

Dr. Balogh Antal
egyetemi adjunktus

Tervezési Segédlet

Függőleges elrendezésű,
hevederes vonóelemű
serleges elevátorok
technológiai tervezése

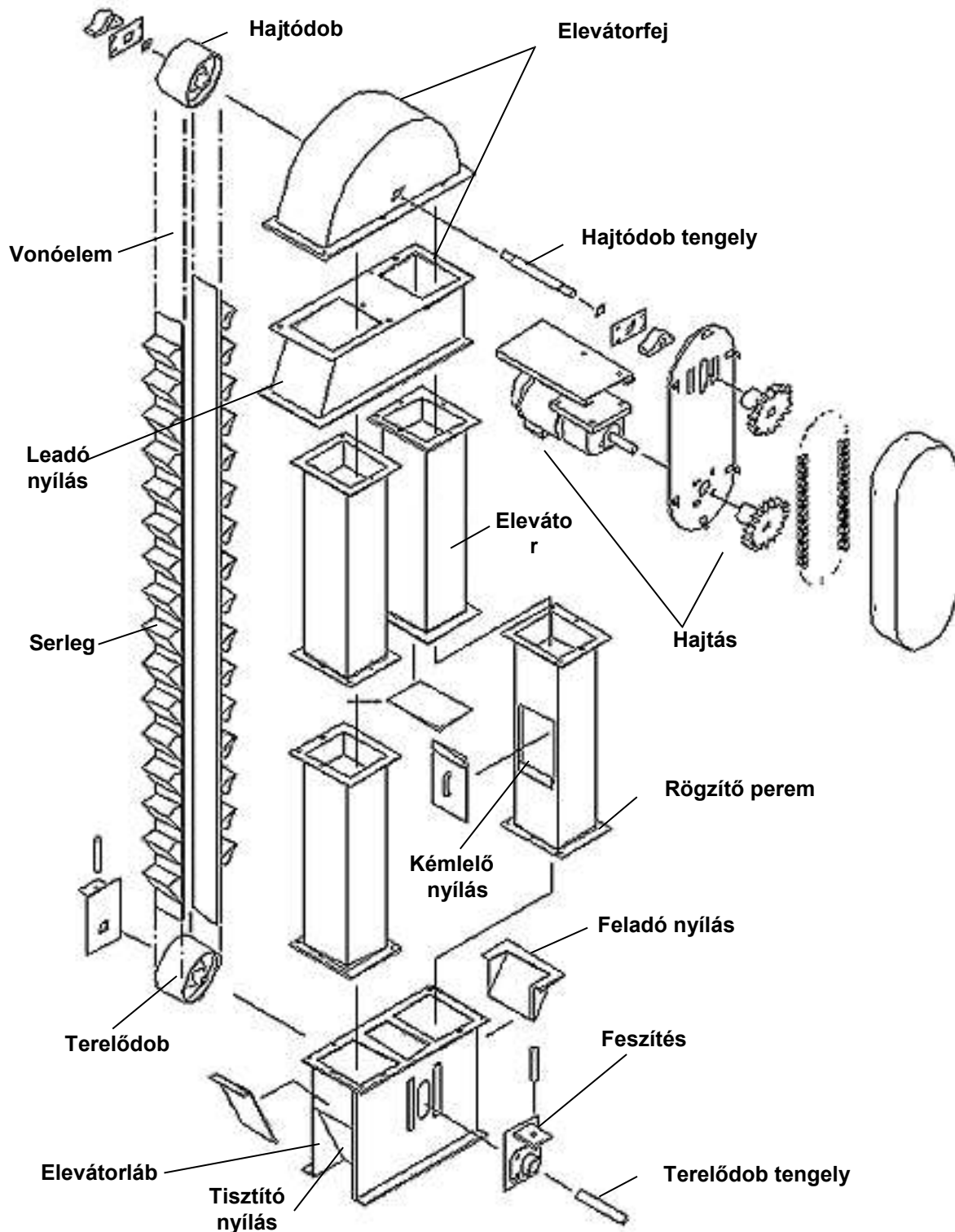
Gödöllő, 2014.

1. A SERLEGES ELEVÁTOROK SZERKEZETI FELÉPÍTÉSE	3
1.1. AZ ELEVÁTOROK ÁLTALÁNOS FELÉPÍTÉSE ÉS FŐ SZERKEZETI EGYSÉGEI	3
1.2. VONÓELEM (Gumi- vagy textilheveder)	5
1.3. SERLEGEK	7
1.4. A SERLEGEK TÖLTÉSE	8
1.5. A SERLEGEK ÜRÍTÉSE	9
1.6. AJÁNLOTT IRODALOM	13
2. A TERVEZÉS LÉPÉSEI	14
2.1. KIINDULÓ ADATOK	14
2.2. ELŐZETESEN MEGVÁLASZTANDÓ PARAMÉTEREK	14
2.3. A HAJTÁS TELJESÍTMÉNYIGÉNYE	17
A kerületi erő meghatározása	17
• Az emelési ellenállás	17
• A gyorsítási ellenállás	18
• A merítési ellenállás	18
• A hajtódobra való ráhajlítás ellenállása	20
• A visszaterelődobra való ráhajlítás ellenállása	22
Az elevátor hajtásának teljesítményigénye:	22
2.4. A VONÓELEMENBEN ÉBREDŐ ERŐK MEGHATÁROZÁSA	22
2.5. A HEVEDER SZILÁRDSÁGI ELLENŐRZÉSE	24
2.6. A HAJTÓTENGELY SZILÁRDSÁGI ELLENŐRZÉSE	25
2.7. AZ ELEVÁTORFEJ BURKOLATÁNAK KIALAKÍTÁSA	26
2.8. EGYÉB SZILÁRDSÁGI ELLENŐRZŐ SZÁMÍTÁSOK	27
3. TÁBLÁZATOK	28
1. táblázat: Hevederes vonóelemű serleges felhordóval szállított anyagok technológiai tulajdonságai	28
2. táblázat: A szájnylás tényező (k_b) értékei	28
3. táblázat: Elevátorserlegek típusai és jellemző adatai	29
4. táblázat: Élelmiszeripari serleges elevátorok főbb paraméterei	31
5. táblázat: A gumiheveder és a hajtódob közötti súrlódási tényező	31
6. táblázat: A heveder négyzetmétersúlya a betétszám és a betétminőség függvényében	32
7. táblázat: A különböző betétszövetek tájékoztató vastagsága	32
8. táblázat: A heveder borítólap vastagsága, általános használatra	33
9. táblázat: A heveder borítólap vastagsága, a hevederszélesség függvényében	33
10. táblázat: A heveder típusok szakítószilárdsága	33
4. MELLÉKLETEK	34
4.1. Elevátorfej kialakítása	34
4.2. Elevátordob kialakítások	35
4.3. Elevátor szár	35
4.4. A erlegek felerősítése és a heveder végtelenítése	35
4.5. Elevátorláb kialakítása	36
4.6. A szerviz pódium és a feljáró létra kialakítása	37
4.7. Az elevátor kikötése	38
4.8. Serlegcsavarok	38
4.9. Pántok a hevederek végtelenítéséhez	39

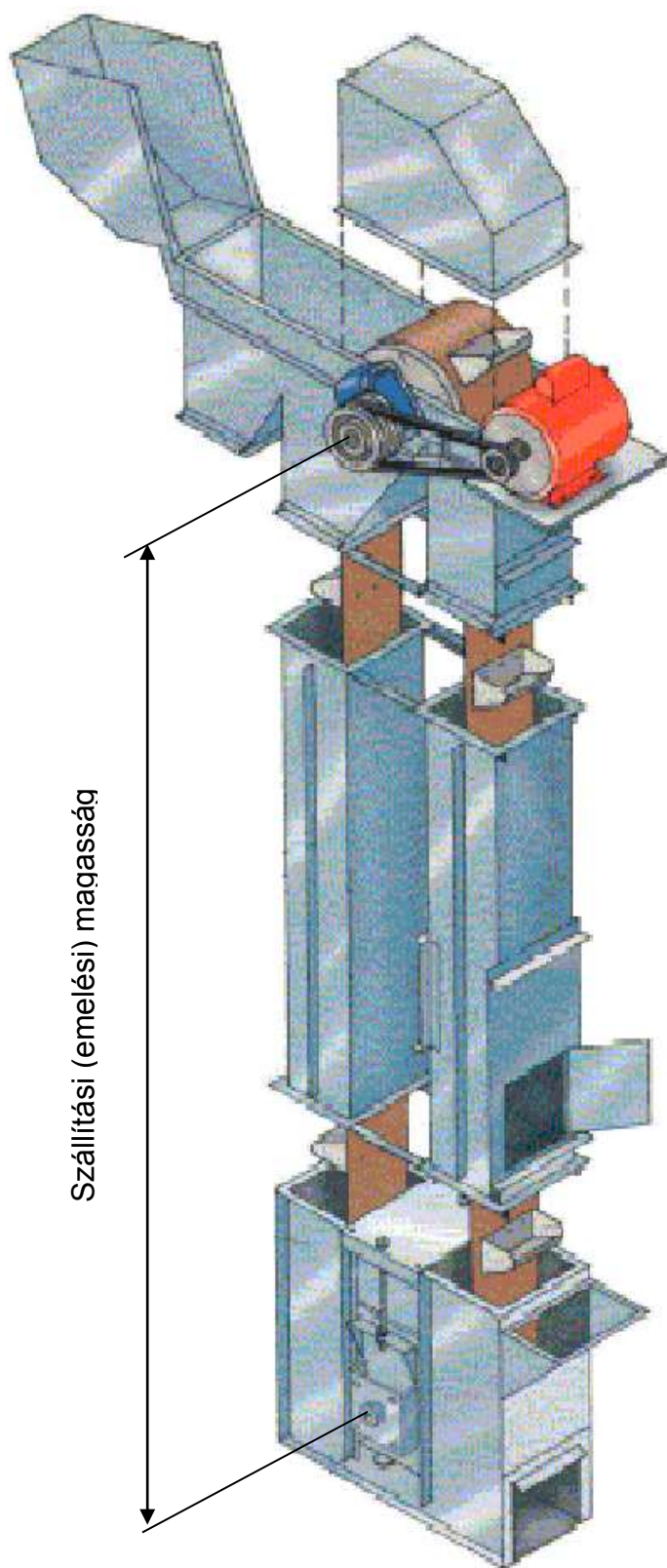
1. A SERLEGES ELEVÁTOROK SZERKEZETI FELÉPÍTÉSE

1.1. AZ ELEVÁTOROK ÁLTALÁNOS FELÉPÍTÉSE ÉS FŐ SZERKEZETI EGYSÉGEI

A hevederes vonóelemű serleges elevátorok általános felépítését és fő szerkezeti elemeit az 1. és 2. ábra szemlélteti.



1. ábra: A hevederes vonóelemű serleges elevátorok általános felépítése és fő szerkezeti egységei



2. ábra: A hevederes vonóelemű serleges elevátorok általános felépítése

1.2. VONÓELEM (Gumi- vagy textilheveder)

- **Alkalmazása:**

Nagy szállítósebességű ($v = 1.0 \sim 4.0$ m/s), közepes szállítómagasságú (~ 30 m-ig), könnyen ömlő, apró szemű és kis darabos anyagokat (gabona, liszt, magvak, szemcsés műtrágya, homok, szén, stb.) szállító függőleges elevátorokhoz.

Erősen koptató, poros anyagok (kokszipor, érc) szállítására ugyancsak kedvezően alkalmazhatók.

- **Méretezése:**

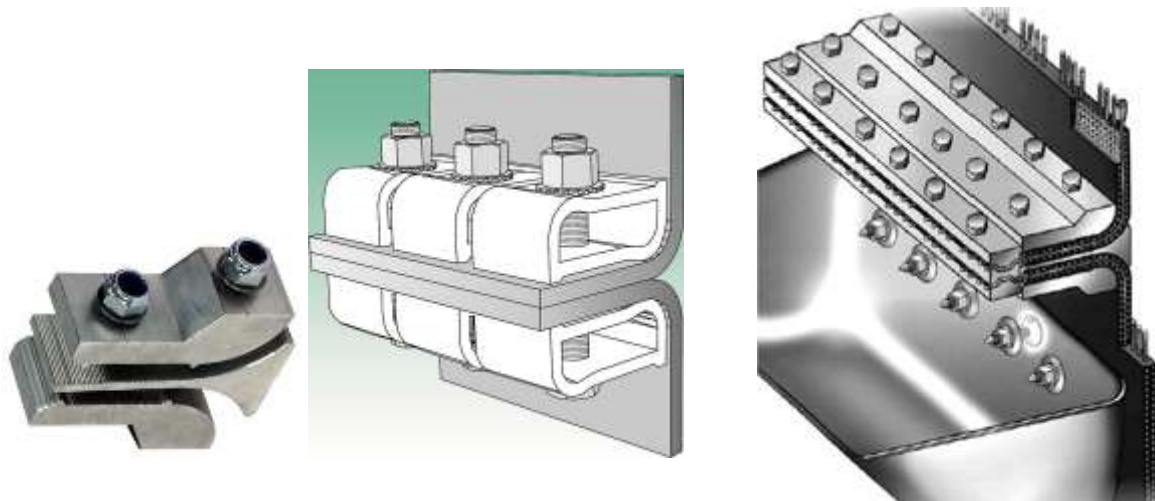
- A szállítószalag hevederekkel azonos módon történik, kialakítása is hasonló, de azoknál általában merevebb, nagyobb szakítószilárdságú textil szövetbetétekből áll.
- A hevederbetétek méretei és minősége az MSZ 2527 alapján választható. A hevederbetétek száma a kisebb hevederszélességeknél is tetszőleges számú lehet a szilárdsági követelményeknek megfelelően;
- A heveder nagyobb igénybevétele, a serlegcsavarok gyengítő hatása, valamint a zárt házban könnyebben előálló sérülések miatt a méretezésnél legalább $n = 12 \sim 14$ értékek közötti *biztonsági tényezővel* kell számolni.

