

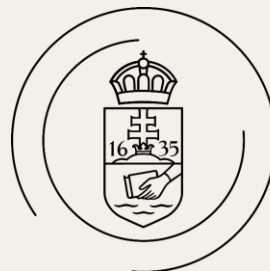
# A meglévő csatornarendszeren keresztüli felszínalatti vízpótlás lehetőségeinek vizsgálata a Duna-Tisza közí hátság területén végelelemes szimulációk segítségével

Készítette: Petneházy Adél

Geofizikus MSc

Témavezetők: Dr. Szijártó Márk *tudományos főmunkatárs*;  
Mádlné Dr. Szőnyi Judit *egyetemi tanár*

Eötvös Loránd Tudományegyetem  
Geofizikai és Űrtudományi Tanszék  
Budapest, 2024



**ELTE**  
EÖTVÖS LORÁND  
TUDOMÁNYEGYETEM



A kutatás az Éghajlatváltozás Multidiszciplináris Nemzeti Laboratórium RRF-2.3.1-21-2022-00014 számú projekt, illetve a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Hivatal támogatásával a PD 142660 számú OTKA projekt keretében valósult meg.

„A falu mellett fekvő, könnyen megközelíthető földek egy részét sem művelik már” / Telex



„A nyáron kiszáradt legelő a Duna–Tisza közén” / Telex

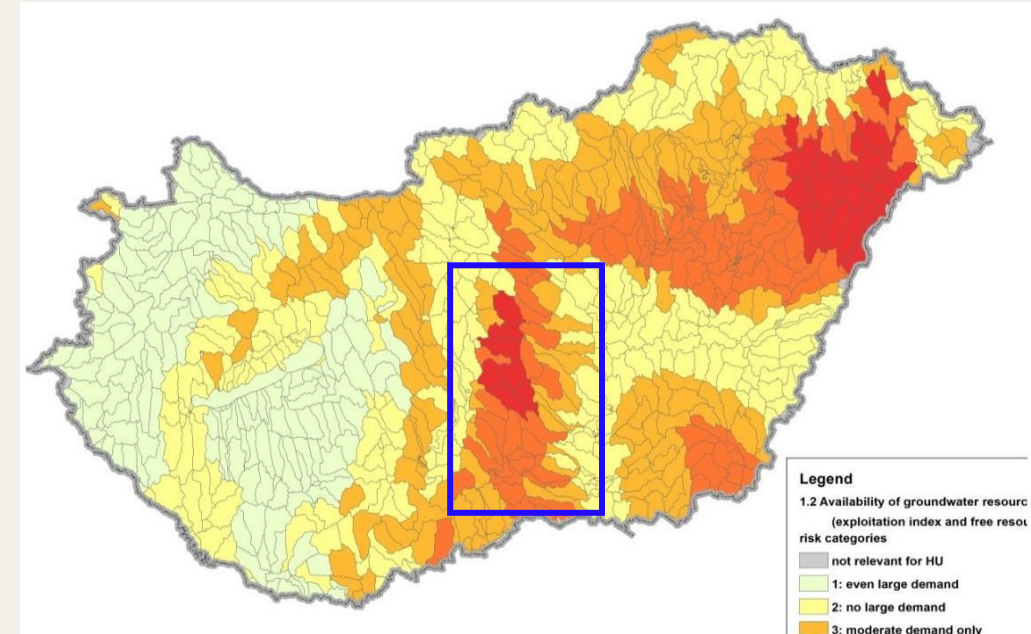


„A száraz homokon a gabona már most sárga, és feleakkora, mint kellene, hogy legyen” / Telex



