

MUNKAGÖDÖR TERVEZÉSE



Munkagödör tervezése



Bevezetés

Munkagödör méretezése Plaxis programmal

Munkagödör méretezése Geo 5 programmal

MUNKAGÖDÖR TERVEZÉSE

Bevezetés

BEVEZETÉS

Napjaink mélyépítési feladatainak középpontjában: munkatér határolás

- Mélygarázsok
- Aluljárók
- Metró állomások
- Pincék

Általában a tervezett szerkezet ideiglenes megtámasztást biztosít, ritkábban fordul elő végleges szerkezetként beépített függőleges oldalhatárolás.

ÉPÍTÉSI RENDSZEREK

Hagyományos nyitott munkatérben

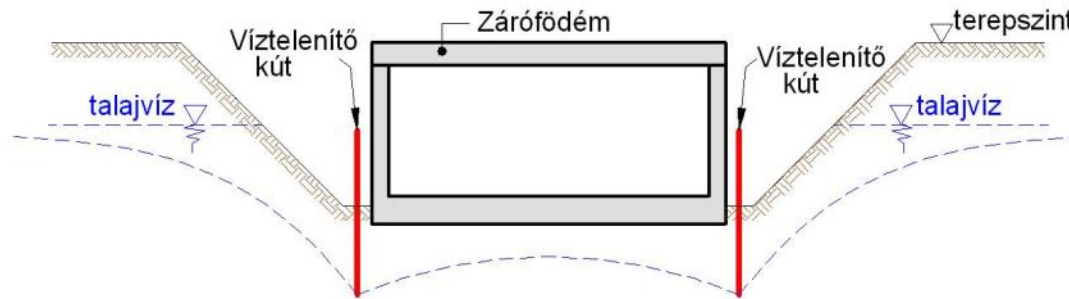
- Rézsűs kiemelés
- Megtámasztott munkagödör

Vízzáróan és/vagy teherhordóan körülhatárolt munkatérben

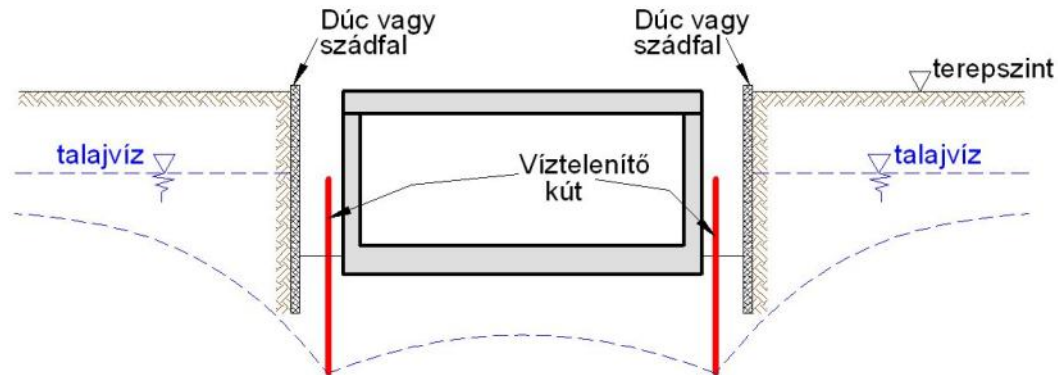
- Nyitott munkatér, megtámasztott határolás
 - ▣ Horgonyzás
 - ▣ Dúcolat
- Födém alatti építés (Milánói módszer)