A szükséges betétszámot a szilárdsági szempontokon kívül a serlegcsavarok fejének merev, átszakadás mentes beerősítésének követelménye is befolyásolja.

Ezért a *megengedett legkisebb betétszám*: - könnyű anyagoknál $Z_{\min} = 4$
 - nehéz anyagoknál $Z_{\min} = 5$

A borítógumi rétegvastagsága: - koptató anyagoknál $3 \sim 5$ mm,
 - nem koptató anyagoknál $1 \sim 3$ mm;

- A hevedervégek összeerősítése, ill. végtelenítése csavarokkal összefogott pántokkal történik (3. ábra), vulkanizálást a kis feszítő út következtében szükségessé váló gyakori rövidítések miatt nem célszerű alkalmazni.



3. ábra: Hevedervégek végtelenítése

– A szükséges hevederszélesség előzetes megválasztása:

$$B = b + (30 \dots 100) \quad [\text{mm}]$$

ahol: B - hevederszélesség (mm) b - serlegszélesség [mm]

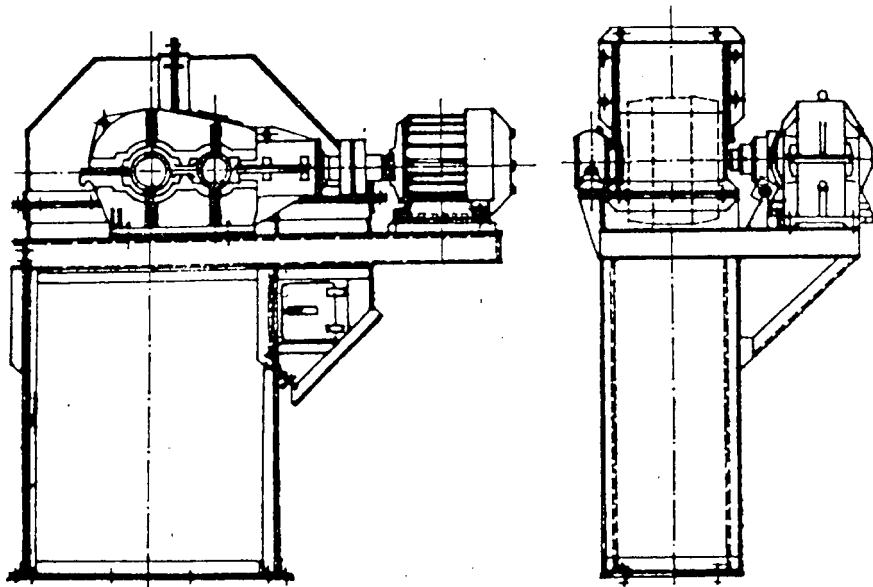
A szokásos hevederszélességek [B, mm]:

100	160	200	250	300	400	500	650	800	1000	1200
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------	------

• **Hajtása:**

A heveder hajtása súrlódással történik, az elevátorok fejhajtásúak, mert így az egyes ágak tömege feszítőerőként használható. A hajtószerkezet általában gördülő csapágyazású hajtótengelyre szerelt doból, az ezzel kapcsolt fordulatszám csökkentő hajtóműből és villamos motorból áll (4. ábra).

A hajtótengelyre - magas berendezéseknél – visszafutás gátló szerkezetet kell felszerelni.



4. ábra: Elevátorhajtás

A hajtódobok átmérője az üritési kötöttségek miatt nem növelhető korlátlanul, a betétszámra vonatkoztatott átmérőviszony ezért kisebb, mint a szállítoszalagoknál.

Általában: $D_h = (100 \dots 125) z$ [mm] ahol: z - a heveder betétszáma

A használatos dobátmérők (D_h , mm):

320	400	500	630	800	1000	1250
-----	-----	-----	-----	-----	------	------

• **Feszítése:**

A feszítőszerkezet az alsó visszaterelő szerkezet (feszítődob) csapágyazásához kapcsolódik és az elevátor burkolatához rögzítik. Legtöbbször súly- vagy csavarorsós feszítőszerkezetet alkalmaznak, s a feszítés útja általában 300 ~ 450 mm, hogy így a vonóelem legalább egy serlegosztással legyen rövidíthető.

A feszítődob mérete (D_f) általában azonos a hajtódob méretével (D_h).

Az előfeszítés mértékét a területi erő biztos (megcsúszás nélküli) átvitele szabja meg, ezért a megcsúszás elkerülésére ellenőrizni kell a szükséges területi erő mértékét.

1.3. SERLEGEK

- **Kiválasztása:**

A szállított anyag tulajdonságai, az elevátor töltési és ürítési viszonyai, illetve az előírt szállítóképesség (Q) alapján történik.

A kiválasztott serleget *darabos, nagyszemcséjű ömlesztett* anyag szállítása esetén még a szemcsék zavartalan befogadása szempontjából is ellenőrizni kell.

Ha ugyanis a serleg szájnyílása (2. táblázat e mérete) a szemcsenagysághoz viszonyítva kicsi, a szemcsék egymást akadályozzák a serlegbe jutásban és annak töltése a számítottnál kisebb lesz.

Ezért:
$$e_{min} = k_b w_{max} \text{ [mm]}$$

ahol: k - a szájnyílás tényező, amely az anyagra megadott w_{max} legnagyobb szemcsenagyság százalékos előfordulásának függvényében a 2. táblázat szerint változik.

- **Kialakítása:**

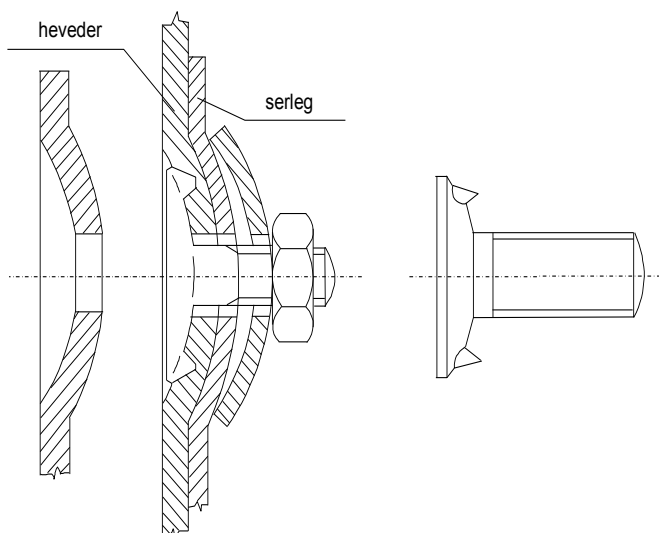
Általában acéllemezről hegesztik, vagy sajtolják (5. ábra). A serleg *falvastagságát mérete* (térfogata) és a *szállított anyag koptató hatása* szabja meg:

- lisztszerű anyagoknál 1...3 mm,
- aprószemű anyagoknál 3...4 mm,
- darabos, abrazív anyagoknál 5...6 mm;



5. ábra. Serleg kialakítások

- **Felerősítése:** Serlegcsavarokkal (MSZ 2352) történik.



6. ábra. a/ A serleg rögzítése

b/ Serlegcsavarok

- **A serlegek névleges sebessége** (v , m/s) az MSZ 05 91.0120 szerint (Megengedett eltérés + 10 %)

1.0	1.25	1.6	2.0	2.5	3.15	4.0	4.5	5.0
-----	------	-----	-----	-----	------	-----	-----	-----

A függőleges elevátorok serlegtípusait és jellemző méreteit a *melléklet 3. táblázata* tartalmazza.

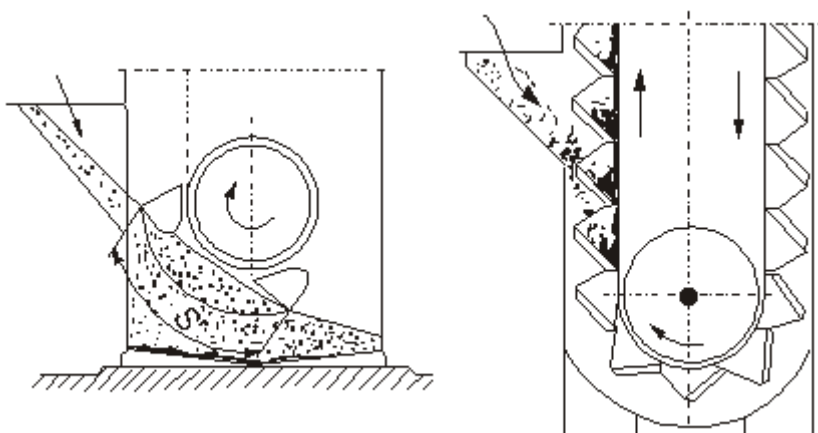
1.4. A SERLEGEK TÖLTÉSE

Az ömlesztett anyag surrantón keresztül érkezik az elevátor lábrészához. A surrantó hossz tengelyének függőlegessel bezárt szöge:

- könnyen ömlő anyagoknál $\leq 45^\circ$
- nehezen ömlő áruféleségeknél $\sim 30^\circ$

A serlegek töltése *merítéssel* vagy *közvetlen adagolással* történik.

- **Merítés:** a szállítandó anyagot az oldalt nyitott, vagy a serlegeknél jóval szélesebb, a szabad hozzáfolyást biztosító zárt elevátorlábból merítik fel a serlegek (7/a. ábra)
 - *alkalmazása:* porszerű, aprószemcsés vagy közepes szemmagyságú, könnyen ömleszthető, kevésbé koptató hatású anyagok töltéséhez.
- **Közvetlen töltés:** a surrantóból az anyag közvetlenül a serlegekbe kerül (7/b. ábra).
 - *alkalmazása:* nagydarabos, nehezen meríthető, koptató hatású anyagoknál;
 - *feltételei:*
 - kis serlegosztás, vagy folytonos serlegelrendezés;
 - szállítási sebesség max. $v = 1 \text{ m/s}$;
 - adagoló surrantónak a serlegszélességnél keskenyebbnek kell lennie, s kialakításának lehetővé kell tennie az élekről lepattanó daraboknak a következő serlegekbe juttatását;
 - célszerű a surrantó elé adagoló berendezést kapcsolni, s ezzel az érkező anyag mennyiségét a serlegtérfogathoz hangolni.



7. ábra: a/ Merítés

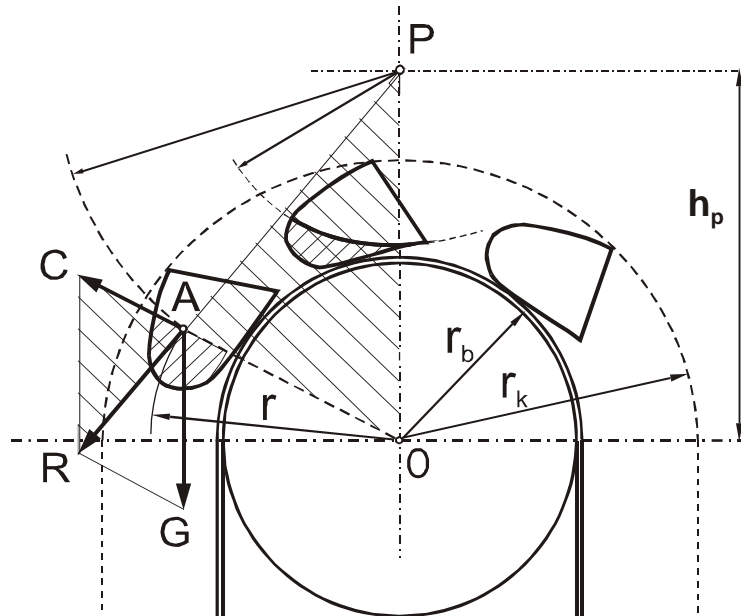
b/ Közvetlen töltés

1.5. A SERLEGEK ÜRÍTÉSE

Az elevátorfej burkolatát, az elvezető surrantó helyét és távolságát az ürítés módjának figyelembevételével kell kialakítani, ezért az ürítési mód pontos megállapítása a tervezéshez elengedhetetlen.

A serlegben lévő anyag kiürítése - az egyenletes ω szögsebességgel, illetve állandó n fordulatszámmal forgó - felső dobban való átfordulás közben fellépő centrifugális erő (C) valamint az anyagra állandóan ható gravitációs erő (G) együttes hatására megy végbe

E két erő eredője a dob függőleges szimmetria tengelyét a serleg bármely helyzetében ugyanazon ponton, az ún. *pólusponton* (P) metszi (8. ábra).



