a szintvonalhoz igazodó minden kőműves, elhelyező és szakipari munkában.

1.7.6 Baleset elhárítás, munkavédelem

A helyszíni műkő-kivitelező munkák (felhordás, elhelyezés) az építkezés befejező munkálataihoz tartoznak. A munkákat nagy részben az építővállalat által készített állványokon végzik. Mind a műkő-kivitelezés, mind az azt megelőző mérések (méretellenőrzés) idején az életvédelmi és biztonsági berendezések még csak ideiglenes jellegűek. A lépcsőházi tér, a liftakna, a függőfolyósok, erkélyek csak fából összeácsolt korláttal vannak ellátva. A szabad mozgást sok esetben alátámasztó, dúcoló szerkezetek, olykor szétszóró szerszámok, stb. nehezítik.

Az épületen folyó munka számtalan balesetveszélyt rejteget. Az épületen tevékenykedő valamennyi dolgozónak a legnagyobb figyelemmel és körültekintéssel kell munkáját végeznie. Az építésvezetőség által létesített ideiglenes biztonsági berendezéseket (korlát, aknazárás, kitámasztások stb.) még átmenetileg sem szabad eltávolítani. Ha a mérést,

kivitelezést valamilyen biztonsági felszerelés gátolja, a munkahely szabaddá tételét az építésvezetőstől kell kérni.

Tériszonyban szenvedő (szédülő) dolgozókat nem szabad olyan munkahelyre beosztani, ahol emiatt életük veszélyeztetve lehet (pl. létraállványon, kidugó állványon, aknák szélén, tetőzet felett stb. nem dolgozhatnak). Valamennyi dolgozó köteles az építkezés területén érvényes munkarendhez, balesetelhárítási, munka- és egészségvédelmi intézkedésekhez alkalmazkodni.

2. Kőfaragómunkák

2.1.1. A kőfaragó szakma történeti áttekintése, stílusok

Választott szakmánk eredete visszanyúlik emberré válásunk kezdetére. A kő mindenütt jelen volt a természetben. Az ősember számára a legegyszerűbb volt lehajolni és a talált kődarabot annak keménysége okán ökle helyett használni. Ez azonban csak a kezdet volt. Amint az ősember elkezdte céljainak megfelelően tudatosan alakítani, - hasítani, pattintani, csiszolni, kifűrni - a talált szikladarabokat, beszélhetünk tudatos tevékenységről.

És innen már nem volt megállás. A kezdetekben használati tárgyak –szakóca, nyíl, lándzsahegy, balta stb. – készítésére korlátozott tevékenység átalakult építő, díszítő és kultikus tárgyak faragásává.

Hiába fedezte fel az emberiség a réz, bronz, vas, acél és műanyagokat. A kőmunkálás napjainkig megmaradt az egyik legáltalánosabb emberi tevékenységnek.

Az őskor utáni legnagyobb, funkciójában hatalmas előrelépést jelentő kor az i.e. évezredekben virágzó Nílus menti közel keleti, mezopotámiai kultúrák jelentették. A Nílus völgyében ma is látható, egyiptomi templomok (Abu-Simbel, Edfu, Karnak, Phile, Luxor, stb.) A királyok völgyének bejáratát őrző két hatalmas kolosszus, a huszonöt méter magas asszuáni fekete gránitból készült obeliszkek a ma emberét is próbára tenné, ha a jelenlegi technikák alkalmazásával kellene elkészítenie, szállítani és felállítani.

És még nem beszéltünk az Ó birodalom csodáiról, gízai piramisokról és szfinxekről. Dél, - és közép Amerikában az ott élő Maja Azték indiánok keze alól kerültek ki – az előbb említett kultúráktól függetlenül - a csodálatos lépcsős napisten templomok, királyi paloták, naptárfaragványok, Isten szobrok.

A távol kelet sem maradt el az emberi alkotó tevékenység bizonyításában. Megépítették a világ azóta is leghosszabb védművét a Kínai nagyfalat. Kőből készült hídjaikat ma is megcsodálhatjuk. Miniatűr jáde szobraik, dísz tárgyaik ma is csodálattal töltik el a múzeum látogatókat. Megtalálhatjuk a korabeli kőfaragók csodálatos munkáit Vietnámban, Indiában, Kambodzsában. A kőfaragás másik nagy korszaka a Földközi tenger keleti medencéjére helyeződött. A görög építő művészet, az emberábrázolások, portrék nagy korszaka volt. Athéni Akropolis, a szicíliai taorminai görög színház, a törökországi Pergében épített színház, a laokoon embercsoport, a Vénusz torzó, a Diszkoszvető szobra mind- mind az akkori mesterek mesterségbeli tudását dicséri.

A római birodalomban a művészek kőfaragók ideáljai a klasszikus görög alkotások voltak. Mesterségbeli tudásuk semmiben nem maradt el elődeiktől.

A birodalom bukása után sötétebb korszak következett. Az elődök tudása lappangva ugyan, de megmaradt.

A kereszténység terjedése az időszámításunk utáni évszázadokban más feladat elé állították a mesterembereket. Már a négy századoktól kezdve elkezdtek építeni a keresztény templomokat (Nidaros katedrális Trondheim, Norvégia, Canterbury katedrális

altemploma -Anglia). Ezzel egy időben a templomok díszítésére szentek szobrai, fészületek, keresztelő medencék készültek.

A nagy fellendülést fejlődést és a kőfaragók létszámának nagyarányú növekedését a gótikus stílus elterjedése tette szükségessé. Az előző román stílus robosztus erődszerű, kevés díszítő elemet felsorakoztató építményeit – Jáki, Bélapátfalvi templomok- A dúsan faragott agyon csipkézett – díszített gót stílus váltotta. Egy-egy katedrális akár több száz évig is épülhetett, munkát adva több generációnak. (Kölni, Ulmi, Freiburgi katedrális Németországban, Párizsi Notre Dame, Trois-i, Chartre-i katedrális, Magyarországon a Zsámbéki romtemplom).

Újabb fellendülést és stílusváltást a reneszánsz hozott. A klasszikus formákhoz visszatérést, az új életérzést, életigenlést demonstráló művészet bátran nyúlt a világi témákhoz. Paloták kastélyok építése ad munkát a kőfaragóknak. Az ügyesebbje készítheti az építetők szobrai, mitológiai történeteket ábrázoló domborműveket, dísz kutakat. Lásd a Visegrádi palota faragványait, a Budai várban megtalált lovagábrázolásokat stb.

A barokk kor már visszafogottabb volt a kőfaragók megbízásával kapcsolatban. Rengeteg szobor készült gipszből, a gipsz vagy malter profilok stukkók, a műmárványok olcsóbbak voltak és gyorsabban is készültek. Volt azért dolguk a kőfaragóknak is. Épültek a főnemesek, főpapok kastélyai nem kevés feladatot adva a mestereknek. (Fertődi, Eszterházy, Gödöllői, Grassalkovich kastély)

A barokkból tovább fejlődő rokokó sem igazán kedvezett a szakmának. A rokokót megunt és nyomasztónak ítélő polgárság volt a kőfaragók következő nagy megbízója. Az építészek sorra tervezték a meggazdagodott polgárok nagy és kisvárosi palotáit, feladatot adva ezzel a korabeli kőfaragó cégeknek, amelyek ebben az időben a kor elvárásainak megfelelő gépesítettséggel álltak megrendelőik rendelkezésére (gatter, csiszológép, gyalu stb.).

Az eklektika megjelenése (amikor több stílust ötvöznek egybe a tervezők) volt a következő lépcsőfok a fejlődésben. A korra jellemző addig kipróbált megoldásokat lehetett alkalmazni. A technika fejlődésének azonban kedvezett. Megjelentek az elektromos motorokkal meghajtott transzmissziós kőmegmunkáló gépek.

A második világháború tönkre tett mindent. Újra kellett építeni az országot. A feladat gyorsaságot követelt. A kőfaragók, kőszobrászok sok munkát igénylő mives termékeire nem igen volt szükség. A megmenekült kisebb-nagyobb magán műhelyeket államosították, a kőbányákat szintúgy. Az újjáépítés második fázisában már a nagy állami beruházások igényelték a szakemberek munkáját. Létre jöttek a nagy állami kőfaragó vállalatok. (Kőfaragó és Szobrászipari Vállalat, Kőfaragó KTSZ., 2.sz. Építőipari Vállalat, stb.). Fejlesztésként egyik-másiknál megjelentek nyugat-európából importált modern feldolgozó gépek (gatterek, gyémánt vágótárcsás darabolók, automatacsiszolók, szélezők). Az akkor élt szakemberek munkáit dicsérik a Népstadion, köztéri szobrok, metró állomások burkolatai. Elkezdődött a műemlék épületek felújítása, Parlament, Halászbástya, Budai vár.

A rendszerváltásig ezeknek a nagy állami beruházásoknak a 100%-át az állami vállalatok kapták. A legjobb szakemberek ezeknek az alkalmazottai voltak. A nyersanyag hiány, a gépesítési lehetőségek szegényes volta arra kényszerítette a magánkézben maradt kis műhelyek tulajdonosait, hogy műköből készült síremlékeket gyártsanak, illetve piacként maradt számukra a magán építkezések szintén műköből készülő lépcsőinek, ablakpárkányainak, lábazatainak gyártása. Könnyítést jelentett a központi elosztással - KIOSZ- megvalósuló import nyersanyag megjelenése a 60-as évektől.

Lényeges változás a rendszerváltás hozott. A külkereskedelmi tevékenység liberalizálásával a nyersanyag-ellátás megoldódott. Az addigi állami vállalatokat privatizálták. A nagyrészt kétkézi munkát végző kis cégek gépesíteni tudtak. A műkögyártást felváltotta a bányázott kövek feldolgozása. A nagyarányú építőipari tevékenység

egyre több és jobb minőségű kőfaragó munkát igényelt. Számos kis cég vállalva a kihívásokat fejlesztette gépparkját és egyre bonyolultabb igényes munkát volt képes felvállalni. Sajnálatos, hogy a szakma hígulása az ezred forduló idejére tehetően érzékelhetővé vált.

Az oktatás színvonalának esése egyenes következménye volt a szakmunkás iskolákba jelentkező fiatalság gyenge előképzettségének, a diákok motivátlansága. A felnőtt képzésben a szakmunkás bizonyítvány megszerzésének a könnyűsége csak rontott a helyzeten.

A Kínából kész termékként bekerülő kőipari produktumok szabad forgalmazása úgy látszik az utolsó tördőfést jelenti a kőfaragó szakmának.

Merre tovább?

- A fiatalság motiváltságának erősítése.
- A duális oktatási rendszer bevezetése.
- A felnőtt képzést azonos feltételekkel kell végezni, mint az alapképzést.
- Egyéni vállalkozást, ill. társas vállalkozást csak mestervizsgával rendelkező személy alkalmazásával lehessen alapítani.
- Érdekvédelmi szervezetek ellenőrzési jogosultságának megadása.

2.1.2. A kőanyagok felhasználási területei

A kövek kopásállósága, fizikai és kémiai hatásokkal szembeni ellenálló képességének ismerete

Az emberiség története során kortól, szükségletektől és technikai- szakmai tudástól függően számtalan területen használta fel a természetben található kőanyagokat.

A kezdetekkor használati tárgyakat készített. Később építőanyagként használta fel és ezzel egy időben díszítő elemeket, szakrális tárgyakat faragtak kőből.

Korunkig ezek a funkciók megmaradtak, azzal a különbséggel, hogy a technika fejlődésével, a tapasztalat és kutatási elméleti tudásanyagra alapozva, környezettudatosabb hő-technikailag hatásosabb alkalmazásokat vezettek be.

Kváderből már nem építkezünk mivel a kőzetek jó hővezető képessége miatti hő veszteség olyan mérvű, hogy az a kor elvárásaival szemben nem megengedhető. Kihhasználva az emberek természethez való ragaszkodását szeretetét a jelenben is megjelennek a külső-belső kőburkolatok, de nem faragott kváder, hanem lapburkolat formájában, helyette a hőszigetelést a fogadó szerkezetre erősített szigetelőanyag biztosítja.

Kihhasználva a kemény kőzetek (gránitok) nagy kopásállóságát a szennyezett levegő a savas és kénes csapadékkal szemben tanúsított ellenálló képességüket külső járda, oszlop – falburkolatok, készítéséhez előszeretettel tervezik.

Nagy forgalmú középületek metró állomások, bevásárló központok stb., lépcsői, padlóburkolatai jól ellenállnak a gyalogos forgalomnak. Azonban olyan hibák is előfordulhatnak a tervezésben, mint pl. a 2-es metró néhány állomásához márvány betétes gránit padlót építettek be. Az intenzív használat következtében a két anyag eltérő kopásállósága miatt a márvány betétek mélyen kikoptak, ezáltal a padló balesetveszélyessé vált. Ki kellett cserélni.

A kőanyagok széles felhasználási területét jól mutatja, hogy az építőiparon kívül a cukrászatokon keresztül (marcipán, cukorkakészítő lapok, hengerek) a papírgyárak törő hengerei, laboratóriumok mérőasztalai, számos szobor, díszkút – kihhasználva más anyagokkal ki nem váltható előnyös tulajdonságait- kőből készültek és készülnek.

Korunkban új reneszánszát éli a kövek használata főleg az építőiparban. Mészkö, márvány, gránit és homokkövek nem a legolcsóbb építő- és díszítőanyagok, de

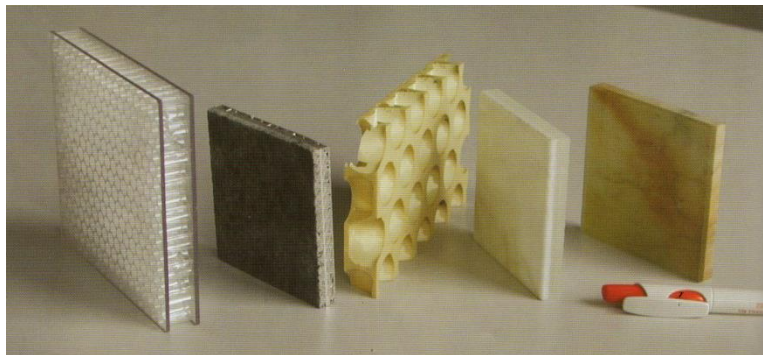
tartósságuk, esztétikai élményt adó megjelenésük és hosszútávra történő beépítésük sokszor felülírja a gazdasági megfontolásokat.

Az energiahordozók drágulása előtérbe hozta a megújuló fűtőanyagok alkalmazását. Ennek következtében a fa-, pellet-, bió brikett felhasználása egyre több lakóházban kiegészítőként vagy teljes körűen jelenik meg. Sok esetben ez vízteres kandallók beépítésével történik. Ezek építéséhez, díszítéséhez túlnyomó részt szintén természetes kőzeteket használnak.

Konyha-, fürdőszoba pultok készítéséhez elsősorban gránitokat használnak alapanyagként, kihasználva savakkal, lúgos anyagokkal szembeni ellenálló képességüket és kopásállóságukat.

A feldolgozó technika tette lehetővé a szuper vékony kőlapok gyártását, amelyek különböző háttér anyagokkal – lamellás hőszigetelő, hajlítható műanyag, - vannak kasírozva. Hajlíthatóságuk lehetővé teszi az autóiparban exkluzív műszerfal-borítások, üzletek eladó pultjainak, nagy íves felületek burkolását. Kis súlyuk nem teszi szükségessé nagy teherbírási hordozó szerkezetek tervezését, készítését.

„Mind több építész törekszik egyfajta könnyedségre és tervez 4 mm vastag kővel, ami olyan tulajdonságokat vesz fel, ami korábban nem jellemezte. Mint fentebb írtuk, a hordozó anyag lehet alumínium, üveg, műanyag, stb. Gyártásuk viszonylag nem is olyan ördögös. Egy 3 cm vastag anyag mindkét oldalára felragasztják a hordozó anyagot és ezt a szendvicset gyémánt dróttal átvágják. A könnyített kő vastagsága a gyémánt drót átmérőjétől függ, ami 6-12 mm között változhat. A szendvics lapok átvágása a berendezéstől függően történhet vízszintes, vagy függőleges helyzetben. A gyártás termelékenysége értelemszerűen megduplázódik, hiszen egy táblából kettő lesz. A szendvics kőlapok kiállták az idő próbáját, Genovában, erősen kitett természeti környezetben (szél, eső, sós tengeri levegő) a méhsejt alakú alumíniumra ragasztott márványlapok tíz éve díszítik az épületet és a károsodás semmilyen jelét nem mutatják.



1.ábra

Vékonyított, szendvics szerkezetű kőlapok, különböző hordozókkal

Vékonyított kőtáblák

Hordozó fajtája	Vastagság mm	Táblaméret cm	Anyag
Üveggyapot műgyanta és acéllemez	7	120x270	márvány gránit gránit
	7	150x300	
	4,5	120x270	
Műgyanta és üveggyapot	7	120x270	márvány és gránit
Szigetelő hordozó és acéllemez	7	60x240	márvány és gránit
	7	60x270	
Alumínium méhsejt és üveggyapot műgyanta	4	120x270	márvány és gránit

Hazai építőköveink lelőhelyei, alkalmazási területük:

Magyarország a közhiedelemmel ellentétben egyáltalán nem szegény kőlelőhelyekben. Az Alföld, Kisalföld kivételével az ország többi része tele van már nem művelt, vagy ma is működő kisebb-nagyobb kőbányával. Igaz ezek a kövek, kevés kivételtől eltekintve nem adnak nagyméretű tömböket. Többnyire a helyi építési-, díszítő igényeket elégítik ki. Tömbköveket adó bányáink jól ismertek a kőfaragók köreiben, mint a süttöi, a tardosi, a budakalászi mészkő bányák. A sóskúti, fertőrákosi durva mészkő bányák. A hárshegyi típusú homokkővet szintén tömbökben tudják bányászni az üröm közeli Ezüsthegyen.

Vulkáni eredetű tufa tömböket ad az Eger közeli demjéni bánya, illetve dácitot Szomolyán fejtenek. Ha csak ezeket tekintjük, tényleg elmondhatjuk, hogy gazdag a kővagyonunk.

A kisebb helyi igényeket kielégítő bányáink szép számmal adnak különböző, jó minőségű homokköveket a helyi építkezésekhez. A Balaton felvidéken, Balatonalmádítól egészen a Káli medencéig találhatóunk gazdag vörös homokkő lelőhelyeket. (Zánka, Badacsonyórs, Csopak, Révfülöp, stb.)

Ugyanezen a területen számtalan bányában füredi mészkövet bányásznak (Balatonszőlős, Dörgicse, Pécsely, Vászoly).



2. ábra füredi mészkő

A népi építészetben a helyi kőfaragók nem csak épületszerkezeti, építődíszítőként használták ezeket az anyagokat, hanem számtalan útszéli kereszt, síremlék, ablakpárkány, kapuoszlop dicséri a régvolt és a mai mesterek tudását.

Az üledékes kőzetek mellett számtalanhelyen található vulkanikus eredetű kőzeteket (andezit, bazalt).



3.ábra Tapolcai- és Dörgicse közelében bányászott bazalt

A Káli medence, a Bakony egy része, a Pilis, az Északi középhegység, a Mecsek szintén rendelkezik ezekkel a kővagyonokkal. Ezeken a helyeken, ahol a bányák üzemelnek (Uzsa bánya, Dunabogdány, Szob, Tállya), elsősorban útalapba, vasúti töltéshez, víz-védőművekhez szállítanak zúzott követ, de a helyi igényeket is kielégítendő az egészségesebb tömböket szívesen dolgozzák fel és készítenek belőlük különböző építő-, díszítő elemeket, kerti használati tárgyakat. A kisebb hasítással megmunkált kőhasábokból formált ciklop kövekből számtalan épület homlokzata, lábazata, kerítése dacol évtizedek óta az időjárás viszontagságaival.



4. ábra dunabogdányi andezit

A pannon homokkő a Keszthelyi hegység szinte teljes vonulatában fellelhető. Ezen a vidéken szinte egyedüli hagyományos építőanyagként használták.

2.1.3. Kész kőtermékek elhelyezésének módszerei. Felületvédelem

A kész kő termékek vízszintes, fogadó felületre kerülhetnek.

Függőleges felületre a kőkiosztási tervben szereplő módon

- ragasztással
- acélkapcsos
- acélsínes rögzítéssel kerülnek elhelyezésre.
-

A választott technikát

- a hordozó szerkezet milyensége
- az alkalmazott szigetelés vastagsága
- esztétikai kritériumok határozzák meg

Külső használatnál fokozottan figyelembe kell venni az alkalmazott nyersanyag fizikai, hő technikai tulajdonságait. A környezeti hatásokat – szél, csapadék, légszennyezettség stb.- szintén mérlegelni kell.

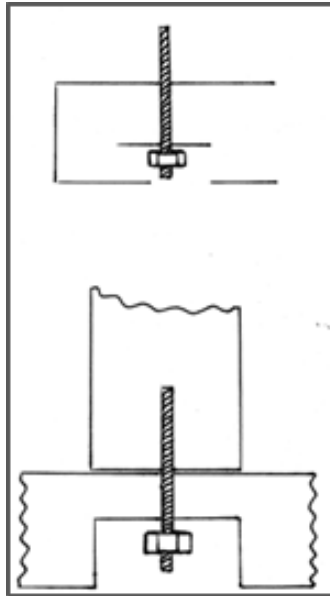
Vízszintes felületeken készülő burkolatok anyagának kiválasztásánál elsődleges szempont a funkciónak megfelelő anyag – ill. felületi megmunkálás számba vétele. (nagy forgalmú középület, magánépület, kül,- beltér, gépjármű forgalom által igénybevett utak, terek, stb.) A célnak megfelelő felületi megmunkálás lehet savazott, lángolt, stokkolt, homokfűjt, ill. csúszásgátlóval ellátott járófelület. Fényezet, matt csiszolt felületű anyagot csak belső térben ajánlott vízszintes felületen alkalmazni.

A vízszintes burkolatok ragasztó anyaga hagyományos helyezés esetén lehet ágyazó habarcs. Manapság ezt a technológiát már csak pótlásoknál használjuk ill. akkor, ha vastag, vagy nem egyenletes vastagságú burkoló anyag áll rendelkezésre, pl. kockakövek, nagy forgalmú díszburkolatok alá.

Jelenleg a burkolatok ragasztásához mind függőleges, mind vízszintes felületen jó minőségű flexibilis ragasztókat használunk. Fontos, hogy a megfelelő tapadó felület biztosítva legyen. Ezt tapadó híd (kellősítő) felvitelével érjük el.

Kváderek – tömbös anyagok – helyezése általában csapolással, horgonyzással történik, rögzítésükhöz cementet, vagy epoxi, poliészter, akril bázisú ragasztókat használunk.

Külön megemlíteném a síremlékek rögzítésének módozatait. Ezek lehetnek fix, ragasztott csapolások, megfelelően megválasztott szilárdságú és vastagságú acélrúd anyagokkal. Másik megoldás az oldható kötéssel alkalmazott rögzítés. Itt a csap anyaga alapcsavar, amely a rögzítendő felületbe fixen van beszorítva, még a stabilizáló kőanyag befogadó részét anyával rögzítik. Ez a fajta rögzítés megfelelő védelmet nyújt a ledőlés ellen és nagy biztonsággal elkerülhető az élek, sarkak kitorése. Lényeges, hogy elcsavarás ellen is biztosítsuk a síremléket. Ezt legalább két csap alkalmazásával érhetjük el.



5.ábra oldható kötéses rögzítés

Kész kötermékek felületének megvédésére ma már nagyon sokféle gyártású és szinte minden hatásnak ellenálló védőanyag megtalálható. Konyhapultok átadás előtti impregnálásával a foltosodást tudjuk megelőzni. Külső területeken található szobrok, kutak, posztamensek, falburkolatok védelmét anti graffiti felvitelével oldjuk meg. Homokkövek, mészkövek, tufák és egyéb laza szerkezetű kőzetek felületét hidrofóbizáló folyadék felvitelével védjük az idő előtti romlástól. Gránitok színének mélyítéséhez élénkebbé tételéhez színmélyítő anyag is rendelkezésünkre áll. Márványok – elsősorban a Carrarai és egyes fehér görög márványok – sárgulása (bebarnulása) ellen is létezik védelem.

A cementfátyol, illetve algásodás eltávolítására szintén van készítmény.

2.1.4. Kövek kiválasztása a megmunkáláshoz

Szemponatok, vizsgálati módszerek

Ebben a fejezetben elsősorban a bányákból kikerülő tömbkövek kiválasztásáról, vizsgálatokról lesz szó.

A bánya üzemeltetőjének érdeke, hogy a kikerülő tömbök a lehetőségekhez képest a legnagyobb méretben és a legkevesebb törmelék keletkezésével készüljenek. A felhasználó kőfaragó feladat, hogy a rendelkezésre álló tömbök közül a lehető leghatékonyabban válassza ki.