HAGYOMÁNYOS NYITOTT MUNKATÉR

RÉZSŰS MUNKAGÖDÖR

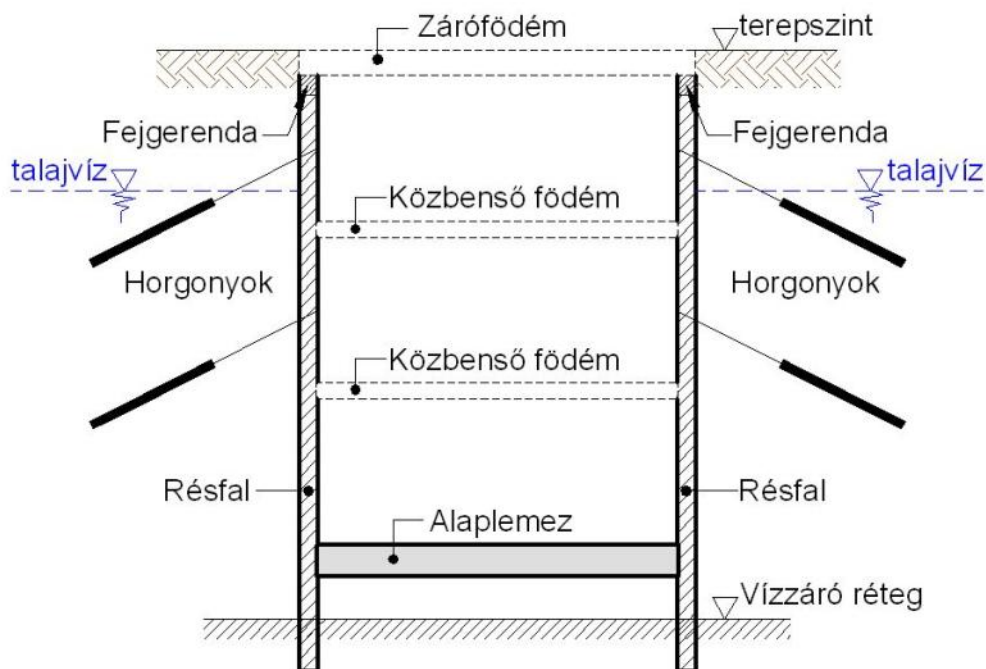


MEGTÁMASZTOTT MUNKAGÖDÖR

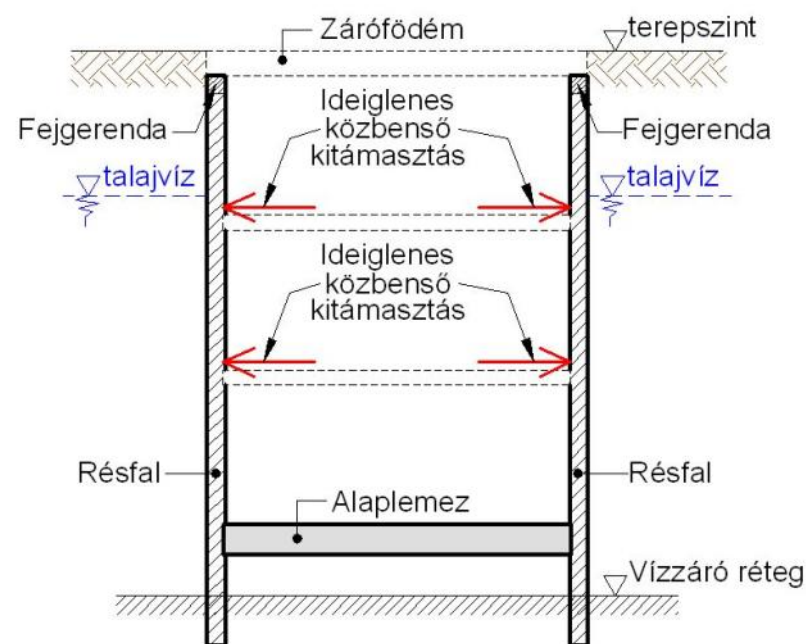


VÍZZÁRÓAN ÉS/VAGY TEHERHORDÓAN KÖRÜLHATÁROLT MUNKATÉR BEN

KIHORGONYZÁS

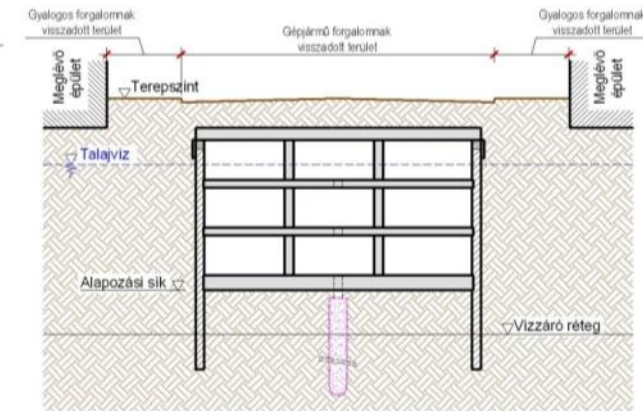
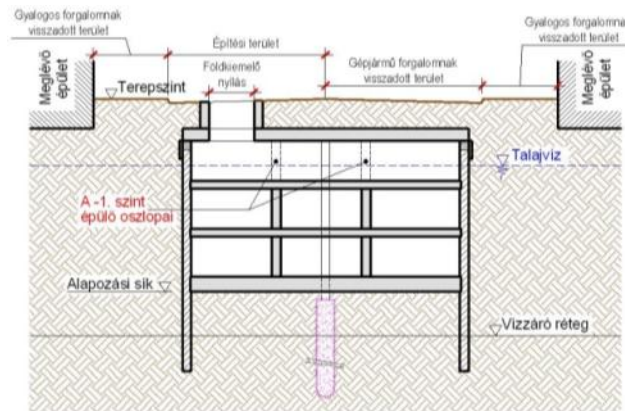
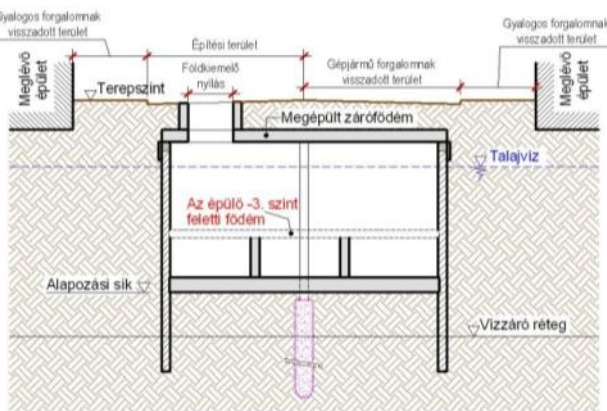
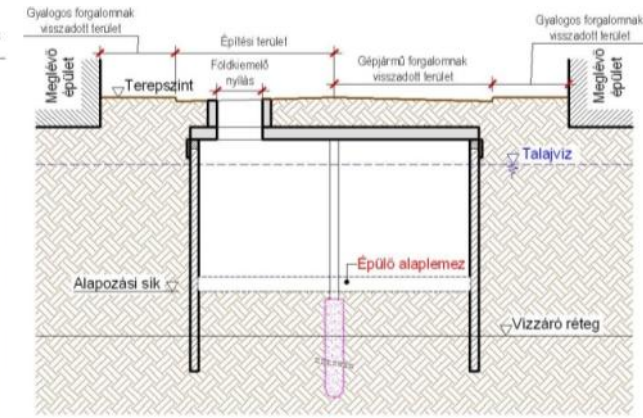
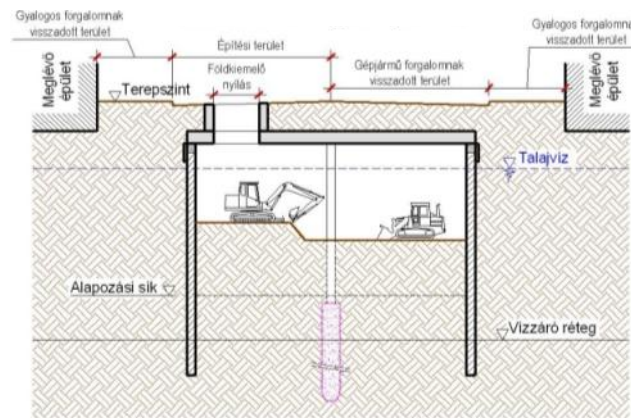
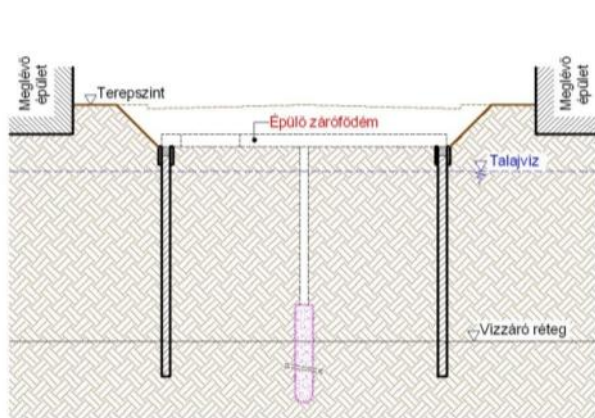


KITÁMASZTÁS



VÍZZÁRÓAN ÉS/VAGY TEHERHORDÓAN KÖRÜLHATÁROLT MUNKATÉR BEN

FÖDÉM ALATTI ÉPÍTÉS (MILÁNOI MÓDSZER)



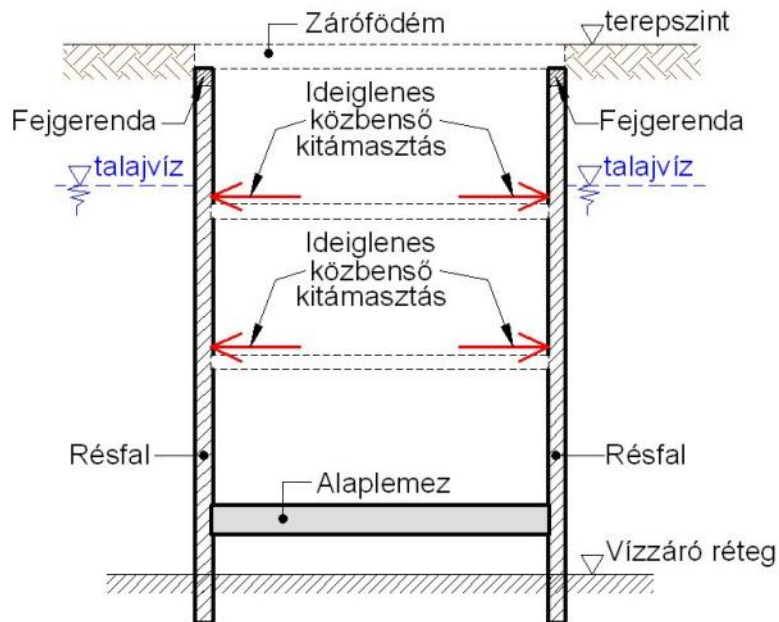
MUNKAGÖDÖR HATÁROLÁS SZERKEZETEI

- szegezett lövelltbeton
 - kis magasság, jellemzően munkagödör felső 3-4 m-es zónája
 - állékony talajban, kőzetben
- nagytáblás dúcolat
 - vonalas létesítmények, pl. közmű
- résfal, cölöpfal (hézagos, egymásba metsző)
 - nagy mélység, teherbírás igény
 - beépített környezet
- szádfal
 - vízzáró falként, vízepítési munkák
 - városi mélyépítés
- jet grouting eljárás
 - szomszédos épületek alap megerősítése
 - terhelés alatti laza talajok megerősítése
- bullflex technológia
 - csatlakozó épületek alap mélyítése

