

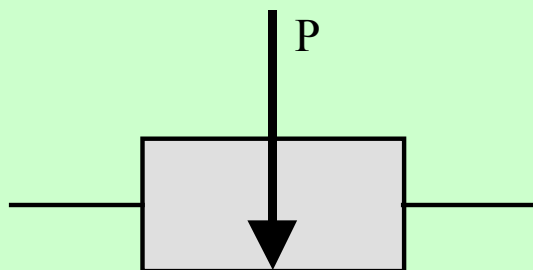
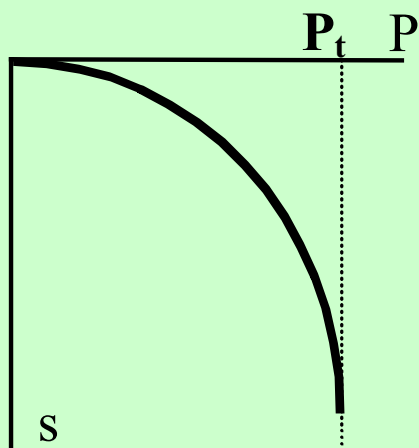
Földstatikai alapfeladatok

Földstatikai alapfeladatok

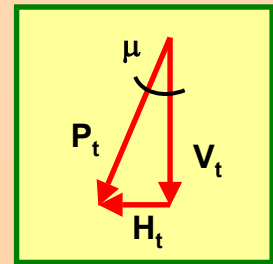
- Földnyomások számítása
- Rézsűk állékonyságvizsgálata
- Síkalapok alatti talajtörés
- Süllyedésszámítás
- Komplex terhelési feladatok elemzése

Síkalap alatti talajtörés

Síkalap terhelési görbéje



A síkalap törőfeszültsége
drénezett terhelésre



$$\sigma_t = V_t/A' = B' \cdot \gamma'_1 \cdot N_B \cdot a_B \cdot i_B + q' \cdot N_t \cdot a_t \cdot i_t + c' \cdot N_c \cdot a_c \cdot i_c$$

szélességi
tag

mélységi
tag

kohéziós
tag

$$N_i = f(\varphi)$$

$$a_i = f(B'/L'; \varphi)$$

$$i_i = f(H_t; V_t; B'; L'; \varphi; c)$$

teherbírasi tényezők

alaki tényezők

ferdeségi tényezők

Síkalap süllyedése

süllyedésszámítási módszerek

lépésenként

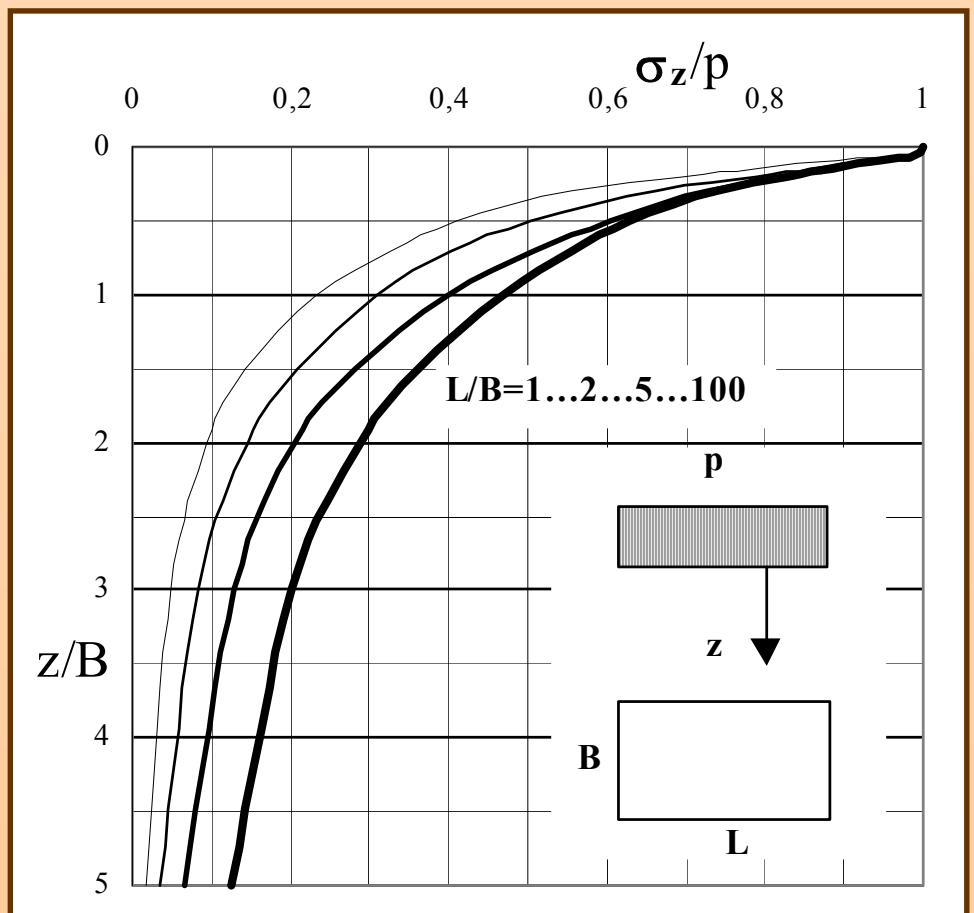
1. feszültségeloszlás meghatározása
2. alakváltozás számítása
3. határmélység meghatározása
4. alakváltozások összegzése