8. ábra: Ürítési erőviszonyok

A póluspont magassága (h_p) a vonalkázott hasonló háromszögek oldalarányai alapján számítható:

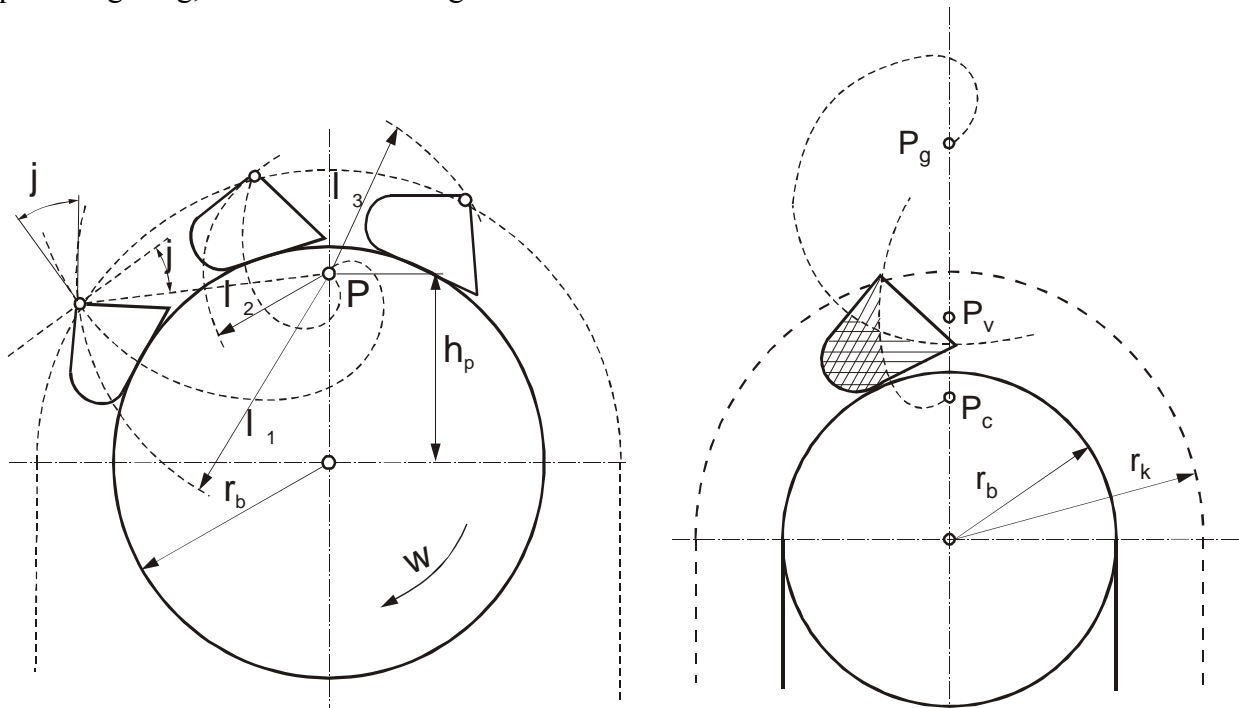
$$\frac{h_p}{r} = \frac{|G|}{|C|} = \frac{m g}{m r \omega^2}$$

amelyből:
$$h_p = \frac{m g r}{m r \omega^2} = \frac{g}{\omega^2} \text{ [m]}$$

A pólusmagasság tehát csak a dob szögsebességétől (fordulatszámától) függ, és független a szemcse serlegben belüli elhelyezkedésétől.

A szállított ömlesztett anyag felszíne a serlegben egy olyan *logaritmikus spirális* mentén helyezkedik el, amely a póluspontból indul ki, és amelynek érintője a póluspontból húzott körív érintőjével az anyag természetes rézsűszögének megfelelő szöget zár be (9/a. ábra).

A spirális meghatározza a serlegben elhelyezhető anyag mennyiségét (V) is az adott pólusmagasság, dobátmérő és serlegállás mellett.



9. ábra: a/ A serlegben lévő anyag felszíne

b/ Póluspont helyzet és az anyagfelszín különböző ürítés típusoknál

A töltési tényező (ϕ) a serlegben elhelyezhető térfogat és a teljes serlegtérfogat (V_0) aránya:

$$\phi = \frac{V}{V_0}$$

Az anyag a serlegből a pólus helyzetétől függően a külső vagy belső serlegélen csúszik ki, vagy pedig a serlegelek érintése nélkül a serlegszájon át távozik (9/b. ábra).

Tehát a serlegürítés lefolyására a póluspont helyzete döntő hatással van, ezért a serleges elevátorokat *ürítés szerint a pólusmagasságnak a serlegek külső (r_k), illetve belső burkolóköréhez (r_b) való viszonya alapján osztályozzuk:*

A **felhordó üzemelési és ürítési módját** a szállított anyag technológiai jellemzői alapján határozhatjuk meg.

- **Gravitációs (belső) ürítésű** az elevátor, ha

$$r_k < h_p$$

Az anyagfelszín a belső serlegélen átvezetett spirális szabja meg, az anyag a belső serlegél érintésével távozik a serlegből.

- *alkalmazásuk:* nagy darabos, nehezen ürülő, összeálló ömlesztett, vagy kisdarabos erősen koptató anyagok szállításához;
- *vonóelemük:* heveder, lánc;
- *elrendezésük:* függőleges, vagy ferde.

A póluspont magasságának szokásos értékei:

$$h_p = (1, 2 \dots 1, 7) D/2$$

ahol: D a hajtódob átmérője.

- **Centrifugális (külső) ürítésű** az elevátor, ha

$$r_b > h_p$$

Az anyagfelszín meghatározó spirális a külső serlegélen megy át, az anyag a serleg külső élének érintésével repül ki (10. ábra).

- *alkalmazásuk:* száraz, szemcsés, szennyeződésmentes, nem nagyon koptató és nem tapadó anyagok szállításához;
- *vonóelemük:* általában gumiheveder;
- *elrendezésük:* függőleges.

A póluspont magassága:

$$h_p = (0,35 \dots 0,8) D/2,$$

- **Vegyes ürítésű** az elevátor, ha

$$r_b < h_p < r_k$$

A szállított anyag a serleget a teljes nyílás felületen keresztül hagyja el.

- *alkalmazásuk:* nagyobb nedvesség tartalmú, szennyezett szemcsés vagy kisdarabos erősen koptató anyagok szállítására;
- *vonóelemük:* heveder, lánc;
- *elrendezésük:* függőleges.

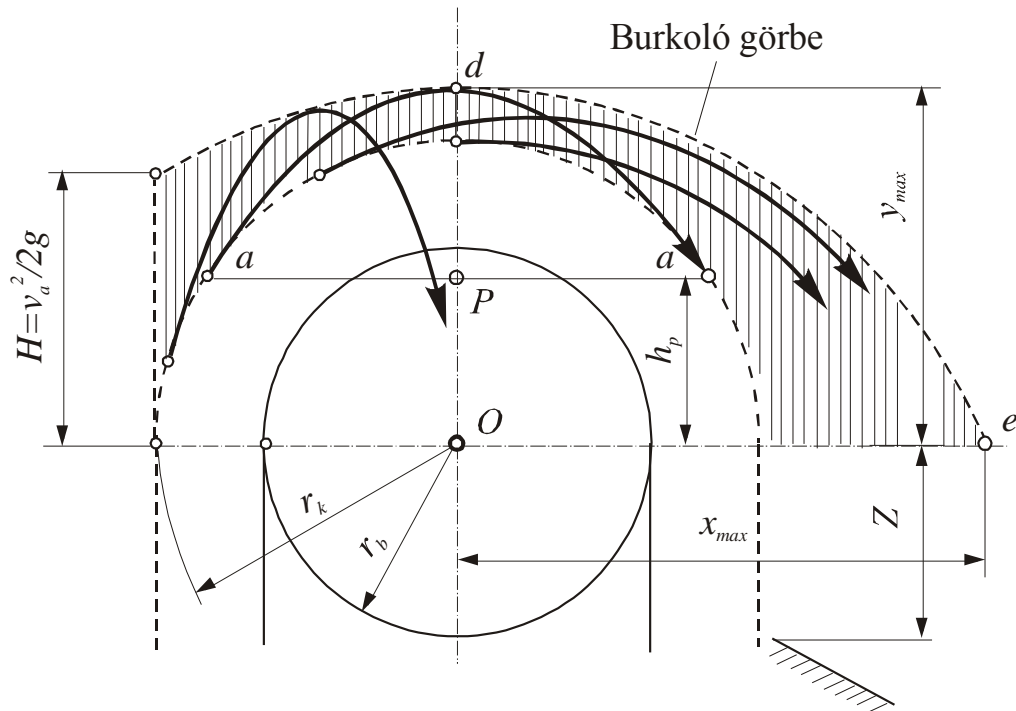
A póluspont magassága:

$$h_p = (0,8 \dots 1,2) D/2.$$



10. ábra. Centrifugális ürítésű elevátor

A kirepülő anyagszemcsék röppályája parabola, ezek burkológörbéje - amely az elevátorburkolat kialakítását megszabja - ugyancsak parabola, mely három pont ismeretében (H , d és e) megszerkeszthető (11. ábra).



11. ábra. A serlegből kirepülő szemcsék pályái

A körmozgás kezdetekor a serlegből kilépő szemcse H magasságra emelkedik:

$$H = \frac{v_k^2}{2g} \text{ [m]}$$

ahol: az anyag sebessége (v_a) azonos a serleg külső élének sebességével (v_k), azaz $v_a = v_k$ [m/s].

A burkoló parabola tetőpontja (d) a dob függőleges szimmetria tengelyére esik, magassága a dob középpontjától (O):

$$y_{max} = \frac{h_p}{2} + \frac{r_k^2}{2h_p} \text{ [m]}$$

A dob vízszintes szimmetria síkjában a legtávolabbra eső anyag dob középpontjától (O) való távolsága (e):

$$\text{tengelyén } x_{max} = \frac{r_k \sqrt{r_k^2 + h_p^2}}{h_p} \text{ [m]}$$

Az elevátor anyagleadó nyílásának alsó részét a dob vízszintes szimmetria síkjától mérten

$$Z = 1,5 r_{dob} \dots 2 r_{dob} \text{ [m]}$$

távolságra ajánlott kialakítani (a nagyobb Z érték a mélyebb serlegekhez javasolt).

A serleges felhordók tervezéséhez további bővebb információk az ajánlott irodalmakban (1.6. fejezet), illetve a mellékletben található.

1.6. AJÁNLOTT IRODALOM

1. **Dr. Benkő J.:** Anyagmozgatás gépei. Logisztika Oktatásért és Kutatásért Alapítvány, Gödöllő, 2003.
2. **Dr. Benkő J.:** Anyagmozgató gépek és eszközök. Szent István Egyetemi Kiadó, Gödöllő, 2013.
3. **Dr. Benkő J.:** Diagram a serleges elevátorok póluspontjának meghatározásához Mezőgazdasági Technika, LV. évf. március, 2014. 2-5 p.
4. **Felföldi L.:** Anyagmozgatási kézikönyv. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1975.
5. **Greschik Gy.:** Anyagmozgató gépek. Tankönyvkiadó, Budapest, 1975.
6. **Hans-Jürgen Zebisch:** Anyagmozgatás. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1975.
7. Szállítás, rakodás, raktározás. MSZ szabványgyűjtemények 78. Szabványkiadó, Budapest, 1984.
8. Serleges elevátor katalógusok, gépkönyvek:
<http://pdf.directindustry.com/pdf/tab/bucket-elevator.html#sePDF>
<http://www.pdfgeni.com/book/bucket-elevator-pdf.html>
<http://www.grainsystems.com/>
www.sweetmfg.com
www.lambtonconveyor.com
www.chiefind.com
<http://www.grainsystems.com>
www.kwa.hu/
<http://www.hevesgep.hu/termekek.htm>, stb. internet címeiken.
7. Serlegek, serlegcsavarok, hevederek:
<http://www.go4b.com/usa/>
<http://www.millelevatorsupply.com>
www.bulksolidsflow.com
www.sanwest.com.au/products/conveyor
www.metalex.com.mk/
www.bechtel-wuppertal.com/products/elevators/
<http://www.tapcoinc.com>
http://www.papernet.hu/taurus2/docs/elevator_hevederek.pdf
www.wearco.com.au
<http://pdf.directindustry.com/pdf/verdi-spa/elevator-buckets/60182-86060-15.html>, stb.
8. Hajtóművek, motorok:
<http://www.agisys.hu>
<http://www.hydromec.hu>
<http://www.wattdrive.hu>
<http://chemplex.hu/motovario/>
<http://iramko.com/>,
<http://www.fabo.hu/>, stb. internet címeiken.



FÜGGŐLEGES ELRENDEZÉSŰ, HEVEDERES VONÓELEMŰ SERLEGES ELEVÁTOROK TECHNOLÓGIAI TERVEZÉSE

2. A TERVEZÉS LÉPÉSEI

Az elevátorok tervezéséhez ismerni kell a kívánatos szállítóképességet (Q), a szállítás magasságát (H), a szállított anyagot és annak technológiai jellemzőit.

A szakaszokra bontott anyagáram esetén a **szállítóképesség**:

$$Q = 3,6v \frac{V_s}{t_s} \rho_h \phi \quad [\text{t/h}],$$

ahol:

- v a vonóelem sebessége [m/s],
- V_s a serlegtérfogat [m³],
- t_s a serlegosztás [m],
- ρ_h a szállított anyag halmazsűrűsége [kg/m³],
- ϕ a töltési tényező ($\approx 0,5 \dots 0,9$).

Ha a vonóelem lánc, akkor a serlegosztás értelemszerűen a láncosztás egész számú többszöröse.

2.1. KIINDULÓ ADATOK

- Szállítóképesség: $Q = 60$ t/h
- Szállítási magasság: $H = 20$ m
- Szállított anyag: **búza** (gabona)

2.2. ELŐZETESEN MEGVÁLASZTANDÓ PARAMÉTEREK

- A kiinduló adatok ismeretében az 1. táblázat alapján:
 - a szállított anyag jellemzői: *halmazsűrűsége* $\rho_h = 750$ kg/m³,
szemcsés, kis darabos, alig koptató, $w < 60$ mm.
 - a töltési tényező $\phi = 0,7$
 - a serleg típusa (alakja): **B** (lapos serleg)
 - az elevátor üzeme és üritési módja: *gyorsjárású, centrifugális üritésű*
 - az ajánlott maximális szállítási sebesség: $v_{max} = 3,0$ m/s.