MEGTÁMASZTÁSI LEHETŐSÉGEK

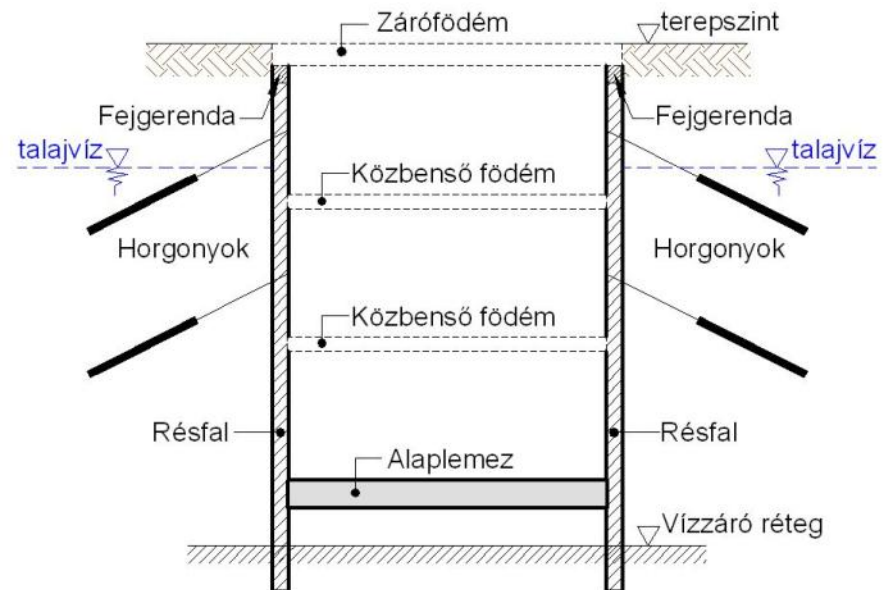
DÚCOLAT

- ❑ kivitelezési munkát nehezíti
- ❑ kisebb alakváltozások
- ❑ nagy munkagödör készítés esetén nem alkalmazható



HORGONY

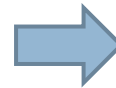
- ❑ kivitelezést nem befolyásolja
- ❑ nagyobb elmozdulások
- ❑ gyakran idegen területre készül
- ❑ talajvíz alatt jelentős technológiai probléma és veszély



PÉLDÁK

Budapest – pesti oldal:

- Magas talajvízhelyzet → vízzáróság követelménye
- Talajadottságok: homok-kavics, vízzáró alapréteg



Résfal

Szádfal - Európa



Bp. Keleti pályaudvar –
Metró állomás:
Dúcolt résfalas munkatér
határolás

PÉLDÁK

**Bp. First Site Hotel:
Hátrahorgonyzott
résfalas munkatér
határolás**



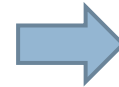
PÉLDÁK



**Bp. Váci út:
Hátrahorgonyzott résfal**

PÉLDÁK

- Magas talajvízhelyzet → vízzáróság követelménye
- Talajkörnyezet: agyag



Résfal
Összemetsző cölöpfal
Szádfal -Európa

Bécs

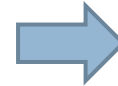


Cölöpfal egymásmetsző Wientalsammelhantál Wien
©PORR Group

29.03.2005 09:21

PÉLDÁK

Budapest – budai oldal:
-nincs talajvízhelyzet
-kedvező talajadottságok



**Hézagos cölöpfal
Lőtt betonos védelem
Szádpalló**



**Bp. Lánchíd utca:
Hézagos cölöpfal**

PÉLDÁK

Bp. Lánchíd utca:
Lőtt betonos védelem



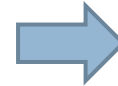
PÉLDÁK

**Bp. Budafoki út:
Szabadon álló
szádpalló**



PÉLDÁK

Csatlakozó szomszéd épület alpmélyítése



Bullfelx technológia
Jet grouting eljárás



Bp. Lánchíd utca:
Hézagos cölöpfal

PÉLDÁK

Bp. Kis-János altábornagy utca:
Bullfelex technológia



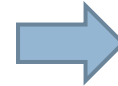
PÉLDÁK

**Bp. First Site Hotel:
Jet grouting
talajszilárdítás**



PÉLDÁK

**Kis munkagödör mélység
Talajvíz nincsen
Helyhiány**



Lőtt betonos védelem



**Budaörs:
Szegezt lőtt betonos
védelem**

PÉLDÁK

- Talajvíz áramlás, rétegvíz szivárgás, visszaduzzasztás nem megengedhető
 - Jelentős problémák, összetett megoldások
 - Pl: hézagos cölöpfal ejtődrénekekkel
 - Pl.: Metró – Váci út
- Természetes vizekben létesítendő munkagödrök (folyó vízi hidak alépítményei)
 - Szekrény- és kútsüllyesztéses megtámasztás víz alatti munkavégzéssel

PÉLDÁK

- Végleges szerkezetek:
 - ▣ Horgonyzás, szegezés jelentős nehézségek: korrózióvédelem biztosítása
 - ▣ Összetett megoldások alkalmazása
 - ▣ Folyamatos karbantartás igényel
 - ▣ Általában vonalas létesítményeknél pl. M7 autópálya
 - ▣ Pl: Eurocenter: a végleges csarnokszerkezet is részt vesz a teherbírásban





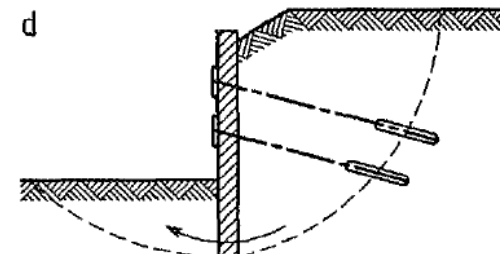
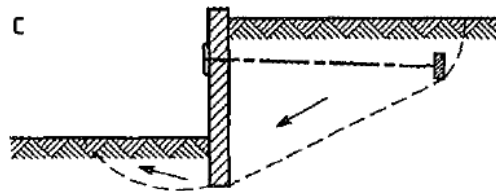
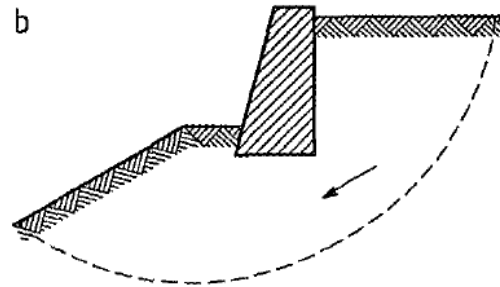
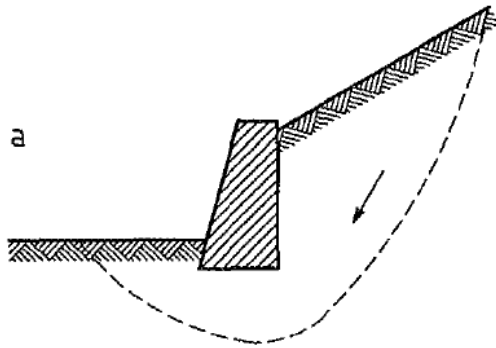
TERVEZÉS-MÉRETEZÉS