közvetlenül

$$s = \frac{p}{E_s} \cdot B \cdot F\left(\frac{m_0}{B}; \frac{L}{B}\right)$$

képlettel

Merev alaptest alatti függőleges feszültség számítása



A határmélység felvétele m_0 az alapsík alatti mélység

- általánosan elfogadott módszer

$$m_0 \quad \text{ahol} \quad \sigma_z = \frac{\sigma'_{z0}}{5}$$

- közelítőleg Jáky ajánlása szerint

$$m_0 = 2 \cdot B \cdot \left(1 - \frac{B}{2 \cdot L}\right)$$

- gyakorlati megfontolásból

m_0 kemény réteg felszínén

A fajlagos alakváltozások számítása

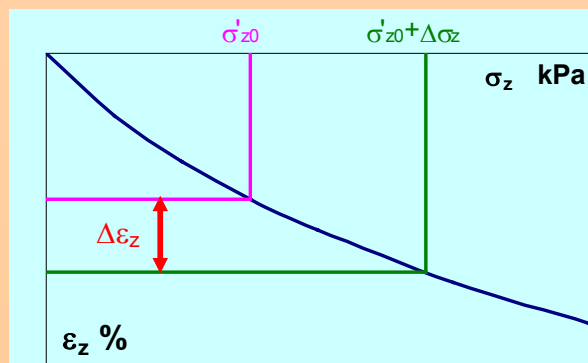
- Hooke törvény
alapján

$$\Delta \varepsilon_z = \frac{1}{E} \cdot [\Delta \sigma_z - \mu \cdot (\Delta \sigma_x + \Delta \sigma_y)]$$

- Összenyomódási
modulussal

$$\Delta \varepsilon_z = \frac{\Delta \sigma_z}{E_s}$$

- Kompressziós
görbével



Süllyedésszámítási képlet egyedi alapok süllyedésnek számítására

$$s = \frac{p}{E_s} \cdot B \cdot F$$

- s az alap süllyedése
- p az alap egyenletesen megoszló terhelése
- E_s az altalaj összenyomódási modulusa
- B az alap szélessége
- F süllyedési szorzó táblázatokból, diagramokból közelítőleg
sávalapra $F=0,8$ és négyzetes pillérre $F=0,4$

Síkalapozás

Síkalapozási alapfogalmak

A síkalap fogalma

- teherátadás az alapsíkon
felszínközeli talajrétegre
- függőleges mérete
a szerkezeti követelmény szerint
- építése
az alapsíktól felfelé

Alkalmazási alapelvek

- Általában ezt kell választani,
ha a követelmények teljesíthetők.
- Kizáró ok
 - a túl mélyen levő teherbíró réteg,
 - az aláüregelődési veszély,
 - a magas, drágán csökkenthető talajvíz.
- Konkrét esetben speciális szempontok
mást gazdaságosabbá tehetnek.

Alkalmazási szempontok

Építmény

- méret, elrendezés,
- szerkezet,
- rendeltetés,
- terhelés,
- speciálítások.

Helyszín

- domborzat,
- növényzet,
- beépítettség
- megközelíthetőség,
- korlátozások.