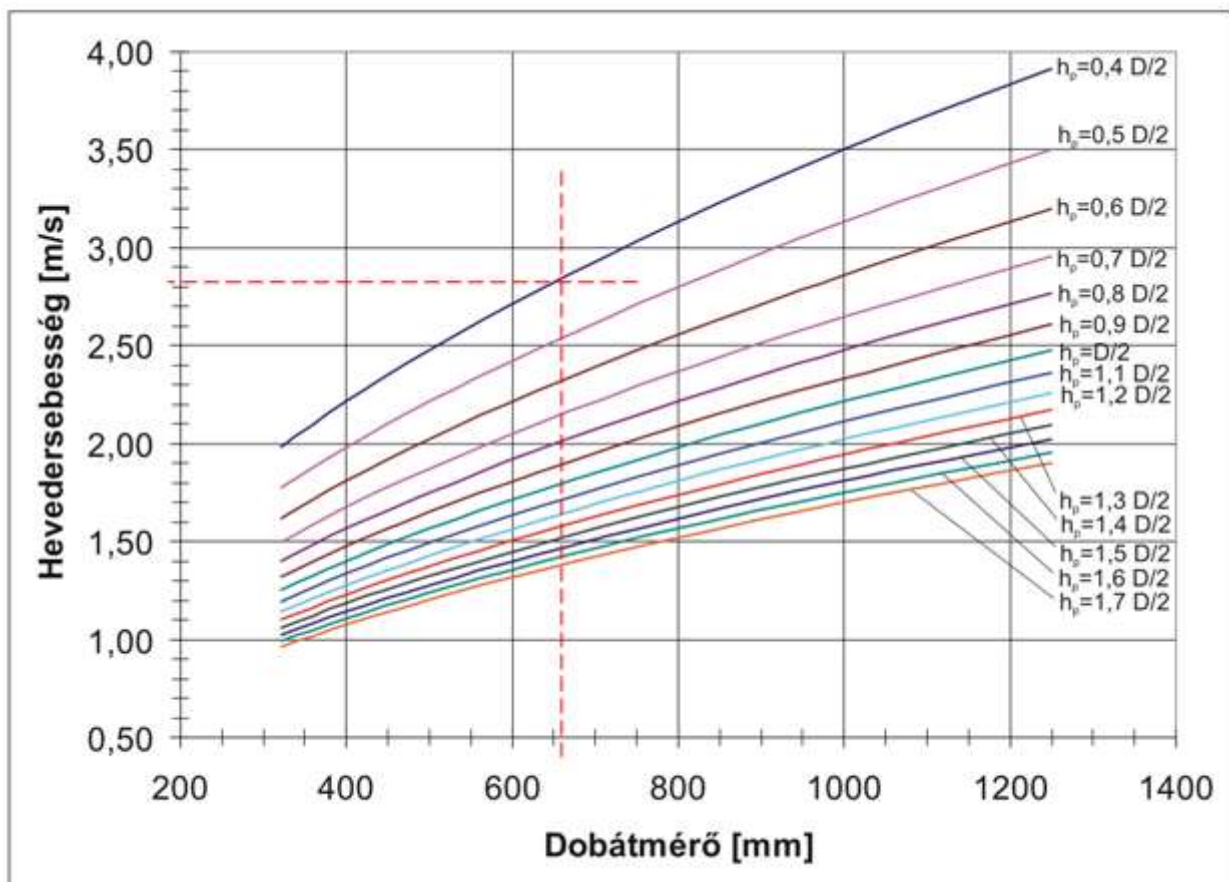
- A választott üzemmód és a maximális sebesség ismeretében az 12. ábrából meghatározható a végleges hevedersebesség (v) és a hajtódob átmérője (D).

Általános szabály, hogy az adott határok között alacsony pólusmagassággal és nagy sebességgel kell dolgozni a szerkezeti méretek csökkentése érdekében. Ennek ellenére előfordulhat, hogy a maximális sebességhez képest a hevedersebességet csökkenteni kell, hogy a szállítóképességgel arányos, megfelelő nagyságú dobátmérőt kapjunk [1].

A diagram használatakor célszerű szem előtt tartani a szabvány által javasolt dobátmérőket (320, 400, 500, 630, 800, 1000, 1250 mm).

Centrifugális ürítés esetén a póluspont magasságának szokásos értékei:

$$h_p = (0,35 \dots 0,8) D/2$$



12. ábra. A hevedersebesség változása a dobátmérő és a póluspont függvényében [1]

Választott hevedersebesség: $v = 2,8$ m/s

A hajtódob átmérője: $D = 630$ mm

A hevedersebesség meghatározása után az adott szállítóképesség (Q) eléréséhez szükséges V_s/t_s viszonyszám a szállítóképességre adott összefüggésből kiszámítható.

A szakaszokra bontott anyagáram esetén a szállítóképesség:

$$Q = 3,6v \frac{V_s}{t_s} \rho_h \phi \quad [\text{t/h}], \quad \text{ebből:} \quad \frac{V_s}{t_s} = \frac{Q}{3,6v \rho_h \phi} \quad [\text{m}^3].$$

Ezután a *serleg táblázatokból* a serleg térfogatot (V_s) úgy kell megválasztani, hogy műszaki szempontból elfogadható serlegosztást (t_s) kapjunk.

A **serlegosztás** közelítőleg: $t_s = \lambda_1 e$ [m], ahol e a serlegkinyúlás [m], és $\lambda_1 = 1,5 \dots 2,5$.

A **serlegszélesség** közelítőleg:

$$b = \lambda_2 e, \text{ ahol a } \lambda_2 = 1,25 \dots 1,2.$$

A serlegtérfogat közelítőleg: $V_s = 0,6 e^2 b = 0,6 \lambda_2 e^3$. Ezt felhasználva, a

$$\frac{V_s}{t_s} = \frac{Q}{3,6 v \rho_h \phi} = \frac{0,6 \lambda_2 e^3}{\lambda_1 e},$$

amelyből az

$$e = \sqrt{\frac{\lambda_1 Q}{2,16 \lambda_2 v \rho_h \phi}}$$

Választva: $\lambda_1 = 1,5$ $\lambda_2 = 1,15$

$$e = \sqrt{\frac{\lambda_1 Q}{2,16 \lambda_2 v \rho_h \phi}} = \sqrt{\frac{1,5 * 60}{2,16 * 1,15 * 2,8 * 750 * 0,7}} = 0,157 \text{ m}$$

Az ajánlott serlegtípusnak megfelelően a *3.1 - 3.5. táblázatokból* a számított e érték alapján választunk serleget:

Szélesség: $b = 250$ mm

Mélység: $e = 160$ mm

Magasság: $h = 170$ mm

Tömeg: $G_s = 1,40$ kg (1,5 mm-es falvastagság)

Úrtartalom: $V_s = 2,24$ dm³

Ezzel a serlegosztás:

$$t_s = \frac{3,6 V_s v \rho_h \phi}{Q} = \frac{3,6 * 0,0224 * 2,8 * 750 * 0,7}{60} = 0,1976 \text{ m} \approx 0,2 \text{ m}.$$

- A szükséges hevederszélesség (B) előzetes megválasztása:

$$B = b + (30 \dots 100) \quad [\text{mm}]$$

ahol: B hevederszélesség (mm),

b serlegszélesség [mm].

A szokásos hevederszélességek [B, mm]:

100	160	200	250	300	400	500	650	800	1000	1200
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------	------

Mivel $b = 250$ mm, így:

$$B = 250 + 50 = 300 \text{ mm}.$$

2.3. A HAJTÁS TELJESÍTMÉNYIGÉNYE

Az elevátor hajtásának teljesítményigénye:

$$P = \frac{F_k v}{1000 \eta} \text{ [kW]}$$

ahol: F_k - a hajtáshoz szükséges kerületi erő [N],
 v - a vonóelem sebessége [m/s],
 η - hajtás összes mechanikai hatásfoka (0.75 ~ 0.85).

A kerületi erő meghatározása

A hevederes vonóelemű elevátor *hajtásához szükséges kerületi erő* a vonóelem mozgása közben fellépő *ellenállások* összegzésével határozható meg:

$$F_k = F_e + F_{gy} + F_m + F_{h1} + F_{h2} \text{ [N]}$$

ahol: F_e - az emelési ellenállás [N],
 F_{gy} - a gyorsítási ellenállás [N],
 F_m - a merítési ellenállás [N],
 F_{h1} - a hevedernek a hajtódobra való ráhajlításához szükséges erő [N],
 F_{h2} - a hevedernek a visszaterelő dombra való ráhajlításához szükséges erő [N].

- **Az emelési ellenállás**

$$F = q_a H \text{ [N]}$$

ahol: q_a a szállított anyag 1 folyóméter serlegágra eső súlya [N/m],
 H a szállítási magasság [m].

Az ömlesztett anyagok adagokra bontott szállításakor a szállított anyag 1 folyóméter serlegágra eső súlyát az adagoknak a vonóelem mentén történő egyenletes elosztásával kapjuk:

$$q_a = \frac{V_s}{t_s} \rho_h \phi g \text{ [N/m]}$$

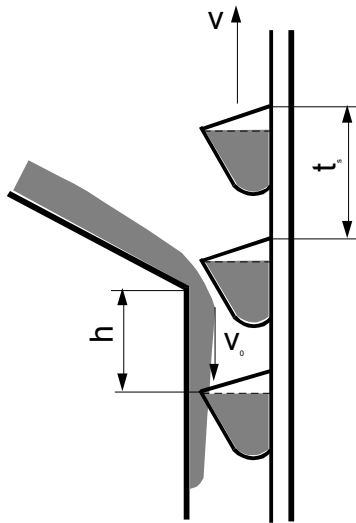
ahol: g - a nehézségi gyorsulás [m/s²]

$$q_a = \frac{V_s}{t_s} \rho_h \phi g = \frac{0,00224}{0,2} * 750 * 0,7 * 9,81 = 57,68 \text{ N/m}$$

A szállítási magasság $H = 20$ m, így az emelési ellenállás:

$$F = q_a H = 82,404 * 20 = 1153,66 \text{ [N]}$$

- **A gyorsítási ellenállás**



$$F_{gy} = Q (v - v_0), \text{ illetve}$$

$$F_{gy} = \frac{q_a \cdot v}{g} (v - v_0) \text{ [N]}$$

ahol:

v a hevedersebesség [m/s],

v_0 az anyagfeladás közepes sebessége [m/s].

$$v_0 = \sqrt{2 g h} \text{ [m/s]}$$

ahol: $h \cong t_s \cong 0,2$ m, a közepes esési magasság.

$$v_0 = \sqrt{2 g h} = \sqrt{2 * 9,81 * 0,2} = 1,98 \text{ m/s}$$

$$F_{gy} = \frac{q_a \cdot v}{g} (v - v_0) = \frac{57,68 * 2,8}{9,81} * (2,8 - 1,98) = 13,49 \text{ N.}$$

- **A merítési ellenállás**

$$F_m = f_k \frac{L_m \cdot q_a}{g} \text{ [N]}$$

ahol: f_k - a serlegosztástól függő csökkentő tényező,

L_m - a fajlagos merítési munka [Nm/kg].

Az f_k tényező értéke a relatív serlegkövetési idő (T_s) ismeretében az 13. ábra alapján választható ki.

A relatív serlegkövetési idő: $T_s = 0,224 \frac{t_s}{e \cdot v} \text{ [s]}$

ahol: e - a vonóelemtől mért serlegkinyúlás [m],

t_s - a serlegosztás [m],

v - a vonóelem sebessége [m/s].

$$T_s = 0,224 \frac{t_s}{e \cdot v} = 0,224 * \frac{0,2}{0,16 * 2,8} = 0,10 \text{ s.}$$

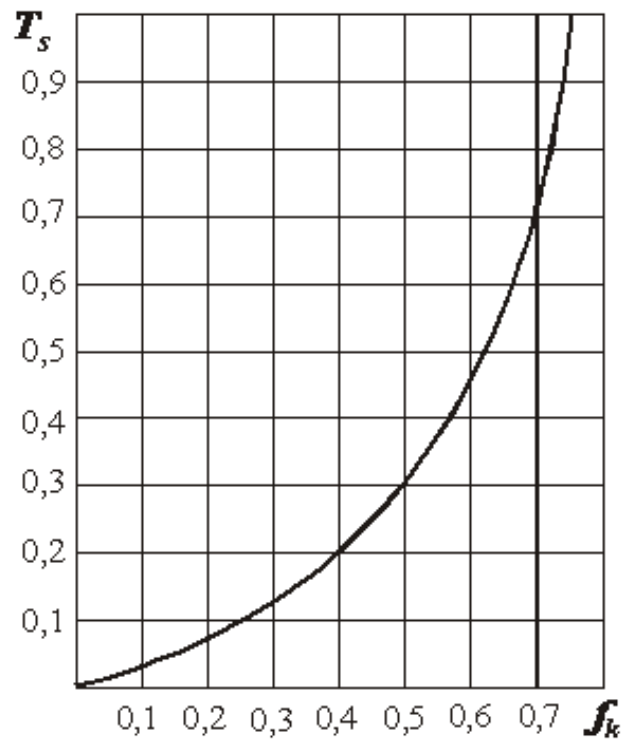
A T_s ismeretében az 2. ábra alapján az f_k tényező értéke: $f_k = 0,10$.