TERVEZÉST BEFOLYÁSOLÓ TÉNYEZŐK

- Talajadottságok, talajvízhelyzet
 - ▣ Szerkezet választás
 - ▣ Megtámasztási mód választása
- Környezeti viszonyok, szomszédos épületek alapozási síkjai
 - ▣ Alap megerősítés szükségessége
 - ▣ Megtámasztási megoldások (horgony-dúc)
 - ▣ Lavírsík szintjének megválasztása
- Megengedhető mozgások
- Kivitelező technológiái

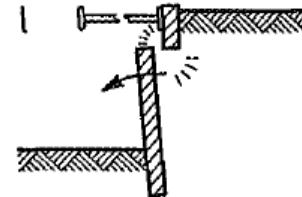
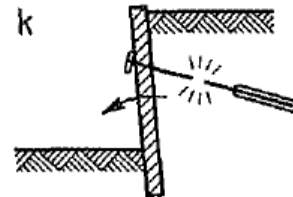
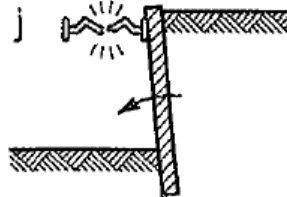
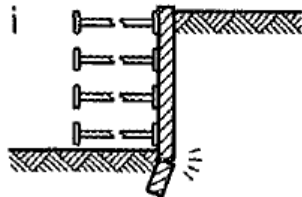
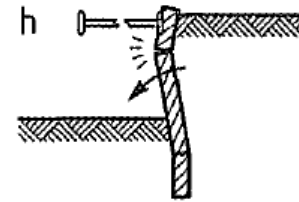
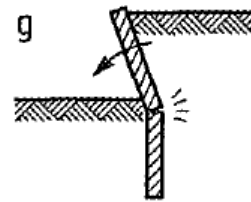
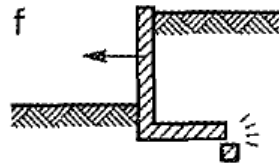
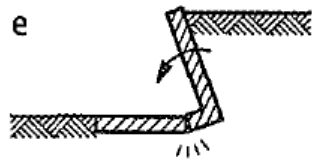
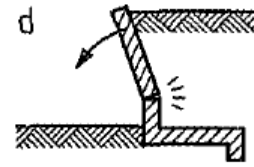
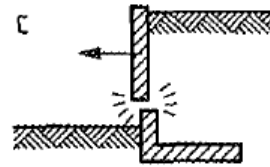
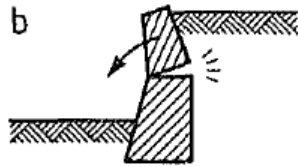
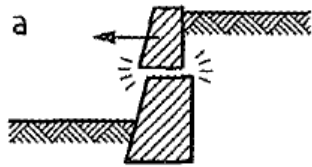
HATÁRÁLLAPOTOK

- Támszerkezetek összes típusa
 - ▣ Általános állékonyság – GEO teherbírési határállapot
 - ▣ Támszerkezetek mozgása – STR teherbírési határállapot



HATÁRÁLLAPOTOK

- Támszerkezetek összes típusa
 - ▣ Szerkezeti elemek tönkremenetele – STR határállapotként

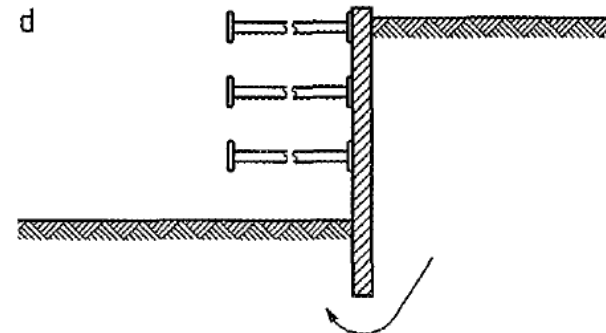
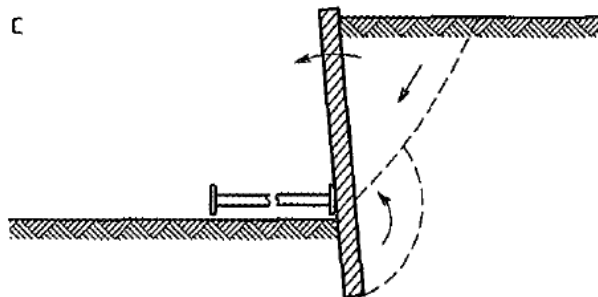
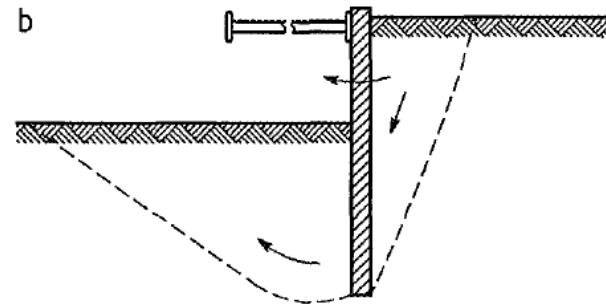
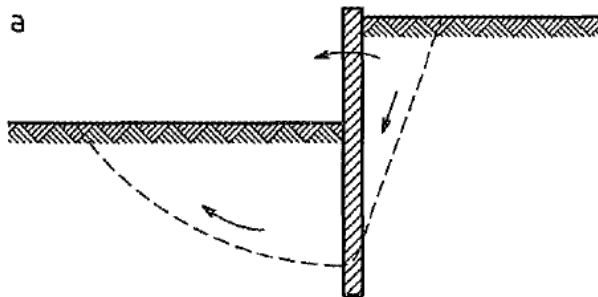


HATÁRÁLLAPOTOK

- Támszerkezetek összes típusa – hidraulikus talajtörés
 - ▣ Felhajtóerő, buzgárosodás
 - ▣ Elfogadhatatlan mértékű vízszivárgás
 - ▣ Talajszemcsék kimosódása