Talaj- és talajvíz

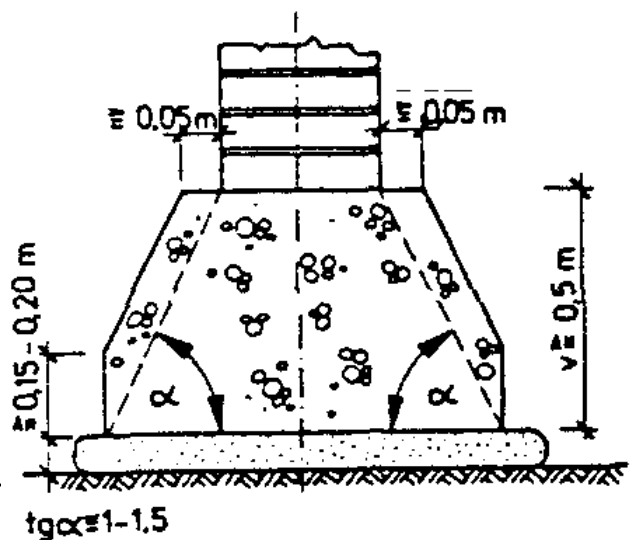
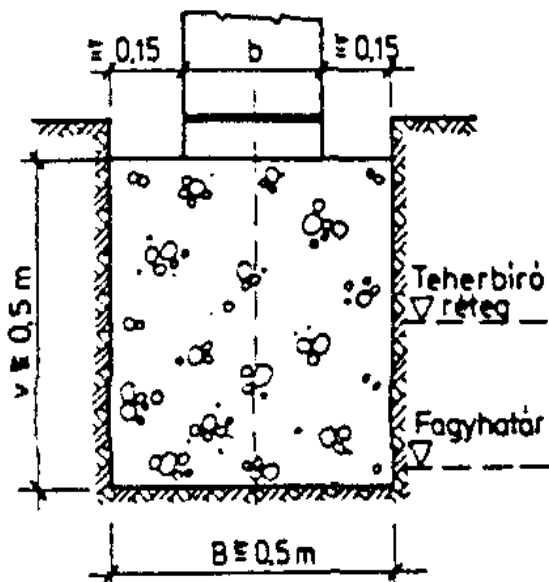
- teherbíró réteg,
- talajvíz szintjei,
- kedvezőtlen talajok
(szerves, feltöltött,
duzzadó, roskadó).

Építési körülmények

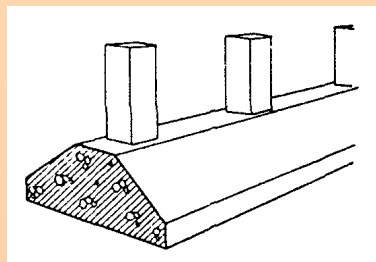
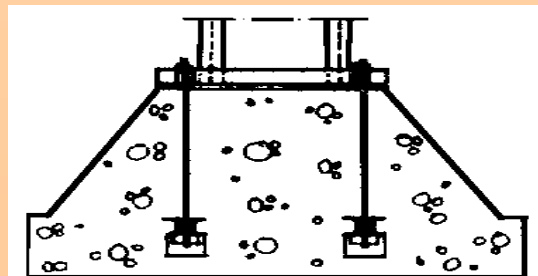
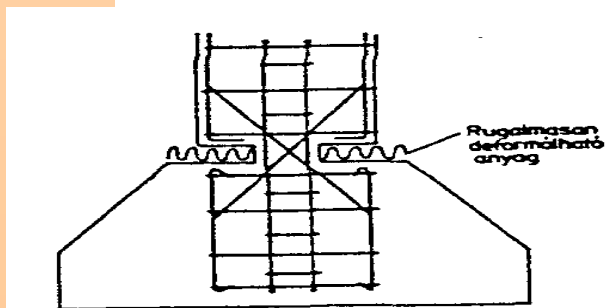
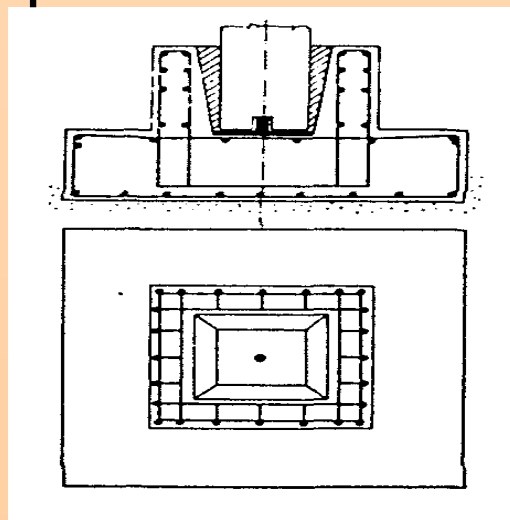
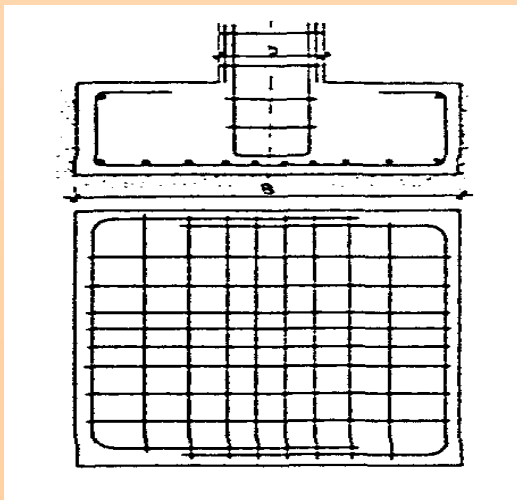
- határidő,
- időjárás,
- technológia
(gépesítés - élőmunka,
helyszíni munka - előre-
gyártás, anyag- és energia)