## Kutatási terület

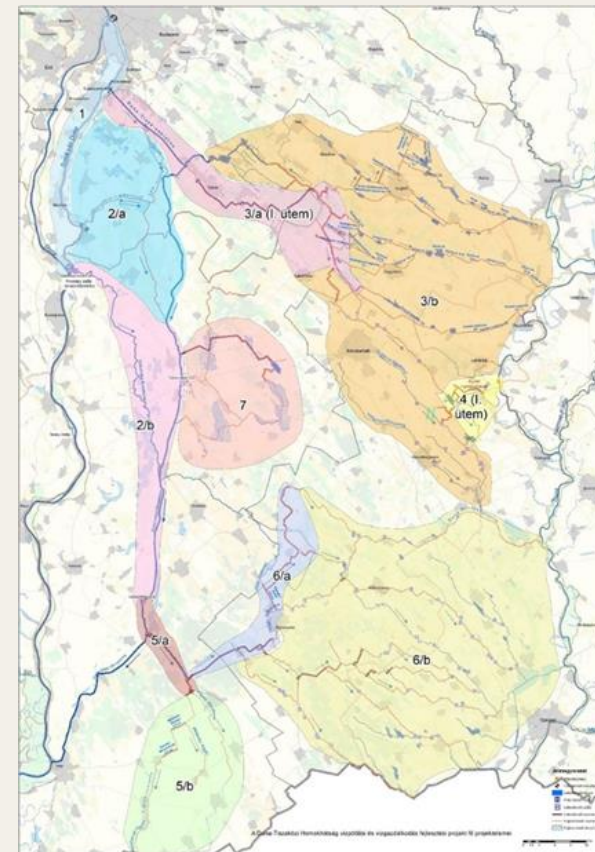
- Fokozott kockázati tényező: aszályhajlam (mérsékelt meleg és száraz éghajlat)
- Éves átlagos csapadékmennyiség ~ 500–550 mm/év; egyenetlen időbeli eloszlás
- Az evapotranszspiráció mértéke az éves csapadék 80–90%-a, átlagosan 470 mm/év
- Felfelé finomodó üledékes rétegsorral jellemezhető hordalékkúpsíkság
- Az elmúlt 50 évben átlagosan 2–3 m-rel csökkent a felszínalatti víz szintje, de bizonyos területeken elérte a 6–7 m-t is



**1.ábra** A felszín alatti vizek rendelkezésre állásával kapcsolatos kockázatok (WWF, 2020)

## A Duna-Tisza köze Homokhátság projekt

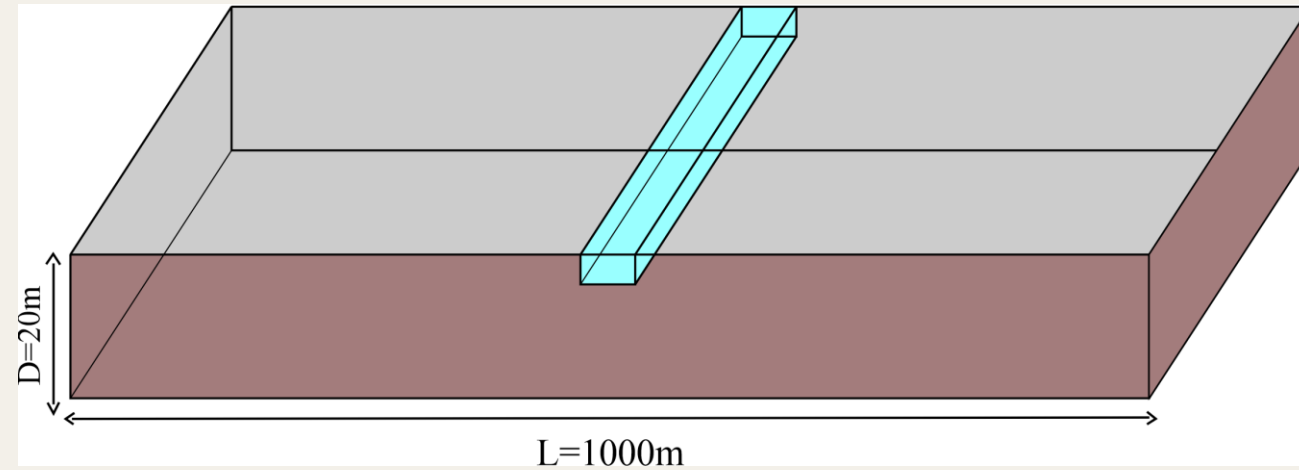
- Országos Vízügyi Főigazgatóság (OVF) terve szerint: felszíni csatornákon keresztül a Duna és a Tisza völgyéből
- Célok:
  - vízháztartás javulása
  - keletkező vizek helyben tartása
  - természetes vízjárás biztosítása
  - klímaváltozás hatásainak ellensúlyozása és az azokhoz való alkalmazkodás lehetősége