Először a méreteket kell ellenőrizni. Kiosztást kell készíteni, hogy a kívánt elemeket a lehető legkisebb vágási veszteséggel tudjuk kivenni. Amennyiben méretre megfelelőt találunk, meg kell vizsgálni, hogy nincs-e repedés benne. Az egészséges kő kalapáccsal történő kopogtatásra tiszta csengő hangot ad. A repedt, tompa mély hanggal válaszol. Amennyiben kétségeink vannak, ha száraz időben vízzel leöntjük a tömböt. Megvárjuk, amíg megszárad, és amennyiben hibás a kő, a hézagokban megmarad a víz és

kirajzolódnak a repedések. A vizes felület alkalmas a kő színének és struktúrájának vizsgálatára is.

Jól felszerelt bányákban rendelkezésre állhatnak ultrahangos vizsgáló berendezések, de ezt nálunk jelenleg nem alkalmazzák.

2.1.5. A Kőtömbök mozgatása, szállítása, tárolása.

A bányában a tömböket daruval, kanalas dózerekkel, targoncával mozgatják. A fent említett gépeket csak az arra való jogosítvánnyal rendelkező alkalmazottak végezhetik. Segítségükre lehetnek az üzem alkalmazásában álló kiképzett kötözők és segédmunkások. A feldolgozó helyre szállított tömböket daruval vagy megfelelő teherbírással rendelkező villás emelővel (targonca) az arra jogosult alkalmazott veszi le a kocsiról.

A tömb súlya vagy rá van festve az oldalára, vagy a bányamérlegen lemért súly lehet az irányadó. Ha ezek nem állnak rendelkezésre köböléssel és fajsúly-szorzással állapítjuk meg a súlyt.

A rakodást végzőknek az egyéni védőeszközök használata kötelező (acélbetétes cipő, munkavédelmi sisak, védőkesztyű). A rakodáshoz mindig meg kell nevezni egy vezetőt, aki a munkát összehangolja.

A tömböket, a szabálytalan idom-köveket, ha van elegendő hely, lehetőleg egy sorban kell tárolni. Egymásra pakolni csak akkor ajánlatos, ha szűkös a terület. A kövek alá legjobb beton-gerendákat rakni, amennyiben folyamatos tömbanyag tárolást végzünk. Ha a felfekvésük nem megfelelő, ékeléssel oldjuk meg. Egymásra helyezett tömbök közé megfelelő vastagságú gerenda fákat teszünk. Ha egyenetlen felületek vannak, olyan vágott fa-, vagy kőköcsöket alkalmazunk, amelyekkel ki tudjuk egyenlíteni a közbenső részeket és a teherbírásuk, ill. keménységük (pl. gránit tömbök közé nem teszünk homokkövet, vagy nyárfát) nagyobb, mint a tárolt tömböké.

A gatter, daraboló vagy a drótfűrész alól kikerülő lapanyagokat, méretre vágott kis tömböket általában gépi erővel (targonca, daru vagy ezekre erősített lapfogók) vesszük az újabb tároló helyre vagy a szélező, csiszoló kézi megmunkálásra.

Az anyagmozgatás és védőeszközök használatára a tömbköveknél leírtak az irányadók, azzal a különbséggel, hogy a lapanyag tárolására a tároló vasbakok a legalkalmasabbak.

A lapokat minden esetben láncsal vagy spaniferekkel biztosítjuk eldőlés ellen.

2.1.6. A kövek megmunkálásának további lehetőségei, gépi berendezései

A szeletelt kőlapok, ill. kisebb méretekre vágott tömb kövek megmunkálása történhet hagyományos kőfaragással, profilok, tagozatok kialakításával. Korunkban azonban lényegesen meg-növekedett a gépi megmunkálás jelentősége.



6.ábra automata megmunkáló központ lap-, és táblás anyagokhoz

Speciális gépekkel a köipari termékek gyorsabban, pontosabban, ennek folyamánya ként olcsóbban állíthatók elő.

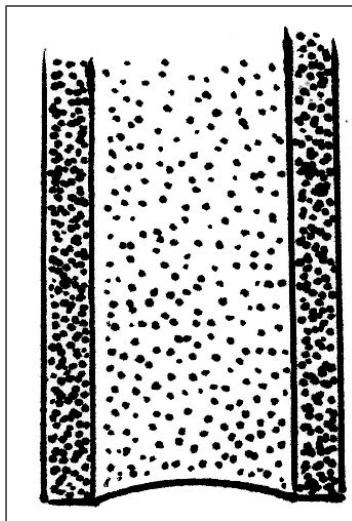


7.ábra gyémánt vágótárcsás szélező



8.ábra Gyémánt vágótárcsás daraboló gép

A már évtizedek óta használt gyémántvágó szerszámok újabb és újabb generációi jelennek meg. A vágó szegmensek legújabb típusa már un. szendvics szerkezettel rendezett gyémánt sűrűséggel készülnek, a szegmens külső oldalai nagyobb szemcse koncentrációval, míg a belső ritkábbal készül.



9.ábra gyémánt szegmens

A vágó él homorúra kopik használat közben. Így a vágásfenékre érő korong éle nem tépi ki a kő alját. A különböző vágógépek már számítógépes vezérlésűek. Emberi tevékenységet csak a munkadarabok ki - berakása, ill. a programozás igényel.

A profilmaró és csiszológépek nehéz fizikai munkától kímélik meg a szakmunkásokat.



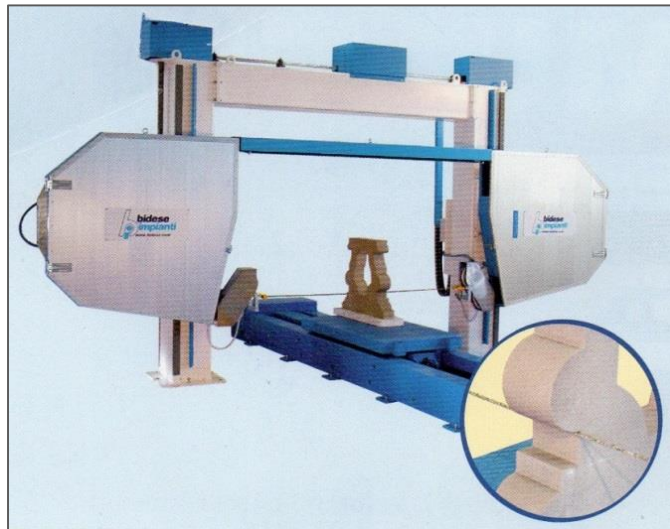
10.ábra
Automata él csiszoló, nem csak egyenes él csiszolás, hanem profil, gömbölyítés
gyártására is alkalmas

Vízvágó gépeket használnak köointarzia gyártásához, bordűrök készítéséhez, stb.



11.ábra Automata vízsugaras vágógép

Nagyméretű fazonos kövek kialakítása gyémántdrót fazonozó gépekkel történik.



12. ábra
Gyémánt drótos automata fazonvágó tömb anyagokhoz

A technika csúcsát a faragó robotok jelentik. A programozással, vagy szkenneléssel bevitt információk alapján a gép megfaragja (marja) a követ. Összetett formák, szobrok nem jelentenek akadályt a gépnek.



13. ábra Kőfaragó robotmaró munka közben

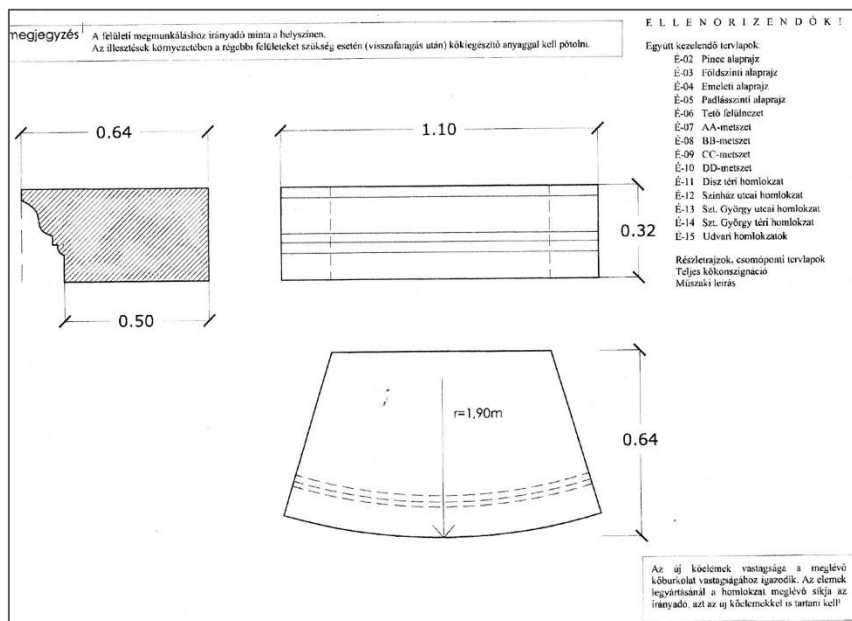
A nagyfokú gépfelhasználás ellenére sem nélkülözhető az alkotó emberi tevékenység. A robotok kb. 70-80 %-os készenlétűre tudják elkészíteni a munkadarabot. A befejezés a kőfaragóra vár.

2.1.7. Dokumentációk a szakma gyakorlása során

Árajánlat, munkaszerződés készítését az alapképzésben meg kellett tanulni. Van azonban néhány dokumentum, amellyel a gyakorlatban ritkábban találkozunk.

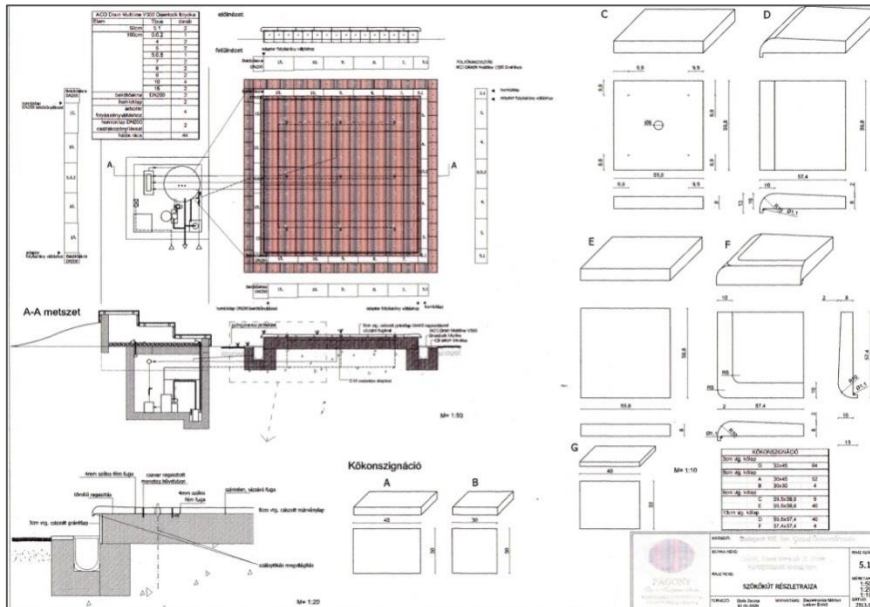
Ilyenek:

- a költségvetési kiírások, melyek megkönnyítik a nagyobb munkákra adott árajánlat készítését, ill. a későbbiekben egyértelművé teszik a munka műszaki tartalmát.
- a műhelyrajzok (gyártási kiírások) olvasni tudása nem elegendő egy mesteri képesítéshez. A mesternek tervrajzok vagy saját felmérés alapján azokat el is kell tudni készítenie, ha kell ábrákkal kiegészítve.



14.ábra Műhelyrajz

- a kőkonszignáció mind az árajánlat készítéséhez mind a kért munka gyártásához nyújt nélkülözhetetlen információkat.



15. ábra Konszignációs terv minta

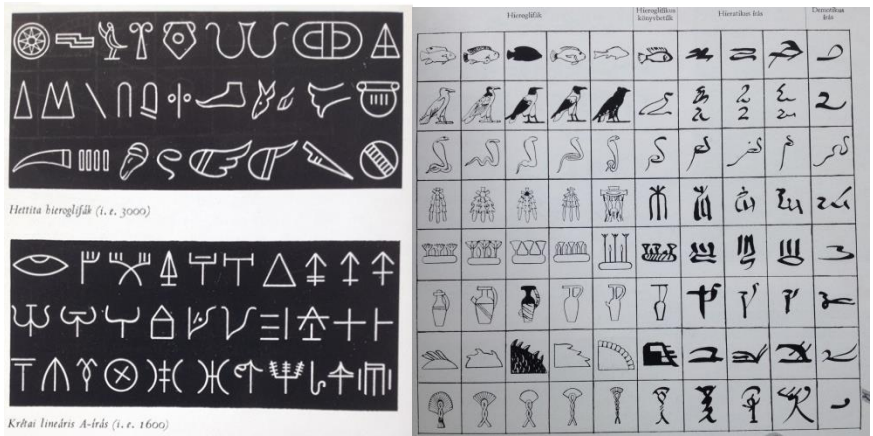
- a teljesítés igazolások ismerete elengedhetetlen kellék az átadott munka számlázásához.
- építési napló – elektronikus építési napló
- jegyzőkönyv, hibajegyzék készítésére gyakran kerül sor az építő munkát végző kőfaragók tevékenysége során.

2.1.8. A betű története, betűvésés technikájának fejlődése

„A betű, az írás a mai ember életét szinte úgy veszi körül, mint a levegő. Az épületek, emlékművek, emléktáblák kőbe és fémbe vésett felirataitól, az utcátáblák, reklámtáblák, a plakátok, stb. betűin át a könyvekig és nyomtatványokig, újságokig végigkísérik életünket. Nincs a civilizációnak, a kultúrának, a gazdasági-, és társadalmi érintkezésnek egyetlen lényeges eleme sem, amely fennállhatna, fejlődhetne a betű nélkül.” – írja nagyszerű művében Szántó Tibor.

már a kőkorszak barlang festményei is történeteket mondanak el. Csontdarabokra karcolt ábrák, csomózott növényi rostokból font zsinórok is az írás szerepét töltötték be.

Az egyiptomi írásrendszer i.e. már több mint 4000 évvel ezelőtt megjelent. Ezek voltak a hieroglifák, melyek az egyes szavakat szemléletes rajzzal ábrázolták.



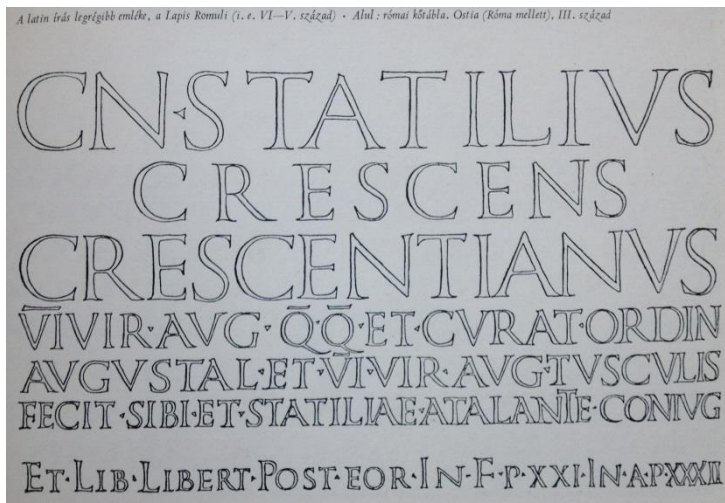
Hamu rabbi törvényeit Mezopotámiában agyagba karcolt, majd kiégetett terrakotta táblák őrizték meg.



A babiloni-asszír kultúrában már a kereskedők és iparosok is írásos formában kötötték szerződéseiket.



Az általunk is használt latin betűtípus már az i.e. VI. század körül használatban volt.



Legkorábbi írásemlék a Romulus sírkövén található i.e. IV. századra tehető Duenos felirat.



A fentiekbe leírt rövid betű történet a BETŰ- ről szól, de arról, hogy ezek megjelenítése maradandó anyagokban, elsősorban kőben hogyan történt meg, még nem esett szó.. Egyértelmű, hogy a kő megmunkálásával foglalkozó mesterek feladata volt a kőbe vésett betűk készítése is. Finom, éles vésőkkel kellett ennek a feladatnak nekilátni. A vésés technikája véleményem szerint nagyon keveset változott egészen a XX. század második feléig. Változást egyedül az egyre keményebb fémek alkalmazása jelentett, amelynek csúcspontját a vídiumos vésők alkalmazása jelentette.

Korunkban a technika fejlődésével a kézi munka kiváltására számos alternatíva áll rendelkezésre. A legegyszerűbb könnyítés a légrés-szerszámokkal történő vésés. Itt a betűkiosztás, rajzolás, bekarcolás munkafolyamata megmarad, csak a betű vésése történik a levegős vésőkalapács segítségével. Jelentős előrelépést jelentett a másológépek (pantográf) megjelenése. Itt 1:1 arányú másolás történik. Bakelit lapba egyenként kimart betűsablonokból kirakott szöveget vídiumos marófejjel marjuk a kőbe. A fenti megoldás előnye, hogy a vésés folyamata leegyszerűsödik, felgyorsul. Az előkészítő munka töredékére csökken. A vésett (mart) betűk fenéke szép V alakot képez. A megfelelő gondossággal vezetett marófejjel a sarkok képzése nagyon szépen kivitelezhető. A betűk formája, mérete, vastagsága a sablonok tipizálása miatt azonos. Hátránya éppen ebben is van. A betűk méretén nem lehet változtatni (széthúzással, vagy szűkítéssel). A betűsablonok fix mérete miatt rengeteg sablonra van szükség.

Jelentős variációs lehetőséget jelent a számítógéppel szerkeszthető szövegek alkalmazása. A monitoron megszerkesztett szöveget egy öntapadós, gumírozott fóliára vágja ki a csatlakoztatott plotter. A kivágott fóliát a vésendő felületre felragasztjuk. vágások mentén kiszedett betű helyeket pedig homokfújó berendezéssel megfújjuk.

E módszer nagy előnye, hogy gyors és szinte végtelen variációt tudunk előállítani – betű széthúzás, sűrítés, hajlítás, összenyomás, stb. A betűk típusa, formája is szinte megszámlálhatatlan. Hátránya: a feliratok egy kicsit unalmassá válhatnak, illetve a betű fenék V formáról lapossá válik, ennek következtében a betűk megjelenésében nem érvényesül olyan szépen a fény-árnyékhatás.

Ritkán használt technológia a lézergravírozás. CNC programmal vezérelt lézersugárral bontják meg a fényezett sötét tónusú gránitot. Nem csak betűk, hanem portrék, rajzok, ábrák készítésére is alkalmas ez a módszer.

Előnye a nagyon pontos másolt kép, vagy betű. Egészen apró ábrák, betűk készítésére is használható. Hátránya viszont a nem túl mély megmunkálás, valamint hogy általában fekete, vagy sötétszürke fényezett kőzetekben használható.

Lényegesen költségesebb lehetőség a nagynyomású vízszugárral vágott betűk alkalmazása. Ennél a technológiánál a negatív befogadó ágyat és a beültetendő betűt/formát is ki kell vágni CNC vezérlésű géppel. A kivágott negatívából kifaragjuk a bent maradt anyagot. A fészekbe kétkomponensű UV álló szintelen ragasztóval ragasztjuk be a betűt. A ragasztó megszilárdulása után a síkot összecsiszoljuk. A betű anyag természetesen más színű, mint a befogadó felület. Így a betű, mint intarzia jelenik meg.

2.1.9. Kiegészítés – A javítási, restaurálási fejezethez (Összefoglaló rész)

Hibalehetőségek:

a kőkiegészítő anyag oldható, reakcióképes sókat tartalmaz. Só-kivirágzás

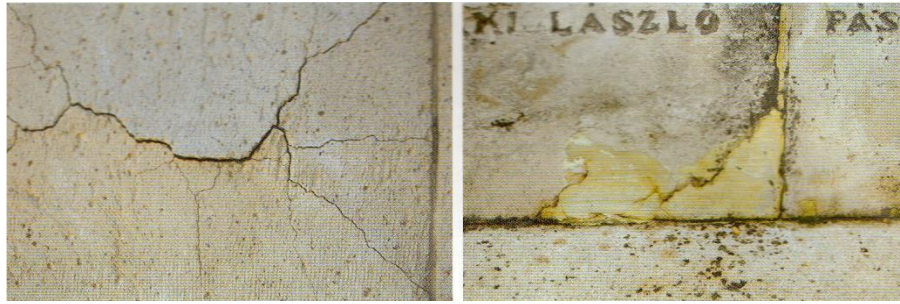


16.ábra dilatációs hézagok kihagyása



17.ábra

a kötőanyagok inkompatibilitása, portlandcement használata



18.ábra Múgyanta alapú kötőanyagok UV problémája



19.ábra a használt csapolás helytelen megvalósítása

„A kőkiegészítések módszerét és anyaghasználatát a habarcsok felhasználhatósága, illetve bedolgozhatósága is. A restauráláshoz kiválasztott (forgalomban kapható, vagy házilag előállított) kőkiegészítő habarcs megfelelő fizikai, kémiai, hidrotechnikai, stb. tulajdonságokkal rendelkezik (azaz, az elvárásoknak megfelelő mértékben hasonlít a kiegészítendő közethez), akkor sem szabad elfeledni, hogy a felhasználás körülménye (hőmérséklet, páratartalom, stb.) illetve a felhasználó felkészültségén is múlhat a restauráló anyagok tartóssága és hosszú távú fennmaradása.

A hibahelyek hosszú felsorolásából is kitűnik, hogy a közetek kiegészítése a látszat ellenére nem olyan egyszerű, mint amilyennek elsőre gondolnák. Az elvárások listája meglehetősen hosszú, így amikor kőkiegészítésre van szükség, a szakembereknek is nehézséget okozhat a megfelelő anyag kiválasztása és alkalmazása. Alapelveként figyelembe kell venni, hogy nem létezik az adott közettípushoz tökéletesen illeszkedő kőkiegészítő anyag, mely megfelelne a természetes, heterogén tulajdonságú közetek kiegészítésére, legyen az üledékes, átalakult, vagy magmás közet.

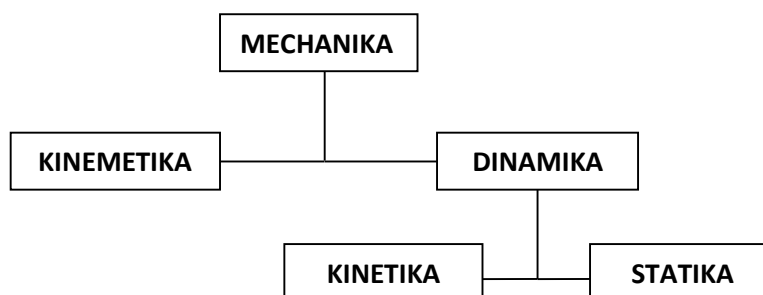
Napjainkban a restaurátori gyakorlatban leginkább a megszokott, az évek- évtizedek alatt bevált anyagok használata a jellemző, annak ellenére, hogy a felhasznált anyagok tulajdonságát, időállóságát, a közetekkel való együttes viselkedést nem, vagy csak részben ismerjük.

A pontosabb anyagkiválasztás és a megfelelő felhordás, alkalmazás technológiáját csak a restaurálandó közet és habarcs együttes vizsgálatával lehet kialakítani. Ezért célszerű a hazai műemléki kőanyagok és a kereskedelmi forgalomban kapható habarcsok minél szélesebb körének együttes elemzése.”

Forrás. Szemerey- Kiss Balázs – Török Ákos: Restauráló habarcsok felhasználhatósága – hibalehetőségek, Kő Újság XVI. évfolyam, 2014/01. szám41-43. old.

2. Statika

A *mechanika* tudományával eddigi *fizika* tanulmányaink során már találkoztunk. A *mechanika* a fizikának az a területe, amely a testek mozgásának, elmozdulásának törvényszerűségeit vizsgálja, alkalmazza. A *kinematikai* a testek mozgásának csak a geometriai jellemzőivel foglalkozik, mert figyelmen kívül hagyja a mozgást kiváltó, azt befolyásoló erőhatásokat.