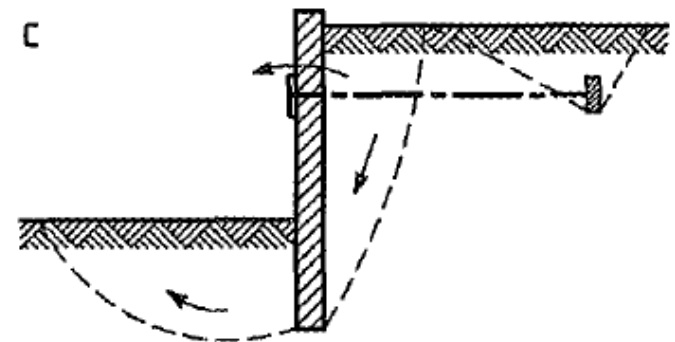
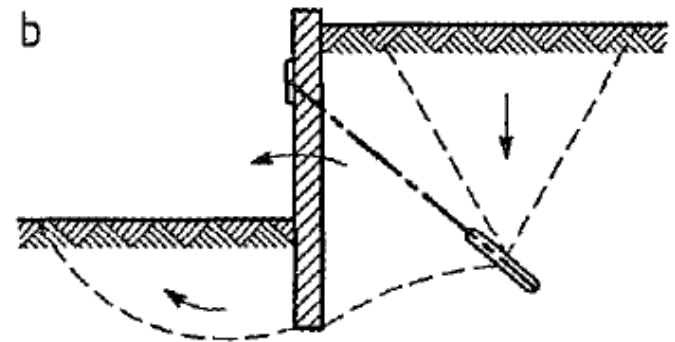
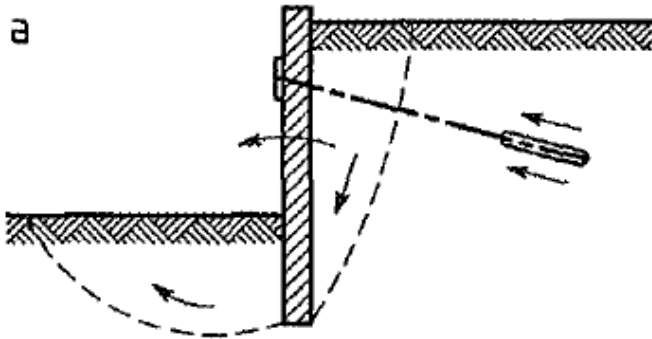
HATÁRÁLLAPOTOK

- Befogott falak esetében GEO típusú teherbírési határállapot
 - ▣ Megtámasztott fal elfordulása vagy eltolódása – lehajtási hossz



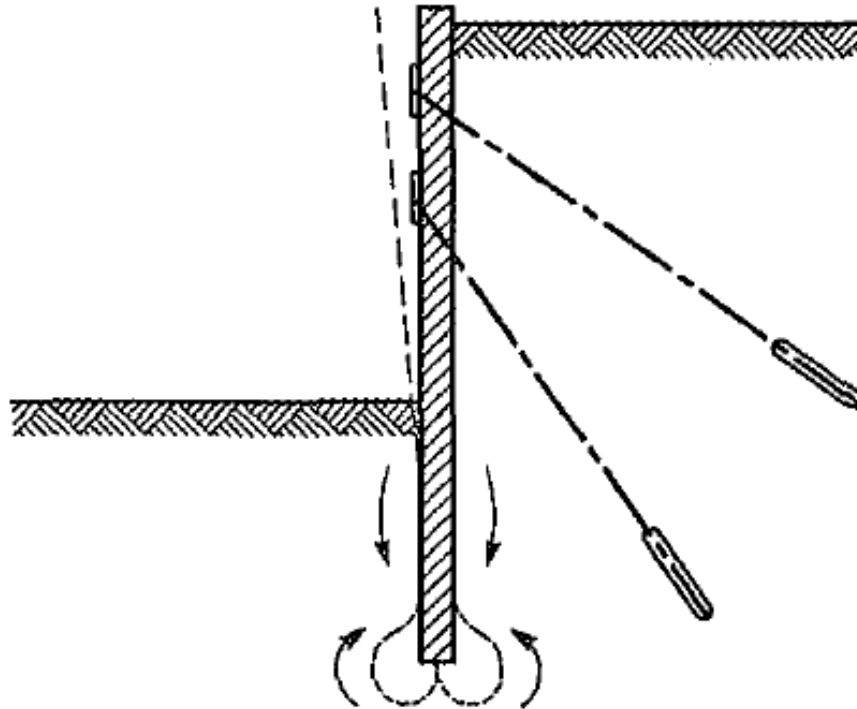
HATÁRÁLLAPOTOK

- Befogott falak esetében GEO típusú teherbírési határállapot
 - ▣ Falmozgások a horgonyszerkezet kihúzóda miatt – megfelelő hosszúságú horgony



HATÁRÁLLAPOTOK

- Befogott falak esetében GEO típusú teherbírési határállapot
 - ▣ Fal függőleges egyensúlyának hiánya



HATÁRÁLLAPOTOK - ÖSSZEFOGLALÁS

- Támszerkezet teherbírási határállapota
 - Általános állékonyság
 - Elfordulásos talajtörés
 - Függőleges egyensúly
 - Horgonykihúzóadás
 - Tartószerkezeti megfelelés
- Támszerkezetek hidraulikai határállapota
 - Felhajtóerő
 - Szivárgás
 - Kimosódás

HATÁSOK

- Csatlakozó földtest (háttöltés) súlya
- Felszíni terhek
- Víz súlya
- Szivárgási erők
- Ütközési erők
- Rendkívüli hőmérséklet változások
- Hullámverés, jégnyomás

FÖLDNYOMÁSOK MEGHATÁROZÁSA

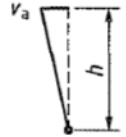
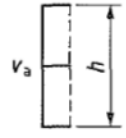
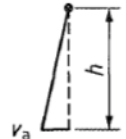
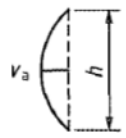
- Földnyomás határértékei – kialakuló lehetséges mozgásképek alapján
 - sík csúszólap nagy ϕ és δ esetén nem biztonságos
- A földnyomás nagyságát és irányát befolyásoló tényezők:
 - térszín és fal hajlása
 - vízszintek és szivárgási erők
 - falmozgások iránya és nagysága
 - szerkezet egészének egyensúlya
 - talajfizikai paraméterek
 - fal érdessége
- Földnyomások közbenső értékei
 - fal mozgások nem elégségesek a földnyomási határértékek mobilizálódásához
 - dúcok, horgonyok korlátozzák a falmozgást → aktív és passzív határértékei illetve eloszlásuk nem feltétlen a legkedvezőtlenebb esetet eredményezi
 - meghatározása: tapasztalati szabályok, rugóállandón alapuló vagy véges elemes módszereket

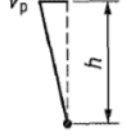
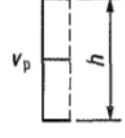
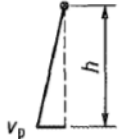
FÖLDNYOMÁSOK MEGHATÁROZÁSA

Földnyomások határértékeinek kialakulásához szükséges relatív mozgások
(EC-7, C melléklet)

Aktív földnyomás

Passzív földnyomás

A falmozgás jellege	laza talaj v_a/h , %	tömör talaj v_a/h , %
a) 	0,4 – 0,5	0,1 – 0,2
b) 	0,2	0,05 – 0,1
c) 	0,8 – 1,0	0,2 – 0,5
d) 	0,4 – 0,5	0,1 – 0,2

A falmozgás jellege	laza talaj v_p/h , %	tömör talaj v_p/h , %
a) 	7 (1,5) – 25 (4,0)	5 (1,1) – 10 (2,0)
b) 	5 (0,9) – 10 (1,5)	3 (0,5) – 6 (1,0)
c) 	6 (1,0) – 15 (1,5)	5 (0,5) – 6 (1,3)
ahol: v_p a passzív földnyomás mobilizálásához szükséges falmozgás h a fal magassága		

ahol:
 v_a az aktív földnyomás mobilizálásához szükséges falmozgás
 h a fal magassága