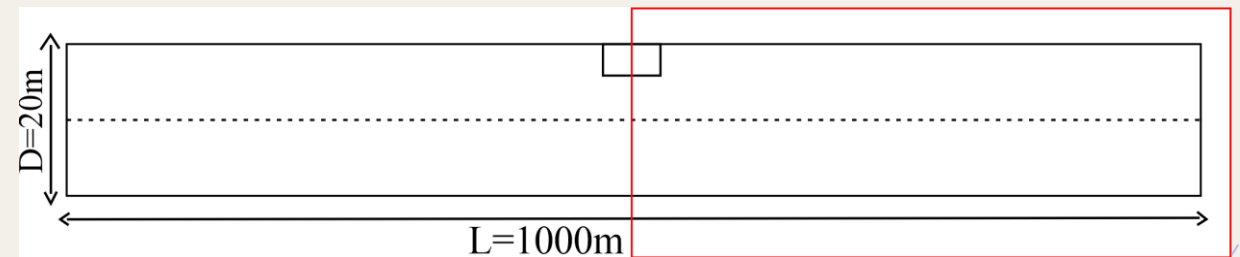
**2.ábra** A Duna-Tisza közti homokhátság vízpótlási és vízgazdálkodás fejlesztés területeinek elhelyezkedése  
forrás: <https://homokhatsag.ovf.hu/>

## Modell felépítése

- Homogén és izotróp közeg
- Stacionárius eset
  - felső áramlástanai határfeltétel a hidraulikus emelkedési magasság
  - alsó és oldalsó határok impermeábilisek
- Időfüggő eset:
  - kezdeti feltétel a 2D nyomáseloszlás
  - jobb oldali határon nyomás-mélység profil



3.ábra A háromdimenziós modell sematikus felépítése



4.ábra A kétdimenziós modell sematikus felépítése

Kontinuitási egyenlet (1)

$$\rho_w \left( \frac{c_k}{\rho_w g} + S_e S \right) \frac{\partial p}{\partial t} + \nabla[\rho_w \mathbf{q}] = Q, \quad (1)$$

Darcy-Buckingham egyenlet (2)