Síkalapok típusai és kialakításuk

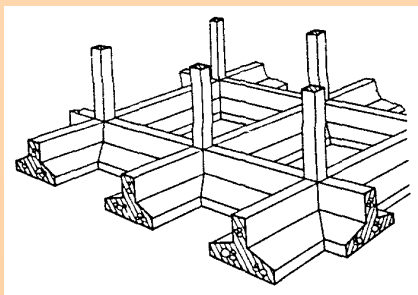
Beton sávalapok



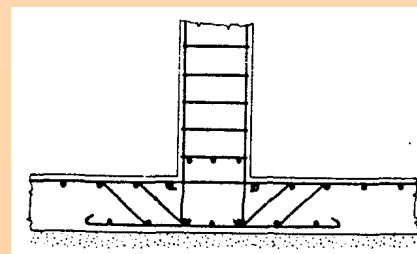
Pillérialapok



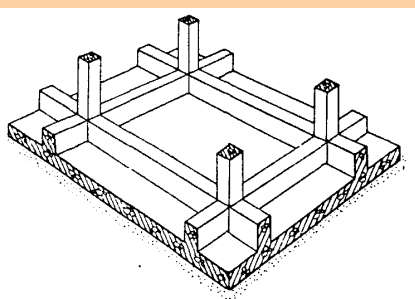
Szalagalap



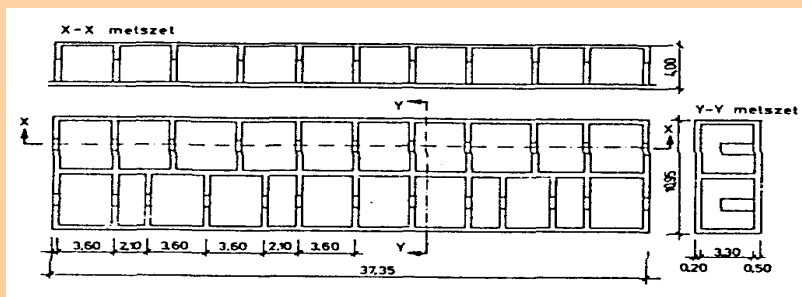
Gerendarács alap



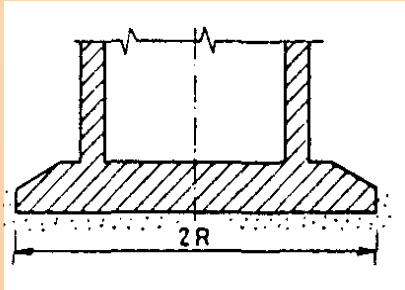
Lemezalap



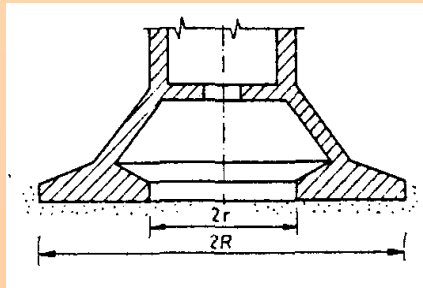
Bordás lemez



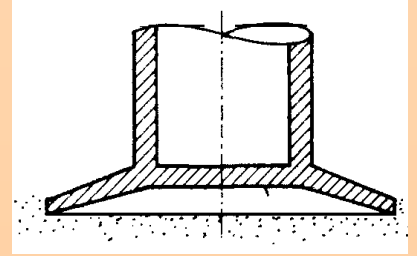
Dobozalap



Köralap



Körgyűrű-alap



Héjalap

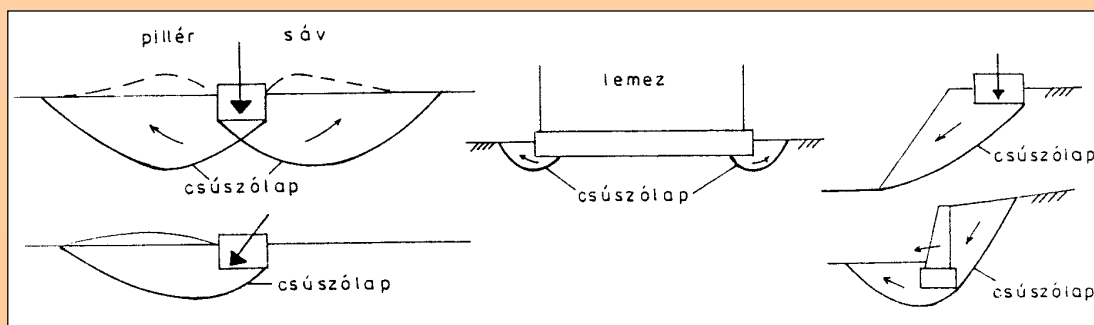
A síkalapok statikai tervezése

A síkalapok statikai követelményei

- az alap alatti talajtörés elkerülése
- a süllyedések korlátozása
- a szerkezeti megfelelőség
- a helyzeti állékonyság biztosítása