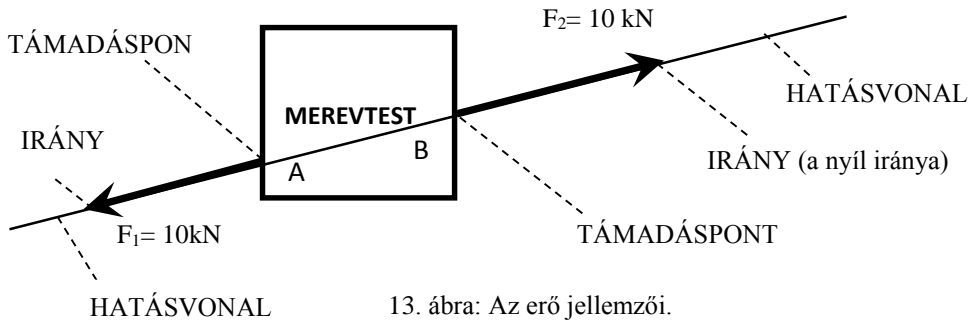
A *dinamika* arra a kérdésre keresi a választ, hogy mitől és hogyan változik a testek mozgásállapota. A *dinamika* tehát azt vizsgálja, hogy milyen erők hatnak a testekre és ezek hatására milyen lesz, hogyan változik a mozgásállapotuk. A testekre ható erők és az erők hatására létrejövő mozgásállapotok összefüggéseinek vizsgálata során a *dinamika* két ágra oszlik: a *kinematika* a mozgó testekkel, míg a *statika* a nyugalomban (egyensúlyban) lévő testekkel foglalkozik. (A nyugalom lényegében egy speciális mozgási állapotot, azaz egyensúlyi helyzetet jelent.) **A statika tehát a nyugalomban lévő testekre ható erőhatásokkal foglalkozik. A statika vizsgálódási területe az erőrendszerek tulajdonsága és az egyensúlyban lévő szerkezetek erőviszonya.** A statika bizonyos ismerete és tudása minden olyan területen szükséges, ahol az erőhatásoknak kitett testeknek nyugalomban (egyensúlyban) kell lenniük. *Ezért a statikának szinte minden műszaki szakterület tananyagában szerepelnie kell.* Statikai ismereteket ennek következtében nem csak az építőipari szakterületek tananyagában találhatunk (pld. gépészet, faipar). Építményektől, épületszerkezetektől alapvetően elvárt követelmény hogy **a rájuk ható erők hatására nyugalomban (egyensúlyban) legyenek.** Az előbbieket alapján evidencia, hogy az erőhatásoknak kitett szerkezetek kivitelezésével foglalkozó építőipari műszaki tevékenységek folytatásához bizonyos alapvető statikai ismeretek, jártasságok, készségek is szükségesek. Ennek következtében az építőipari szakterületek tananyagában a statikának kiemelt a jelentősége. A statikai ismeretek alkalmazásával kapunk kiindulási adatokat az erőhatásoknak kitett szerkezetek szilárdságtani vizsgálataihoz (ellenőrzéséhez, tervezéséhez, méretezéséhez) is. **A szilárdságtan** a szilárd testekre ható külső erők és egyéb hatások a következtében a szilárd testek belsejében kialakuló **feszültségeknek** és alakváltozásoknak a vizsgálatával, meghatározásával foglalkozik. A szilárdságtan a tartószerkezetek tervezésének céljából **módszereket ad a tartók teherbírásának ellenőrzéséhez és méretezéséhez.**

2.2.1. Statikai alapfogalmak

Az erő fogalma és jellemzői

A statikai vizsgálatok központi fogalma az erő.

Az erő két test olyan kölcsönös egymásra hatása, amely a testek alakjának vagy mozgási állapotának megváltozásában nyilvánul meg.¹



13. ábra: Az erő jellemzői.

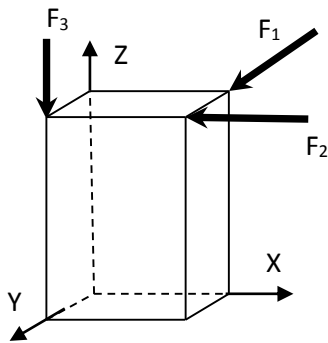
Az erő vektor mennyiség, ezért nagyságán kívül jellemzői:

- hatásvonala; - iránya; - támadáspontja.

Az ábrán látható erőrendszer jellemzői:

- Az erőrendszer két erőből áll. (A testre két erő hat: F_1 és F_2 .)
- A testre ható két erő hatásvonala közös (hatásvonaluk egybe esik)
- A két erő iránya ellentétes (Az erőket szemléltető vektorok nyíliránya egymással ellentétes).
- A két erő támadáspontja eltérő. (A és B pontok)
- A két erő nagysága azonos: 10 kN.

Erőrendszerek



21. ábra: térbeli erőrendszer.

A testekre (épületszerkezetekre) egyidejűleg mindig több erő hat. Egy testre egyidejűleg ható erők összességét **erőrendszernek** nevezzük. Az erőrendszert alkotó **erők hatásvonalai** gyakran nem egy síkban helyezkednek el, ilyenkor **térbeli erőrendszer**ről beszélünk. **Síkbeli erőrendszert** alkotó **erők hatásvonalai egy síkban helyezkednek el**. Az ábrán látható három erő **térbeli erőrendszert** alkot. Térbeli erőrendszert alkotó erők pozícióját célszerűen egy alkalmasan felvett origójú *térbeli koordináta rendszerben* adhatjuk meg.

Ha az F_1 vagy az F_3 jelű erőt **kivesszük** az erőrendszerből, akkor **síkbeli erőrendszert** kapunk. Az F_3 jelű **erő elhagyásával** az erőrendszer **vízszintes síkú erőrendszer**ré válik. Ha viszont az erőrendszerből az F_2 jelű erőt vesszük, el az erőrendszer **térbeli erőrendszer marad**. A **síkbeli erőrendszerekkel** végzett műveletekkel **sok statikai feladat megoldható** és a síkbeli erőrendszerek **matematikai kezelhetősége lényegesen egyszerűbb**, mint a térbeli erőrendszereké. Ezért a síkbeli erőrendszerekkel kapcsolatos

¹ A mozgási állapot megváltozása a test nyugalmi helyzetének (egyensúlyának) bekövetkezését jelenti.

műveletek ismerete különösen fontos. A következőkben síkbeli erőrendszerekkel foglalkozunk.

Az erők pontos megadása, erők felbontása

Statikai számítások elvégezhetősége érdekében szükséges az erők pozíciójának a pontos és egyértelmű meghatározása. Az erőkkel kapcsolatos matematikai műveletek legcélszerűbben a **derékszögű koordináta** rendszer alkalmazásával végezhetők el. Statikai feladatok megoldásánál gyakran szükséges a **ferde hatásvonalú (F) erőknek vízszintes (F_x) és függőleges (F_y) hatásvonalú összetevőkre való felbontása**. A ferde erők felbontása két adott hatásvonalú (leginkább vízszintes és függőleges) komponensére, elvégezhető szerkesztéssel vagy számítással.

A **vektor ábrák szerkesztéséhez lépték felvétele szükséges**. Szerkesztésnél a **vektorábrában az erővektorokat léptékhelyesen** kell ábrázolni. A lépték arról tájékoztat, hogy az adott hosszúságú **erővektor milyen nagyságú erőt** jelent.

Az erő vízszintes és függőleges komponensei a derékszögű háromszögek trigonometrikus összefüggései alapján számíthatók. Az erő **a** és **b** hatásvonalú komponensei a **szinusztétel** alkalmazásával számíthatók.

Vektorábrák léteke: 1cm (=) kN

A)

$$\alpha + \beta = 90^\circ$$

$$F_y = F \cdot \cos \beta$$

$$F_y = F \cdot \sin \alpha$$

$$F_x = F \cdot \cos \alpha$$

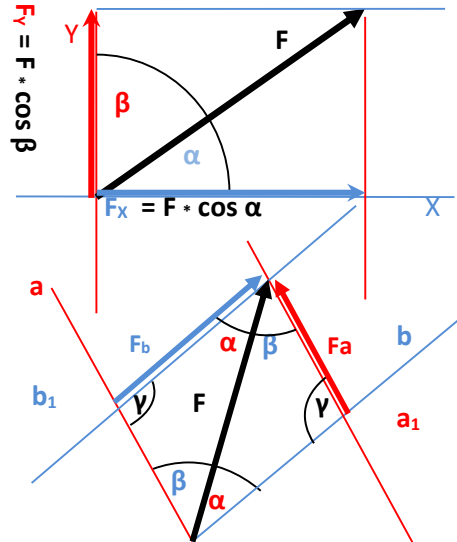
$$F_x = F \cdot \sin \beta$$

B)

$$180 - (\alpha + \beta) = \gamma$$

$$F_a / F = \sin \alpha / \sin \gamma$$

$$F_b / F = \sin \beta / \sin \gamma$$



15. ábra: erő felbontása két adott hatásvonalú komponensre

A) Felbontás derékszögű (függőleges és vízszintes) komponensekre.

B) Felbontás adott **a** és **b** hatásvonal mentén működő komponensekre.

A statika alaptételei

A **statika alaptételeinek (axiómáinak)** nevezzük azokat a - logikai következtetésekkel, matematikai levezetésekkel - nem igazolható statikai alapigazságokat, amelyek a statika **megkérdőjelezhetetlen, de nem bizonyítható alaptényeit** tartalmazzák. A **statika alaptételei** a statikát logikailag zárttá és ellentmondásmentessé teszik és alkalmazásukkal **a statikai feladatok megoldása egyértelművé válik**. A statikának négy alaptétele van.

A statika I. alaptétele (Két erő egyensúlya)

Egy merevtestre ható két erő akkor és csak akkor van egyensúlyban, ha azonos hatásvonalon működnek, irányuk ellentétes, nagyságuk azonos. Az ilyen erőket egymás ellenerőinek nevezzük.

A statika II. alaptétele (Három erő egyensúlya)

Egy merevtestre ható három erő akkor és csak akkor van egyensúlyban, ha hatásvonalaik egy pontban metsződnek és vektoraik zárt, nyílfolytonos vektorháromszöget képeznek.

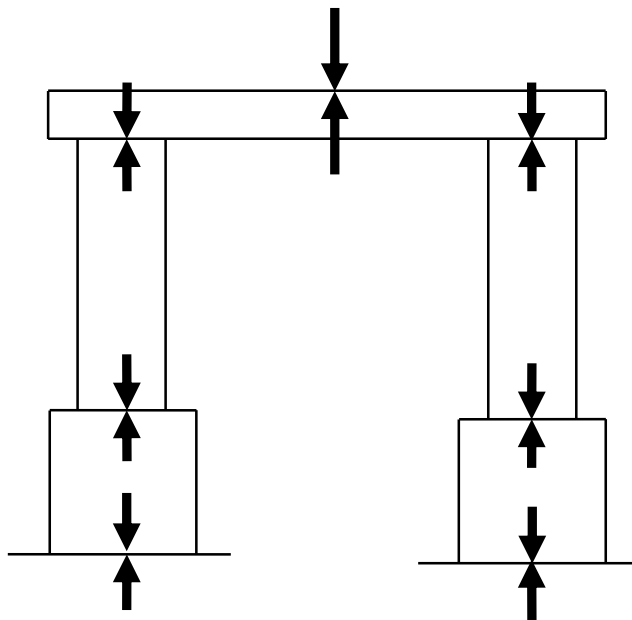
A statika III. alaptétele (Erők hozzáadása, elvétele)

Egy merevtestre ható erőrendszer hatása nem változik, ha önmagában egyensúlyban lévő erőcsoportot (erőrendszert) adunk hozzá vagy veszünk el belőle.

Ez az alaptétel igazolja, hogy az erő a hatásvonalára mentén eltolható, tehát az erő támadáspontja a hatásvonalára mentén bárhol felvehető.

A statika IV. alaptétele (Hatás ellenhatás törvénye)

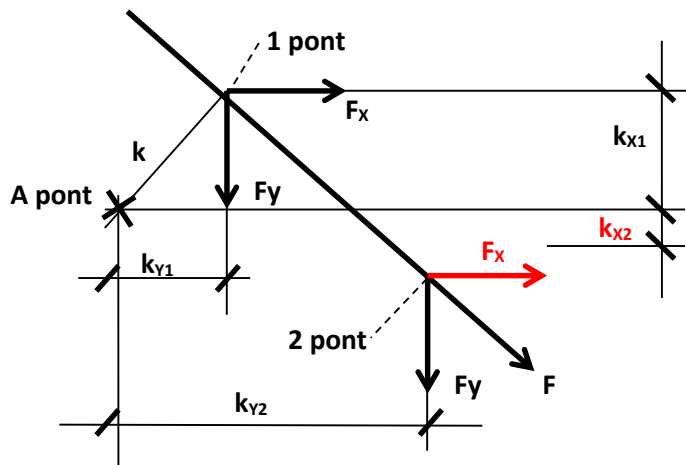
Két test egymásra gyakorolt erőhatásakor az erők párosával lépnek fel. Minden erőhatás (akció) ellenhatást (reakció) vált ki. A párosával fellépő két erő közös hatásvonalon működik, ellentétes irányú, azonos nagyságú és más-más testre hat.



22. ábra: a hatás-ellenhatás törvénye.

Az erőforgató hatása, a forgatónyomaték

Az erőforgató hatását **forgatónyomatéknak** nevezzük. A forgatónyomaték mindig egy **forgástengelyre** vonatkozik. Síkbeli erőrendszer esetén **a forgástengely az erők síkjára merőleges** egyenes, ezért az erők síkjában pontként jelenik meg a forgástengely (forgáspont, a nyomaték vonatkoztatási pontja).



23. ábra: az erő forgatónyomatékának meghatározása.

A forgatónyomaték mértékét a következő szorzattal határozzuk meg:

$$M = F \cdot k = \text{erő} \cdot \text{távolság}$$

ahol:

- M_A : az A pontra vonatkozó forgatónyomaték jele. Mértékegysége: kNm. Az óramutató járásával megegyező forgatóhatás pozitív, az óramutató járásával ellentétes forgatóhatás negatív előjelű.

Pozitív forgatónyomaték:



Negatív forgatónyomaték:



- F : a forgatóhatást kifejtő erő. Mértékegysége: kN
- k : az erőkar. Az erő hatásvonalának a forgásponttól (a nyomaték vonatkoztatási pontjától) mért távolsága. (Ez egy pontnak és egy egyenesnek a távolságát jelenti, amely a pontból az egyenesre bocsátott merőleges szakasz hossza.)

A nyomatéktétel kimondja, hogy az erők (F) valamely pontra (A) vonatkozó forgatónyomatéka (M_A) megegyezik az erő komponenseinek (F_x , F_y) ugyanarra a pontra vonatkozó forgatónyomatékainak összegével. (5. ábra)

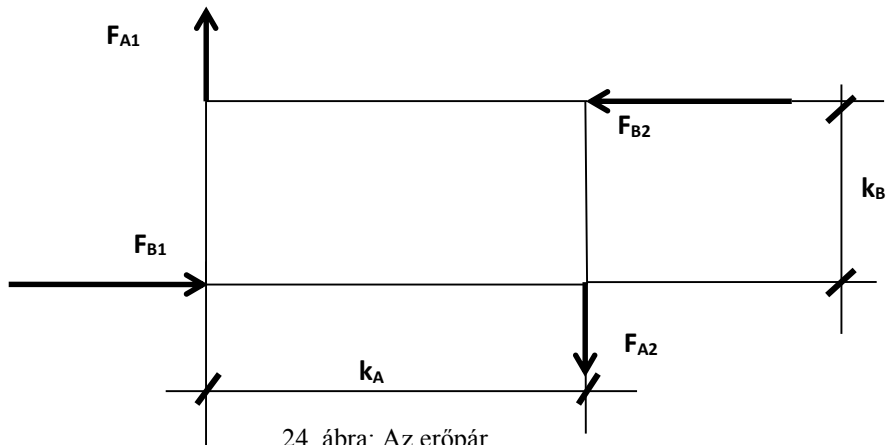
$$M_A = F \cdot k = F_x \cdot k_{x1} + F_y \cdot k_{y1} - F_x \cdot k_{x2} + F_y \cdot k_{y2}$$

(A 2 pontban való komponensekre bontással kapott F_x erők az A pontra vonatkozó forgatóhatása az **óramutató járásával ellentétes** irányú.)

Az erőt a hatásvonala mentén bármely pontban bontjuk komponenseire, az erő hatása nem változik. A statika III. alaptételéből következik, hogy ha az erő támadáspontját az erő hatásvonala mentén bárhol felvesszük fel, a hatása ugyan az marad.

Az erőpár

Két egymással párhuzamos hatásvonalú, ellentétes irányú és azonos nagyságú erőt erőpárnak nevezünk. Az erőpár eltoló hatása a sík bármely pontjára vonatkozóan nulla. Az erőpárnak csak forgató hatása van. A forgató hatás **pozitív**, ha az óramutató járásával megegyező és **negatív**, ha az óramutató járásával ellentétes.



Az ábrán látható F_{A1} és F_{A2} valamint az F_{B1} és F_{B2} egy-egy erőpárt alkotnak, ha $F_{A1} = F_{A2}$ és $F_{B1} = F_{B2}$.

Az erőpár mértékét (azaz forgatóhatásának nagyságát) az erők nagyságának és a hatásvonalaik távolságának szorzata határozza meg.

A vízszintes erők az M_A jelű, míg a függőleges erők az M_B jelű erőpárt alkotják.

Az erőpárok mértéke:

$$M_A = k_A \cdot F_{A1} = k_A \cdot F_{A2}$$

(az óramutató járásával megegyező forgató hatás, **pozitív erőpár**, pozitív nyomaték)

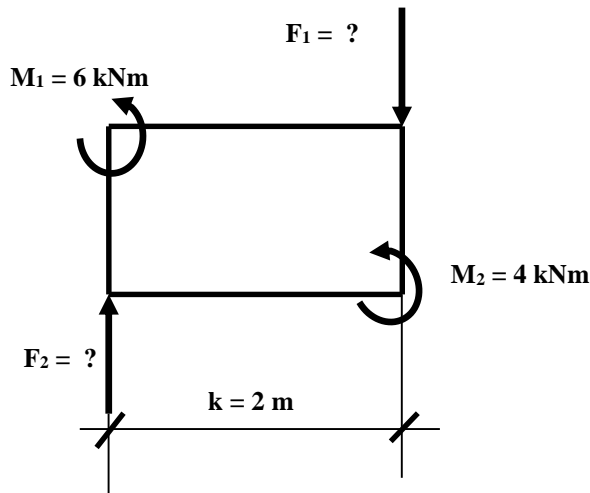
$$M_B = -k_B \cdot F_{B1} = -k_B \cdot F_{B2}$$

(az óramutató járásával ellentétes forgató hatás, **negatív erőpár**, negatív nyomaték)

A két erőpár hatására a test egyensúlyban van, ha $M_A = M_B$

Az erőpárt gyakran **koncentrált nyomatéknak** is nevezik.

Mekkora nagyságú F_1 és F_2 erők szükségesek a merev test egyensúlyban tartásához?



Az erőpárt alkotó F_1 és F_2 erők forgató hatásának mértéke egyensúly esetén megegyezik az M_1 és M_2 erőpárok együttes forgató hatásával:

$$F_1 = F_2 = (M_1 + M_2) / k = 10 \text{ kNm} / 2 \text{ m} = 5 \text{ kN}$$

2.2.2. Eredőerő meghatározása, Erők egyenértékűsége

Erőrendszer eredőjének nevezzük azt az egyetlen erőt, amely minden hatásában helyettesíti az erőrendszert.

Két metsződő hatásvonalú erő eredője

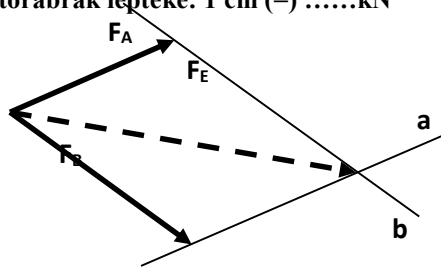
Két metsződő hatásvonalú erő eredőjének hatásvonalja átmegy a két erő hatásvonalának metszéspontján. A két erő (F_A és F_B) és az eredőjük (F_E) hatásvonalai **egy pontban metsződnek**.

Határozzuk meg az alábbi két (F_A ; F_B ;) metsződő hatásvonalú erő eredőerejét! ($F_E=?$)

A) Szerkesztéssel (vektorábrával)

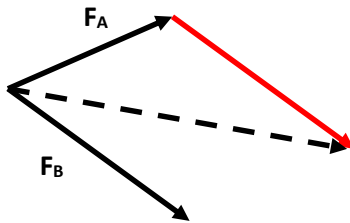
A vektor ábrák szerkesztéséhez **lépték** felvétele szükséges. A lépték arról tájékoztat, hogy az adott hosszúságú **erővektor milyen nagyságú erőt** jelent.

Vektorábrák léptéke: 1 cm (=)kN



Paralelogramma módszerrel:

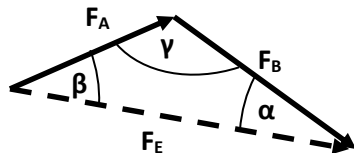
Az erővektorok egy-egy végpontjából a másik erővektorral párhuzamosokat (a,b) szerkesztünk. Ezek metszéspontja meghatározza az eredő (F_E) végpontját.



Vektorháromszög módszerrel:

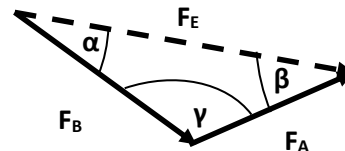
Az egyik erővektor (F_A) végpontjából kiindulva megszerkesztjük (felmérjük) a másik erővektort (F_B). Az utolsóként felmért erővektor végpontja az eredő (F_E) végpontjába mutat.

B) Számítással (trigonometrikus összefüggésekkel, például szinusz-tétellel.)



$$F_E / F_A = \sin \gamma / \sin \alpha$$

$$F_E = F_A * (\sin \gamma / \sin \alpha)$$



$$F_E / F_B = \sin \gamma / \sin \beta$$

$$F_E = F_B * (\sin \gamma / \sin \beta)$$

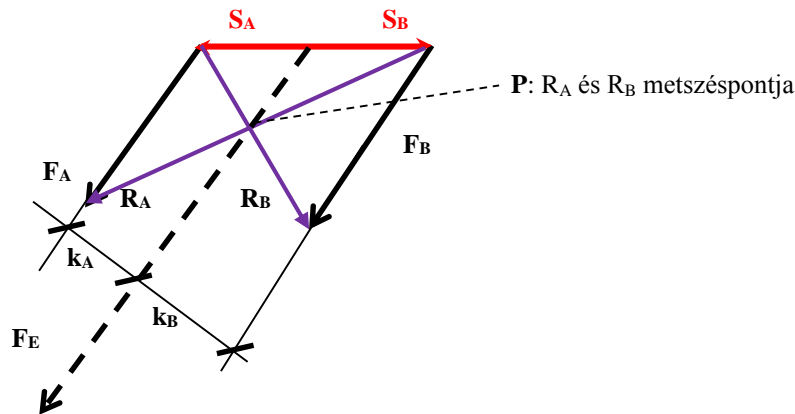
20. ábra: két erő eredőjének meghatározása.

A) Szerkesztéssel (vektorábrával); B) Számítással (szinusz-tétel)

Két párhuzamos hatásvonalú erő eredője

Két párhuzamos (F_A , F_B) erő eredőjének (F_E) hatásvonala az erők hatásvonalával párhuzamos hatásvonalú. Az eredő nagysága pedig az erők nagyságának **algebrai összegével** azonos.

Két párhuzamos hatásvonalú erő eredőjének helyét **segéderők** felhasználásával **szerkeszthetjük** meg. Az erökhöz az S_A és S_B segéderőkből álló, **önmagában egyensúlyban lévő erőrendszert** adjuk hozzá.



26. ábra: két párhuzamos erő eredője.

Az R_A erő az F_A és S_A erők eredője. Az R_B erő az F_B és S_B erők eredője.

Az R_A és R_B erők eredője az F_A , F_B , S_A , S_B erőköréből álló erőrendszernek és egyúttal az F_A és F_B erökből álló **erőrendszernek is eredője**. (Hiszen a statika III. alaptétele szerint S_A és S_B erökhöz az hozzáadásuk nem okozott változást.) Az R_A és R_B erők eredőjének hatásvonala viszont átmegy a hatásvonaluk P metszéspontján.

Számítással abból kiindulva határozhatjuk meg az eredő hatásvonalát, hogy az **eredő forgatónyomatéka a sík bármely pontjára vonatkozóan megegyezik az erők forgatónyomatékainak összegével**.

Az F_B és F_A erők hatásvonalára felírt nyomatékok egyenlőségéből számolva:

$$\begin{aligned} F_E \cdot k_B &= F_A \cdot (k_A + k_B) ; & F_E \cdot k_A &= F_B \cdot (k_B + k_A) ; \\ k_B &= F_A \cdot (k_A + k_B) / F_E ; & k_A &= F_B \cdot (k_B + k_A) / F_E \end{aligned}$$

Az eredőerő hatásvonala mindig a nagyobb erő hatásvonalához van közelebb.

Határozzuk meg két egymással párhuzamos hatásvonalú, egymástól 1 méter távolságra lévő megegyező irányú $F_A = 5$ kN és $F_B = 3$ kN nagyságú erők eredőjét!

$$\begin{aligned} F_E &= F_A + F_B = 5 \text{ kN} + 3 \text{ kN} = 8 \text{ kN} \\ k_B &= F_A \cdot (k_A + k_B) / F_E = 5 \cdot 1 / 8 = 0,625 \text{ méter} \\ k_A &= F_B \cdot (k_B + k_A) / F_E = 3 \cdot 1 / 8 = 0,375 \text{ méter} \end{aligned}$$

Az eredő hatásvonala tehát a nagyobb erő hatásvonalától 0,375 méter, a kisebb erő hatásvonalától 0,625 m távolságra van.

Ha a két erő ellentétes irányú, akkor az eredő a nagyobbik erő irányával megegyező és nagysága a két erő nagyságának a különbsége. Az eredő hatásvonala ilyenkor a két erő hatásvonalán kívül a nagyobb erőhöz közelebb lesz.

Egy erő és egy erőpár eredője

A **koncentrált erő** eltoló hatása a sík bármely pontjára vonatkozóan azonos, forgató hatása azonban a pont helyzetétől függően változik.

Az **erőpár** forgató hatása a sík bármely pontjára azonos, eltoló hatása pedig zérus. Ezért az eredőjük eltoló hatása az erő eltoló hatásával megegyező. Az eredő forgató hatása pedig a sík bármely pontjára vonatkozóan megegyezik az erőnek és az erőpárnak ugyanarra a pontra vonatkozó együttes forgató hatásával.