$$\mathbf{q} = -\frac{K'}{\rho_w g} [\nabla p - \rho_w \mathbf{g}], \quad (2)$$

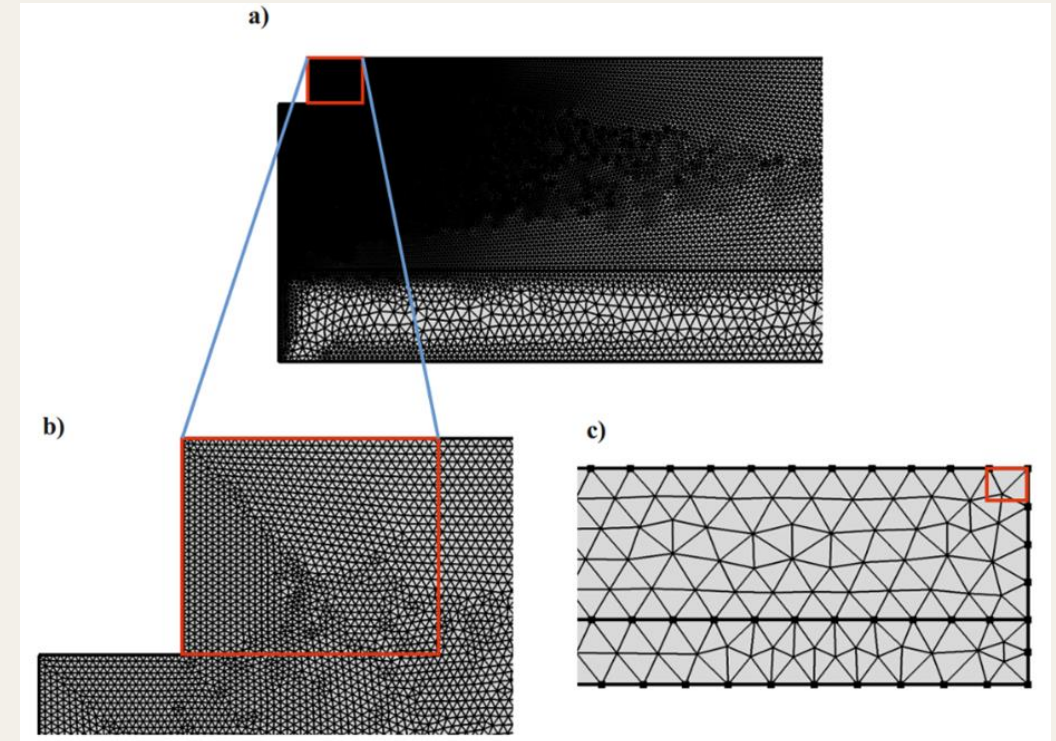
## Kétdimenziós modell

Paraméter	Érték	Mértékegység
Talajvíztükör mélysége	2; 4; 6; 8	m
Felszínalatti víztükör amplitúdója	0,1; 0,25; 0,5; 0,75; 1	m
Hidraulikus vezetőképesség	$10^{-8}$ ; $10^{-7}$ ; $10^{-6}$ ; $10^{-5}$ ; $10^{-4}$	m/s
Csatorna vízszintje	25; 50; 75; 100	%
Felszíni csatorna mélysége	1,5; 8	m

Természeti

Technikai

1.táblázat Változtatott paraméterek



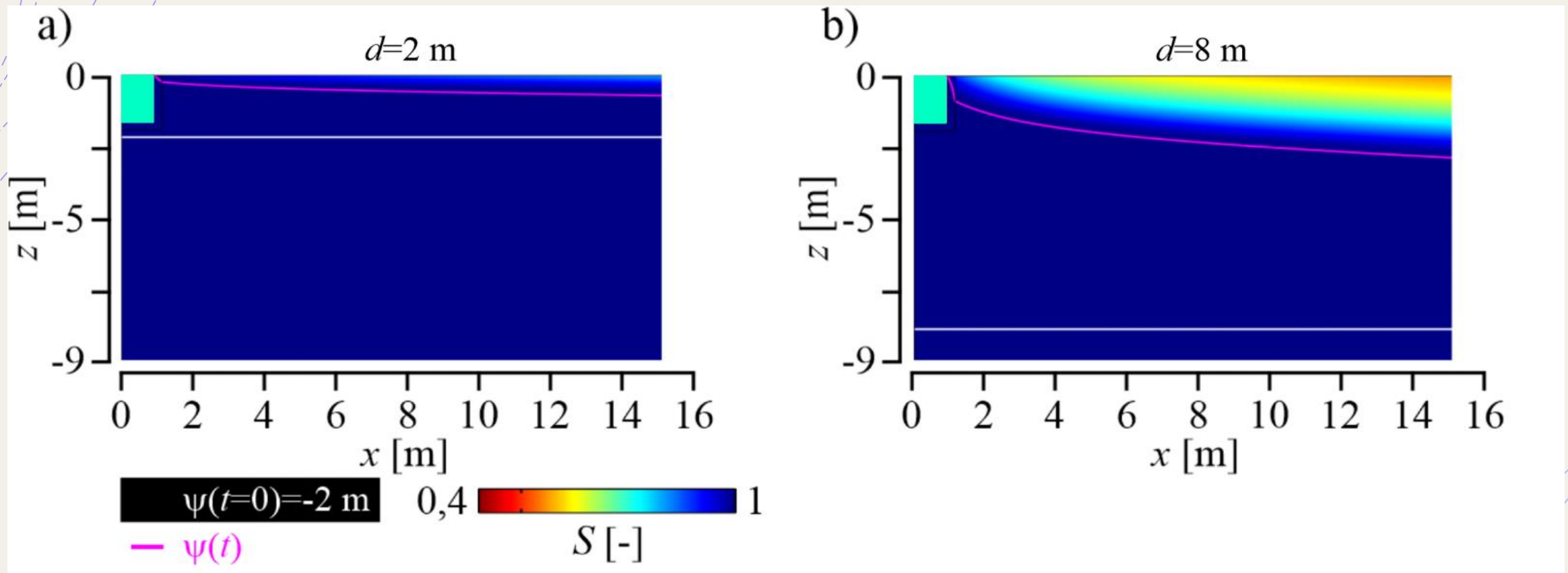
5.ábra A kétdimenziós modellt felosztó végeselemes rácsháló