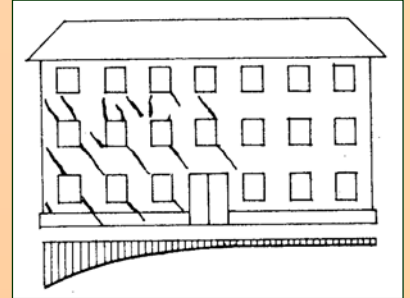
A talajtörés elkerülése

- törési mechanizmus az alap alatt
(a szokásos körülmények közt a leggyakoribb)
- helyi nyírási törés
(ritkán, széles alapok szélei alatt)
- általános stabilitásvesztés mély csúszólapon
(ritkán, bevágás mentén lévő alapoknál)



A süllyedések korlátozása

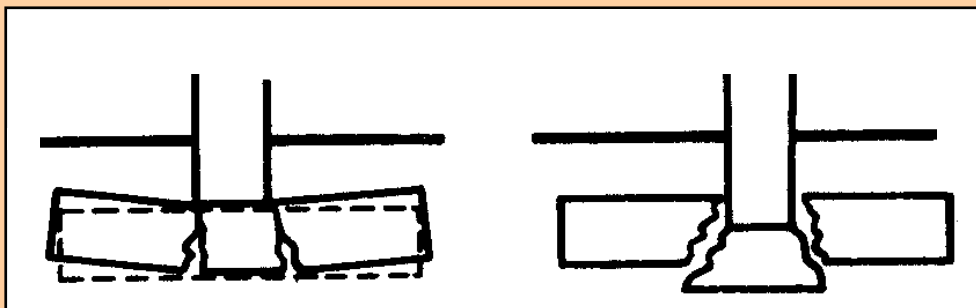
- a felszerkezeti kár elkerülésére
 - hajlékony szerkezet állékonyságvesztése
 - merev szerkezet törése (repedése)
- a használhatóság megóvására
 - burkolatok, nyílászárók károsodása,
 - padlók dőlése, görbülése
 - csatlakozási problémák
- az esztétikai értékvesztés ellen
 - zavaró dölések, behajlások, ferdülések
 - repedések



A szerkezeti megfelelés

az alap, mint tartószerkezet feleljen meg

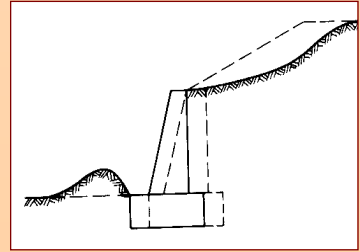
- hajlításra
- nyírásra
- átszúródásra



A helyzeti állékonyság biztosítása

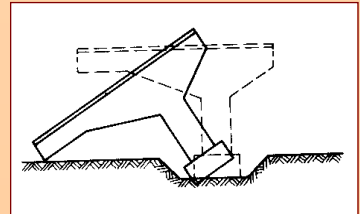
- **elcsúszás elkerülése**

nagy vízszintes erőknél veszélyes



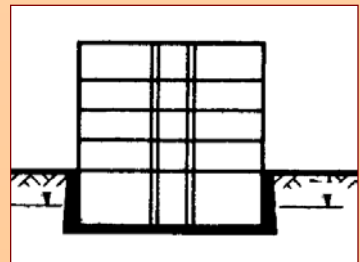
- **billenés**

nagy vízszintes teher és magas súlypont esetén veszélyes



- **felúszás**

talajvíz alá kerülő könnyű szerkezeteknél kritikus



Az alap megválasztható jellemzői

- **Típus**

pillér, sáv, szalag, gerendarács, lemez, doboz

- **Anyagfajta- és minőség**

beton, vasbeton, téglá, ill. szilárdság és alakváltozási

- **Geometriai adatok**

alapsík mélysége, alapszélesség, alapmagasság, ill. vashányad és vasátmérő

A tervezés szokásos rendje

1. az alapsík felvétele

a teherbíró réteg, a talajvízszint, a fagy- és térfogatváltozási határ, a várható alapmagasság és a szomszédos alapsík figyelembevételével

2. az alaptípus kiválasztása

a felszerkezet elrendezése, terhei, érzékenysége és a várható süllyedések mérlegelése alapján

3. az alapszélesség meghatározása

a talajtörés elleni biztonság és a süllyedési kritériumok teljesülésének ellenőrző számításával

4. az alapszerkezet (anyag, magasság, vasalás) méretezése

a talpfeszültség meghatározásával és tartószerkezeti méretezéssel ellenőrzött szerkezeti megfelelés teljesítéséhez