TERVEZÉSI KÖVETELMÉNYEK

- Teherbírási határállapot ellenőrzése – 2. tervezési módszer DA-2* változata
 - Parciális tényezők: igénybevételek illetve ellenállásokhoz rendelünk
 - Számítások karakterisztikus értékek alapján → ez alapján meghatározott szerkezeti igénybevételek növelése
 - Aktív földnyomások meghatározása esetében: jelentős rész az önsúlyból, kevés a hasznos teherből → általában $\gamma_G = 1,35$ alkalmazható
 - Passzív földnyomás: általában kedvezően befolyásol → $\gamma_G = 1,0$
- Általános állékonyság – 3. tervezési módszer
 - Parciális tényezők: talaj nyírószilárdsági paraméterei ($\gamma_{\phi'} = \gamma_c = 1,35$)
- Használhatósági határállapot
 - Megengedett elmozdulások határértékei
 - Mindig összehasonlítható tapasztalatokra támaszkodva

PARCIÁLIS TÉNYEZŐK – GEO HATÁRÁLLAPOT

□ DA-2*: A1+M1+R2

- A: igénybevételek vagy hatások
- M: talajfizikai paraméterek
- R: ellenállás

R2 - ellenállás: támszerkezetek

Az ellenállás jellege	Jel	Értékcsoport	
		R2	R3
Talajtörési ellenállás	$\gamma_{R,v}$	1,4	1,0
Elcsúszási ellenállás	$\gamma_{R,h}$	1,1	1,0
Földellenállás	$\gamma_{R,e}$	1,4	1,0

R2 - ellenállások: horgonyok

Az ellenállás jellege	Jel	Értékcsoport	
		R2	R3
Ideiglenes	$\gamma_{a,t}$	1,1	1,0
Tartós	$\gamma_{a,p}$	1,1	1,0

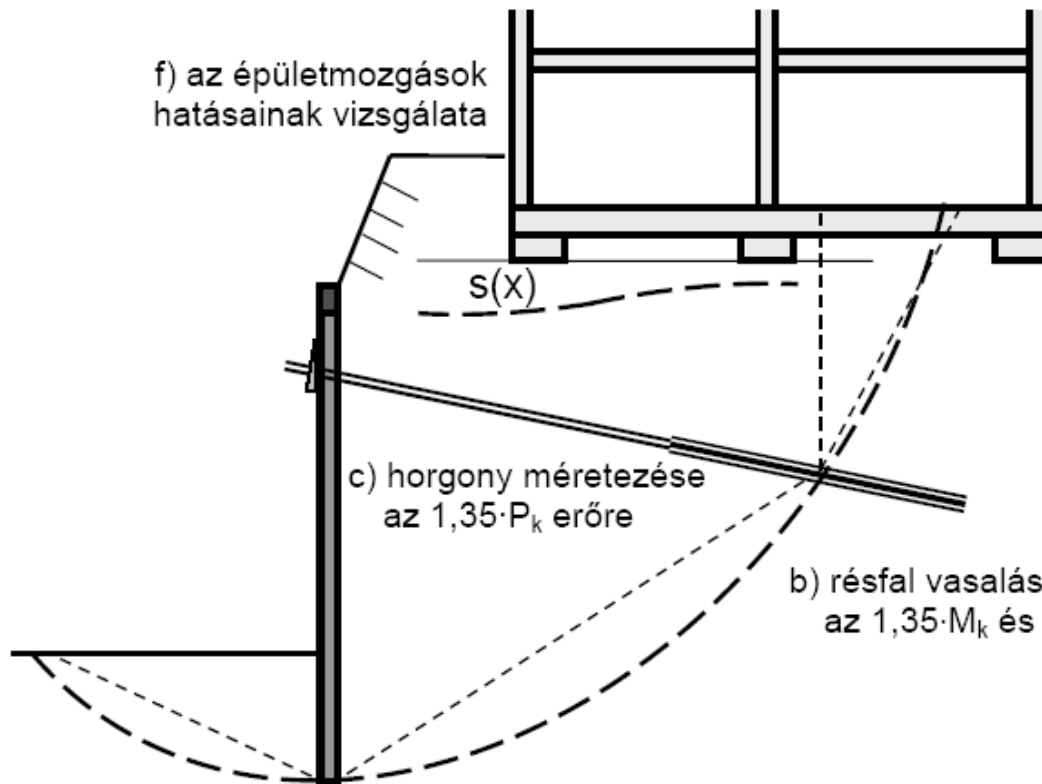
A1 - Igénybevételek

Hatás		Jel	Értékcsoport	
			A1	A2
Állandó	kedvezőtlen	γ_G	1,35	1,0
	kedvező		1,0	1,0
Esetleges	kedvezőtlen	γ_Q	1,5	1,3
	kedvező		0	0

M 1- talajfizikai paraméterek

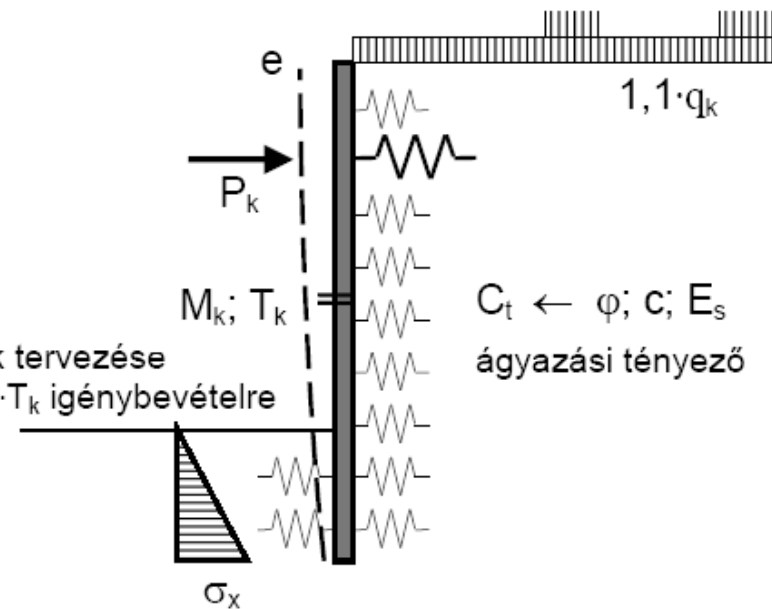
Talajparaméter	Jel	Értékcsoport	
		M1	M2
Hatékony súrlódási szög	$\gamma_{\phi'}$	1,0	1,25
Hatékony kohézió	$\gamma_{c'}$	1,0	1,25
Drénezetlen nyírószilárdság	γ_{cu}	1,0	1,4
Egyirányú nyomószilárdság	γ_{qu}	1,0	1,4
Térfogatsúly	γ_{γ}	1,0	1,0

STATIKAI TERVEZÉS FŐ FELADATAI AZ EC-7 SZERINT



e) az általános állékonyság min. 1,35 biztonságának kimutatása bármely kör és összetett csúszólapra

a) fal, mint tartószerkezet reakcióerőinek és igénybevételeinek számítása a rugalmas ágyazás elve alapján