A fajlagos merítési munka (L_m) értéke a szállított anyag és a vonóelem sebessége függvényében a 14. ábra alapján vehető fel:

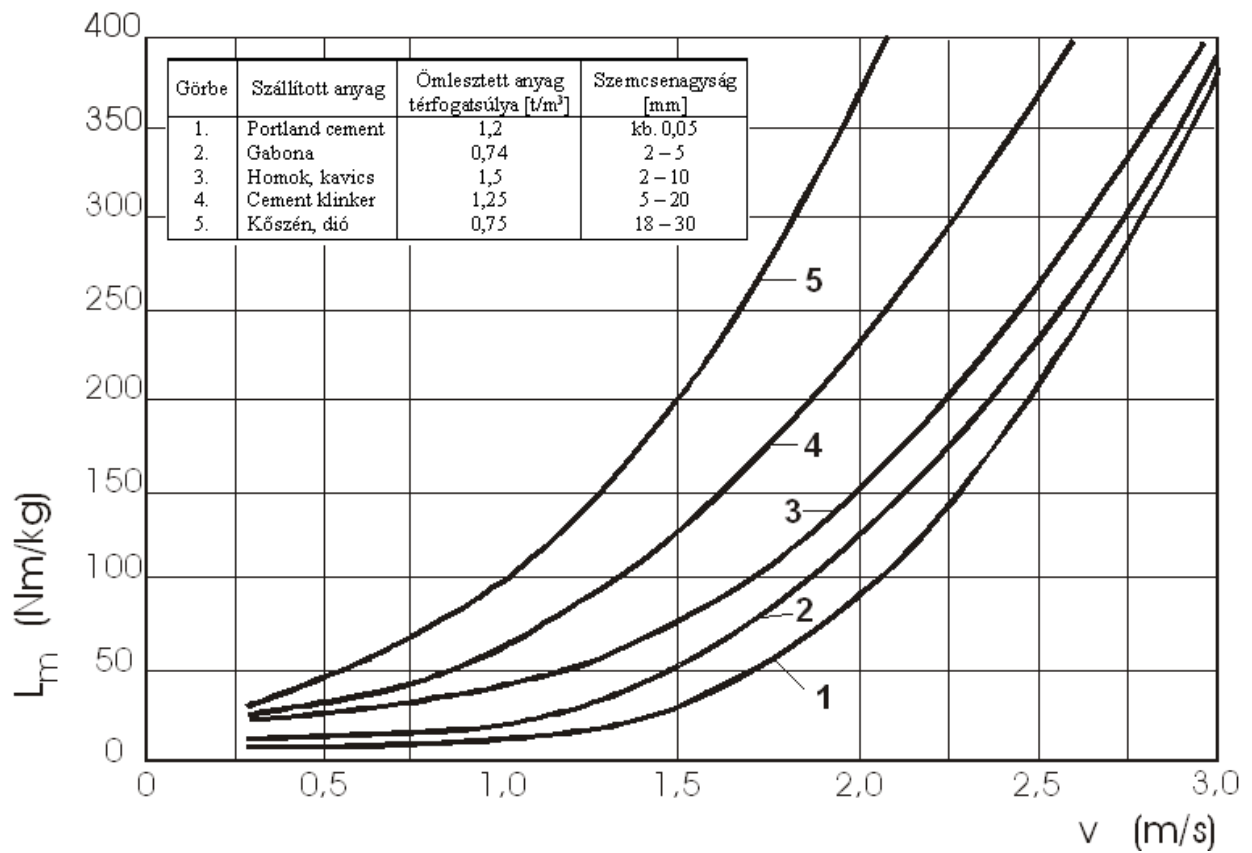
$$L_m \cong 300 \text{ Nm/kg.}$$

A merítési ellenállás:

$$F_m = f_k \frac{L_m \cdot q_a}{g} = 0,25 * \frac{300 * 57,68}{9,81} = 441,00 \text{ [N].}$$



13. ábra. Az f_k serlegosztástól függő tényező és a relatív serlegkövetési idő (T_s) összefüggése



14. ábra. A legfontosabb anyagok fajlagos merítési munkája

● **A hajtódobra való ráhajlítás ellenállása**

$$F_{h1} = 2\kappa (2\xi B + T_1 + T_2) \frac{s}{D}$$

- ahol: κ segédtényező: - textilbetétes hevedernél $\kappa = 0,09$
 - acélhuzalos hevedernél $\kappa = 0,12$
- ξ segédtényező: - textilhevedernél $\xi = 14000 \text{ N/m}$
 - acélhuzalos hevedernél $\xi = 20000 \text{ N/m}$
- B a heveder szélessége [m],
 T_1 a hajtódobra való felfutáskor ébredő erő [N],
 s a heveder vastagsága [m],
 T_2 a hajtódobról való lefutáskor ébredő erő [N],
 D a hajtódob átmérője [m].

Mivel a kerületi erő (F_k) nem ismert, ezért az összefüggésben szereplő T_1 maximális vonóerő az alábbi tapasztalati képlettel határozható meg:

$$T_1 \cong 1,15 H (q_a + k q) \text{ [N]}$$

- ahol: k a mozgási ellenállások együtthatója, hevederes elevátornál:
 - mély és lapos serlegekhez $k = 2,5$
 - hegyes serlegekhez $k = 2,0$
- q az üres serlegág folyóméter súlya [N/m].

A T_1 maximális vonóerő számításához, illetve a segédtényezők felvételéhez és a heveder vastagságának megadásához előzetesen hevedert kell választani.

A heveder nagyobb igénybevétele, a serlegcsavarok merev, átszakadás mentes beerősítésének követelménye, valamint a zárt házban könnyebben előálló sérülések miatt a *megengedett legkisebb betétszám*:

- könnyű anyagoknál $Z_{\min} = 4$,
 - nehéz anyagoknál $Z_{\min} = 5$.

A borítógumi rétegvastagsága: - koptató anyagoknál $3 \sim 5 \text{ mm}$,
 - nem koptató anyagoknál $1,5 \sim 3 \text{ mm}$.

Előzetesen válasszunk **B 63** típusú hevedert, **4** betéttel.

A szállított anyag és a hevederszélesség alapján a felső és az alsó gumiborítás vastagsága egyaránt 1,5 mm-re vehető fel (8-9. táblázat).

A heveder négyzetméter súlya 99 N/m^2 (6. táblázat), egy betét vastagsága 1,8 mm (7. táblázat).

A mozgási ellenállások együtthatója a választott serlegtípus alapján $k = 2,5$.

A segédtényezők értékei a textilbetétes heveder esetén $\kappa = 0,09$, és $\xi = 14000 \text{ N/m}$.

Fentiek ismeretében az üres serlegág folyóméter súlya:

$$q = q_h + q_s \text{ [N/m]}$$

ahol: q_h a heveder méterenkénti súlya [N/m],

q_s a serlegek folyóméter súlya [N/m].

A négyzetméter súlyból a heveder folyóméter súlya:

$$q_h = 99 B = 99 * 0,3 = 29,7 \text{ N/m.}$$

A serlegek folyóméter súlya a serleg súlya ($G_s = 1,40 \text{ kg}$) alapján:

$$q_s = \frac{G_s g}{t_s} = \frac{1,4 * 9,81}{0,2} = 68,67 \text{ N/m.}$$

Ezzel az üres serlegág folyóméter súlya:

$$q = q_h + q_s = 29,27 + 68,67 = 98,4 \text{ N/m.}$$

A T_1 maximális vonóerő:

$$T_1 \cong 1,15 H (q_a + k q) = 1,15 * 20 (57,68 + 2,5 * 98,4) = 6982,98 \text{ N.}$$

A hajtódobról való lefutáskor ébredő erő:

$$T_2 = q H + F_f \text{ [N]}$$

ahol: F_f az ágankénti előfeszítő erő, hevedernél: $F_f = \frac{F_{f\ddot{o}}}{2}$ [N].

Az $F_{f\ddot{o}}$ összes előfeszítő erő mértékét a vonóelem nyugodt járása, illetve a súrlódó hajtásnál a kerületi erő átadásához szükséges lefutó oldali húzóerő biztosítása szabja meg. Értéke a konstrukciótól függően:

$$F_{f\ddot{o}} = 500 \sim 2000 \text{ N között vehető fel.}$$

Előzetesen válasszunk $F_{f\ddot{o}} = 500 \text{ N}$ előfeszítő erőt, amelyet később a megcsúszás elkerülésére ellenőrizni, illetve szükség esetén korrigálni kell.

Ezzel a hajtódobról való lefutáskor ébredő erő:

$$T_2 = q H + F_f = 98,4 * 20 + 500 = 2217,40 \text{ N.}$$

A heveder vastagsága:

$$s = z s_1 + s_2 + s_3 \text{ [mm]}$$

ahol: $z = 4$ a heveder betétszáma,

$s_1 = 1,8 \text{ mm}$ egy betét vastagsága,

$s_2 = 1,5 \text{ mm}$ a felső borítás vastagsága,

$s_3 = 1,5 \text{ mm}$ az alsó borítás vastagsága.

$$s = 4 * 1,8 + 1,5 + 1,5 = 10,2 \text{ mm} = 0,0102 \text{ m.}$$

Az előzőek alapján a hajtódobra való ráhajlítás ellenállása:

$$F_{h1} = 2\kappa (2\xi B + T_1 + T_2) \frac{S}{D} = 2 * 0,09(2 * 14000 * 0,3 + 6982,98 + 2217,4) * \frac{0,0102}{0,63} = 51,29 \text{ N}$$

● **A visszaterelődobra való ráhajlítás ellenállása**

$$F_{h2} = 4\kappa (\xi B + F_f) \frac{S}{D} \text{ [N]}$$

ahol: D a feszítődob (alsódob) átmérője [m],

(A feszítődob mérete általában azonos a hajtódob méretével)

$$F_{h2} = 4\kappa (\xi B + F_f) \frac{S}{D} = 4 * 0,09(14000 * 0,3 + 500) * \frac{0,0102}{0,63} = 38,86 \text{ N.}$$

Az ellenállások ismeretében **az elevátor hajtásához szükséges kerületi erő:**

$$F_k = F_e + F_{gy} + F_m + F_{h1} + F_{h2} = 1153,66 + 13,49 + 441,0 + 51,29 + 38,86 = \mathbf{1698,3 \text{ N.}}$$

Az elevátor hajtásának teljesítményigénye:

$$P = \frac{F_k v}{1000 \eta} = \frac{1698,3 * 2,8}{1000 * 0,8} = 5,99 \text{ kW}$$

ahol: $\eta = 0,85$ a hajtás összes mechanikai hatásfoka.

2.4. A VONÓELEMENBEN ÉBREDŐ ERŐK MEGHATÁROZÁSA

A maximális húzóerő a hajtódobra való felfutás helyén ébred:

$$T_{max} = T_1 = F_k + T_2 = 1763,52 + 2217,40 = 3980,92 \text{ N}$$

A lefelé menő vonóelem ágban a legnagyobb húzóerő a hajtódobtól való elválás helyén ébred, amely az üres serlegág súlyerejéből és az ágankénti előfeszítő erőből tevődik össze:

$$T_2 = q H + F_f = 2217,40 \text{ N}$$

Az előfeszítés mértékét - az előbbiek értelmében - a kerületi erő biztos (megcsúszás nélküli) átvitele szabja meg, ezért a megcsúszás elkerülésére ellenőrizni kell a szükséges előfeszítő erőt.

Eytelwein szerint:

$$\frac{T_1}{T_2} \leq e^{\mu\alpha}$$

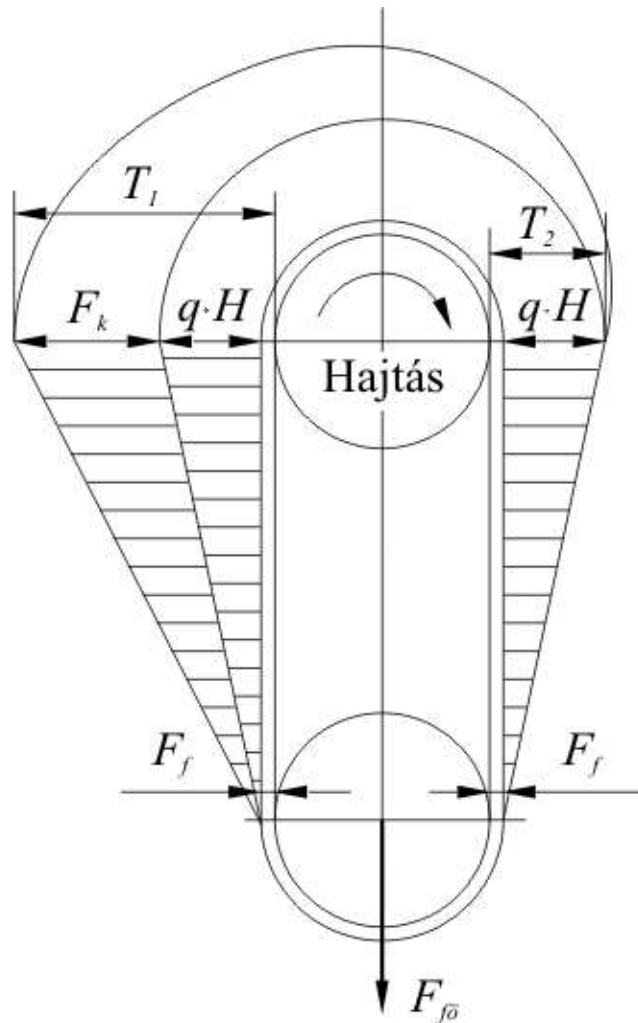
ahol: μ a heveder és a hajtódob közötti súrlódási tényező,
 α a körülfogási szög ($\alpha = 180^\circ$).