Mindezekből következik, hogy **az eredő nagysága megegyezik az erő nagyságával, hatásvonala párhuzamos lesz az erő hatásvonalával és iránya megegyezik az erőirányával.** Az eredő hatásvonalának helyzetét az erő önmagával párhuzamos eltolásával kapjuk meg. Olyan irányban és mértékben kell eltolni, hogy eredeti hatásvonalára vonatkozó forgatóhatása az erőpár forgató hatásával legyen azonos.

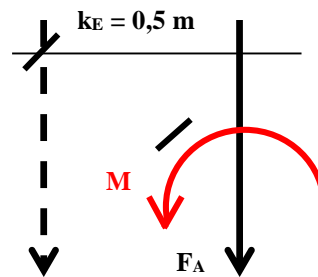
Határozzuk meg az erő (F_A) és erőpár (M) eredőjét!

A) Negatív erőpár esetén

$$F_A = 10 \text{ kN}; \quad M = -5 \text{ kNm}$$

$$k_E = M / F_A = 5 \text{ kNm} / 10 \text{ kN} = 0,5 \text{ méter}$$

Az erőpár (M) az erő (F_A) hatásvonalára vonatkozóan **negatív** (az órával ellentétesen) forgat.
Az erőpár hatására az erő **balra** tolódik el.



$$F_E = 5 \text{ kN}$$

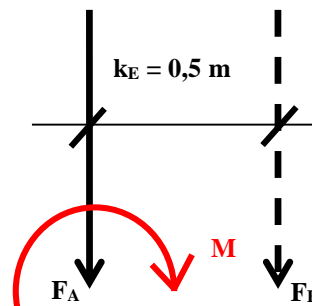
B) Pozitív erőpár esetén

$$F_A = 10 \text{ kN}; \quad M = 5 \text{ kNm}$$

$$k_E = M / F_A = 5 \text{ kNm} / 10 \text{ kN} = 0,5 \text{ méter}$$

A pozitív nyomaték hatására az eredő az erő jobb oldalán fog elhelyezkedni.

Az **órával megegyező** irányban forgató erőpár hatására az F_A erő önmagával párhuzamosan **jobbra** tolódik el.



27. ábra: erő és erőpár eredőjének meghatározása.

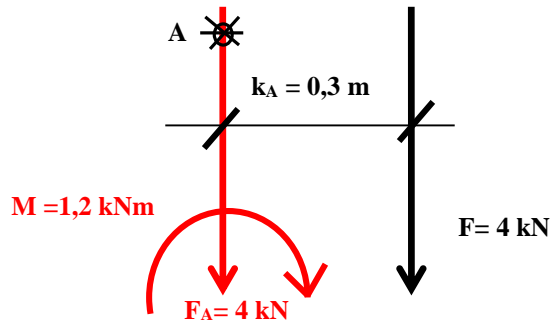
A) Negatív erőpár esetén B) Pozitív erőpár esetén

Az erő pontra redukálása

Az erő pontra redukálása az F erőnek egy ismert A ponton működő F_A erővel való helyettesítését jelenti.

Ilyenkor az F erőt önmagával párhuzamosan (eredeti irányát megtartva) az adott A pontba áthelyezzük és egyidejűleg egy M erőpárt is működtetünk. Az M erőpár nagyságát és forgatási irányát úgy állapítjuk meg, hogy a forgatóhatása azonos legyen az F erőnek az A pontra gyakorolt forgató hatásával.

Az F_A és az M együttes hatása helyettesíti az F erőt hatását.



23. ábra: az erő pontra redukálása.

Helyezzük át az adott $F = 3 \text{ kN}$ erőt a hatásvonalától $k_A = 0,3$ méter távolságra lévő **A** pontba!

$$M = F \cdot k_A = 4 \text{ kN} \cdot 0,3 \text{ m} = 1,2 \text{ kN m}$$

Az F erő az **A** pont körül az óramutató járásával megegyező $1,2 \text{ kN m}$ forgatóhatású. Ezért ugyan ilyen hatású, azaz $M = 1,2 \text{ kNm}$ pozitív erópárt kell működtetni az erőnek az **A** pontba való áthelyezésekor.

Az erő pontra redukálása a 2.3. pontban leírt feladat inverze, mert az eredeti erő (F) az F_A és M eredőjeként is értelmezhető.

Szétszórt síkbeli erőrendszer eredőjének meghatározása számítással

Határozzuk meg az alábbi erőrendszer erőerejét számítással!

($R_x=?$; $R_y=?$; $R=?$; $\alpha=?$; $\beta=?$; $\sum M_o=?$; $X_o=?$; $Y_o=?$)

Az eredő erőt meghatározó keresett adatok a feladat megoldása során kiszámítandó részeredményeket jelölik.

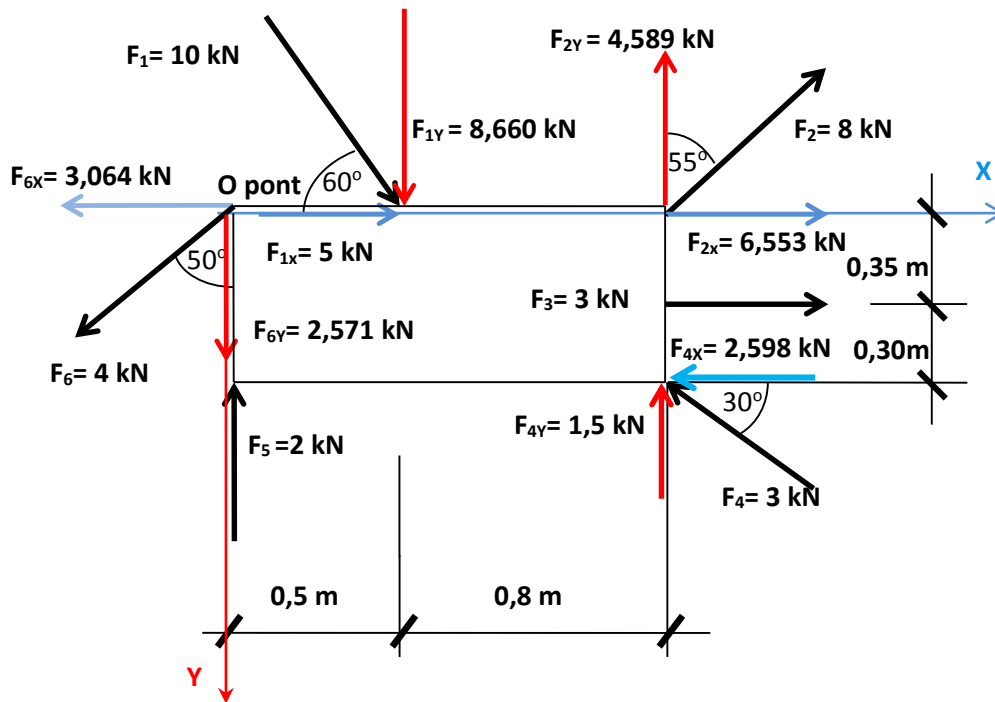
R_x és R_y : az eredőerő X és Y irányú összetevői.

α és β : az erdő hatásvonalának a koordináta tengelyekkel bezárt szögei.

R : az eredő erő nagysága.

$\sum M_o$: az erőrendszert alkotó erők O pontra vonatkozó nyomatékainak összege.

X_o és Y_o : az eredőerő hatásvonalának és a koordináta tengelyek metszéspontjainak koordinátái.



28. ábra: síkbeli erőrendszer erőinek felbontása komponenseikre.

<u>ERŐK JELE</u>	<u>X irányú komponens (kN)</u>	<u>Y irányú komponens (kN)</u>
F_1	$F_{1X} = F_1 \cdot \cos 60^\circ = 5$	$F_{1Y} = F_1 \cdot \sin 60^\circ = 8.660$
F_2	$F_{2X} = F_2 \cdot \sin 55^\circ = 6.553$	$F_{2Y} = F_2 \cdot \cos 55^\circ = -4.589$
F_3	$F_{3X} = F_3 = 3$	$F_{3Y} = 0$
F_4	$F_{4X} = F_4 \cdot \cos 30^\circ = -2.598$	$F_{4Y} = F_4 \cdot \sin 30^\circ = -1.5$
F_5	$F_{5X} = 0$	$F_{5Y} = F_5 = -2$
F_6	$F_{6X} = F_6 \cdot \sin 50^\circ = -3.064$	$F_{6Y} = F_6 \cdot \cos 50^\circ = 2.571$
R	$R_X = 8.891$ kN	$R_Y = 3.142$ kN

1. táblázat: síkbeli erőrendszer eredője komponenseinek számítása.

Az erő negatív előjele az erő irányának a koordináta rendszerek irányával ellentétes irányát jelzi. Statikai feladatokban az erő irányának megadásához **jobbra (X)** és **lefelé (Y)** irányuló koordináta tengelyekkel meghatározott koordináta rendszert használunk.

Az eredő összetevőinek számítása:

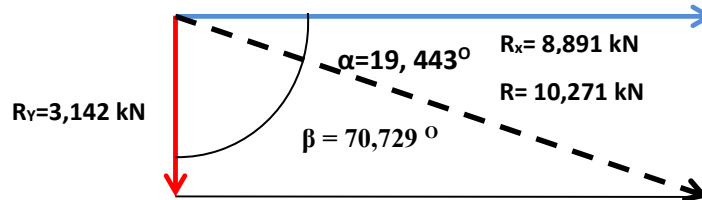
$$R_x = \sum F_x = 5 - 6,553 + 3 - 2,598 - 3,064 = 8,891 \text{ kN}$$

$$R_y = \sum F_y = 8,660 - 4,589 - 1,5 - 2 + 2,571 = 3,142 \text{ kN}$$

Az eredő számítása:

$$R = (R_x^2 + R_y^2)^{1/2} = (8,891^2 + 3,142^2)^{1/2} = 10,271 \text{ kN}$$

$$\text{tg } \alpha = R_x / R_y = 0,353 ; \alpha = 19,443^\circ$$



25. ábra: az eredő erő hatásvonala és iránya.

Az erőrendszert alkotó erők O pontra vonatkozó forgatónyomatékainak összege:

$$\sum M_o = 8,660 \cdot 0,5 - 4,589 \cdot 1,3 - 3 \cdot 0,35 - 1,5 \cdot 1,3 + 2,598 \cdot 0,65 = -2,947 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

A negatív előjel azt mutatja, hogy az erőrendszer O pontra vonatkozó forgató hatása óramutató járásával ellentétes irányú.

Az eredő erő hatásvonalának a koordináta tengelyekkel való metszéspontjainak (X_o, Y_o) meghatározása:

Az erőrendszer O pontra vonatkozó forgató nyomatéka megegyezik az eredő O pontra vonatkozó forgatónyomatékával.

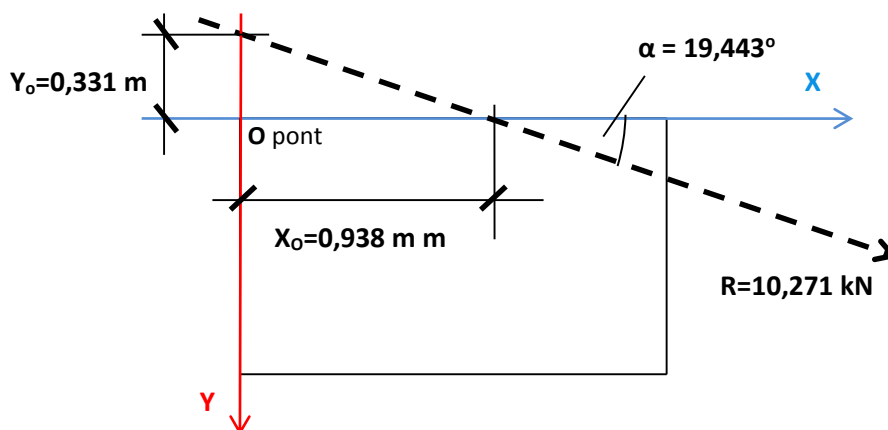
$$X_o \cdot R_y = \sum M_o$$

$$X_o = \sum M_o / R_y = 2,947 \text{ kN m} / 3,142 \text{ kN} = 0,938 \text{ m}$$

$$Y_o \cdot R_x = \sum M_o$$

$$Y_o = \sum M_o / R_x = 2,947 \text{ kN m} / 8,891 \text{ kN} = 0,331 \text{ m}$$

Az eredő erő ábrázolása:



26. ábra: síkbeli erőrendszer eredőjének megadása (eredményvázlat).

2.2.3. Síkbeli tartók belső erői (síkbeli tartók igénybevételi ábrái)

A belsőerők fogalma és fajtái

A terhelések hatására a tartók keresztmetszeteiben, a tartó anyagában **különböző belső erőhatások** (igénybevételek, kapcsolati erők) keletkeznek. Ezek a **kapcsolati belső erőhatások biztosítják tartószerkezet anyagi-keresztmetszeti folyamatosságát, törésmentességét, szakadásmertességét.** A különböző belső erőhatásokat összefoglalva **igénybevételeknek** nevezzük. Az igénybevételi ábrák megmutatják, **hogyan változik a tartó hossz tengelye mentén** a vizsgált igénybevétel.

Síkbeli hajlított tartók teherbírás-vizsgálatakor **három igénybevételt vizsgálunk:**

A) Normálerő; B) Nyíróerő; C) Hajlító nyomaték

Normálerő:

A normálerő húzás vagy nyomás lehet. A **pozitív** előjelű normálerő húzó igénybevételt, a **negatív** előjelű normálerő nyomó igénybevételt jelent.

A normálerő a tartó **tengelyével párhuzamos hatásvonalú erőkből** származik.

Nyíróerő:

A nyíróerő a **tartó tengelyére merőleges hatásvonalú erőkből** származik.

Hajlító nyomaték:

A hajlító nyomaték ábra mindig a tartó **húzott** oldalán van.

Az igénybevételi ábrák alakjára vonatkozó szabályok

Az alábbi szabályok jelentősen megkönnyítik, és mechanikusan elvégezhetővé teszik az igénybevételi ábráknak (belsőerő ábráknak) a meghatározását.

A nyíróerő ábrára vonatkozó szabályok:

- Koncentrált erőnél a nyíróerő ábrában ugrás van. Az ugrás nagysága az erő nagyságával azonos. Az ugrás iránya az erő irányával ellentétes, ha balról haladunk jobbra. Jobbról balra haladásnál az erő irányával megegyező az ugrás. (ugrás = ugrásszerű változás)
- Egyenletesen megoszló erővel terhelt szakaszon a nyíróerő ábra ferde egyenes. Az egyenes balról jobbra emelkedik, ha a megoszló erő lefele hat. (Általában mindig lefele hat (súlyerő).)
- Terheletlen szakaszon (ahol nincs teher a tartón) a nyíróerő ábra konstans. (Konstans = változatlan, ugyanannyi marad, a tartó tengelyével párhuzamos vonal.)
- Ahol a nyíróerő ábra előjelet vált (ahol nulla) ott a nyomatéki ábrának maximuma van. (A veszélyes keresztmetszet itt van, ez a mértékadó nyomaték helye.)

Nyomatéki ábrára vonatkozó szabályok:

Koncentrált erőnél a nyomatékábrában törés van. A törés „*spiccelése*” az erő nyílával azonos állású.

- Egyenletesen megoszló erővel terhelt szakaszon a nyomatéki ábra másodfokú parabola. A parabola felülről nézve homorú (alulról nézve domború), ha a megoszló teher lefele hat. (Általában mindig lefele hat a megoszló teher (súlyerő).)
- Terheletlen szakaszon a nyomaték ábra lineáris (egyenes vonal). (Az egyenes lehet ferde vagy vízszintes is.)
- A nyomatéki ábrának ott van szélsőértéke (maximuma) ahol a nyíróerő ábra előjelet vált (ahol értéke zérus).

A tartón lévő teher	T ábra (Nyíróerő ábra)	M ábra (Nyomaték ábra)
Koncentrált erő	Ugrásszerű változás	Töréspont
Megoszló erő	Ferde egyenes	Parabola
Terheletlen tartószakasz	Konstans (nem változik)	Egyenes vonal

2. táblázat: a terhelések és az igénybevételek összefüggései.

Egy adott pontban a tartó igénybevételeit **kétféle eljárással (kétféle irányból) határozhatjuk meg:**

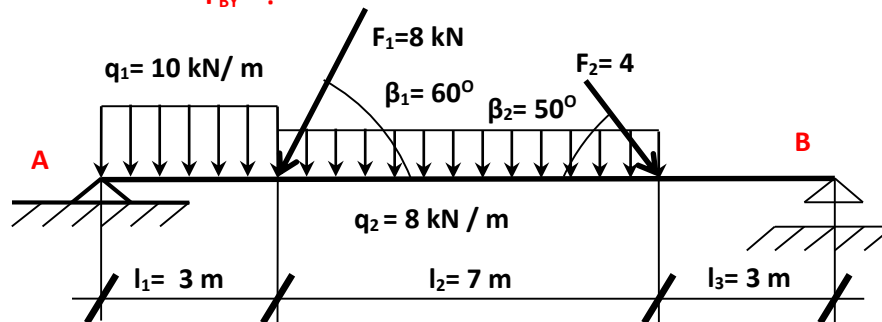
- 1.) Az igénybevételt csak a **vizsgált ponttól balra lévő erők hatásaiból** számítjuk.
- 2.) Az igénybevételt csak a **vizsgált ponttól jobbra lévő erők hatásaiból** számítjuk.

Kéttámaszú tartó igénybevételi ábrái

Határozzuk meg az alábbi kéttámaszú tartó igénybevételi ábráit!

$F_{BY} = ?$

$F_{2Y} = 3,064 \text{ kN}$



27. ábra: vegyes terhelésű kéttámaszú tartó.

Ferde erők felbontása:

$$F_{1X} = F_1 \cdot \cos \beta_1 = 4 \text{ kN} \quad F_{1Y} = F_1 \cdot \sin \beta_1 = 6,928 \text{ kN}$$

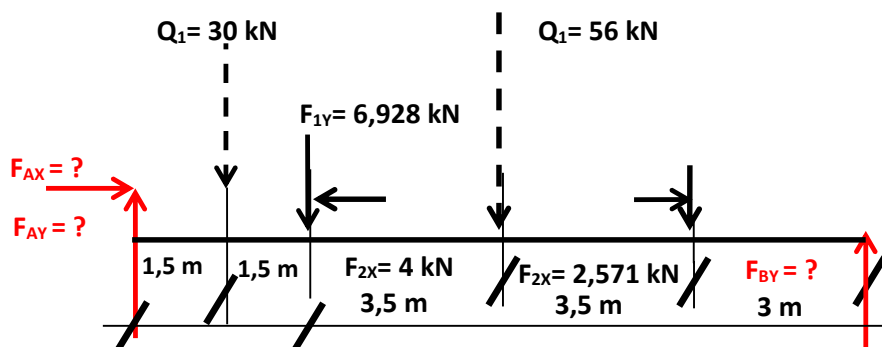
$$F_{2X} = F_2 \cdot \cos \beta_2 = 2,571 \text{ kN}; \quad F_{2Y} = F_2 \cdot \sin \beta_2 = 3,064 \text{ kN}$$

Megoszló erők eredője:

$$Q_1 = q_1 \cdot l_1 = 10 \text{ kN/m} \cdot 3 \text{ m} = 30 \text{ kN}$$

$$Q_2 = q_2 \cdot l_2 = 8 \text{ kN/m} \cdot 8 \text{ m} = 56 \text{ kN}$$

A tartóra ható terhek és a reakciók:



28. ábra: a kéttámaszú tartóra ható erők.

A reakciók számítása:

$$\sum M_B = 0$$

$$0 = F_{AY} \cdot 13 \text{ m} - 30 \text{ kN} \cdot 11,5 \text{ m} - 6,928 \text{ kN} \cdot 10 \text{ m} - 56 \text{ kN} \cdot 6,5 \text{ m} - 3,064 \text{ kN} \cdot 3 \text{ m}$$

$$0 = F_{AY} \cdot 13 \text{ m} - 345 \text{ kNm} - 69,28 \text{ kNm} - 364 \text{ kNm} - 9,192 \text{ kNm}$$

$$-F_{AY} \cdot 13 \text{ m} = -787,462 \text{ kNm}$$

$$F_{AY} = 787,462 \text{ kN m} / 13 \text{ m} = \underline{\underline{60,574 \text{ kN}}}$$



$$\sum M_A = 0$$

$$0 = 30 \text{ kN} \cdot 1,5 \text{ m} + 6,928 \text{ kN} \cdot 3 \text{ m} + 56 \text{ kN} \cdot 6,5 \text{ m} + 3,064 \text{ kN} \cdot 10 \text{ m} - F_{BY} \cdot 13 \text{ m}$$

$$0 = 45 \text{ kNm} + 20,784 \text{ kNm} + 364 \text{ kNm} + 30,64 \text{ kNm} - F_{BY} \cdot 13 \text{ m}$$

$$F_{BY} \cdot 13 \text{ m} = 460,424 \text{ kNm}$$

$$F_{BY} = 460,424 \text{ kNm} / 13 \text{ m} = \underline{\underline{35,417 \text{ kN}}}$$



Reakciók ellenőrzés:

$$\sum F_Y = 0$$

$$0 = (30 + 6,928 + 56 + 3,064) - (60,575 + 35,417)$$

$$0 = 95,922 - 95,922$$

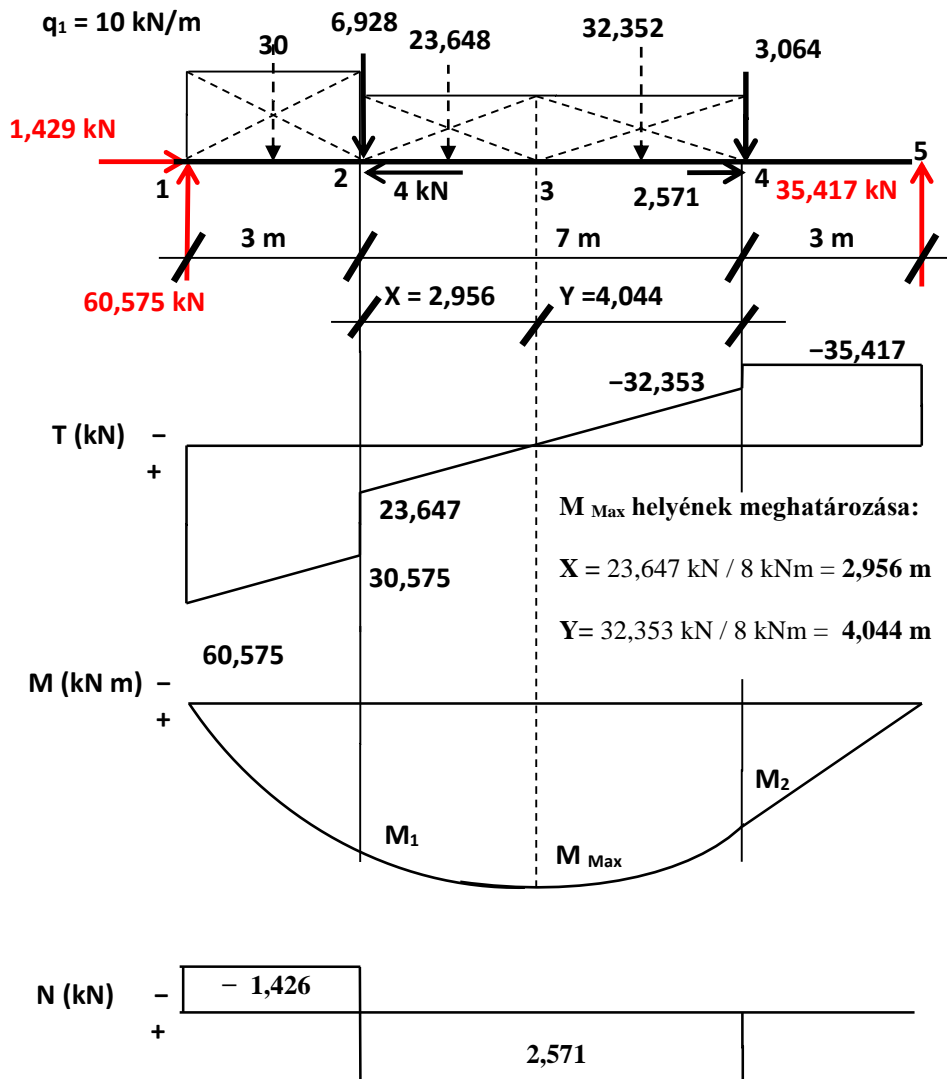
$$\sum F_X = 0$$

$$0 = F_{AX} - 4 + 2,571$$

$$F_{AX} = 1,426 \text{ kN}$$



Igénybevételi ábrák meghatározása:



29. ábra: vegyes terhelésű kéttámaszú tartó igénybevételi ábrái.