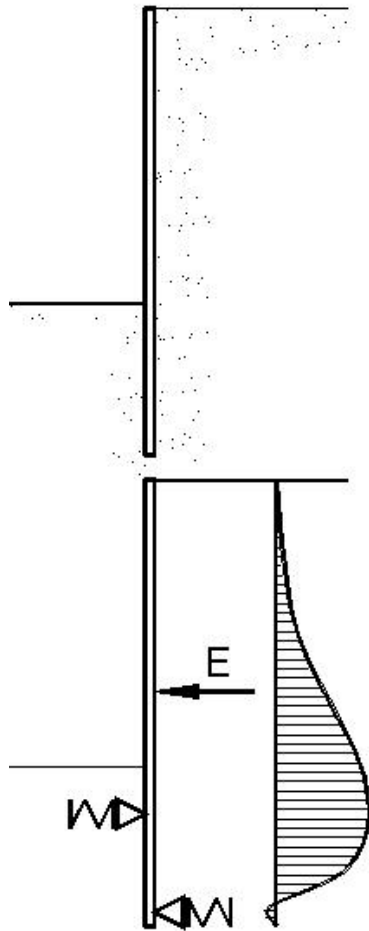


d) földellenállás ellenőrzése az $1,35 \cdot \int \sigma_x \cdot dz$ földnyomásra min. 1,40 biztonsággal

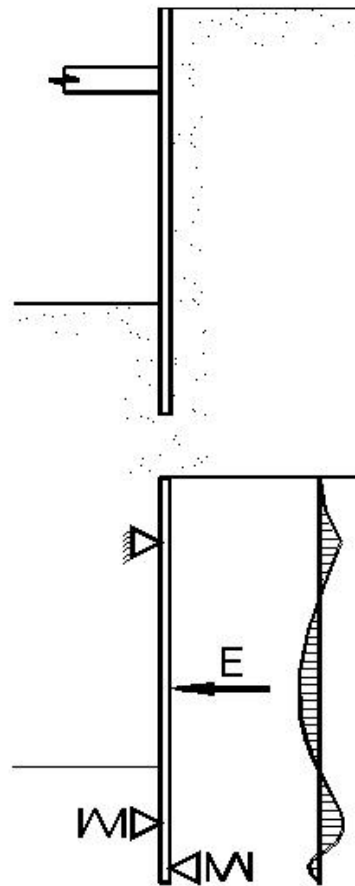
MÉRETEZÉS

Befogott falak méretezése

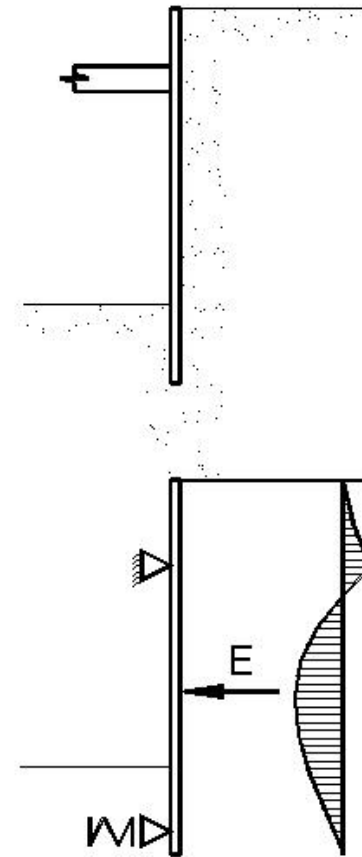
TÁMSZERKEZETEK STATIKAI VÁZAI



befogott



befogott
megtámasztott



támaszkodó
megtámasztott

LEHAJTÁSI MÉLYSÉG

- Befogás mélységét befolyásoló tényezők
 - ▣ Függőleges befúródás
 - ▣ Általános állékonyság
 - ▣ Hidraulikai szempontok
 - ▣ Passzív földnyomás elegendő megtámasztást biztosít-e



GEO határállapotra
való megfelelés



STR határállapot

- Vizsgálati lehetőségek
 - ▣ Passzív földnyomás osztása biztonsággal
 - ▣ Gyengített nyírószilárdsági paraméterek alkalmazása
 - ▣ Egyensúlyozó földnyomás összevetése a passzív földnyomással

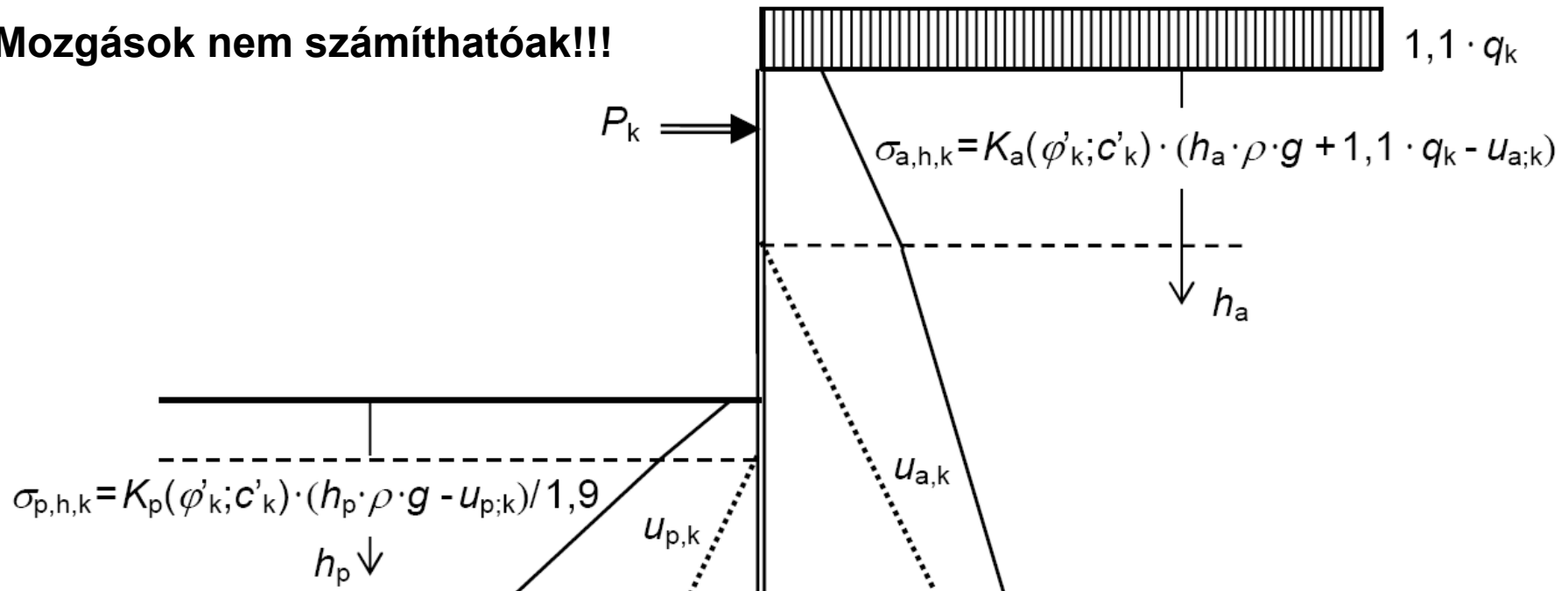
MÉRETEZÉSI ELJÁRÁSOK

- Földnyomás előzetes felvétele mozgástól függetlenül
 - Blum féle eljárás (MSZ)
 - Német és amerikai ajánlások
- Rugalmas ágyazás (Winkler modell)
 - diagramok, táblázatok lineáris rugómodell alapján, földnyomások kézi számításos ellenőrzésével
 - szoftverek bilineáris modellel (Czap, GEO5)
- Véges elemes analízis
 - 2D és 3D modellezés lehetőségei
 - különféle talajmodellek alkalmazása

HATÁREGYENSÚLYI MODELLEK

1. Földellenállások mélység szerinti változása
2. Nyomatéki egyensúly a belső támaszra – lehajtási mélység
3. Vízszintes vetületi egyensúly – belső támasz
4. Tervezési érték: $\gamma_G = 1,35$

Mozgások nem számíthatóak!!!