A heveder és a hajtódob közötti súrlódási tényező az 5. táblázat alapján, esztergált acél dobot és kissé poros üzemet feltételezve $\mu \cong 0,2$ -re vehető fel.

$$\frac{T_1}{T_2} \leq e^{\mu\alpha} = \frac{3915,7}{2217,40} \leq e^{0,2*\pi} = 1,766 \leq 1,874.$$

Mivel az egyenlőtlenség fennáll, a heveder nem csúszik meg a hajtódobon, a kerületi erő súrlódással átvihető. Ellenkező esetben az előfeszítő erő értékét korrigálni (növelni) kell.

A vonóelemenben ébredő erőket az ún. *húzóerő diagramban* ábrázolhatjuk.



15. ábra: Húzóerő diagram

Az elevátor hajtásához szükséges teljesítmény (5,59 kW) alapján hajtómotort, illetve hajtóművet választunk. A hajtómű áttételét (i) úgy kell megválasztani, hogy a kimenő fordulatszám a hajtó tengely fordulatszámának közelébe essen. Az esetleges eltérés alapján kiszámítandó a tényleges szállítósebesség és a tényleges szállítóképesség, s az eltérés nem haladhatja meg az **5 %** -ot;

Az elméletileg szükséges fordulatszám:

$$n = \frac{60v}{D\pi} = \frac{60*2,8}{0,63*3,14} = 84,93 \text{ 1/min.}$$

2.5. A HEVEDER SZILÁRDSÁGI ELLENŐRZÉSE

Az elevátor *vonóeleme* az előzőekben kiszámított T_1 legnagyobb húzóerőre méretezendő. A *heveder* szilárdsági méretezése a szállítószalagokkal azonos módon végezhető, figyelembe véve a 1.2. fejezetben leírtakat.

Az ép betéthosszúság (L) meghatározása a serlegcsavarok furatainak, illetve tüskéinek gyengítő hatását tekintetbe véve végzendő el.

Az *ép betét* hossza:

$$L = B_{\acute{e}} z \text{ [m]}$$

ahol: z a betétek száma,

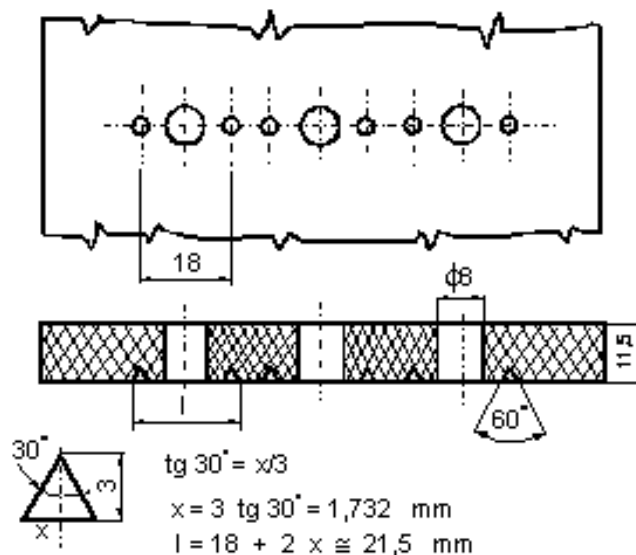
$B_{\acute{e}}$ az ép szélességi méret [m].

$$B_{\acute{e}} = B - (n l) \text{ [m]}$$

ahol: B a választott heveder szélessége [m],

n a serlegcsavarok (furatok) száma,

l egy csavar tüskéi közötti távolság [m].



11.ábra. Példa az ép szélességi méret meghatározására

A betétben ébredő feszültség: $\sigma_{\acute{e}} = \frac{T_1}{L} \text{ [N/m]}$

A megengedhető terhelés: $F_{meg} = L p \text{ [N]}$

ahol: p fajlagos szakítóerő hosszirányban [N/m] (10. táblázat).

A biztonsági tényező: $n = \frac{F_{meg}}{T_1}$; ill. $n = \frac{\sigma_{meg}}{\sigma_{\acute{e}}} \geq 8 \sim 10$

2.6. A HAJTÓTENGELY SZILÁRDSÁGI ELLENŐRZÉSE

A tengelykapcsolón átadott csavaró nyomaték:

$$M_{cs} = (T_1 - T_2) \frac{D_h}{2} = F_k \frac{D_h}{2} \quad [\text{Nm}]$$

A hajtó tengelycsonkon ébredő csavaró feszültség:

$$\tau = \frac{M_{cs}}{K_p} \quad [\text{N/m}^2]$$

Az indítás általában üresen történik, ekkor a tengelyt csak a hevederágakban fellépő T_2 erő, illetve a dob súlyereje terheli.

Azonban üzemhiba esetén tele serlegekkel kell az indítást végezni, ezért a hajlító nyomatékok, illetve a hajlításból származó legnagyobb feszültséget az alábbiak alapján számítjuk.

A tengelyben ébredő legnagyobb hajlító nyomaték:

$$M_h = F \cdot k \quad [\text{Nm}]$$

ahol: $F = T_1 + T_2 + G \quad [\text{N}]$

T_1 a felfutó ág terhelése $[\text{N}]$,

T_2 a lefutó ág terhelése $[\text{N}]$,

$$G = G_1 + G_2 \quad [\text{N}]$$

ahol: G_1 a dob súlyereje $[\text{N}]$,

G_2 a tengely súlyereje $[\text{N}]$,

k - a veszélyes keresztmetszet távolsága $[\text{m}]$.

Az ébredő hajlítófeszültség:
$$\sigma_h = \frac{M_h}{K} \quad [\text{N/m}^2]$$

Az indításkor az összetett igénybevétel hatására ébredő feszültséget az alábbiak szerint határozhatjuk meg, majd ez alapján ellenőrizzük, hogy a választott anyagminőség az indításkor jelentkező nagyobb igénybevételnek is megfelel-e.

A hajtótengelyt ezt követően lehajlásra is ellenőrizendő !

Az összetett igénybevételből származó feszültség:

$$\sigma_{red} = \sqrt{\sigma_h^2 + 4 \tau^2} \quad [\text{N/m}^2]$$

A tengelyben megengedhető feszültség:
$$\sigma_{meg} \geq \sigma_{red}$$

A tengely ellenőrzése a billenő nyomatékból adódó igénybevételre

Az indításkor fellépő billenőnyomaték:

$$M_b = (1,75 \sim 2) M_n \quad [\text{Nm}]$$

ahol: M_n a névleges nyomaték:

$$M_n = \frac{P_n \eta}{2 \pi n} \quad [\text{Nm}]$$

ahol: P_n a hajtómű névleges teljesítménye [W]

η a hajtómű hatásfoka,

n a hajtódob fordulatszáma [1/s].

A billenő nyomaték hatására ébredő csavaró feszültség:

$$\tau = \frac{M_b}{K_p} \quad [\text{N/m}^2]$$

2.7. AZ ELEVÁTORFEJ BURKOLATÁNAK KIALAKÍTÁSA

Az elevátorfej burkolat kialakításához meg kell határozni a kirepülő anyagszemcsék burkológörbéjének jellemző pontjait (lásd 1.5 fejezet).

A körmozgás kezdetekor a serlegből kilépő szemcse H magasságra emelkedik:

$$H = \frac{v_k^2}{2g} \quad [\text{m}]$$

ahol: v_k a serleg külső élének sebessége [m/s]

$$v_k = r_k \omega \quad [\text{m/s}]$$

ahol: r_k a serleg külső élének sugara [m]

$$r_k = r_{dob} + e = 315 + 160 = 475 \text{ mm} = 0,475 \text{ m}$$

$$\omega = \frac{v}{r_{dob}} = \frac{2,8}{0,315} = 8,89 \text{ 1/s}$$

$$v_k = r_k \omega = 0,475 * 8,89 = 4,22 \text{ m/s}$$

Ezzel:

$$H = \frac{v_k^2}{2g} = \frac{4,22^2}{2 * 9,81} = 0,91 \text{ m}$$

A burkoló parabola tetőpontjának (d) magassága:

$$y_{max} = \frac{h_p}{2} + \frac{r_k^2}{2h_p} \quad [\text{m}]$$

ahol: h_p a póluspont távolsága: $h_p = \frac{g}{\omega^2} = \frac{9,81}{8,89^2} = 0,12 \text{ m}$

$$y_{max} = \frac{h_p}{2} + \frac{r_k^2}{2h_p} = \frac{0,12}{2} + \frac{0,475^2}{2 * 0,12} = 0,97 \text{ m}$$

A dob középpontjától (O) legtávolabbra eső anyagszemcse (e) távolsága:

$$x_{max} = \frac{r_k \sqrt{r_k^2 + h_p^2}}{h_p} = \frac{0,475 * \sqrt{0,475^2 + 0,12^2}}{0,12} = 1,88 \text{ m}$$

2.8. EGYÉB SZILÁRDSÁGI ELLENŐRZŐ SZÁMÍTÁSOK

- A heveder és a hajtótengely szilárdsági ellenőrzését követően méretezendő, illetve kiválasztandó:
 - a hajtótengely csapágyazása (a várható élettartam elevátorok csapágyazásánál 20.000 ~ 30.000 üzemóra között elegendő);
 - a hajtódob rögzítő retesze (felületi nyomásra és nyírásra);
 - az esetleges hegesztett kötések (pl. hajtódobnál);
 - az alkalmazandó tengelykapcsoló, a hajtás egyéb elemei (lánc, lánckerék, ill. ékszíj, ékszíjtárcsa).

3. TÁBLÁZATOK

1. táblázat: Hevederes vonóelemű serleges felhordóval szállított anyagok technológiai tulajdonságai

Szállított anyag			Töltési tényező ϕ	Serleg-alak	Ajánlott üzem és ürítés mód	Ajánlott max. száll. sebesség v [m/s]
Jellemzői	Megnevezése	Halmaz-sűrűsége ρ_h [kg/m ³]				
Poros, száraz	Szénpor	700	0,7	A	Gyorsjárású, centrifugális $h_p=(0,35 - 0,8) D/2$	2,7
	Cement	1200	0,8	A		2,5
	Liszt	500	0,9	B		3,5
Apró szemcsés, nyirkos, tapadós	Föld	1700	0,7	B	Gyorsjárású, centrifugális v. vegyes $h_p=(0,8 - 1,2) D/2$	2,4
	Homok (nedves)	2100	0,4	B		2,5
	Homok (száraz)	1600	0,7	A		2,5
	Cukor	700	0,8	B		2,7
	Konyhasó	800	0,8	B		2,5
	Szuperfoszfát	800	0,8	B		2,5
Szemcsés, kis darabos, alig koptató ($w < 60$ mm)	Árpa	650	0,7	B	Gyorsjárású, centrifugális $h_p=(0,35 - 0,8) D/2$	3,0
	Búza	750	0,7	B		3,0
	Zab	550	0,8	B		3,0
	Kukorica	700	0,7	B		3,0
	Köles	700	0,8	B		3,0
	Rozs	700	0,8	B		3,0
	Hüvelyesek fejtve)	850	0,7	B		2,8
Szemcsés, kis darabos erősen koptató ($w < 60$ mm)	Kőzúzalék	1600	0,8	D	Lassú járású, gravitációs $h_p=(1,2 - 1,7) D/2$	0,8
	Vasérc	2100	0,8	D		0,8
	Salak (kazán)	1400	0,6	D		1,0
	Kavics (nedves)	2000	0,7	A	Gyorsjárású, centrifugális v. vegyes $h_p=(0,8 - 1,2) D/2$	2,0
	Kavics (száraz)	1700	0,7	A		2,0
	Hamu (kazán)	900	0,8	A		2,0
Közepes és nagy darabos, alig koptató ($w > 60$ mm)	Répa	650	0,5	A	Gyorsjárású, centrifugális $h_p=(0,35 - 0,8) D/2$	2,0
	Burgonya	750	0,6	A		2,0

A - mély serleg, **B** - lapos serleg, **D** – éles-szögű serleg

2. táblázat: A szájnyílás tényező (k_b) értékei

Legnagyobb méretű darabok előfordulása (%)	10	25	50	75	100
k_b	2,0	2,5	3,2	4,0	4,8

3. táblázat: Elevátorserlegek típusai és jellemző adatai

3.1. táblázat: *B* típusú, lapos serlegek könnyű anyagokhoz (pl. liszt, dara)

Szélesség <i>b</i>	Mélység <i>e</i>	Magasság <i>h</i>	Egy serleg tömege [kg] ha a falvastagság						Térfogat [dm ³]
			[mm]						
			0,88	1	1,5	2	3	4	
80	75	67	0,13	0,15					0,10
100	90	80	0,20	0,22	0,33				0,16
125	106	95	0,28	0,32	0,48	0,64			0,28
160	125	112		0,48	0,70	0,96			0,50
200	140	125		0,65	0,95	1,30	1,90		0,80
250	160	140		0,86	1,30	1,75	2,60		1,25
315	180	160			1,80	2,40	3,60	4,80	2,00
400	200	180				3,25	4,90	6,50	3,15
500	224	200					6,60	8,80	5,00

3.2. táblázat: *B* típusú, lapos serlegek szemcsés anyagokhoz (pl. gabona)

Szélesség <i>b</i>	Mélység <i>e</i>	Magasság <i>h</i>	Egy serleg tömege [kg] ha a falvastagság						Térfogat [dm ³]
			[mm]						
			0,88	1	1,5	2	3	4	
80	75	80	0,14	0,16					0,17
100	90	95	0,21	0,24	0,36				0,30
125	106	112	0,30	0,34	0,51	0,68			0,53
160	125	132		0,5	0,75	1,00			0,90
200	140	150		0,68	1,02	1,40	2,10		1,40
250	160	170		0,94	1,40	1,90	2,80		2,24
315	180	190			1,95	2,60	3,85	5,20	3,55
400	200	212				3,55	5,30	7,10	5,60
500	224	236					7,20	9,60	9,00