(a) a beszivárogtatás felőli térrészen

(b) a csatorna közvetlen környezetében

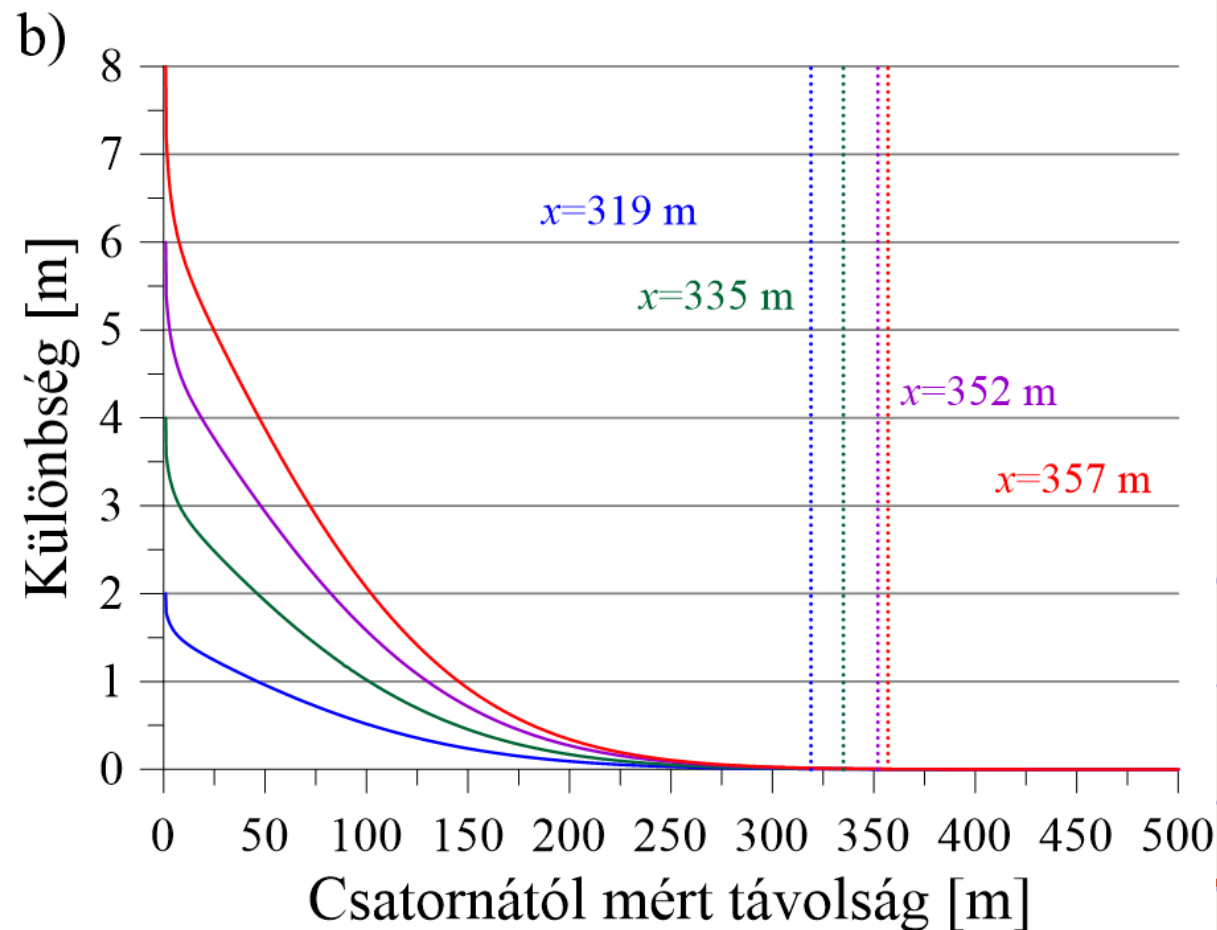
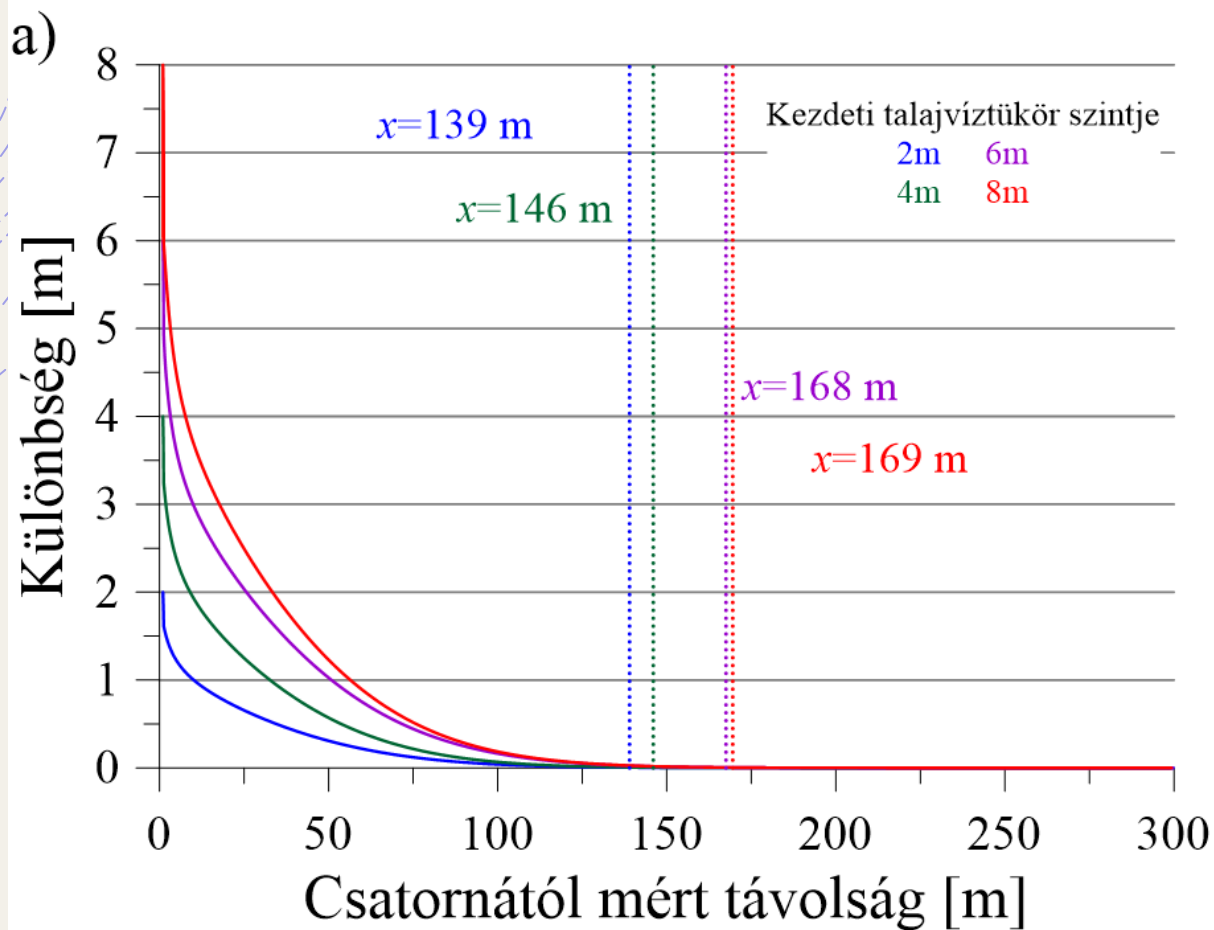
(c) a beszivárogtatástól távolabb eső térrészen