MOZGÁSOK MUNKAGÖDRÖK MENTÉN

Beépített környezet

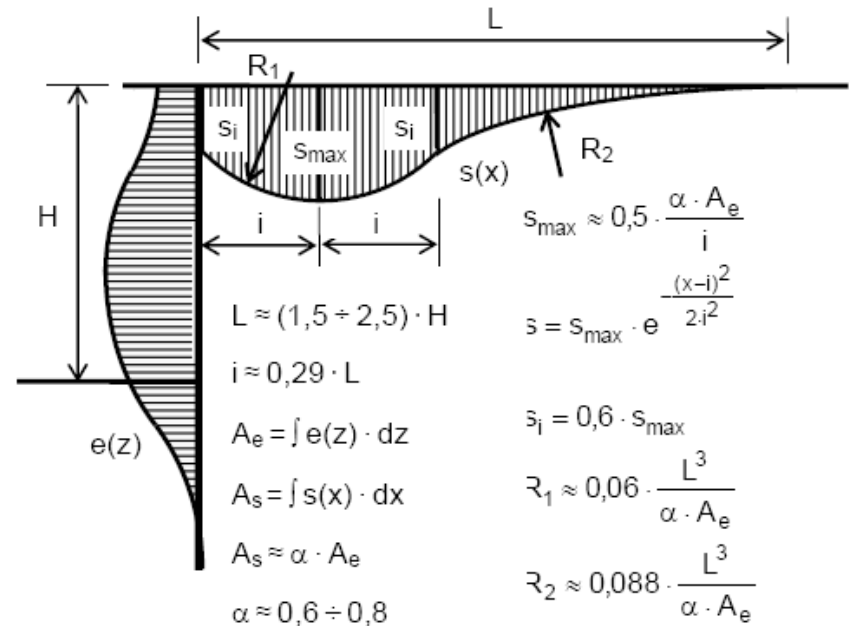
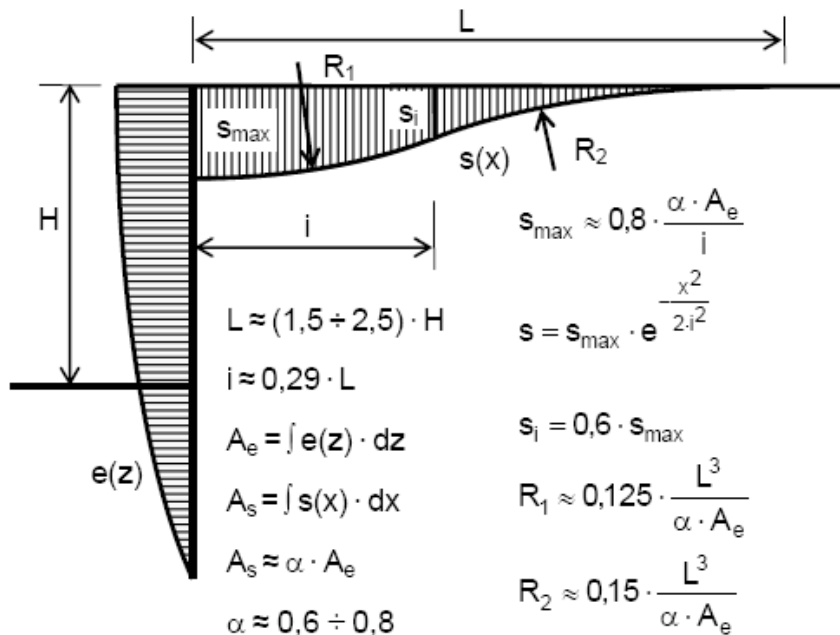


Munkagödör környezetének süllyedésvizsgálata

□ EC-7: Mindig összehasonlítható tapasztalat alapján

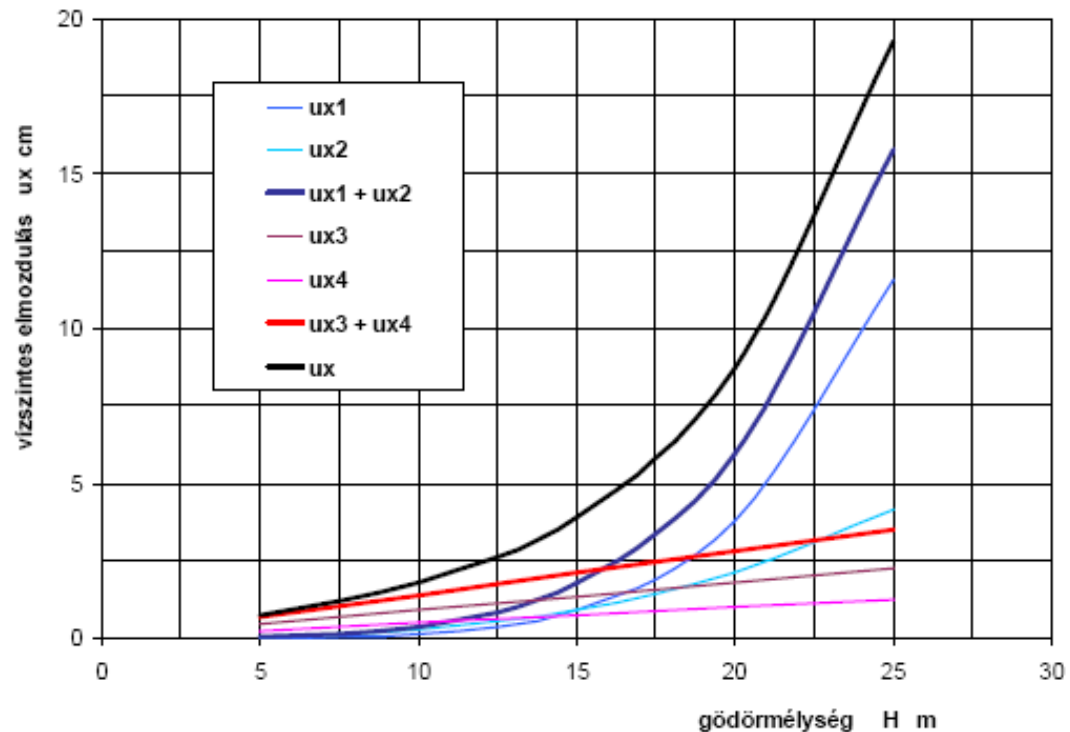
■ Bp. elegendő ismeret → $s = 0,002 \cdot H$

H = 10 m mélységig – Hamza (1993)



MOZGÁSOK MUNKAGÖDRÖK MENTÉN

Mély munkagödrök többletmozgásai Kempfert nyomán



$$u_x = \sum_{i=1}^4 u_{xi} = 0,2 \cdot \frac{\gamma \cdot H^5}{E_t \cdot b^3} + 0,2 \cdot \frac{\gamma \cdot H^3}{E_t \cdot b} + 0,225 \cdot \frac{\gamma \cdot H \cdot B}{E_g} + 0,125 \cdot \frac{\gamma \cdot H \cdot B}{E_g}$$

háttöltés

fenékszóna

hajlításából

nyírásából

többletterhéből

tehermentesüléséből

Miért van szükség megfelelő méretezésre?





Köszönöm a figyelmet!

Wolf Ákos

Győr, 2009. október 1.