3.3. táblázat: B típusú, középnyelű serlegek tapadós anyagokhoz (pl. cukor)

Szélesség <i>b</i>	Mélység <i>e</i>	Magasság <i>h</i>	Egy serleg tömege [kg] ha a falvastagság						Térfogat [dm ³]
			[mm]						
			2	3	4	5	6	8	
160	140	160	1,23	1,86					0,95
200	160	180	1,66	2,57	3,46				1,50
250	180	200	2,24	3,63	4,48				2,36
315	200	224		4,56	6,08	7,85			3,75
400	224	250		6,06	8,15	10,30			6,00
500	250	280			11,50	14,40	17,30		9,50
630	280	315			16,10	20,20	24,30		15,00
800	315	355				27,50	33,30	44,30	23,60
1000	355	400				38,20	46,00	61,62	37,50

3.4. táblázat: A típusú, síkhátaljú mély serlegek nehéz, porszerű anyagokhoz (pl. homok, cement, szénpor)

Szélesség <i>b</i>	Mélység <i>e</i>	Magasság <i>H</i>	Egy serleg tömege [kg] ha a falvastagság						Térfogat [dm ³]
			[mm]						
			2	3	4	5	6	8	
160	125	160	1,17	0,15					1,20
160	140	180	1,38	0,22					1,50
200	140	180	1,59	0,32	3,24				1,90
200	160	200	1,85	0,48	3,76				2,36
250	160	200	2,15	0,65	4,37				3,00
250	180	224	2,49	3,77	4,96				3,75
315	180	224		4,44	5,95	7,72			4,75
315	200	250		5,09	6,82	8,59			6,00
400	224	280		7,03	9,40	11,80			9,50
500	250	315			12,80	16,10	19,40		15,00
630	280	355			17,60	22,10	26,60		23,60
800	315	400				30,60	36,90	49,60	37,50
1000	355	450				42,00	50,30	67,00	60,00

3.5. táblázat: A típusú, görbe hátlapú mély serlegek könnyen folyó vagy gurulós anyagokhoz (pl. pernye, burgonya)

Szélesség <i>b</i>	Mélység <i>e</i>	Magasság <i>h</i>	Egy serleg tömege [kg] ha a falvastagság						Térfogat [dm ³]
			[mm]						
			2	3	4	5	6	8	
160	140	200	1,51	2,28					1,50
200	160	224	2,04	3,07	4,15				2,36
250	180	250	2,74	4,14	6,56				3,75
315	200	280		5,59	7,41	9,46			6,00
400	224	315		7,72	10,40	13,00			9,50
500	250	355			14,10	17,70	21,40		15,00
630	280	400			19,20	24,10	29,00		23,60
800	315	450				32,50	39,30	52,50	37,50
1000	355	500				44,50	53,50	71,20	60,00

4. táblázat: Élelmiszeripari serleges elevátorok főbb paraméterei

A heveder sebessége <i>v</i> [m/s]		1,0	1,25	1,6	2,0	2,5	3,15	4,0	5,0
A heveder szélessége B [mm]	Betétszám								
	3, 4, 5	100	160	200	250	300	400		
	4, 5, 6	500	650	800					
A hajtó- és feszítődobok átmérője D [mm]		320	400	500	630	800	1000	1250	

(MSZ 05 91.0120 szerint)

5. táblázat: A gumiheveder és a hajtódob közötti súrlódási tényező

A hajtódob felületének anyaga	A hajtódob felülete üzem közben		
	nedves vagy poros	kissé poros vagy nyirkos	száraz
Esztergált acél	0,10- 0,15	0,15- 0,20	0,30
Alumínium	0,15- 0,20	0,25- 0,30	0,40
Fával bevont	0,10- 0,15	0,20- 0,25	0,35
Szövettel vagy gumival bevont	0,15- 0,20	0,20- 0,30	0,40
Hornyo1t gumibevonatú	0,30- 0,35	0,35- 0,40	0,50
Kerámiai bevonatú	0,35- 0,40	0,40- 0,45	0,55

6. táblázat: A heveder négyzetmétersúlya a betétszám és a betétminőség függvényében

A heveder betétszáma és betétminősége		A heveder négyzetmétersúlya (N/m ²)			
		2/1,5	3/2	4/2	5/2
		felső és alsó borítógumi vastagságok esetén (mm)			
2	B 63	69	88	99	121
3	B 63	84	102	113	136
4	B 63	99	117	128	150
5	B 63	112	131	142	165
2	R 125	72	89	101	124
3	R 125	88	105	117	140
4	R 125	104	121	133	156
5	R 125	120	138	141	172
6	R 125	136	153	165	188
3	EP 125	78	95	107	130
4	EP 125	90	108	119	142
5	EP 125	103	120	132	155
6	EP 125	116	133	144	167
2	R 160	77	94	106	129
3	R 160	95	112	124	147
4	R 160	114	131	142	165
5	R 160	132	149	161	184
6	R 160	150	167	179	202
3	EP 160	82	99	110	133
4	EP 160	96	113	124	147
5	EP 160	109	127	138	161
6	EP 160	123	140	152	175
3	EP 200	88	105	116	140
4	EP 200	104	121	132	155
5	EP 200	119	137	148	171
3	R 250	132	150	161	184
4	R 250	163	181	192	215
5	R 250	194	212	223	246
6	R 250	225	242	254	277

7. táblázat: A különböző betétszövetek tájékoztató vastagsága

Betétmínőség jele	B 63	R 125	EP 125	R 160	EP 160	EP 200	R 250
Vastagság [mm]	1,80	1,25	0,80	1,40	1,00	1,15	2,24

8. táblázat: A heveder borítólapp vastagsága, általános használatra

Szállított anyag	A borítógumi vastagsága [mm]	
	felső	alsó
<i>Nem koptató hatású anyagok</i>		
gabona, forgács	1,5	1,5
gyapot, cement és cementpor	2	1,5
szén	3	1,5
<i>Kis mértékben koptató anyagok</i>		
homok	3	1,5
talaj	4	1,5
kisdarabos szén	5	1,5
Mészke, meddő (hulladék)	4	1,5...2
<i>Szögletes zúzott kő</i>		
50 mm db méret alatt	5	1,5...2
50 mm db méret felett	6...7	2...3
Nagy sűrűségű göröngyök	6	3...4
Szögletes idomok	7...8	3...4

9. táblázat: A heveder borítólapp vastagsága, a hevederszélesség függvényében

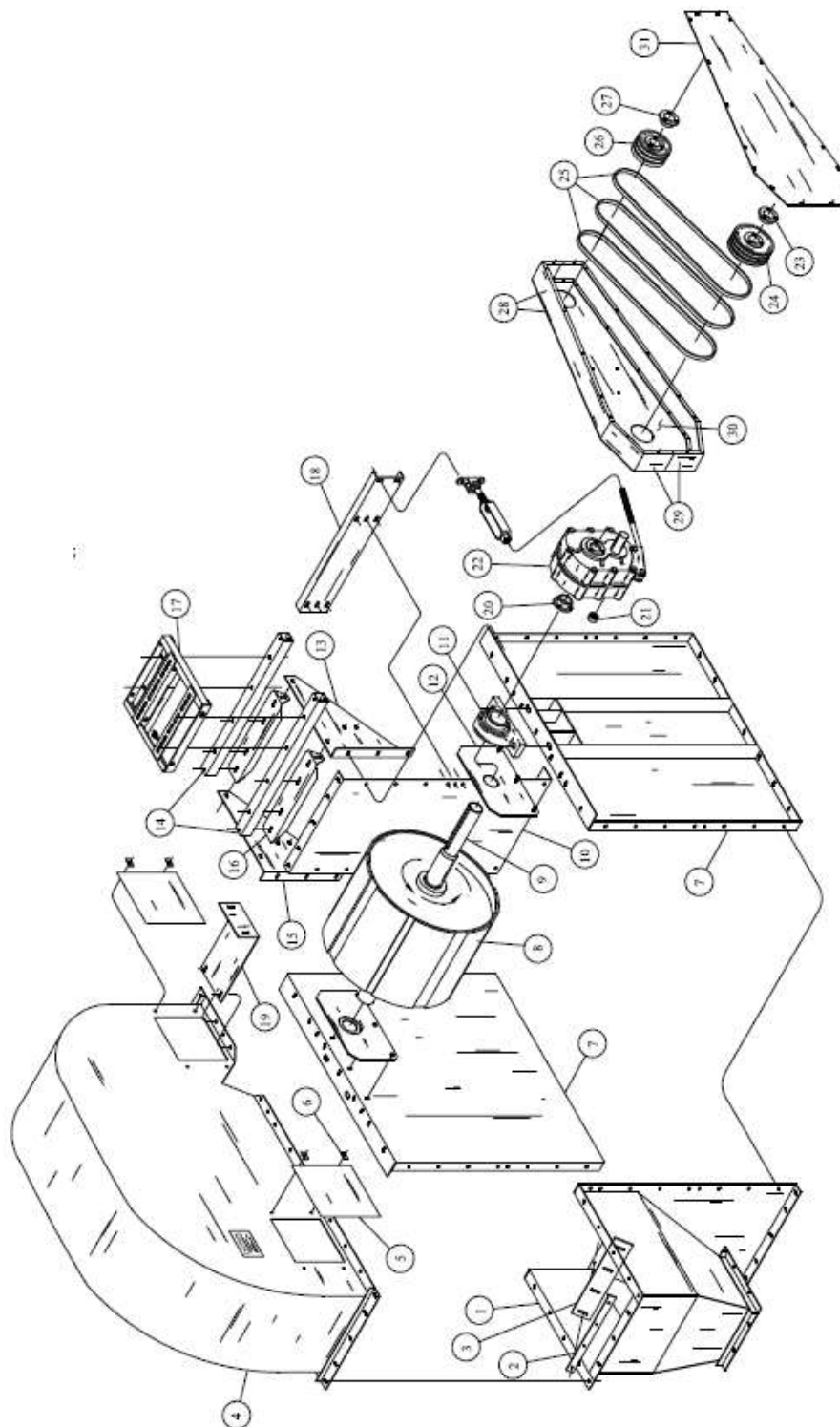
A heveder szélessége B [mm]	A borítógumi vastagsága [mm]		
	Az alsó oldalon	A szállító oldalon	
		gyengén	erősen
koptató anyagokhoz			
400, 500	1,5...2	1,5...2	3...4
650, 800, 1000, 1200, 1400	2	2...3	3...6
1600, 1800, 2000	2	2...4	4...6

10. táblázat: A heveder típusok szakítószilárdsága

Fajlagos szakítószilárdság [N/cm]	Betétszámok						
	B 63	R 125	EP 125	R 160	EP 160	EP 200	R 250
	betétminőségeknél						
1000	2						
1250	2						
1600	3						
2000		2	2				
2500	4	2	2				
3150	5	3	3	2	2		
4000		4	4	3	3	2	
5000		4	4			3	2
6300		5	5	4	4		3
8000				5	5	4	4
10000						5	4
12500							5