M ábra értékeinek számítása 1, 2, 3, 4, 5 pontokban:

$$M_1 = 0 \quad ; \quad M_5 = 0 \quad (\text{a tartó végén az igénybevétel nulla})$$

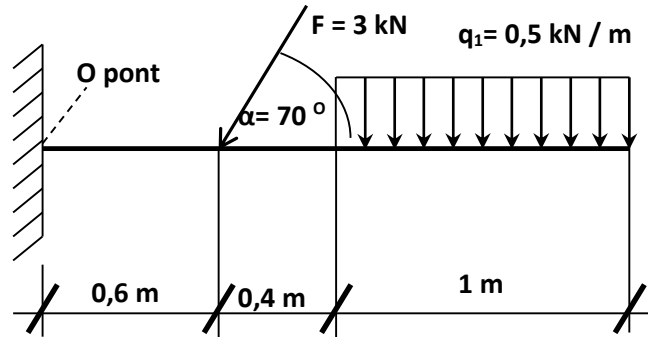
$$M_2 = 60,575 \cdot 3 - 30 \cdot 1,5 = 136,725 \text{ kNm}$$

$$M_3 = M_{\text{Max}} = 60,575 \cdot 3 - 30 \cdot 4,456 - 6,928 \cdot 2,956 - 23,648 \cdot 2,956/2 =$$

$$= 171,674 \text{ kNm}$$

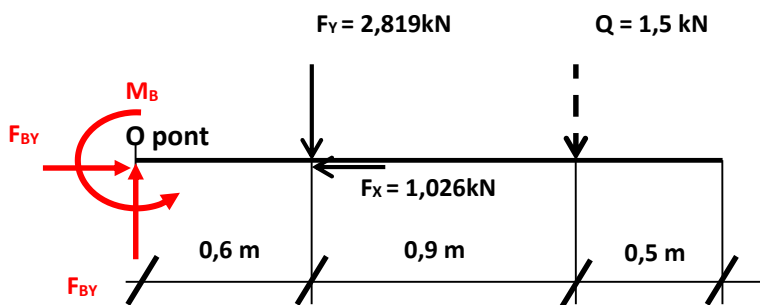
Konzoltartó igénybevételi ábrái

Határozzuk meg az alábbi tartó igénybevételi ábráit!



30. ábra: vegyes terhelésű konzoltartó.

A konzolra ható terhek és reakciók:



31. ábra: a konzoltartóra ható erők.

Megoszló erő eredője: $Q = q \cdot 1 \text{ m} = 0,5 \text{ kN}$

Ferde erő felbontása: $F_X = F \cdot \cos \alpha = 1,026 \text{ kN}$; $F_Y = F \cdot \sin \alpha = 2,819 \text{ kN}$

Reakciók számítása:

$$\sum M_O = 0$$

$$0 = 2,819 \cdot 0,6 + 1,5 \cdot 1,5 - M_B$$

$$M_B = 3,941 \text{ kNm}$$

$$\sum F_Y = 0$$

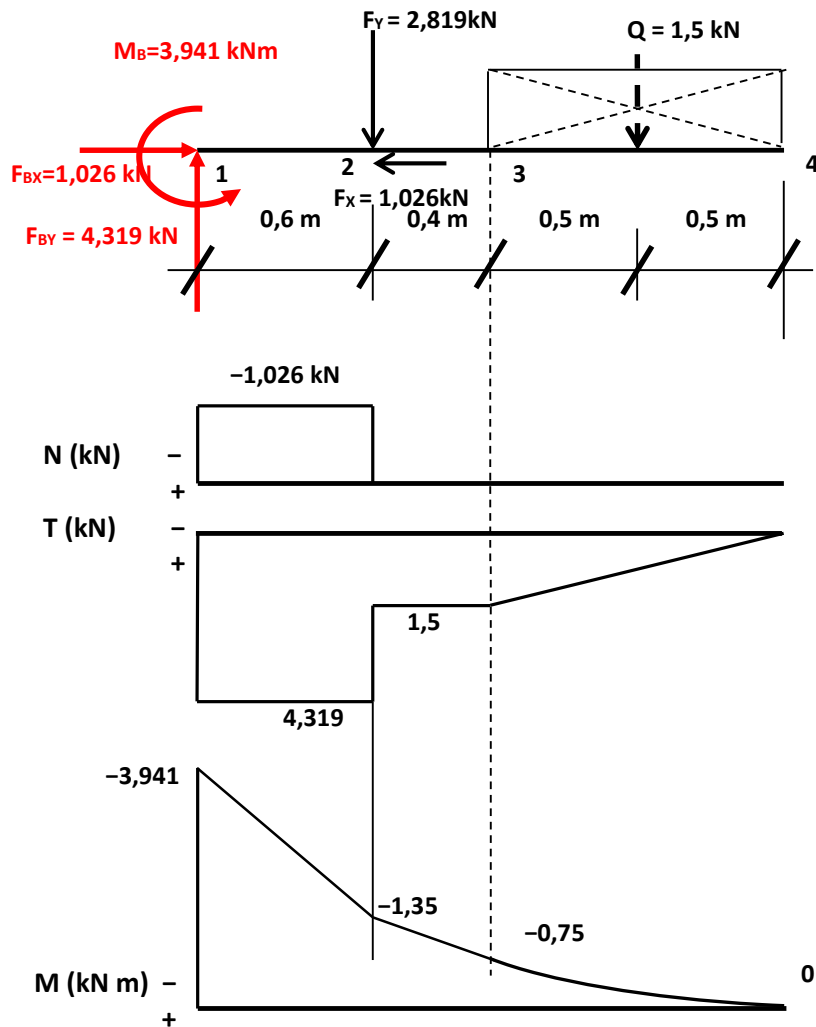
$$0 = -F_{BY} + 2,819 + 1,5$$

$$F_{BY} = 4,319 \text{ kN}$$

$$\sum F_X = 0$$

$$0 = F_{BX} - 1,026$$

Igénybevételi ábrák meghatározása:



32. ábra: vegyes terhelésű konzoltartó igénybevételi ábrái.

M ábra értékeinek számítása az 1, 2, 3, 4 pontokban:

$M_1 = M_B = -3,941 \text{ kNm}$ $M_4 = 0$ (a tartó végén az igénybevétel nulla)

$M_2 = 4,319 \cdot 0,6 - 3,941 = -1,35 \text{ kNm}$ (baloldaltól számítva)

$M_3 = -1,5 \cdot 0,5 = -0,75 \text{ kNm}$ (jobbaltól számítva)

$M_3 = 4,319 \cdot 1 - 3,941 - 2,819 \cdot 0,4 = -0,75 \text{ kNm}$ (baloldaltól számítva)

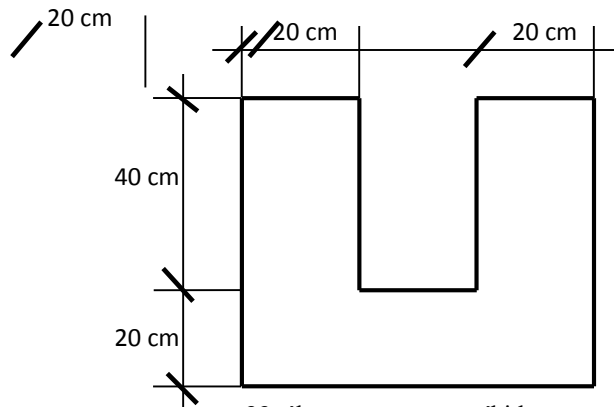
2.2.4. Síkidomok keresztmetszeti jellemzői

Tartószerkezetek szilárdságtani vizsgálataihhoz szükségesek a tartó keresztmetszetét meghatározó síkidom keresztmetszeti jellemzői. A keresztmetszeti jellemzők a síkidom geometriai adataiból számíthatók és számszerűen jellemzik a tartó keresztmetszetét.

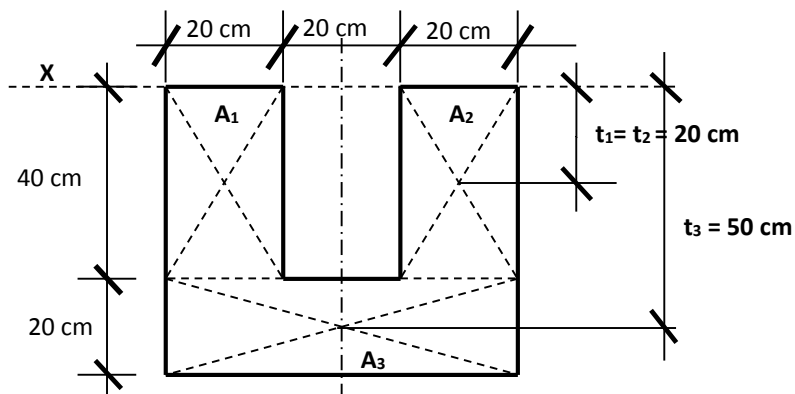
Síkidomok súlypontja

Amennyiben a síkidom szimmetrikus, akkor a súlypont mindig rajta van a szimmetria tengelyen. Ha a síkidomnak van legalább kettő szimmetriai tengelye, akkor azok metszéspontjában van a súlypont. Az ilyen ismert súlypontú síkidomokat egyszerű síkidomoknak nevezzük. Az összetett síkidomok súlypontját egyszerű síkidomokra való felbontásukkal és az alábbi számítással határozzuk meg.

Határozzuk meg az összetett síkidom súlypontjának helyét!



33. ábra: az összetett síkidom.



34. ábra: az összetett síkidom felbontása.

Az egyszerű síkidomrészek területszámítása:

$$A_1 = 20 \cdot 20 = 800 \text{ cm}^2$$

$$A_2 = 20 \cdot 20 = 800 \text{ cm}^2$$

$$A_3 = 60 \cdot 20 = 1200 \text{ cm}^2$$

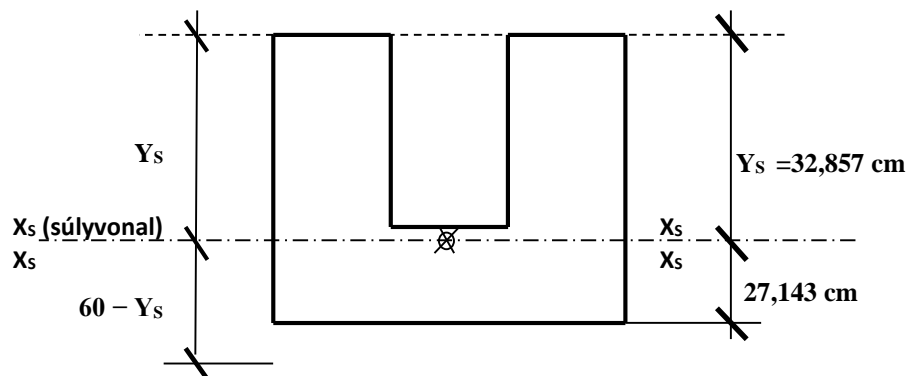
$$A_t = \sum A = 2800 \text{ cm}^2$$

A síkidom x tengelyre vonatkozó statikai nyomatéka:

$$S_x = A_1 \cdot t_1 + A_2 \cdot t_2 + A_3 \cdot t_3 = 800 \cdot 20 + 800 \cdot 20 + 1200 \cdot 50 = 92000 \text{ cm}^3$$

A súlypont távolsága az x tengelytől:

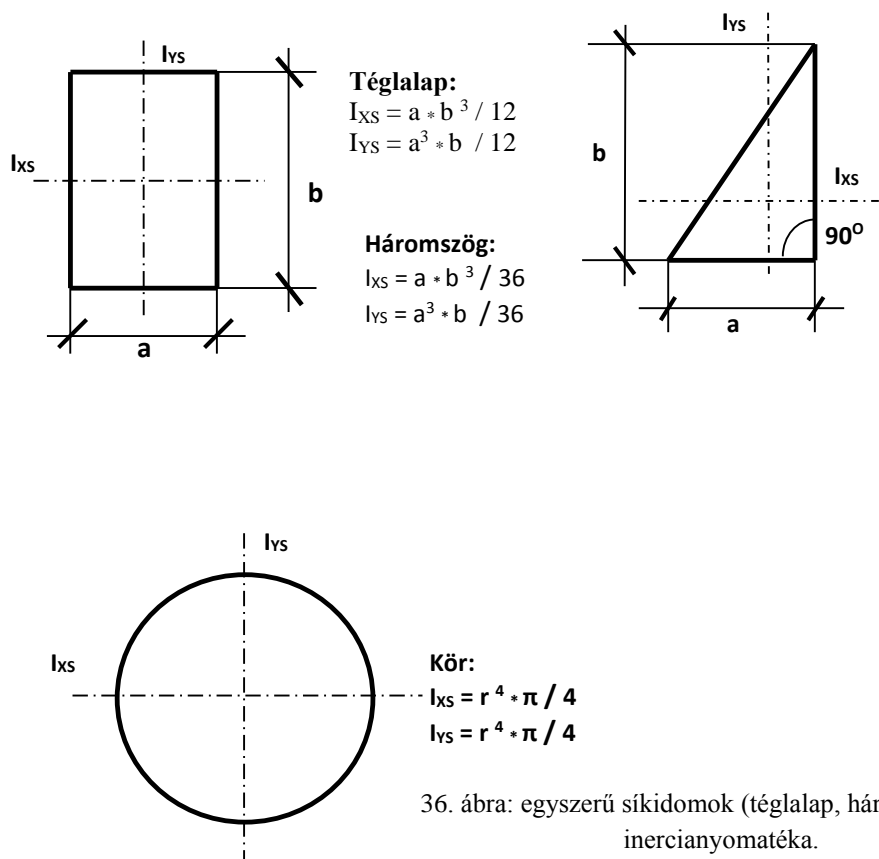
$$Y_s = S_x / A_t = 92000 \text{ cm}^3 / 2800 \text{ cm}^2 = 32,857 \text{ cm}$$



35. ábra. Az összetett síkidom súlypontja.

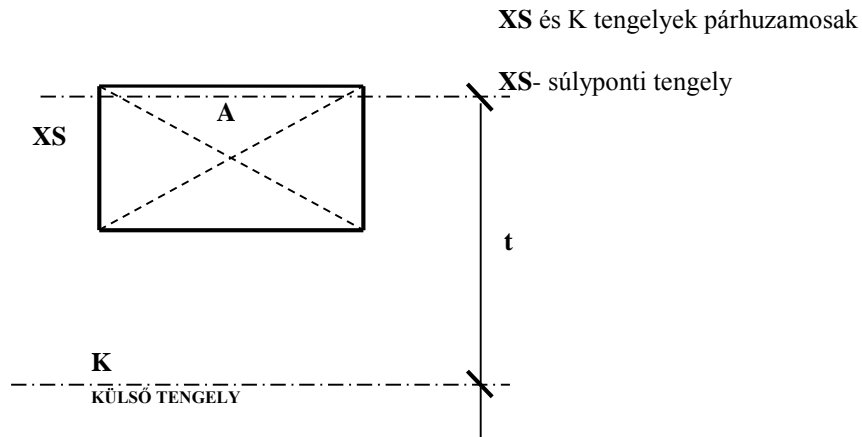
Síkidomok inercianyomatéka

Síkidomok inercianyomatéka mindig egy tengelyre vonatkozik. A súlyponti tengelyekre vonatkozó inercianyomatéknak a szilárdságtani vizsgálatokban kiemelt a jelentősége. Az egyszerű síkidomok inercianyomatékait a képletekbe való behelyettesítéssel határozzuk meg.



36. ábra: egyszerű síkidomok (téglalap, háromszög, kör) inercianyomatéka.

A síkidomok nem súlyponti (külső) tengelyre vonatkozó inercianyomatékát a Steiner-tétellel határozzuk meg:



36. ábra: a Steiner-tétel alkalmazása.

$I_K = I_{XS} + A \cdot t^2$; ahol:

I_K – a külső tengelyre vonatkozó inercianyomaték (cm^4)

I_{XS} – a súlyponti tengelyre vonatkozó inercia nyomaték (cm^4)

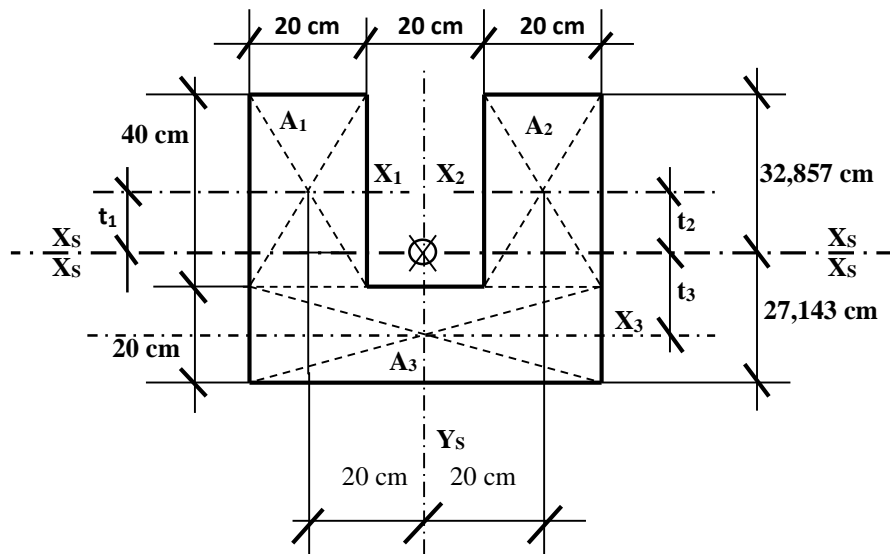
$A \cdot t^2$ – a Steiner tag (cm^4)

A – a síkidom területe (cm^2)

t – a két párhuzamos tengely távolsága (cm)

A Steiner-tétel két egymással párhuzamos tengelyre vonatkozó inercia között teremti meg a kapcsolatot, ha az egyik tengely súlyponti tengely.

Határozzuk meg a 4.1. pontban lévő összetett síkidom súlyponti vízszintes és súlyponti függőleges tengelyére vonatkozó inercia nyomatékát! ($I_{XS} = ?$; $I_{YS} = ?$)



37. ábra: összetett síkidom inercia számítása.

A síkidomrészek:

$$A_1 = 20 * 20 = 800 \text{ cm}^2$$

$$A_2 = 20 * 20 = 800 \text{ cm}^2$$

$$A_3 = 600 * 20 = 1200 \text{ cm}^2$$

A tengelyek távolsága a súlyvonalától:

$$t_1 = 32,857 - 20 = 12,857 \text{ cm}$$

$$t_2 = 32,857 - 20 = 12,857 \text{ cm}$$

$$t_3 = 27,143 - 10 = 17,143 \text{ cm}$$

Az inercia számítása:

$$I_{Xs} = 40^3 * 20 / 12 + A_1 * t_1^2 + 40^3 * 20 / 12 + A_1 * t_2^2 + 20^3 * 60 / 12 + A_3 * t_3^2 = 870\,476 \text{ cm}^4$$

$$I_{Ys} = 2 * (20^3 * 40 / 12 + 800 * 20^2) + 60^3 * 20 / 12 = 1\,053\,333 \text{ cm}^4$$

vagy

$$I_{Ys} = 60^3 * 60 / 12 - 20^3 * 40 / 12 = 1\,053\,333 \text{ cm}^4$$

2.2.5. Homogén anyagú hajlított tartó feszültségeinek számítása

Homogén anyagú hajlított tartókban a hajlító nyomatékból normálfeszültségek, a nyíróerőből nyírófeszültségek ébrednek. A teherbírás akkor megfelelő, ha a terhek hatására a tartóban ébredő feszültségek nem lépik túl a tartó anyagának szilárdságát (határfeszültségét).

Hajlításból származó normálfeszültségek

A hajlításból származó normálfeszültség lehet húzás vagy nyomás. A nyomófeszültség negatív előjelű. A hajlításból származó normálfeszültségeket a következő képlettel számítjuk ki:

$$\sigma = M / I_{XS} * Y ;$$

M – a vizsgált keresztmetszet nyomatéki igénybevétele (kN cm)

I_{XS} – a keresztmetszetnek a hajlítás síkjára merőleges szimmetria tengelyére vonatkozó inercianyomatéka (cm⁴)

Y – a vizsgált helynek a semleges tengelyétől való távolsága (cm)

Mértékegységek:

$$\text{kN cm} / \text{cm}^4 * \text{cm} = \text{kN} / \text{cm}^2 ;$$

$$\text{N mm} / \text{mm}^4 * \text{mm} = \text{N/mm}^2 = \text{MPa}$$

$$1 \text{ kN} / \text{cm}^2 = 10 \text{ MPa}$$

Határozzuk meg a hajlított tartó keresztmetszetének normál feszültségi ábráját!

Adatok:

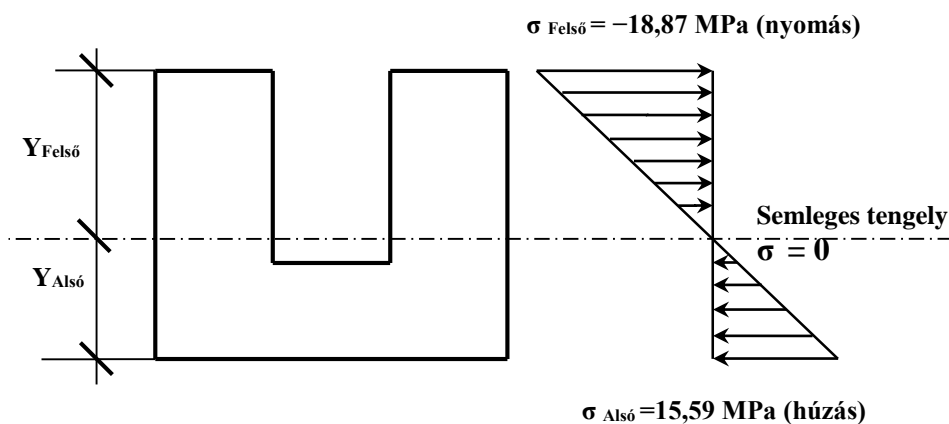
a) A tartó keresztmetszete a 4.1. pontban lévő összetett síkidom.

b) A keresztmetszetet nyomatéki igénybevétele M= 500 kNm.

$$\sigma_{\text{Felső}} = M / I_{XS} * Y_{\text{Felső}} = 5\,000 \text{ kNcm} / 870\,476 \text{ cm}^4 * 32,857 \text{ cm} = -1,887 \text{ kN} / \text{cm}^2$$

$$\sigma_{\text{Alsó}} = M / I_{XS} * Y_{\text{Alsó}} = 5\,000 \text{ kNcm} / 870\,476 \text{ cm}^4 * 27,143 \text{ cm} = 1,559 \text{ kN} / \text{cm}^2$$

A keresztmetszet normál feszültségi ábrája (σ ábra) :



38. ábra: a hajlított tartó keresztmetszetének normál feszültségi ábrája.

Hajlítással egyidejű nyírás (hajlításból származó nyírófeszültségek)

A hajlítással egyidejű nyírásból származó nyíró feszültségeket (csúszató feszültségeket) a **Zsuravszkij - képlettel** számítjuk ki.

$$\tau = T * b / I_{XS} * S_x ; \text{ ahol:}$$

T – a vizsgált keresztmetszet nyíróerő igénybevétele (kN)

I_{XS} – a keresztmetszetnek a hajlítás síkjára merőleges tengelyére vonatkozó inercianyomatéka (cm⁴)

b – a vizsgált helyen a keresztmetszet szélessége („húsa”) (cm)

S_x – az elcsúszó rész statikai nyomatéka a súlyponti vízszintes tengelyre.

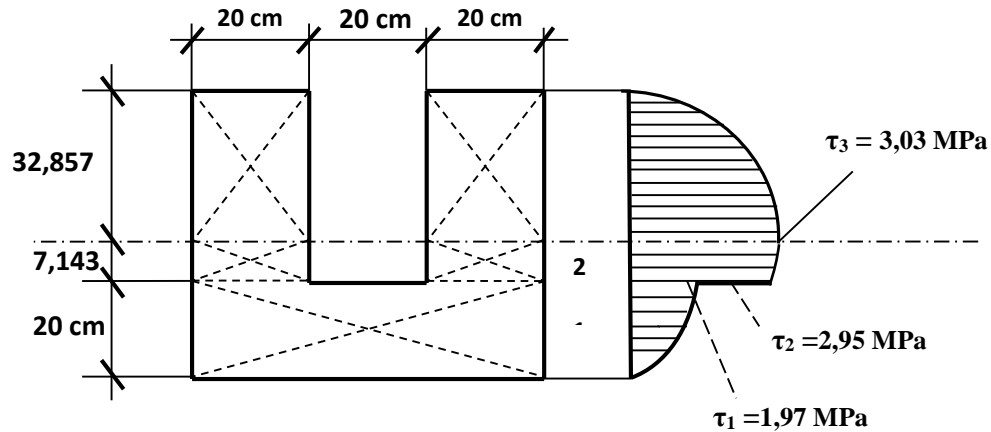
Határozzuk meg a hajlított tartó keresztmetszetének nyírófeszültségi ábráját!

Adatok:

a) A tartó keresztmetszete a 4.1. pontban lévő összetett síkidom.

b) A keresztmetszet nyíróerő igénybevétele $T = 500$ kN.

A keresztmetszet nyírófeszültségi ábrája (τ ábra):



39. ábra: a hajlításból származó nyírófeszültségek változása a tartó keresztmetszetében.