5. az állékonyság (elcsúszás, billenés, felúszás) ellenőrzése

merev testnek tekinthető alap, ill. építmény egyensúlyának vizsgálatával

A talajtörés elleni biztonság igazolása

A talajtörés elleni biztonság igazolása

A követelmény:

$$\sigma_m \leq \sigma_H$$

a σ_m mértékadó feszültség
nem lehet nagyobb
a σ_H határfeszültségnél

σ_m mértékadó függőleges feszültség

$$\sigma_m = \frac{V_m}{B' \cdot L'}$$

V_m a mértékadó (biztonsággal növelt) függőleges terhelő erő
 $B' \cdot L'$ a „dolgozó” (külpontossággal csökkentett) vízszintes alapfelület

teher és biztonság

- MSZ 15021 magasépítési szabvány épületekre
- Közúti vagy Vasúti Hídszabályzat hidak esetén
- Eurocode 1 az új európai szerkezeti alapszabvány

σ_H határfeszültség

- az MSZ 15004 alapeljárása

általános esetekre

törőfeszültség csökkentése

- az MSZ 15004 közelítő eljárása

csak központos, függőleges teherre

határfeszültségi alapértékből

- EC 7 eljárása

általános esetekre

törőfeszültség csökkentett nyírószilárdságból

síkalap határfeszültsége az MSZ 15004 alapeljárása szerint

$$\sigma_H = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \sigma_t$$

- törőfeszültség

$$\sigma_t = \mathbf{B}' \cdot \gamma'_1 \cdot \mathbf{N}_B \cdot \mathbf{a}_B \cdot \mathbf{i}_B + \mathbf{q}' \cdot \mathbf{N}_t \cdot \mathbf{a}_t \cdot \mathbf{i}_t + \mathbf{c}' \cdot \mathbf{N}_c \cdot \mathbf{a}_c \cdot \mathbf{i}_c$$

- csökkentő tényezők

$\alpha_1 = 0,7-0,9$ a nyírószilárdság megbízhatóságától függően

$\alpha_2 = 0,7-1,0$ a várható talajállapotváltozás megítélése szerint

$\alpha_3 = 0,5-0,9$ a törés okozta károk mértéke alapján

síkalap határfeszültsége az MSZ 15004 közelítő eljárása szerint

$$\sigma_H = C_1 \cdot C_2 \cdot \sigma_a$$

- határfeszültségi alapérték

σ_a táblázatokból a talajfajta és -állapot alapján

- módosító tényezők

C_1 mélységi tényező

szemcsés talajra

$$C_1 = 0,5 \cdot (t+B)$$

kötött talajra

$$C_1 = 0,25 \cdot (t+B+2)$$

C_2 alakú tényező

sávalapra

$$C_2 = 1,0$$

négyzetes pilléralapra

$$C_2 = 1,25$$

téglalap alakú alapra

$$C_2 = 1 + 0,25 \cdot B/L$$

Süllyedésszámítás

síkalapok süllyedésének jellege, okai

- **a statikus terhelés okozta**

tömörödés és harántkontrakció miatti süllyedések
számítással (elvileg, általában) meghatározhatók és
megengedhetőségük mérlegelhető

- **a nem várt okok miatt esetlegesen bekövetkező**

roskadás, zsugorodás, rezgés miatti süllyedések
előzetesen általában nem számíthatók ki,
megfelelő konstrukciókkal (intézkedésekkel) elkerülendők

süllyedésszámítási módszerek

lépésenként

1. feszültségeloszlás

meghatározása

2. alakváltozás

számítása

3. határmélység

meghatározása

4. alakváltozások

összegzése

közvetlenül

$$s = \frac{p}{E_s} \cdot B \cdot F\left(\frac{m_0}{B}; \frac{L}{B}\right)$$

képlettel

a süllyedészámítások megbízhatósága

- **első lépésben becslés**
óvatos adatfelvétellel, közelítő módszerekkel
- **ha így nem felel meg**
pontosítás adatban, módszerben
- **ha a pontosabb eredmény elfogadható, de kétséges**
süllyedésmérés folyamatos értékeléssel

az épület felszerkezetének és alapjának süllyedés(különbség) csökkentő hatása

- **előbb általában figyelmen kívül hagyva a merevséget**
egyedi alapokkal, ill. végtelen hajlékony,
csak terhet adó épülettel (alappal) számolunk
- **ha így nem felel meg a terv, akkor**
az építménymerevséget is figyelembe véve
a szerkezeti tervezésnél ismertető számítások

süllyedésmegfigyelés és - értékelés

- kritikus mértékű várható süllyedés esetén
- védett pontok mérése 0,1 mm pontossággal
- az alap elkészülte után azonnal elkezdni
- a teherfelvitel ütemében kell mérni és értékelni
- térbeli változás értékelése
metszeteken süllyedéskülönbségek
helyszínrajzon süllyedési izohipszák
- időbeli változások ajánlott közelítése
az $s=t/(a+b.t)$ képlet $t/s=a+b.t$ linearizálásával