4. MELLÉKLETEK

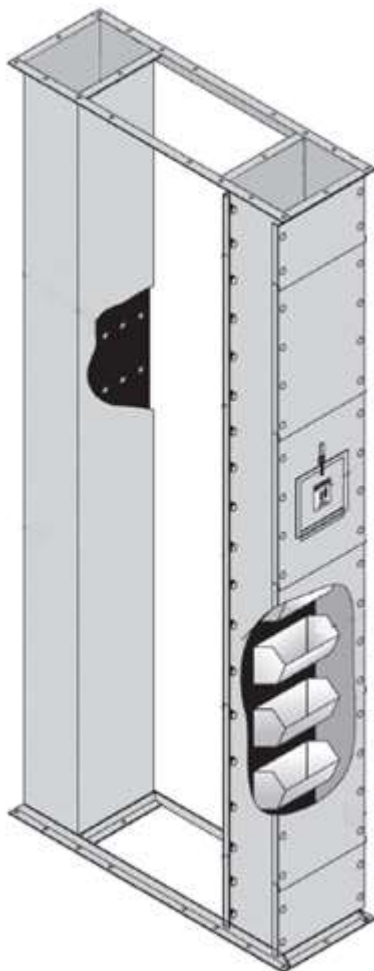
4.1. Elevátorfej kialakítása



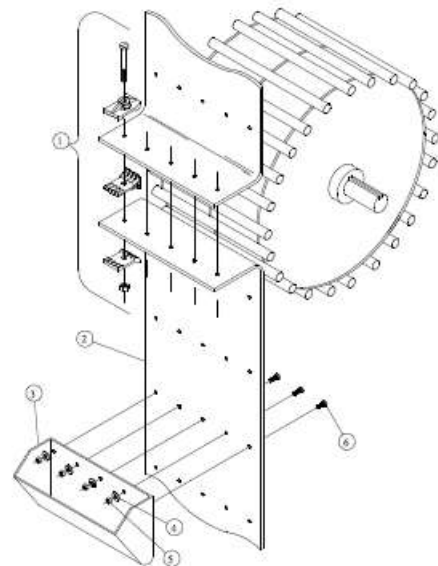
4.2. Elevátordob kialakítások



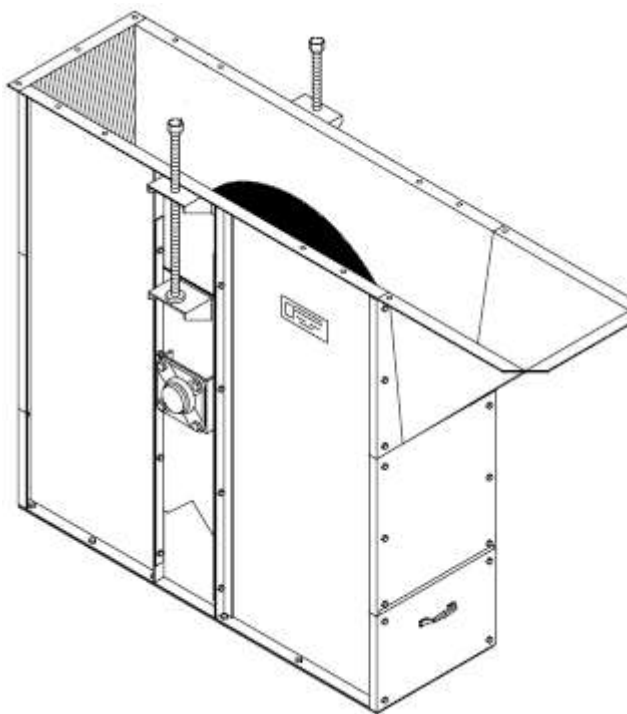
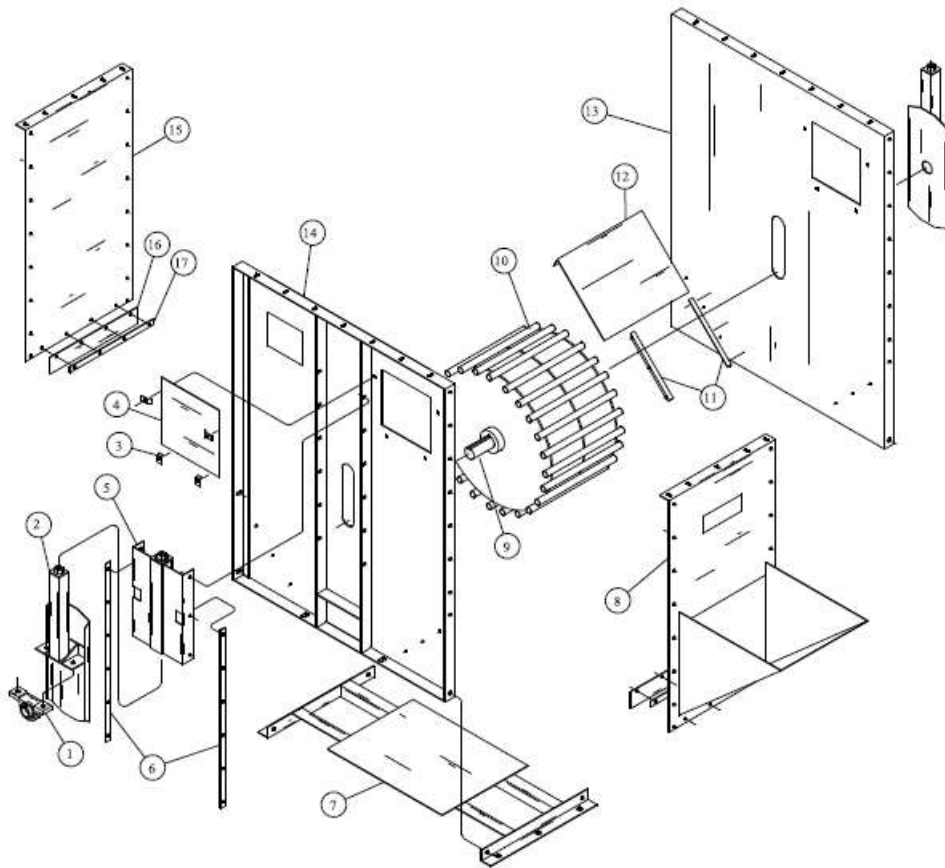
4.3. Elevátor szár



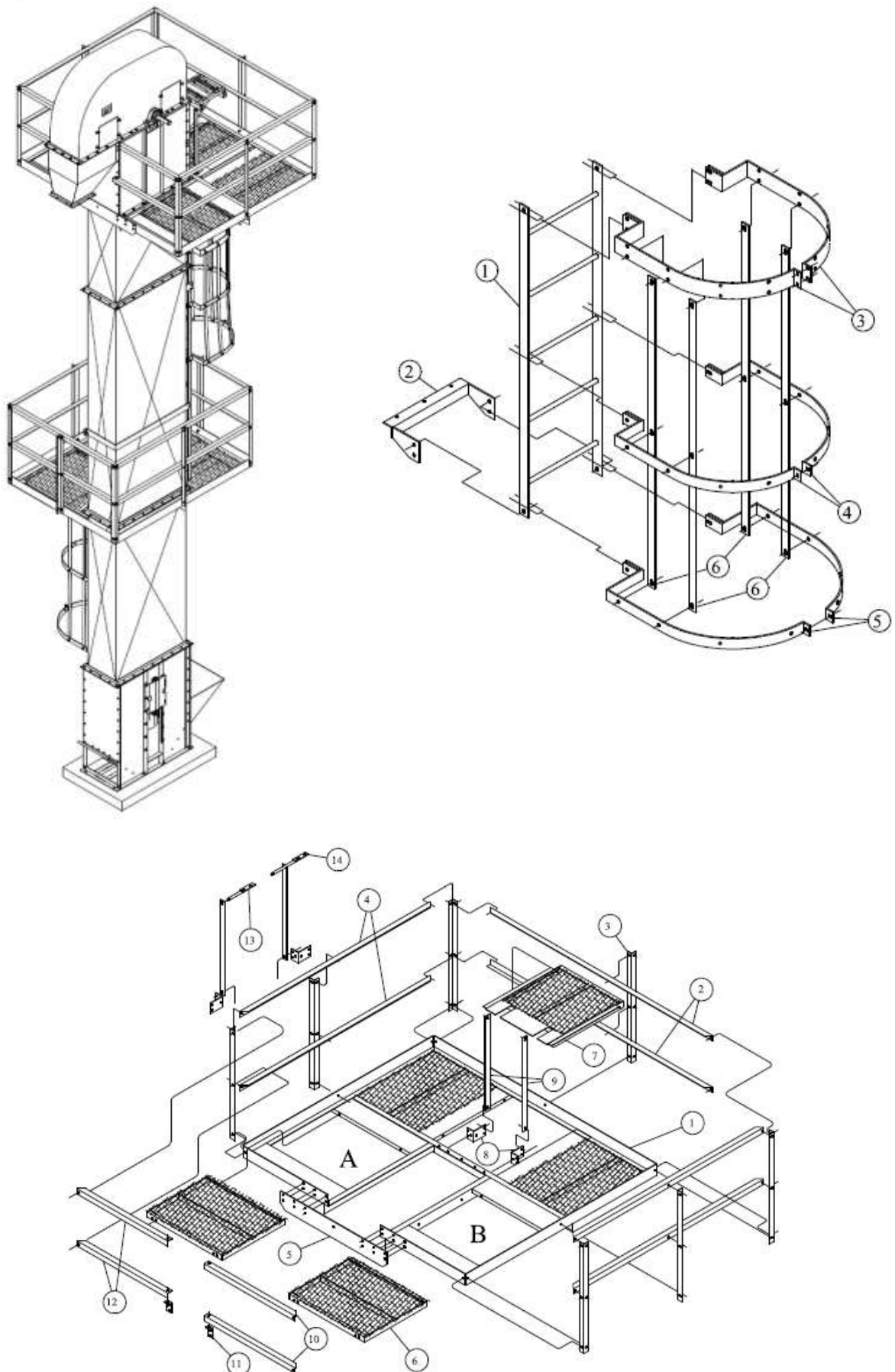
4.4. A erlegek felerősítése és a heveder végtelenítése



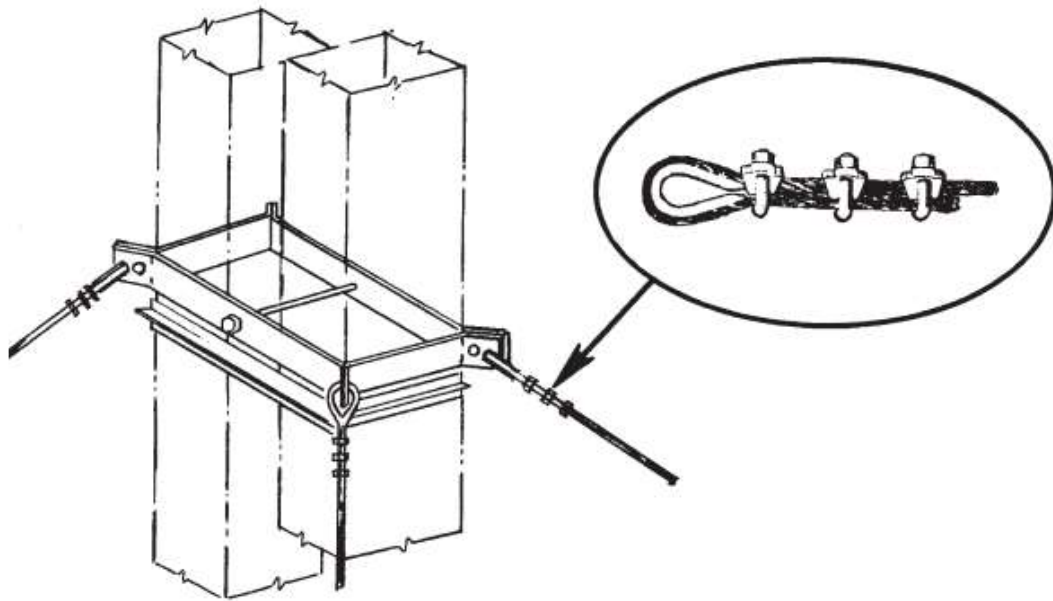
4.5. Elevátorláb kialakítása



4.6. A szerviz pódium és a feljáró létra kialakítása



4.7. Az elevátor kikötése



4.8. Serlegcsavarok

Bucket bolts in accordance with DIN 15237 (in mm)



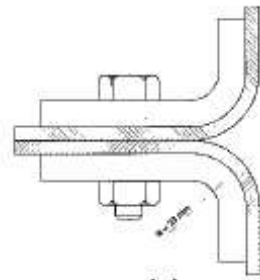
Bolt diameter	Length	Head diameter
M 7	20 - 25 - 30 - 35	24
M 8	20 - 25 - 30 - 35 - 40 - 45 - 50	28
M 10	25 - 30 - 35 - 40 - 45 - 50 - 55 - 60	30
M 12	25 - 30 - 35 - 40 - 45 - 50 - 55 - 60 - 65	42

Bucket bolts (small head, in mm)

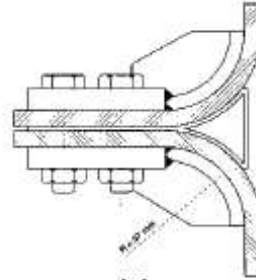


Bolt diameter	Length	Head diameter
M 6	15 - 20 - 25 - 30	18
M 7	15 - 17 - 20 - 25 - 30 - 35	21
M 8	20 - 25 - 30 - 35	24

4.9. Pántok a hevederek végtelenítéséhez



Model A



Model B



5/16 Whitworth High Tensile Zinc Plated Bolt

Nylon Insert Self-Locking Nut

25 mm min

Square Neck

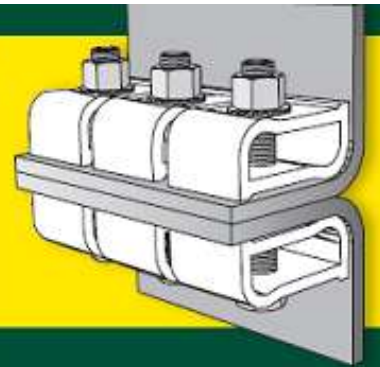
TECHNICAL SPECIFICATIONS
Gripwell – Light Duty Fastener

Belt Width (in)	Belt Width (mm)	Actual Length (mm)	Bolt Holes	Ø (mm)	Centers (mm)
2	50	45	2	8	25
2-1/2	65	57	2	8	33
3	75	70	2	8	43
3-1/2	90	83	3	8	2 x 28
4	100	96	3	8	2 x 33
4-1/2	115	109	3	8	2 x 42
5	125	122	4	8	3 x 32
5-1/2	140	134	4	8	3 x 36
6	150	147	4	8	3 x 40
6-1/2	165	160	5	8	4 x 33
7	175	172	5	8	4 x 36
8	200	198	6	8	5 x 34
9	225	223	6	8	5 x 40
10	250	248	7	8	6 x 37
11	275	273	7	8	6 x 41
12	300	299	8	8	7 x 39

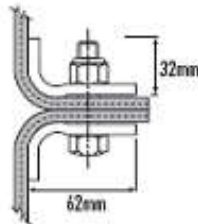




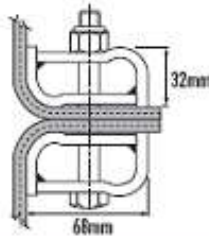
Example of joint using 3 Supergrips on a belt of 150 to 175mm wide. 25mm minimum belt projection for all sizes.



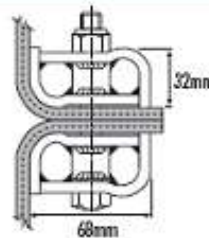
SUPERGRIP SYSTEM



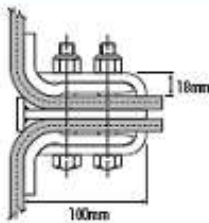
Supergrip No.1
 Belt Strength - 500kN/m max.
 Weight - 0.5Kgs
 M14 Bolts



Supergrip No.2
 Belt Strength - 800kN/m max.
 Weight - 0.85Kgs
 M14 Bolts



Supergrip No.3
 Belt Strength - 1000kN/m max.
 Weight - 0.9Kgs
 M14 Bolts



Supergrip No.4
 Belt Strength - 1250kN/m max.
 Weight - 0.85Kgs
 M16 Bolts