τ_1 számítása (1 – es helyen):

$$b_1 = 60 \text{ cm}$$

$$S_{X1} = 1200 * (20/2 + 7,143) = 20571,6 \text{ cm}^3$$

$$I_{XS} = 870\,476 \text{ cm}^4$$

$$T = 500 \text{ kN}$$

$$\tau_1 = (S_{X1} * T) / (b_1 * I_{XS}) = (20571,6 \text{ cm}^3 * 500 \text{ kN}) / (60 \text{ cm} * 870\,476 \text{ cm}^4)$$

$$\tau_1 = 0,197 \text{ kN/cm}^2 = 1,97 \text{ MPa}$$

τ_2 számítása (2 – es helyen):

$$b_2 = 40 \text{ cm}$$

$$S_{X2} = S_{X1} = 1200 * (20/2 + 7,143) = 20571,6 \text{ cm}^3$$

$$I_{XS} = 870\,476 \text{ cm}^4$$

$$T = 500 \text{ kN}$$

$$\tau_2 = (S_{X2} * T) / (b_2 * I_{XS}) = (20571,6 \text{ cm}^3 * 500 \text{ kN}) / (40 \text{ cm} * 870\,476 \text{ cm}^4)$$

$$\tau_2 = 0,295 \text{ kN/cm}^2 = 2,95 \text{ MPa}$$

$\tau_3 = \tau_{\text{Max}}$ számítása (3 – as helyen):

$$b_3 = 60 \text{ cm}$$

$$S_{X3} = 1200 * (20/2 + 7,143) + 2 * (7,143 * 20 * 7,143 / 2) = 21082 \text{ cm}^3$$

$$I_{XS} = 870\,476 \text{ cm}^4$$

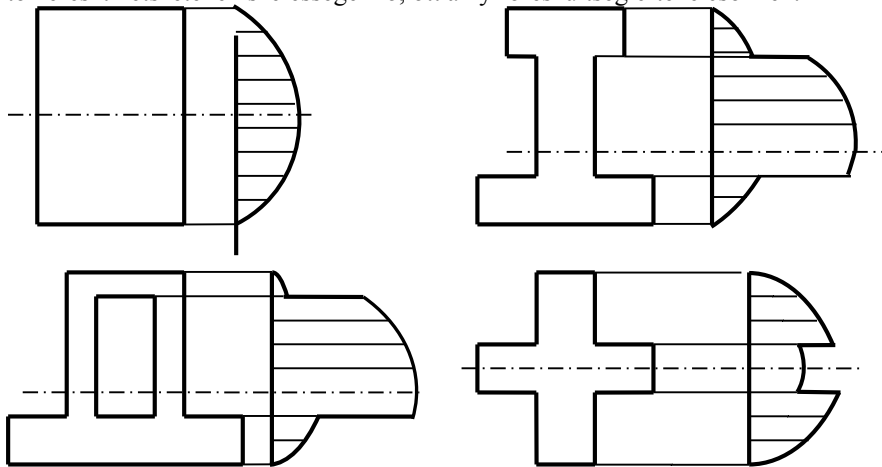
$$T = 500 \text{ kN}$$

$$\tau_3 = (S_{X3} * T) / (b_3 * I_{XS}) = (21082 \text{ cm}^3 * 500 \text{ kN}) / (60 \text{ cm} * 870\,476 \text{ cm}^4)$$

$$\tau_3 = 0,303 \text{ kN/cm}^2 = 3,03 \text{ MPa}$$

Rajzoljuk meg az alábbi keresztmetszetek τ ábráját!

A nyírófeszültségi ábrák alakja másodfokú parabola. A tartó keresztmetszetének változásánál a **nyírófeszültségi ábra ugrásszerűen** változik. Ahol a tartó keresztmetszetének szélessége („húsa”) csökken, ott a nyírófeszültség értéke nő. Ahol a tartó keresztmetszetének szélessége nő, ott a nyírófeszültség értéke csökken.



40. ábra: a hajlításból származó nyírófeszültségek eloszlása a tartó keresztmetszete mentén különböző keresztmetszetek esetén.

2.2.6. Homogén anyagú hajlított tartó ellenőrzése

Hajlított tartók nyomatékai teherbírását M_{Ra} a következő módon számítjuk:

$$M_{Ra} = (f_m / \gamma) * (I_{xs} / y)$$

M_{Ra} – a nyomatékai teherbírás tervezési értéke (M_H – a határnyomaték)

f_m – a tartó anyagának hajlítószilárdsága.

γ – a bizonytalanságot kifejező biztonsági tényező

I_{xs} – a tartó keresztmetszetének a hajlítás síkjára merőleges szimmetria tengelyére vonatkozó inercianyomatéka.

y – a keresztmetszet szélső szál távolsága.

K_x - keresztmetszeti tényező; $K = I_{xs} / y$

A tartó hajlításra megfelel, ha a nyomatékai teherbírás tervezési értéke (M_{Ra}) nem kisebb, mint a hajlítónyomaték tervezési értéke (M_{Ed}).

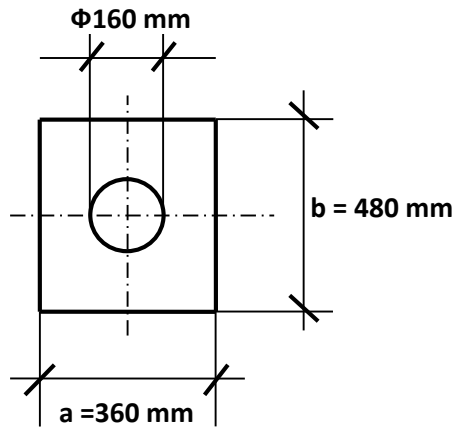
$$M_{Ra} > M_{Ed}$$

Ellenőrzés a feszültségek összehasonlításával:

A tartó hajlításra megfelel, ha az anyagának hajlítószilárdsága (f_m) nagyobb, mint a terhelés hatására a tartóban ébredő feszültség (σ).

$$\sigma = \gamma * M_{Ed} / K_x = \gamma * M / I_{xs} * y$$
$$f_m > \sigma$$

Ellenőrizzük az alábbi lyukas téglalap keresztmetszetű betontartót hajlításra!



$$M_{Ed} = 10 \text{ kNm},$$

$$f_m = 1,54 \text{ MPa}, \gamma = 1,5.$$

Helyszíni betonozású szerkezet,

Anyagminőség: C20/25

41. ábra: a betontartó keresztmetszete.

$$I_{XS} = a \cdot b^3 / 12 - \pi \cdot r^4 / 4 = 360 \cdot 480^3 / 12 - \pi \cdot 80^4 / 4 = 3285590091 \text{ mm}^4$$

$$y = 480 \text{ mm} / 2 = 240 \text{ mm}$$

(A szélső szál távolság a keresztmetszet magasságának a fele.)

$$\sigma = \gamma \cdot M / I_{XS} \cdot y = 1,5 \cdot 10\,000\,000 \text{ Nmm} / 3285590091 \text{ mm}^4 \cdot 240 \text{ mm} = 1,095 \text{ N} / \text{mm}^2$$

$$\sigma = 1,095 \text{ N} / \text{mm}^2 < f_m = 1,54 \text{ N} / \text{mm}^2$$

A keresztmetszet hajlításra megfelel.

2.2.7. Homogén anyagú hajlított tartó tervezése

A hajlított tartó tervezése a tartó **anyagának** vagy a hiányzó **keresztmetszeti méretének** meghatározását jelenti.

Keresztmetszet tervezésekor először meghatározzuk a teherbírás biztosításához szükséges legkisebb keresztmetszeti tényezőt (K_{sz}).

$$K_{sz} = \gamma \cdot M_{Ed} / f_m$$

$$K_{tényleges} > K_{sz}$$

Majd a K_{sz} ismeretében kiszámítjuk a tartó keresztmetszet hiányzó méretét. A kereskedelembe forgalmazott méreteket figyelembe kell venni.

$$K = I_{XS} / y$$

A leggyakrabban alkalmazott keresztmetszet típusok (pl. téglalap, kör) keresztmetszeti tényezőjéhez közvetlen összefüggések ismeretesek.

$$\text{Téglalap: } K = I_{XS} / y = (a \cdot b^3 / 12) / (b/2) = a \cdot b^2 / 6$$

$$\text{Kör: } K = I_{XS} / y = (\pi \cdot r^4 / 4) / r = \pi \cdot r^3 / 4$$

Téglalap: $a * b^2 / 6 = K_{szükséges}$ $a = ?$ vagy $b = ?$
 Kör: $\pi * r^3 / 4 = K_{szükséges}$ $r = ?$

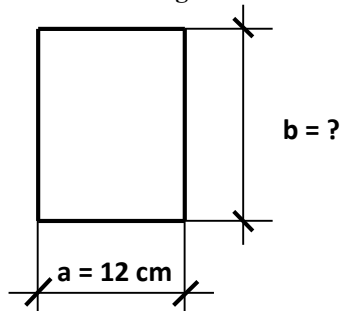
Anyagminőség tervezésekor meghatározzuk a tartó anyagának a teherbírás biztosításához szükséges minimális hajlítószilárdságát (f_{msz}).

$$f_{msz} = \gamma * M_{Ed} / K$$

Majd olyan anyagot választunk, amelynek hajlítószilárdsága f_{msz} -nél nagyobb.

$$f_m \text{ tényleges} > f_{msz}$$

Tervezzük meg az alábbi fatartó hiányzó keresztmetszeti méretét!



$M_{Ed} = 6 \text{ kNm}$,
 $f_m = 24 \text{ MPa}$, $\gamma = 1,3$,
 Szerkezeti fa,
 anyagminőség: C 24
 $b = ?$

42. ábra: a fatartó keresztmetszete.

A teherbíráshoz szükséges minimális keresztmetszeti tényező számítása:

$$K_{szükséges} = \gamma * M_{Ed} / f_m = 1,3 * 600 \text{ kN cm} / 24 \text{ kN /cm}^2 = 325 \text{ cm}^3$$

A keresztmetszet hiányzó méretének számítása:

$$a * b^2 / 6 = K_{szükséges}$$

$$10 \text{ cm} * b^2 / 6 = 325 \text{ cm}^3$$

$$b^2 = 195 \text{ cm}^2$$

$$b = 13,96 \text{ cm}$$

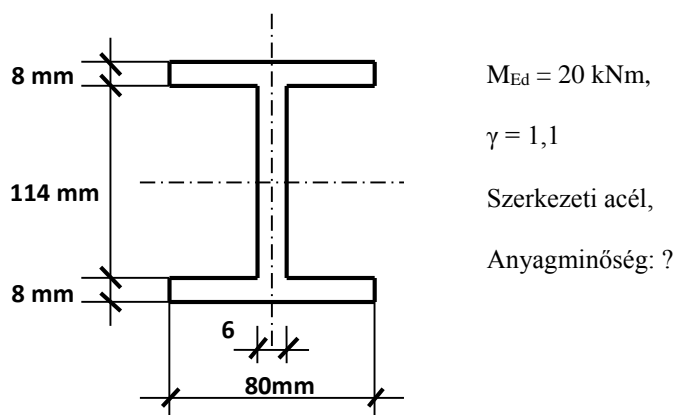
A tartómagasság alkalmazott értéke:

Forgalmazott keresztmetszeti méretek: 100mm * 120mm és 100mm * 150mm

$$b \text{ tényleges} = 15 \text{ cm}$$

A fatartó keresztmetszete tehát 12 cm széles és 15 cm magas.

Határozzuk meg az I szelvényű acéltartó anyagminőségét!



43. ábra: az acéltartó keresztmetszete.

A keresztmetszet inercianyomatéka:

$$I_{xs} = (80 \cdot 130^3) / 12 - 2 \cdot (37 \cdot 114^3) / 12 = 5510478 \text{ mm}^4$$

A keresztmetszeti tényező:

$$K = I_{xs} / y = 5510478 \text{ mm}^4 / 65 \text{ mm} = 84776 \text{ mm}^3$$

A tartó anyagának szükséges minimális hajlítószilárdsága:

$$f_{msz} = \gamma \cdot M_{Ed} / K = 1,1 \cdot 20\,000\,000 \text{ N} / \text{mm}^2 / 84776 \text{ mm}^3 = 259,5 \text{ N} / \text{mm}^2$$

Az alkalmazott anyag hajlítószilárdsága és minősége:

$$f_{m \text{ tényleges}} > f_{msz} = 259,5 \text{ N} / \text{mm}^2$$

$$f_{m \text{ tényleges}} = 275 \text{ N} / \text{mm}^2 ; \quad S275$$

A szerkezeti acél minősége: S275

2.2.8. Vasbetonszerkezetek

Hajlított vasbeton tartók gyakori anyaga a vasbeton. A vasbetontartó kedvező teherbírása a **két eltérő szilárdsági tulajdonságú anyagnak**, a betonnak és az acélnek az együtt dolgozásán alapul. A tartóban ébredő **nyomó erőket a beton**, míg a **húzóerőket az acélbetétek** veszi fel. A **betontakarás** megvédi az acélbetéteket a korróziótól. A két anyag összeépítését és együttműködését teszi lehetővé, hogy **hő tágulási tényezőjük lényegében azonos**.

Négyszögkeresztmetszet ellenőrzése hajlításra

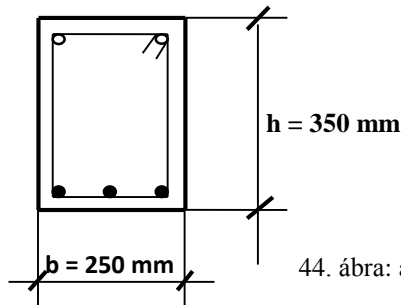
Ellenőrizze a $p_{Ed} = 60 \text{ kN/m}$ mértékadó teherrel terhelt vasbeton tartót hajlításra.

Anyagminőségek:

Beton: C20/25-X0-32-F2; $\gamma_c = 1,5$

Betonacél: B60.50; $\gamma_s = 1,5$; $\xi_o = 0,49$

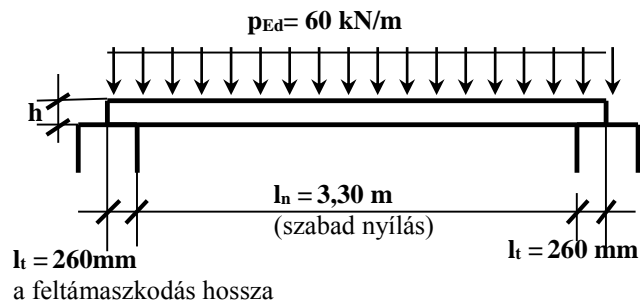
Betonfedés: $C = 25 \text{ mm}$



Fővasak: 3 db $\Phi 20$

Szerelő: 2 db $\Phi 8$

44. ábra: a vasbetontartó keresztmetszete.



45. ábra: a vasbetontartó oldalnézete.

Az elméleti támaszköz:

$$l_{eff} = l_n + a_1 + a_2; \text{ ahol: } a_i = \text{Min.} (l_t/2; h/2)$$

$$a_i = \text{Min} (260/2; 350/2) = 130 \text{ mm}$$

$$l_{eff} = 3,3 + 0,13 + 0,13 = 3,56 \text{ m}$$

A nyomatéki teherbírás tervezési értéke (a mértékadó nyomaték):

$$M_{Ed} = p_{Ed} * l^2 / 8 = 60 * 3,56^2 / 8 = 95,052 \text{ kNm}$$

Az anyagszilárdságok tervezési értékei:

$$\text{Beton: } f_{cd} = 20 / \gamma_c = 20 / 1,5 = 13,3 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Acél: } f_{yd} = 500 / \gamma_s = 500 / 1,15 = 435 \text{ N/mm}^2$$

$$a = 25 + 8 + 20/2 = 43 \text{ mm}$$

$$d = h - a = 350 - 43 = 307 \text{ mm}$$

$$p = 100\% * A_s / (b * d) = 100 * 942 / (250 * 307) = 1,227 \%$$

$$p_{min}\% = 0,15\% < p = 1,227 \%$$

A húzott vashányad megfelelő, a keresztmetszet vasbeton tartóként számolható.

A nyomott zóna határmagassága:

$$x_o = d * \xi_o = 307 * 0,49 = 150,43 \text{ mm}$$

A nyomott zóna magassága:

$$\sum N = 0;$$

$$N_c = N_s$$

$$f_{cd} \cdot x_c \cdot b = A_s \cdot f_{yd}$$

$$x_c = (A_s \cdot f_{yd}) / (b \cdot f_{cd})$$

$$x_c = (942 \text{ mm}^2 \cdot 435 \text{ N/mm}^2) / (250 \text{ mm} \cdot 13,3 \text{ N/mm}^2) = 123,24 \text{ mm}$$

Az acélban ébredő feszültség ellenőrzése:

$$x_c = 123,24 \text{ mm} < x_o = 150,43 \text{ mm};$$

Az acél valóban megfolyik. A feltételezés helyes volt.

A gerenda „*normálisan*” vasalt.

A nyomatéki teherbírás határnyomaték számítása:

$$M_{Rd} = N_c \cdot z = x_c \cdot b \cdot f_{cd} \cdot (d - x_c / 2) =$$

$$123,24 \cdot 250 \cdot 13,3 \cdot (307 - 123,24 / 2) = \underline{100.550.098 \text{ Nmm}}$$

$$M_{Rd} = 100,550 \text{ kNm} > M_{Ed} = 95,052 \text{ kNm};$$

A tartó hajlításra megfelel.

Négyszögkeresztmetszet tervezése hajlításra

Tervezzük meg az előbbi vasbeton tartó hajlítási vasalását $\Phi 16$ mm-es fővasak alkalmazásával!

A keresztmetszeti jellemzők:

$$a = 25 + 8 + 16/2 = 41 \text{ mm}$$

$$d = h - a = 350 - 41 = 309 \text{ mm}$$

A nyomott zóna határmagassága:

$$x_o = d \cdot \xi_o = 309 \cdot 0,49 = 151,41 \text{ mm}$$

A nyomott zóna magassága

$$x_c = d - (d^2 - 2 \cdot M_{Ed} / b \cdot f_{cd})^{1/2} = 309 - (309^2 - 2 \cdot 95.052.000 / 250 \cdot 13,3)^{1/2}$$

$$x_c = 113,279 \text{ mm}$$

Az acélban ébredő feszültség ellenőrzése:

$$x_c = 113,279 \text{ mm} < x_o = 151,41 \text{ mm};$$

Az acél valóban megfolyik. A feltételezés helyes volt.

A gerenda „*normálisan*” vasalt.

A fővasbetétek közötti távolság:

$$t = (250 - 2 \cdot (25 + 8) - 5 \cdot 16) / (5 - 1) = \underline{26 \text{ mm}}$$

A fővasalás elfér egy sorban.

Szerelővasak: 2 db $\Phi 8$

Kengyel: $\Phi 8$

A szükséges vasalás:

$$\sum N = 0;$$

$$N_s = N_c$$

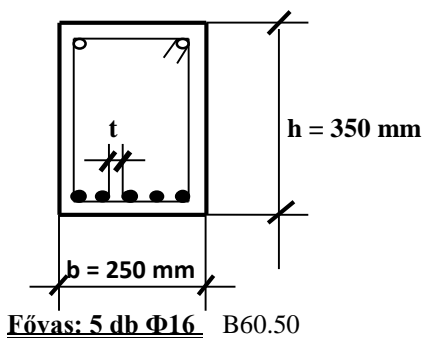
$$A_s \cdot f_{yd} = x_c \cdot b \cdot f_{cd}$$

$$A_s = x_c \cdot b \cdot f_{cd} / f_{yd}$$

$$A_s = 113,279 \text{ mm} \cdot 250 \text{ mm} \cdot 13,3 \text{ N/mm}^2 / 435 \text{ N/mm}^2 =$$
$$= \underline{865,87 \text{ mm}^2}$$

$$A_{smin} = p_{min} \% / 100 \cdot b \cdot h = 0,15 / 100 \cdot 250 \cdot 350 = 131,25 \text{ mm}^2$$

$$A_{sAlk} = 1005 \text{ mm}^2 \text{ 5 db } \Phi 16 \text{ mm}$$



46. ábra: a vasbetontartó alkalmazott keresztmetszete.

3.1 Helyszíni műkőmunkák

A helyszíni műkőfelhordás tudománya szinte szakma a szakmán belül. Ezért ennek a technológiának az ismerete tudása a műkésztés egészében igen fontos helyet foglal el. Elsősorban azért, mert a kivitelezés során a szakember, mester számára a legjobb szakmai megoldás kiválasztásában, a szakmai döntések meghozatalában, az alternatívák felvonultatásában nyújt segítséget

A helyszíni műkőmunka olyan technológia, amelyben egyszerre van jelen a gyártás és a helyszíni felszerelés egyaránt. A helyszíni műkőmunka technológiája aszerint változik, hogy a műkő felületet milyen pozícióban kell megjeleníteni az épület különböző szerkezetein. **Néhány példával alátámasztva a technológia választást:** más a technológia függőleges felület (lábazat, fal szerkezet, pillér, oszlop) kialakítása és más a technológia padló vagy lépcső burkolat készítése esetén. Viszont a fentiekben felsorolt felületi kialakításban az a közös, hogy mind a helyszíni körülmények között készül. Ahhoz hogy a helyszíni műkőkészítés sikeres legyen a szakma gyakorlójának számos szakmai, anyagtani ismereten túl a szerszám mozgatási technikáknak különösen a vakolási technikáknak a birtoklásával is rendelkeznie kell. Ennek hiányában nagy felületek helyszíni műkövézése szinte reménytelen. A technikai és a szakmai tudás mellé még a fizikai felkészültség is egy fontos kellék. A fizikai felkészültséget a szakmai folyamatok sűrű gyakorlása jelentős mértékben elősegíti.

Minden munka esetén így a helyszíni műkő munka esetén is a tervezői akarat a megrendelői kívánalom és a szakember szakmai javaslata rajzolja ki a tevékenység megvalósítását. Bármilyen akarat következményeként rajzolódik is ki a helyszíni tevékenység, a munka elkezdését nem mellőzheti a helyszíni bejárás a helyszíni felmérés az esetleges problémák felszínre hozása. Főleg nem akkor, ha a munkát rajzi dokumentáció alapján kell elkészíteni. Bárki legyen is a megrendelő a feltárt problémákat feltétlenül meg

kell beszélni az érintettel vagy dokumentálni szükséges az építési naplóba. A munkához csak a tisztán látás után szabad hozzá kezdeni. Fontos tudni, hogy a helyszíni műkövezés során nem szabad hibás terméket produkálni, mert a javítása meglátás nélkül szinte lehetetlen.

3.1.1 Helyszíni felhordás vakoló technológiával függőleges felületen

Műköfelhordás az épület helyszínén téglá, beton- vagy vasbeton alapfelületre készíthető. Más anyagú alapfelületre (pl. salakbeton, pernyebeton, gipszrabic, stb.) csak az esetben készíthető műkö, ha a műköfelhordás, mint önálló, az alapfelülettől független szerkezetként működik tovább. A műköfelhordás elkezdése előtt a szerkezeti alapfelületek teljesen készen, megszilárdult állapotban állnak műkökészítő rendelkezésére. A műköfelhordás készülhet az épület vakolatának elkészülése előtt és után. Fontos hogy ahova a műkö kerül, az a felület ne legyen vakolt. A felhordás megkezdése előtt szükséges méretellenőrzést végezni, majd a kivitelezési terv alapján jelöljük meg a műköfelület alap- és körvonalait. Ha az alapfelület téglafalazat, a téglák közötti hézagokat állvány kapoccsal 0,5-1 cm mélyen gondosan ki kell kaparni. Az ácskapocs kihegyezett végével a falból kiálló vagy laza habarcsot is könnyen leverhetjük. A falfelületet ezután vízzel lemosva portalánítani szükséges, mert a felületre lerakódott finom por formaleválasztó anyagként működik.

Ha az alapfelület beton, a túl sima részeket hegyes vésővel vagy véső kalapáccsal fel kell durvítani. A betonfelületre rátapadt egyéb szennyeződést (habarcs, gipsz, sár stb.) erős sodronykefével kell eltávolítani. A betonfelületet ugyancsak vizes lemosással portalánítjuk. Ha a felhordás vasbeton szerkezetre történik, az alapfelület feldurvítását csak az engedéllyel szabad elvégezni, főleg, ha a felhordást pilléren, oszlopon áthidalón vagy gyámszerkezeteken kell megvalósítani. Ugyancsak engedély szükséges a vasbetonszerkezetek megvéséséhez is. (pl. lépcső, ha a nyers vasbetonmag rossz kiosztás mentén készült el). Az engedély mindig szakembertől (tervező, szakértő) származzon. Az engedélynek legyen írásos dokumentuma.

A téglák közötti hézagok kikaparása, ill. a beton alapfelületek feldurvítása, majd vizes lemosással való portalánítása a műköfelhordás tökéletes tapadása céljából feltétlenül szükséges.

Az alapfelületekre felhordandó műkö, függetlenül az alapfelület anyagától mindenképpen egy alaprétegre (grund rétegre) hordható fel. Ennek a grund rétegnek az a célja, hogy a téglafelület nedvszívó képességét csökkentse a beton felület esetén pedig a műkóréteg fogadását biztosítsa. Ugyanis, ha jó minőségű beton felülettel találjuk magunkat szemben, akkor fennáll a veszélye annak, hogy a beton nem szívja el a nedvességet és a felhordott anyag könnyen lecsúszhat, ami a kivitelezést jelentős mértékben gyengíti. Nem csak időben, hanem minőségben egyaránt. A felhordott műkö tehát két különböző betonrétegből, az aljzatbetonból és a műköbetonból áll.