a süllyedéscsökkentés lehetőségei

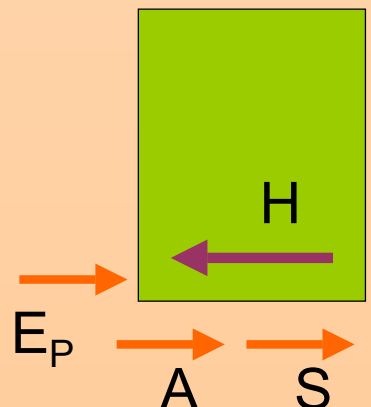
- előzetes talajjavítás, talajcsere
költséges, csak nagy épületeknél indokolt
- az alapméret növelése
gyengébb felső talajrétegnél hatásos
- síkalap-típus megváltoztatása
a leggyakrabban ez ad optimumot
- az épületsúly csökkentés
kevés lehetőség van rá
- a tartószerkezetek helyes megválasztása
*merevítés vagy hajlékony kialakítás, dilatálás
statikailag határozott szerkezet tervezése*
- az építési sorrend helyes megválasztása
a legolcsóbb, de önmagában ritkán elégséges
- áttérés mélyalapra
gyakran ez a legegyszerűbb

Állékonyságvizsgálat

elcsúszás az alapsíkon

$$H_m \leq S + A + E_p$$

- H_m az alapsíkon ható, biztonsággal növelt vízszintes csúsztató erő
- S az alapsíkon figyelembe vehető, biztonsággal csökkentett súrlódási ellenállás
- A az alapsíkon figyelembe vehető, biztonsággal csökkentett adhéziós ellenállás
- E_p az alaptest oldalán működő, mobilizálódó, biztonsággal csökkentett passzív földnyomás



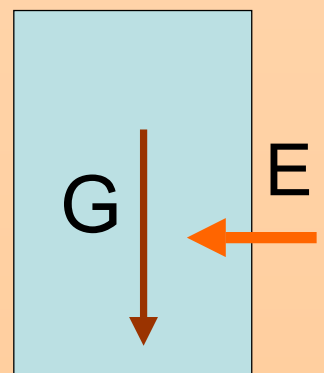
megjegyzések az elcsúszásvizsgálathoz

- az elcsúszás inkább az altalajban következik be, ezt a talajtörésvizsgálattal ellenőrizzük, ha ott a ferdeséget is figyelembe vesszük
- ferde alapsík esetén az annak mentén bekövetkező csúszás vizsgálandó
- főleg támfalak esetében kritikus
- biztonsági tényezők a megfelelő szabvány szerint kell felvenni

elbillenés az alap elülső vonala körül

$$M_{\text{stab}} \geq M_{\text{mozd}}$$

- M_{stab} az alapra ható a billenést akadályozó erők, ill. erő-komponensek nyomatékának biztonsággal csökkentett értéke
- M_{mozd} az alapra ható a billenést okozóerők, ill. erőkomponensek nyomatékának biztonsággal növelt értéke



megjegyzések a billenésvizsgálathoz

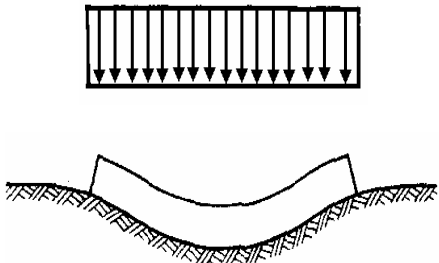
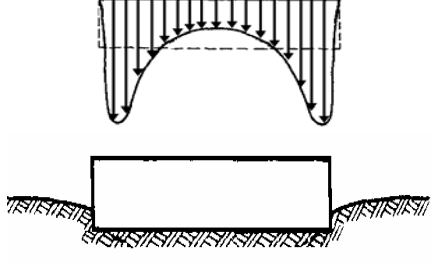
- biztonsági tényezőket a megfelelő szabvány szerint kell felvenni
- a billenést mindkét irányban befolyásoló erők támadáspontjukban bontandók fel
- a forgáspont
 - merev talajon az alap széle
 - összenyomódó talajon onnan $\sim B/10$ -re befelé
- főleg magas súlypontú építmények és darupályás csarnokok esetében kritikus

felúszás vizsgálata

- az elcsúszáshoz hasonló,
de függőleges erőkre
- a szokásos alapoknál ritkán veszélyes
esetleg építés közbeni állapotban merül fel
- kritikus
medencék, mélygarázsok, aluljárók esetén

Szerkezeti tervezés

Az alapteremség hatása

| az alap | hajlékony | merev |
|------------------|---|--|
| a talpfeszültség | egyenletes | széleken nagyobb |
| |  |  |
| a süllyedés | teknőszerű | egyenletes |

Merevségi mutató

$K > 0,5$ biztosan merevként viselkedik

$$K = \frac{1}{12} \cdot \frac{E_b \cdot I_t}{E_s \cdot I_a}$$

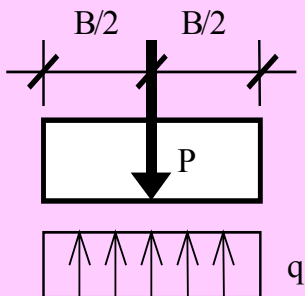
$K > 0,1$ merevnek vehető

$K < 0,01$ célszerű hajlékonynak tekinteni

$K < 0,001$ biztosan hajlékony

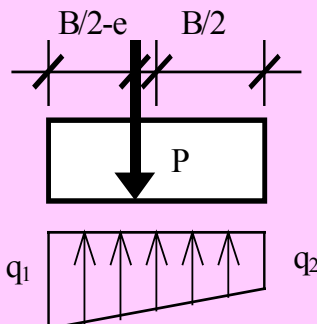
Sávalap alatti lineáris talpfeszültségeloszlás

központos
teher
 $e = 0$



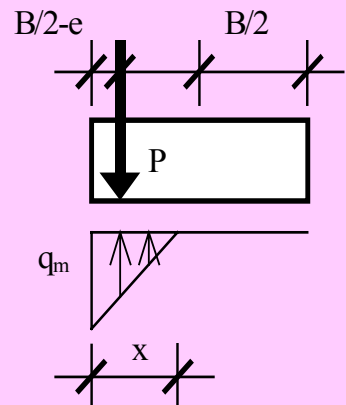
$$q = \frac{P}{B}$$

teher
a belső magban
 $e < B/6$



$$q_{1,2} = \frac{P}{B} \pm \frac{P \cdot e}{K} = \frac{P}{B} \pm \frac{P \cdot e}{\frac{1}{6} B^2} = \frac{P}{B} \cdot \left(1 \pm \frac{6 \cdot e}{B} \right)$$

teher a belső
magon kívül
 $e > B/6$

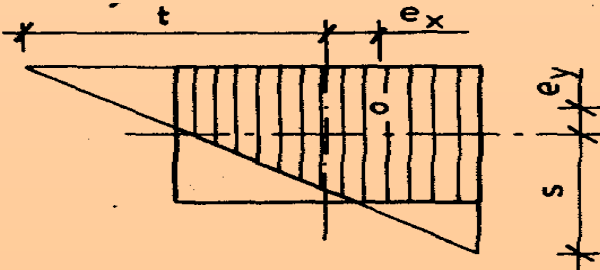
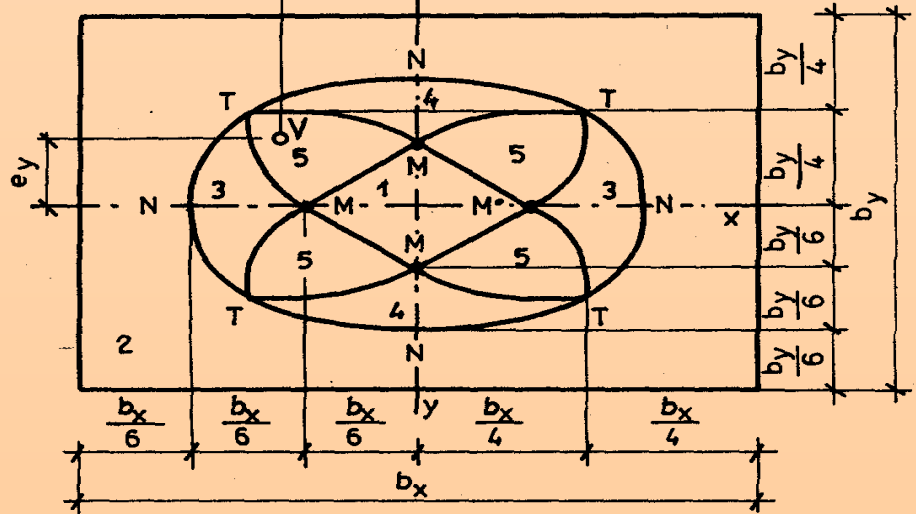


$$q_m = \frac{2 \cdot P}{x} = \frac{2 \cdot P}{3 \cdot \left(\frac{B}{2} - e \right)} = \frac{4}{3} \cdot \frac{P}{B - 2 \cdot e}$$

A T és N pontokon futó görbe egyenlete:

$$\left(\frac{e_x}{b_x}\right)^2 + \left(\frac{e_y}{b_y}\right)^2 = \frac{1}{9}$$

Pillérialap
lineáris talp-
feszültségei
külpontossá-
gesetén



$$\textcircled{5} \operatorname{tg} \beta = \frac{3}{2} \cdot \frac{b_y - 2 \cdot e_y}{t + e_x}$$