Az aljzatbeton vagy más néven grund adalékanyaga vegyes szemszerkezetű 0-5, 0-10 mm szemnagyságú folyami homok, ill. homokos kavics. **Kötőanyaga** CEM II/A-S 42,5 N - kohósalak-portlandcement. A bedolgozott, kész aljzatbetonba a cementmennyiség 350 kg/m³. Az aljzat vagy kiegyenlítő beton konzisztenciája általában képlékeny. Téglá alapfelületre erősebben képlékeny betont kell használni, mivel a téglafal lényegesen több vizet szív el a friss anyagból, mint a megkötött, száraz beton alapfelület. Az aljzatbeton konzisztenciájára nem lehet szabályt felállítani, mert az anyag képlékenysége nagymértékben függ az alapfelület anyagától és nedvességtartalmától. A felhordott műkö összvastagsága átlagosan 5 cm-nek vehető. Ebből a műköbeton rétegvastagsága (1,5-3 cm) az aljzatbetoné tehát 2,0-3,5 cm. Az aljzatra vagy kiegyenlítő kavicsbetonra kerülő műkóréteg, a műköfelület kívánt kopási igénybevételének, felületi megdolgozásának

megfelelő vastagságú. A műkökéreg adalékanyaga vegyes szemszerkezetű zúzott mészkő, márvány vagy ezeknek megfelelő szilárdságú egyéb kőzet őrleménye. **Kötőanyaga** CEM II/A-S 42,5 N - kohósalak-portlandcement vagy fehér portlandcement. Színes műkökeverék színezéséhez cement-, mész-, hő- és fényálló fémoxid festékek a legalkalmasabbak.. A felhasználásra kerülő műkökeveréket az elvárásnak megfelelő szemszerkezetben különböző szemcse méretű zúzalékból kell előállítani akár a helyszínen vagy a gyártó telepen. A cement és a műkö zúzalék összekeverése lehetőleg közvetlen a felhasználás előtt történjen meg A műköréteg összetételét a tervező által előírt szemszerkezetű, színű, előre kiválasztott mintának megfelelően kell összeállítani ennek hiányában a különböző felületi megjelenítés függvényében A receptúrákkal a későbbiekben lehet találkozni. A helyszíni felhordáshoz alkalmazott műköhabarcs konzisztenciája az alapfelület nedvszívó képességétől és a hőmérséklettől függően lehet plasztikus vagy kissé képlékeny.

3.1.2 A helyszíni felhordás munkafolyamata

Mint a korábbiakban említésre került, hogy a helyszíni felhordás két rétegből tevődik össze úgy, mint az alapréteg, vagyis a grund és az erre kerülő műköréteg a felületi megdolgozást figyelembevevő vastagságban. Ezért az alapréteg a felületi egyenetlenség figyelembevételével mindenképpen hálózást vagy hálózott vasszerelést igényel

A helyszínen felhordott műköben a belső vasszerelés az alapfelületet és a felhordott réteget összekapcsolja és a hőmérsékletingadozásból és kisebb mozgásokból származó húzó feszültségeket veszi fel. A vasbetéteket terv szerint kell elhelyezni.

A műköben – mint minden vasbetonban – fellépő erőkkal szemben az acélbetét és a beton együttesen fejtenek ki ellenállást. A műköfelhordás belső szereléséhez – mivel különösebb igénybevételnek nincs kitéve – általában lágyvasat használunk, melynek átmérője 5,5 mm.. A betonacélon leváló rozsdaréteg nem lehet, mert az a betonhoz való tapadást a betonnal, műkövel történő együttműködést megakadályozza, repedések keletkeznek

A felhordott műköben az acélbetét és a ráfeszített rabicháló a keresztmetszet középvonalában helyezkedik el, ha a kivitelezési terv más előírást nem tartalmaz. Műköfelhordás, és általában helyszíni műkökészítés esetén, fontos a vasbetét elhelyezésére vonatkozó utasítás és szerelési rajz pontos betartása.

3.1.3 A vasszerelés készítése és felszerelése

A vasszerelés elkészítése a felhordásra kerülő alapfelület megtisztítása, portalanítása (tégla falazaton a hézagok kikaparása, betonfelületen a feldurvítás, lekefélése) után kezdődik. A téglafal hézagaiba 75-100 mm hosszú kampós- vagy rabicszegeket verünk úgy, hogy azok a falból 1,5 – 2 cm-re kiálljanak. A szegekhez 30-40 cm-ként betonacél szálakat kötözünk. A legszélső acélszálakat a műkö élvonalától 3-4 cm-re kell elhelyezni. Az 5,5 mm átmérőjük lágyacélt a felhordás terjedelmének, ill. a tágulási hézagok távolságának megfelelő hosszú darabokra vágjuk, végeire kampót hajlítunk. A leszabott és megfelelő alakra hajlított acélszálakat egy milliméteres lágyhuzallal az előre bevart szögekhez kötözzük.

Az acélszálakat vízszintes és függőleges irányba, megközelítően azonos távolságra erősítjük a szögekhez, így módon az 5,5 mm-es acélból 30-40 cm lyukbőségű háló készül. Beton vagy vasbeton alapfelületen a vasszerelést a betonba elhelyezett dübelekre erősítjük.

Az alapfelületre szerelt betonacél vázra rabichálót kell feszíteni. A rabicháló lehet 1-1,5 mm-es fekete lágyhuzalból szőtt 4-5 cm lyukbőségű sodronyszövet vagy un. horganyzott csirkeháló .A horganyzott csirkeháló alkalmazása esetén olyan cementet kell felhasználni,ami nem képez lúgot

Nagyon fontos, hogy a rabichálót jól kifeszítve kötözzük fel az acélvázra, mert a lazán vagy hullámosan felkötözött háló rugózása következtében az aljzatbetonban repedések, fellazulások keletkezhetnek.

3.1.4 Grund vagy aljzatbeton készítése

Az aljzat vagy kiegyenlítő beton felhordása előtt a felület előírt vastagságának, alakjának és méreteinek megfelelő határoló vezetőléceket kell az alapfalra felragasztani, külön az aljzatbeton és külön a műkórteleg vastagságában. Először a felület két végén kell egy-egy vezetőlécet elhelyezni. A két vezetőlécre tartott zsinór mentén helyezzünk el annyi vezetőlécet, hogy azok általában 2,0 m hosszú lehúzó léccel átfoghatók legyenek. Íves vagy térgörbe felületek esetén a vezetőlécek helyett tervben meghatározott ívnek megfelelően deszkából kivágott vagy gipszből előre kihúzott mintaívét használunk. A mintaíveket a felület alsó és felső vonalában ragasztjuk fel úgy, hogy azonos pontjaik egy függőlegesbe essenek.

Ha az alapfelület az acélváz és rabicháló, valamint a vezetőlécek felragasztása közben kiszáradt, a nedvesítést meg kell ismételni, nehogy a száraz alapfelület a felcsapott anyagból a kötéshez szükséges vizet elszívja. Az aljzat felhordásához szükséges betonkeveréket (kétszer rostált folyami homok bányahomok és cement) előállítását történhet kézi és gépi keveréssel a mennyiségtől függően a felhordáshoz szükséges konzisztenciában.

Az alapfelület alapos megnedvesítése után a nedvesen kevert anyagból megfelelő mennyiségű víz hozzáadásával folyós (tejföl sűrűségű) anyagot keverünk. Ezt a felhígított anyagot az alapfelületre kézi serpenyő segítségével vékony összefüggő rétegben felcsapjuk (guzolás). A híg betonnal mindig csak akkora felületet szabad felcsapni amennyi a további sűrűbb anyagú aljzat felhordásáig nem szárad ki. A tulajdonképpeni aljzatbetont kézi serpenyővel rétegenként csapjuk fel, míg az előírt vastagságot elértük. Az anyag felcsapása közben az aljzatbeton szükséges vastagságát a felragasztott vezetőléceken vezetett szintezőléccel ellenőrizzük. A helyenként mutatkozó betonhiányokat, bemélyedéseket csapókanállal egyenlítjük ki.

Fontos hogy a betonanyagot olyan vastag rétegben csapjuk fel, hogy az meg nem csússzon, tehát az alsó betonréteg szikkadását meg kell várni. a léccel lehúzott aljzatbetont a rákerülő műkórteleg tökéletes tapadása céljából kőműveskanál élével sűrűn keresztbe húzott karcolásokkal fel kell durvítani. A betonaljzat feldurvítására egyszerű eszközt készíthetünk. Egy 50-60 cm hosszú fenyőlécbe 5 cm-enként szögeket verünk. Ezzel a szöges léccel a beton gyorsan és jól felhordható. Az aljzatbeton megszikkadása után a vezetőléceket eltávolítjuk és az utánuk visszamaradó sávokat betonnal kitöltjük vagy tágulási hézagot vágunk. A tervben meghatározott helyeken tágulási hézagokat készítünk, amit géppel az aljzatbeton egész vastagságában, tehát az alapfelületig hatolva kell kialakítani.

3.1.5 A műkórteleg felhordása

A műkórteleg felhordása lényegében az aljzatbeton készítésével azonos módon történik. A műkórteleg külső síkjának és vastagságának megfelelően vezetőléceket ragasztunk fel az aljzatra. A szélső léceket függőön, vízmértékkel, az osztó vezetőléceket zsinórozással állítjuk be a lehúzó léccel hosszának megfelelő távolságokra. Ha padlóra felfekvő függőleges felhordás (pl. lábázat) készül és a padlóburkolat még hiányzik, a padlóvonal síkjába vízszintesen elhelyezett és megfelelően aláépített deszkát fektetünk, melyet csak a felhordás kellő megszilárdulása után (általában a felületi megmunkálás alkalmával) lehet eltávolítani.

A műkórteleg felcsapását az aljzatbeton megkötése után, az időjárástól és hőmérséklettől függően 8-16 óra múlva el kell kezdeni. Az aljzatbetonban létesített tágulási hézagokat,

ill. a hézagok helyét a vakolt falra fel kell jelölni, hogy a műkőrétegben vágott hézagok az aljzatbetonban lévő hézagok fölé kerüljenek.

A műkőréteg felcsapásakor nagyon kell vigyázni arra, hogy a viszonylag híg anyag meg ne csússzék, mert a felcsapott anyagrészek egymástól elválhatnak, szétszakadó repedések keletkeznek közöttük. A megcsúszott réteg rendbe hozása sok munkát igényel és ennek ellenére is gyakran a már kész, simított felületen utólag jelentkeznek repedések.

A műkőanyagot előnyös vékony rétegekben csapókanállal felrakni (nem serpenyővel).

A vékonyan és egyenletesen felcsapott réteg gyorsabban szikkad, így folyamatosan és gyorsan lehet a kívánt műkőréteg vastagságot elérni. A műkőréteg szikkadását nem szabad mesterségesen, szárítással (pl. kokszkosár melléállításával) siettetni. Különösen függőleges falsíkra történő felhordásnál fordul elő, hogy a felcsapott műkőben levő víz felülről lefelé húzódik, tehát alul a felcsapott réteg vizezesebb lesz, hirtelen megcsúszik és leomlik az aljzatról.

Amikor a műkőanyagból a meghatározott vastagságú réteget felcsaptuk, a felületet az előre beragasztott vezetőlécek mentén lehúzzuk úgy, hogy az anyagban üregek ne maradjanak. Lehúzás után a felületet először fasimítóval elegyengetjük, majd vassimítóval lukacsmentességig simára simítjuk. A simítást akkor kell végezni, amikor a felcsapott műkő jól megszikkadt. Ha a felület lehúzása után úgy látjuk, hogy a felület valahol be van mélyedve, azon a részen a felületet kanállal jól lekaparjuk, és friss anyagot hordunk fel a szüksége mennyiségben. Besimított felületre nem szabad pótlásként anyagot felrakni, mert a ráhordott réteg a megmunkált felületen foltban jelentkezik, esetleg az alatta levő rétegről leválik.

A fasimító használata fontos, mert elősegíti az anyagszemcsék egyenletes elhelyezkedését, és a végleges besimítást is könnyebben, gyorsabban lehet elvégezni. A vassimítóval és simítókanállal végzett tömörítő simítás alkalmával a besimításhoz szükséges vizet kézi meszelővel hintjük a felületre. A már kész besimított felületet célszerű nedves korongcsettellel áthúzni, ezzel a felület későbbi megmunkálását könnyítjük. A műkőfelhordás éleit, sarkait, az esetleges tagozatokat különböző, az alakzatnak megfelelően kialakított él-, sarok- vagy tagozat simító vasakkal húzzuk simára. A simítóvasakat célszerű a felhordás felületére tartott lécek mentén vezetni. Ezzel a módszerrel biztosíthatjuk az élek, sarkok, tagozatok egyenességét, szabályosságát.

Pillér és lizéna felületen a helyszíni felhordás annyiban különbözik az általános síkfelületi kialakítástól, hogy vezetőléceket az élek mentén kell elhelyezni oly módon, hogy az egyes oldalak elkészülése után a felhordott és besimított műkőréteg gerben találkozzék egymással. Ezt a megoldást rézsútós vezetőléccel (vezetősávval) lehet megoldani. A rézsútós vezetőléc kialakítható gyalult deszka élének 45 fokban történő visszavágásával vagy rézsútós húzott gipszléccel.

A műkő helyszíni felhordás megértéséhez alábbi fotó ábrák nyújtanak segítséget



47.ábra helyszíni műkövés alapfelülete, mérték ellenőrzése a rajz alapján



48.ábra a rézsútos gipszlécek felszerelése az élek mentén



49.ábra felhordás és szintezés, simítás acélsimítóval



50.ábra a felhordott műkő besimítása fasimítóval



51.ábra él simítás él simítóval



52.ábra felület besimítás műköves kanállal



53. ábra a kész felület

Az oszlop felületi műkövezéséhez a vezetősávokat az oszlopra felerősített gipszkarikákkal lehet megoldani. A gipszkarika elkészítése forgáspontból működő ívhúzó sablon segítségével valósítható meg. Abban az esetben, ha az oszlop változó méretű, mint pl. az összetartó oszlop és az entázisos oszlop, akkor a változó mérethez igazodó gipszkarikák legyártásán túl a felületei görbületnek (alkotónak) megfelelő ívű szintező lécre is szükség van. Az ilyen típusú feladat esetén az oszlop szerkesztési rendjével mindenképpen tisztában kell lenni. Ellenkező esetben az oszlop nem lesz stílhű.

3.2 Helyszíni felhordás padló és lépcső felületen

A padló és lépcső felületen történő helyszíni felhordás a függőleges felületre történő felhordástól jóval könnyebb feladat. Elsősorban azért mert a függőleges felületre felhordott műkőhabarcs tapadását még a nehézségi erő is gyengíti. Vagyis ha, a kellenél vastagabb mennyiséget hordunk fel egyszerre, akkor a habarcsot, nincs, ami megtartsa és visszaesik, vagy történetesen, ha a nagyobb szemcse önállóan találkozik az alapfelülettel. A vízszintes felületen az előbb említett problémák nem nehezítik a felhordást. Ebből adódóan a víz – cementtényező más, aminek következménye, hogy a feladat szárazabb konzisztenciával is megvalósítható.

A padlófelület lehet lépcsőpihenő, terasz, vagy egy adott helyiség padlózata. A lépcső készítés során a padló felületet a pihenő biztosítja.

A lépcső helyszíni műkövezése során tisztában kell lenni a lépcső számítás képletével, a lépcső szerkesztés szabályaival a lépcsőnél alkalmazott kifejezésekkel (lépcsőfok, belépő, fellépő, lépcsőkar, emeletmagasság, pihenő, orsótér, tisztafej lépcsőkísérő

lábazat...). Ezen, fogalmak szabályok ismerete nélkül a lépcső kitűzése számos hibát vonz maga után.

3.2.1 A lépcsőfokok kitűzése, felrajzolása

A műköfelhordást megelőző legfontosabb tennivaló a lépcsőkarok között tényleges szintkülönbszetek, majd a lépcsőkarok, az azokat részekre osztó lépcsőfokok méretének, helyének meghatározása, kitűzése és felrajzolása. A méréseket az épület valamennyi szintjén végezzük el.

A méréseket a különböző szinteken elhelyezendő vagy elhelyezett nyílászárók (bejárati ajtók) küszöb szintjétől kell elindítani. Az induló és érkező küszöb előtti padlószint közötti lépcső kiosztás falra történő felrajzolásával kapunk választ a nyers betonlépcső kiosztásának és megépítésének helyességéről. A felrajzolás és mérések elvégzése azért szükséges, hogy tájékozódást nyerjünk a tényleges helyzetről és az esetleges méreteltérésekről. Mielőtt mérésekbe vagy a felrajzolásba belekezdünk célszerű egy egyenes léccel, vagy a lépcsőkar teljes hosszán a nyers beton lépcső éleinek leellenőrzése. Abban az esetben, ha a lépcső éleinek érintői egy egyenesbe esnek nagy a valószínűsége annak, hogy a lépcső a lépcsőkészítés szabályainak megfelelően készült el, de nem biztos, hogy a rá kerülő műkö vastagság figyelembe lett véve. Amennyiben a lépcső élein a ráfektetett egyenes élére állított léccel hintázik, vagy nem érinti az összes lépcsőfokot, akkor a lépcső nem a szabályoknak megfelelően épült meg. A probléma a falra felrajzolt végleges lépcsőváltozat során egyértelműen kimutatható. A keletkezett eltéréseket a megrendelővel a megrendelőn keresztül a tervezővel mindenképpen egyeztetni kell, és csak ezután lehet a helyszíni felhordásos munkálathoz hozzá kezdeni.

A helyszíni felhordással készülő lépcsőt felülről lefelé haladva kell elkészíteni figyelembe véve a lépcső forgalmának biztosítását is amennyiben ez szükséges.

A felhordás előkészületi munkálatai a lépcső megjelenésének formájától függő tényező. Csak néhány példa a lépcsők megjelenésének változatairól:

- a lépcső két fal között helyezkedik el
- a lépcső egyik oldalon tisztafejes
- a lépcső mindkét oldalon tisztafejes
- a lépcső homloklapja profilos
- a két lépcsőkar között keskeny orsótér van
- a két lépcsőkar között jelentős méretű orsótér van
- az induló és érkező fok más burkolattal vagy burkolathoz csatlakozik
- az induló és érkező fok más burkolattal vagy burkolathoz csatlakozik
- kísérő lábazatot is készíteni kell
- az induló és érkező fok más burkolattal vagy burkolathoz csatlakozik
- az induló és érkező pihenő helyszínen felhordott műköpadló

A lépcső megjelenés változatossága jelentős mértékben meghatározza a kivitelezés folyamatát. Ezért a kivitelezést az összes figyelembe veendő tényező ismeretében szabad elkezdeni.

3.2.2 Alapfelületek előkészítése

A felhordott műkö és a vasbetonszerkezet közötti jó tapadás biztosítása céljából a felhordás megkezdése előtt a lépcsőkarok felületét nagyon gondosan meg kell tisztítani. A betonlépcsőt először tisztára le kell seperni, közben az erősen rákötött habarcs- és betonhulladékot kőműveskalapáccsal, vésővel le kell verni. A túlságosan simára sikerült betonfelületet szükség esetén fel kell durvítani. Fontos, hogy a betonlépcső lyukacsaiba tömődött szennyező anyagokat is el kell távolítani.

A már megtisztított betonlépcső felületét vízzel le kell mosni.. A tisztítás és nedvesítés azért is fontos, mert a műköfelhordást jóval megelőzően készült vasbeton lépcsőszerkezet teljesen kiszáradt, tehát a felhordás jó tapadásának megbízhatósága csökkent. Ezért a betonfelület alapos megtisztításának és átnedvesítésének a felhordás jó minősége, tartóssága szempontjából döntő jelentősége van. Természetesen nemcsak a betonlépcsők homlok- és járófelületét kell gondosan letisztítani és nedvesíteni, hanem a vasbeton lépcsőszerkezet szabad végének felületét is, ha arra is műkőborítás készül. Ugyancsak le kell verni a lépcsőkar mentén a felmenő falra rácsapódott vakolóhabarcsot olyan magasságig, hogy a felhordáshoz használt zsaluzó homokdeszka falhoz szorítható legyen. A letisztított lépcsőkre szükség szerinti hálózott vasszerelést kel készíteni. A vasszerelés rögzítése a korszerű beütődübelek alkalmazásával megoldható. A háló legyen feszes és a betonacélokhöz hozzávarrt.

3.2.3 Aljzatbeton felhordása lépcsőfokokra

A vasbeton lépcsőszerkezetre szerelt vasbetét elhelyezése után két részletben elkészítjük a műkőréteg aljzatbetonját. Először a már ismert összetételű betonkeveréket folyósra keverjük. A lépcső betonfelületét még egyszer jól megnedvesítjük. Ha a víz felszívódott, a megkevert folyós betonanyaggal a betonlépcsőt megcsapjuk (gúzolás). Az anyag felcsapása közben a rabichálót kissé megemelgetjük, hogy a rabicháló a vasbeton fokoktól 1,5 cm-rel előrébbre álljon. A betonanyagot – felülről lefelé haladva – olyan vékony rétegekben csapjuk fel, hogy a beton a rabichálót kissé takarja.

Vigyázni kell arra, hogy a felcsapott beton meg ne csússzék, tehát a következő betonréteget csak az alatta lévő réteg megszikkadása után csapjuk fel. A folyós betonanyaggal felhordott réteg vastagsága átlag 1,5 cm.

Mindig csak annyi lépcsőkaron végezzük el a vasszerelést és az első betonréteg felcsapását, amennyit egy munkanap alatt el lehet készíteni.

Ha a lépcsőkar fejfelületét, szabad végét is műköfelhordással borítjuk, a folyós betont erre a függőleges felületre a lépcsőfokokkal egyidejűleg csapjuk fel.

Kissé képlékeny betonanyagot készítünk és kanállal felcsapjuk az előző napon már felcsapott rétegre. A betont kanállal egyenletesen elterítjük, tömörítjük, majd léccel húzzuk. Az aljzatbetont olyan vastagra kell készíteni, hogy a műkőréteg vastagságára előírt hely (járófelületen 2,5 cm homlokfelületen 2 cm) megmaradjon.

Az aljzatbeton második rétegének felhordását ugyancsak felülről lefelé haladva készítjük. Az előző napon felcsapott betonréteg megvédése céljából célszerű a járófelületre deszkalapokat fektetni, melyeket a felhordás előrehaladásával folyamatosan távolíthatunk el.

Az aljzatbeton második rétegének a felületét durván kell hagyni, hogy a ráterített műkőréteggel tökéletesen összekössön. A felhordott aljzatréteget a műkö fogadására érdesíteni kell

3.2.4 Zsaluzás, homlokzsaluzat elhelyezés

A lépcsőfokok műkőrétegének elkészítéséhez mindössze egy, a lépcső tagozatának megfelelően kialakított, gyalult homlokdeszkára vagy gondosan előkészített a nedvességet kizárni képes profilos gipsz zsaluzatra van szükség. A lépcső homloklapját kialakító zsaluzatot a falra felrajzolt lépcsőfok kiosztása szerint állítjuk be és rögzítjük a lépcső járólap vízszintestől eltérő esését biztosítva. A lépcsőkar szabad végének zsaluzatát az egész kart átfogóan kell elkészíteni, felszerelni. Figyelmet kell fordítani arra is, hogy a zsaluzatot könnyen, a zsaluzóanyag károsodása nélkül lehessen leszedni. A zsaluzat eltávolításának megkönnyítésére célszerű a zsaluzat simára gyalul felületeit formaolajjal

vékonyan átkenni. A felhordásról lefejtett zsaluzatot újbóli felhasználása előtt a rátapadt betonanyagoktól meg kell tisztítani. A zsaluzat helyes beállítása, elmozdulás mentes rögzítése és tisztántartása a jó munka elemi feltétele.

3.2.5 Műkóréteg felhordása, lehúzása, simítása

Az előre elkészített és kellően érdes grund réteget a műkóréteg felhordása előtt nedves ecsettel portalanítani, kellősíteni kell. Ezután a földnedvesre megkevert műkőből készíteni kell képlékeny anyagot. A képlékeny anyagot a járófelületre vékonyan el kell teríteni majd a beállított homlok zsaluzatot ecsettel vagy műanyag permetezővel benedvesítjük. Az így előkészített alapfelület alkalmas a földnedves anyag fogadására. A megkevert földnedves műkőhabarcsot felhordjuk a beállított zsaluzatra és a járó felületre. A felhordott anyagot stamfolással kellően betömörítjük ügyelve a beállított zsaluzat elmozdulására. A betömörítés után a falra felrajzolt szint és a zsaluzat szintjét tartva el kell végezni a szintezést, lehúzást, a fölösleges anyagot összegyűjtve. A szintezés után a felhordott műkővet pernetszerűen nedvesítjük. Az így kialakított járólap felületére vékony rétegben híg anyagot terítünk, kevés technikai szünet után fasimítóval be kell simítani, majd újra beszintezni. Ezután a nedves felületet műköves kanállal vagy acél simítóval be kell simítani. A besimított járófelületet követően a homlokzsaluzatot el kell távolítani. A bedöngöléssel elkészült lépcső homloklapját meg kell, nedvesíteni szintén pernetszerűen majd a megfelelő célszerszámmal be kell simítani, legyen.

3.2.6 Utókezelés

A helyszíni felhordással elkészített felhordás befejezésétől számított 4-8 órában (hőmérséklettől függ), ill. amikor a kiszáradás első jelei mutatkoznak, meg kell locsolni pernetszerű öntözéssel. A következő napon már alaposan meg kell öntözni. Az öntözést olyan időközönként kell megismételni, hogy a felhordott műkő ki ne száradjon. Amennyiben az elkészített munka védőburkolatot kap védőburkolat felrakása előtt bőségesen meg kell öntözni, utána csak forró nyári idő esetén kell időnként meglocsolni. A locsoláshoz a védőburkolatot fel kell emelni. Az öntözést minden alkalommal úgy kell végezni, hogy a műkő által felszívott, ill. elpárolgott vizet pótoljuk. Jó öntözés esetén, a műkő felületén mindig vékony víztükör marad.

Az utókezelés nemcsak öntözéssel érhető el, hanem fólia letakarással és olyan adalékok felhasználásával, ami nem engedi ki a műkőszerkezetéből a bedolgozott nedvességet

3.2.7 Receptúrák a műkőkészítéshez

A műkőkeverékeket a gyakorlatban bevált összetételek szerint készítjük el. Ezeket a bevált és a gyakorlatban oly sokszor kipróbált anyagösszetételeket receptúráknak nevezzük. Az adalékanyag általában fagyálló, kemény mészkő, márvány vagy a mészkővel azonos tulajdonságú természetes kőzet zúzaléka. Szerves anyagokkal (humusz, szén, szalma, fa, növényi részek) agyaggal, iszappal, porral szennyezett vagy mállékony tulajdonságú zúzalékot felhasználni nem szabad.

A kereskedelemben kapható mészkőőrlemények szemmérete, (frakció mérete) száma és neve:

- 0-1,0 mm-es 00-ás köliszt és 0-ás kődara
- 1,0-2,5 mm-es I. közúzalék
- 2,5-4,0 mm-es II. közúzalék
- 4,0-7,1 mm-es III. közúzalék
- 7,1-10,0 mm-es IV. közúzalék

A műkőfrakciók (szemcsék) arányait a megdolgozás utáni szemcse megjelenés függvényében egy egységhez viszonyítva a táblázat tartalmazza

<u>zúzalék</u>	<u>szemcse megjelenések</u>		
	<u>finom</u>	<u>közepes</u>	<u>durva</u>
<u>00-0</u>	<u>20</u>	<u>20</u>	<u>20%</u>
<u>I.</u>	<u>40</u>	<u>25</u>	<u>20%</u>
<u>II.</u>	<u>40</u>	<u>35</u>	<u>20%</u>
<u>III.</u>	<u>-</u>	<u>20</u>	<u>20%</u>
<u>IV.</u>	<u>-</u>	<u>-</u>	<u>20%</u>
<u>összesen</u>	<u>100</u>	<u>100</u>	<u>100%</u>

A táblázatban foglalt arányoktól eltérni nem szabad, mert azáltal változhat az elkészített termék szilárdságtani értéke és felületi megjelenése

Egy közepes finomságú keverék adalékanyaga 1m³viszonylatban

20%	00-0 vegyes	370 kg
25%	I.	460 kg
35%	II.	650 kg
20%	III.	370 kg
összesen:		1850 kg

melyhez adagolt cementmennyiség 400 kg CEM II/A-S 42,5 N - kohósalak-portlandcement vagy fehércement.

A gyakorlatban nem készítünk egyszerre 1,0 m³ kész betonhoz szükséges keveréket, hanem annak negyedét, nyolcadát, de legalább annyit, hogy egy keverékhez egész zsák cement legyen adagolható. Leginkább a fenti mennyiség 1/8-át keverjük egyszerre vagyis kereken:

230 kg vegyes zúzalékot, 50 kg cementtel.

Normál közepszemcsés szürke keverék:

20 kg fehér liszt	00	(0,09-0,25 mm)
25 kg fehér dara	0	(0,25-1,0 mm)
60 kg fehér zúzalék	I.	(1,0-2,05 mm)
80 kg fehér zúzalék	II.	(2,5-4,0 mm)
45 kg fehér zúzalék	III.	(4,0-7,1 mm)
230 kg adalék + 50 kg CEM II/A-S 42,5 N - kohósalak-portlandcement .		

Ha világosabb szürke műkövet kívánunk készíteni az 50 kg cementet 2,00 kg litoponnal (szervetlen festék) világosítjuk.

Fehér finomszemcsés keverék:

25 kg fehér kőliszt	00
25 kg fehér kődara	0
120 kg fehér zúzalék	I.
<u>40 kg fehér zúzalék</u>	<u>II.</u>

210 kg adalék +50 kg fehér portlandcement.

Apró szemcsék alkalmazása miatt a cementarány emelkedik (adalékanyag mennyisége kevesebb)

Világossárga finomszemcsés keverék:

35 kg fehér kőliszt	00
15 kg sárga kődara	0
60 kg sárga zúzalék	I.
60 kg fehér zúzalék	I.
20 kg sárga zúzalék	II.
<u>20 kg fehér zúzalék</u>	<u>II.</u>

210 kg adalék + 50 kg CEM II/A-S 42,5 N - kohósalak-portlandcement vagy . A cementet 1,00 kg litopon és 1,50 kg vasoxid sárga festékkel jól összekeverve színezzük.

Piros durvaszemcsés keverék:

25 kg piszkei vörös kőliszt	00
30 kg piszkei vörös kődara	0
50 kg piszkei vörös zúzalék	I.
45 kg piszkei vörös zúzalék	II.
45 kg piszkei vörös zúzalék	III.
<u>45 kg piszkei vörös zúzalék</u>	<u>IV.</u>

240 kg adalék + 50 kg CEM II/A-S 42,5 N - kohósalak-portlandcement

A cementet 2,0-4,0 kg vasoxid vörös festékkel keverve színezzük aszerint, hogy milyen sötétvörös színt kell elérni, illetve milyen a festék színező ereje.

Fekete közepszemcsés keverék

Az adalékanyag frakciónkénti összetétele azonos az „a” keverékkel, de fehér szemes helyett pécsi (kantavári) fekete márványzúzalékot használunk. A 230 kg összes adalékos hozzáadott 50 kg 4,00 kg vasoxid vagy 5,00 k CEM II/A-S 42,5 N - kohósalak-portlandcement 2kg mangánoxid festékkel színezzük.

Fehér, fekete, tarka, spriccelt keverék:

20 kg fehér kőliszt	00
10 kg fehér dara	0
30 kg fehér zúzalék	I
40 kg fehér zúzalék	II.
20 kg fehér zúzalék	III.
15 kg pécsi fekete kődara	0
30 kg pécsi fekete zúzalék	I

40 kg pécsi fekete zúzalékII.
25 kg pécsi fekete zúzalékIII.
230 kg adalék + 50 kg CEM II/A-S 42,5 N - kohósalak-portlandcement

Mauthauseni szürkegránit utánzatú keverék:

20 kg fehér köliszt 00
20 kg fehér kődara 0
80 kg fehér zúzalék I.
40 kg fehér zúzalék II.
10 kg pécsi fekete dara 0
40 kg pécsi fekete zúzalékI.
210 kg adalék + 50 kg CEM II/A-S 42,5 N - kohósalak-portlandcement

Nagyon szép csillogó felületű műkővet kapunk, ha a fehér mészkőzúzalék (I és II jelű) helyett legalább 50% ruskicai márványőrleményt és a fekete 0-s kődara helyett azonos szemnagyságú őrölt ferroszilikátot (üveges kohósalak) használunk. Ez esetben a cementet 2,00 kg litoponnal fehérítjük.

Szürke alapon durva fekete szemcsés keverék:

25 kg fehér köliszt 00
30 kg fehér dara 0
10 kg pécsi fekete zúzalékI.
15 kg pécsi fekete zúzalékII.
60 kg pécsi fekete zúzalékIII.
100 kg pécsi fekete zúzalék IV.
240 kg adalékanyag + 50 kg CEM II/A-S 42,5 N - kohósalak-portlandcement

Aprószemcsés zöldestarka műkökeverék:

25 kg fehér köliszt 00
25 kg fehér kődara 0
50 kg fehér zúzalék I.
50 kg pécsi fekete zúzalékI.
50 kg zöldes zúzalék I.
200 kg adalék + 50 kg fehér cement 3,0kg krómoxid zöld festékkel színezve.

A zöld zúzalék lehet serpentin vagy siklósi zöldes-barna mészkő őrleménye. Utóbbi esetben az 50 kg adalékból 20 kg sárga mészkőzúzalékot kell adagolni. a megadott keverékhez használt cement lehetőleg CEM II/A-S 42,5 N - kohósalak-portlandcement vagy **Extracem** cement legyen. Az ismertetett keverékeken kívül még igen sok más színű és szemnagyságú zúzalékból készíthetünk szép műkővet. Színes műkökeverék összeállításához a cementet a zúzalékszínét megközelítően kell színezni. Különösen csiszolt-fényezett kivitelezésben készült műkökeveréket kell nagy gonddal meghatározni. Színes műkőkészítéshez előnyösen használhatunk fehér portlandcementet, különösen finom színárnyalatok eléréséhez, mert fehér cementtel tisztább és élénkebb színeket tudunk kihozni.

3.2.8 Keverés, konzisztencia

A helyszíni műkőfelhordáshoz szükséges anyagkeveréket valamely receptúra alapján általában szárazon keverik össze (zúzalék, cement és színezőanyag). A száraz keveréket

keverő- dolgozóladába vagy keverőgéppel a kívánt képlékenységnek megfelelő mennyiségű víz hozzáadásával nedvesre keverni.

Előfordul azonban gyakran, hogy a keverék előállításához szemmagyságonként külön zsákolt zúzalék és zsákolt cement áll rendelkezésre, és ezeket a megadott recept szerint az épületen kell összekevernie. Az épületen csak ritkán áll rendelkezésre mérleg, amivel az adalékanyag egyes frakcióit a recept szerint ki lehetne mérni. A kőrleményt tehát szükségszerűen térfogat szerint kell adagolni. Mivel az őrlemény megfelelő tárolás esetén alapjában véve száraz, illetve légszáraz állapotú, a súly és térfogat szerinti adagolás között lényeges eltérés nincs.

A kőrlemény egyes frakcióinak térfogatsúlya megközelítően azonos, nagyobb eltérés csak a kőliszt és kődara (00 és 0) esetében van. Ez az eltérés is főleg attól függően változik, hogy a finom anyagot berázva vagy lazán ömlesztve mérik. A kőrlemény átlagos súlyát 1400 kg/m³-re vehetjük.

A receptúrában súly szerint (kg-ban) megadott adalékanyagok mennyiségét úgy számíthatjuk át térfogatra, hogy az adott kg súlyt 1,4-el osztjuk. Például az „a” normál közepszemcsés szürke keverék receptúrája a következőképpen alakulna térfogat szerinti adagolással:

20 : 1,4 x kereken 14 liter fehér liszt	00
25 : 1,4 x kereken 18 liter fehér dara	0
60 : 1,4 x kereken 43 liter fehér zúzalék	I.
80 : 1,4 x kereken 57 liter fehér zúzalék	II.
<u>45 : 1,4 x kereken 32 liter fehér zúzalék</u>	<u>III.</u>

230 : 1,4 x kereken 164 liter vegyes őrlemény összesen.

Az 50 kg cementet változatlanul súly szerint kell az adalékanyaghoz hozzátenni.

3.2.9 Műkórétég vastagsága

A műkórétéget az aljzatbetonra a műkő igénybevételének (kopás ellenállás) alkalmazási helyének (külső, belső területen felhordott) az időjárás viszontagságainak (fagyhatás) a felület megmunkálás módjának (durva, finom megmunkálás) végül a tervező különleges előírásainak megfelelően különböző vastagságban készítjük. A műkórétég vastagságát ezeken túlmenően meghatározza a műkőbeton adalékanyagának legnagyobb szemcsenagysága is. Nyilvánvaló, hogy nem lehet pl. 1,5cm vastag műkórétéget készíteni olyan keverékből, melyben 1,5 cm-es vagy ennél még nagyobb szemcsék is előfordulhatnak (pl. terrazzo padlóburkolás). A műkórétég vastagságának és az adalékanyag legnagyobb szemmagyságának tekintetében érvényes az a szabály, hogy az adalékanyag szemmagysága nem lehet nagyobb, mint a vastagság 1/4-de, de legalább 1/3-da. Ebből következik, hogy 1,5 cm vastag műkórétégben az adalékszemcse legfeljebb 0,5 cm nagyságú lehet.

A műkórétég vastagságát egyébként a Magyar Szabvány is előírja. A szabvány a műkórétég (betömörített réteg), vastagságát megmunkálása és igénybevétele szerint 1,5-2,5 cm-ben állapítja meg. Ha a műkőfelület durva megmunkálással készül (fogas csákányozás, hegyes vésőzés, bordázás) a réteg vastagságát az igénybevételtől függetlenül 2,5 cm-re kell készíteni. Kopásnak ki nem tett műkő vastagsága – ha finom kőszerű megmunkálással készül – 2,0 cm, és 1,5 cm akkor, ha a felület csiszolt vagy fényezett.

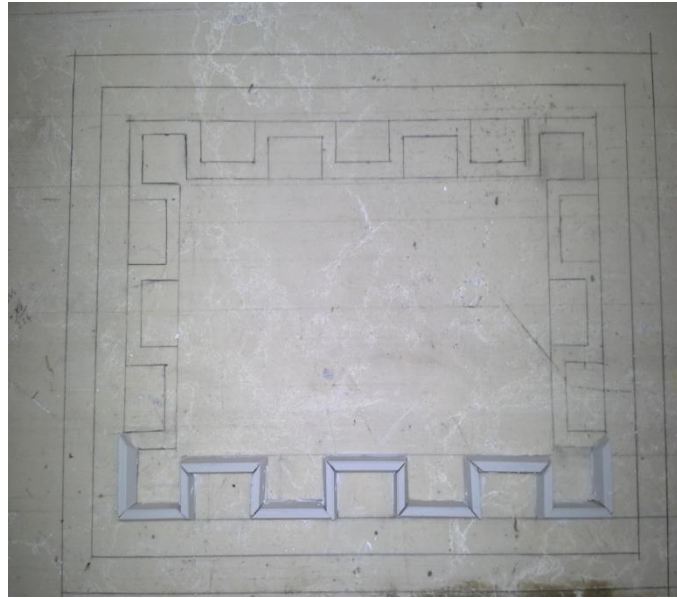
A szabvány nem tesz kivételt fagyhatásnak kitett műkö esetén. A műkö fagyállóságát egyrészt a műköbeton szilárdságának ($2,5\text{kN/cm}^2$), másrészt maximális vízfelvételeinek (10%) előírásával biztosítja. A műköréteg megmunkálás és igénybevétel szempontjából rögzített vastagságának önmagában csak akkor van jelentősége, ha a műköbeton összetétele, bedolgozása, tömörítése a minőségi betonkészítés alapfeltételeinek megfelel. Csak ebben az esetben lehet a szabványban előírt ($2,5\text{kN/cm}^2$) szilárdságú, 10% vízfelvételű, kopás- és fagyálló műkövet előállítani. A műköréteg vastagságát a kiviteli terv és műleírás is tartalmazza, kivételes esetben a szabványtól eltérően nagyobb is lehet.

4. Terrazzóburkolat készítés

A terrazzóburkolat különlegességét az adja, hogy többszínű dekoratív különböző geometriai és ornamentikai díszítőelemeket tartalmaz. Az eltérő színek és mintázatok valamint a felület fényezett változata adja a különlegességet. Mivel a terrazzó is műköüzalék, cement és színezőanyag felhasználásával készül, könnyen mondhatnánk, hogy a kivitelezése nem rejt semmilyen nehézséget, hiszen, aki a műköpadlót lásd lépcsőpihenő meg tudja csinálni az a terrazzót is meg tudja oldani. Azonban azt látni kell, hogy a terrazzó készítőjének a műköfelhordási és megdolgozási ismereten túl szobrászati ismeretekkel, kifinomult térlátással, türelemmel és az idevonatkozó anyag felhordási ismereteivel is rendelkeznie kell.

A helyszínen készített terrazzó alapfelülete megegyezik az egyéb műköpadlók alapfelületével. A műkö felhordás az eltérő színek miatt színenként történik. Az egyes színek, sávok díszítő motívumok kialakítására célszerű, gipsz vagy réz esetleg szilikon gumi sablonokat elválasztókat alkalmazni. Az alkalmazott, sablonok elválasztók szerkezeti vastagsága megegyezik a műköréteg vastagságával. A gipsz elválasztó vagy gipsz sablon alkalmazáskor feltétlenül szem előtt kell tartani a gipsz alapvető tulajdonságát a nedvszívó képességet. Ezért a gipsz sablont vagy a gipsz elválasztót sellakkal vagy nitrolakkal majd formaleválasztóval le kell kezelni és csak ezután szabad beleönteni vagy mellédolgozni a megfelelő konzisztenciájú műkövet. A nagyobb terrazzó sávok felhordása a műköpadló technológiájával megegyező munkaművelet. Az aprólékos finom karakterű motívumokat öntési technológiával lehet kellő tömörségűre felhordani. A terrazzó készítés egyes munkafázisait gondosan meg kell tervezni. A dilatáció kialakítását a megtervezett helyen réz betét alkalmazásával kell megoldani. A rézbetéteket is lehet díszítőmotívumként és a díszítőmotívumok kontúrjaiként alkalmazni. Mivel a terrazzó akkor mutat jól, ha fényes, ezért a felületi csiszolása vizes csiszolást igényel.

Terrazzó elkészítéséhez az alábbi képi ábrák nyújtanak segítséget a még jobb megértéséhez.



54.ábra terrazzó forma felrajzolás és gipszbetétek elhelyezése



55.ábra terrazzó gipszformája beöntés előtti állapot



56.ábra terrazzo beöntési folyamata



57.ábra terrazzo beöntve



58.ábra terrazzó megcsiszolt változatban

5. Gipsz munkák

A gipszmunkák keretében a formák, mint a műkö és a gipsztermékek előállításának fontos kelléke és a mintázás kerül terítékre. A szakmai képzés során már találkoztak a téma valamennyi szakmai tartalmával, de a mester számára a formák és a mintázás újbóli megismerése fontos a különböző szakmai döntések meghozatalában. A szakmai döntések mindig arra irányulnak, hogy az adott feladatot hogyan lehet a lehető legegyszerűbben a leggyorsabban és legolcsóbban megcsinálni. Ehhez a formakészítési folyamatok taglalása helyett néhány gyártóforma bemutatása sok segítséget nyújt. Azt viszont tudni kell, hogy a forma anyagának és szerkezeti megoldásának megválasztása függ a legyártandó mennyiségtől, a legyártandó termék anyagától a legyártandó termék felületi bonyolultságától, súlyától és a legyártandó termék előállításának gyorsaságától. Az egyszerű felületi megjelenésű minták sokszorosításához nem kell a legdrágább anyagokat és forma készítési folyamatokat alkalmazni, de ha terméket a legrövidebb idő alatt kell elkészíteni, akkor a drágább anyagok és a gyors formázási eljárások együttesen jelentik a megrendelői igény kielégítését. Pl.egy homlokzaton az állvány bontásakor derül ki, hogy valamely díszítőelem mégis cserét igényel. A minta jellege nem igényelné a szilikon gumiformát, de még is ezzel az anyaggal lehet a leggyorsabban megoldani az adott problémát. A szilikon anyag költsége jóval drágább, mint a gipszé mégis a drágább anyag jelenti a gyors megoldást.

A formák előállításához felhasználható formázóanyagok és a formák szerkezeti megoldásának sokfélesége az, ami minden kivitelező, szakember számára jelentős segítséget nyújt a különböző szakmai döntések meghozatalában
Formák képekben



59.ábra fa keretforma és rögzítése



60.ábra gipszkeret és darabforma egyben



61. ábra gumidarab forma



62. ábra gumidarabforma gipszmaggal



63. ábra gumidarabforma összeállítva és rögzítve



64. ábra műkődarabforma szétszedve



65. ábra műkö darabforma műkö maggal



66. ábra vegyes forma profilos termék előállításához



67.ábra műgyantaforma műgyanta maggal



68.ábra műgyantaforma összeállítva, rögzítés csavarozással

A formák célja és feladata az adott minta sokszorosíthatósága. Ugyanakkor a mintáról több hasonló egyforma darab elkészítése is fontos lehet. A minta hasonmását abban az esetben tudjuk prezentálni, ha a forma tökéletes és használat közben nem deformálódik, nem kopik és a beöntött anyag erőivel szemben megfelelő ellenérőt fejt ki. A minőségi öntvény elkészítésének csak az egyik feltétele a jó forma. A minőséghez szükséges az öntési technika, valamint az elkészített öntvény szakszerű tárolása is.

A formák megjelenése, szerkezeti megoldása és az öntvények elhelyezési módjai határozzák meg az öntési módokat mind a gipsz mind pedig a műköntvények előállításánál

5.1.1 Öntési módok gipsztermék előállítása esetén

- egyszerű öntés
- felrakásos osztás
- kiforgatásos öntés
- tömöröntés
- üreges öntés:
 - felrakással
 - fröcsköléssel
 - belső magfelhasználással
 - a forma pörgetésével

5.1.2 Mintakészítés

A mintakészítés a szakmán belül a legnagyobb rendű szakmai feladat, hiszen tervrajzok, skiccek, szóbeli információk alapján kell elkészíteni az úgynevezett etalon darabokat, amelyekről később valamilyen sokszorosítási (formázási) megoldással gipsz, műkö vagy betonszerű termékek állíthatók elő.

A mintakészítést egyedi esetekben, ha az egy adott gondolatnak a megvalósítása, és az a megjelenésével művészi hatást eredményez, akkor már szobrászatnak nevezzük. A szobrász mindig egyedi alkotásokra törekszik, az esetek döntő többségében a saját elképzeléseit valósítja meg. Az épületszobrász, a díszítőszobrász pedig főleg a mások elképzeléseit valósítja meg szakmailag a lehető legnagyobb fokon.

A mintakészítés anyaga:

- gipsz,
- agyag,
- plasztilin.
- poleturálapok és tömbök
- homok

Gipszminták fajtái

- gipszhúzásokból készített minta,
- gipszlap és húzásokból összeállított minta,
- faragott gipszminta,
- felhordott gipszminta.

Agyagminták fajtái

- gipszlapra vagy húzásra mintázás,
- összeállított gipszmintára mintázás,
- lapos plasztikájú agyagmintázás,
- körplasztikájú megerősített mintázás,
- körplasztika-mintázás tartóvázal.

Vegyes minták

- gipsz és agyag kombináció
- nikecel és gipsz kombináció



69.ábra Vegyes minta



70.ábra Húzott gipszminta

Gipszminták készítése

A gipszminták készítésének legegyszerűbb változata az úgynevezett **húzott gipszminta**. A minta készülhet gipszhúzásokból, amit méretre vágással és összeállítással alakítunk ki a sokszorosítás céljára. Egy adott minta elkészíthető faragásos eljárással is mivel a gipsz könnyen megmunkálható. A faragásos gipszminták előállítására akkor van szükség, ha a minta olyan lapos plasztikájú, amit agyagból vagy plasztilinből nem érdemes megmintázni.

A felrakásos gipszminta készítésére rendszerint akkor kerül sor, ha sem az agyagból felrakott mintázás, sem a faragásos mintázás nem jöhet számításba.

A vékony szerkezetű felrakásos gipszminták kivitelezéséhez előbb el kell készíteni a fogadóalapot. A kialakított alapon fel kell rajzolni az előállítandó alakzatot, amit pauszpapírra átmásolunk, majd a pauszpapírról kartonpapírra ültethetjük át a rajzot. A kivágott kartonpapírt mintegy ellenőrző sablonként működve segít a befoglaló méretek pontos megtartásában. Az előkészített alapra a felrajzolt minta motívumot mésszel dúsított gipszhabarccsal vagy rimano 3-6mm gipsszel kell kirakni, felépíteni a szerkezeti paraméterek tartása mellett. A mintaalap kialakítása után le kell ellenőrizni a méreteket, a stílushű megjelenést.

A nagyobb terjedelmű, de vázszerkezetet igénylő mintakészítés esetében is hasonló a felrakási technika. .

Az agyagmintázás feltételei:

- tökéletes mintázási felület, fejvasak
- megfelelő minőségű agyag,
- jól megvilágított munkaterület,
- megfelelő vázszerkezet,
- arányérzék, térlátás, stílusismeret,
- mintázó állvány
- megfelelő szerszámok.

Felhasznált szakirodalom

- Tóth József Épületszobrász szakmai ismeretek Pécs 2004
- Kéri Gyula Műkőkészítő szakmai ismeretek Budapest 1965
- Fotók 1-19-ig Hungranit Kamfl János
- Fotók 48-70-ig Tóth József épületszobrászat