## Talajvíztükör szintjének változása



**6.ábra** Effektív víztelítettség és a vízszint változása 20 év után különböző kezdeti talajvízszint esetén

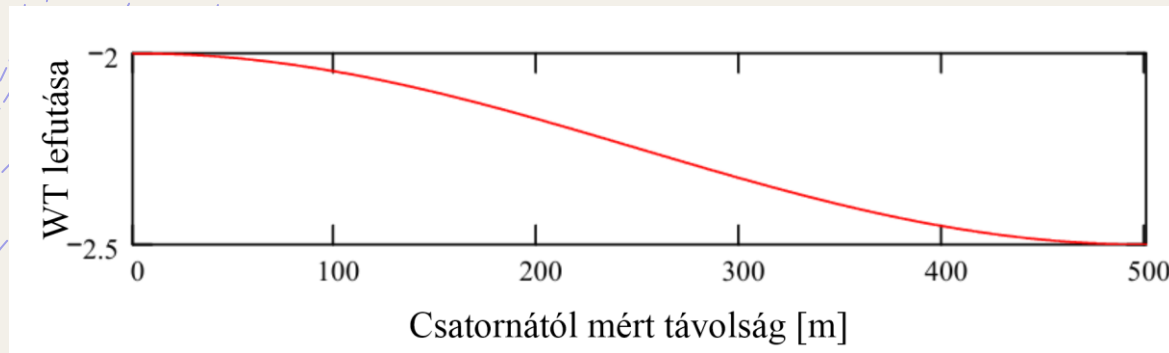
## Talajvíztükör szintjének változása



**7.ábra** A talajvízszint változása különböző kezdeti vízszintek estén (a) 5, valamint (b) 20 év után a szelvénymenti távolság függvényében



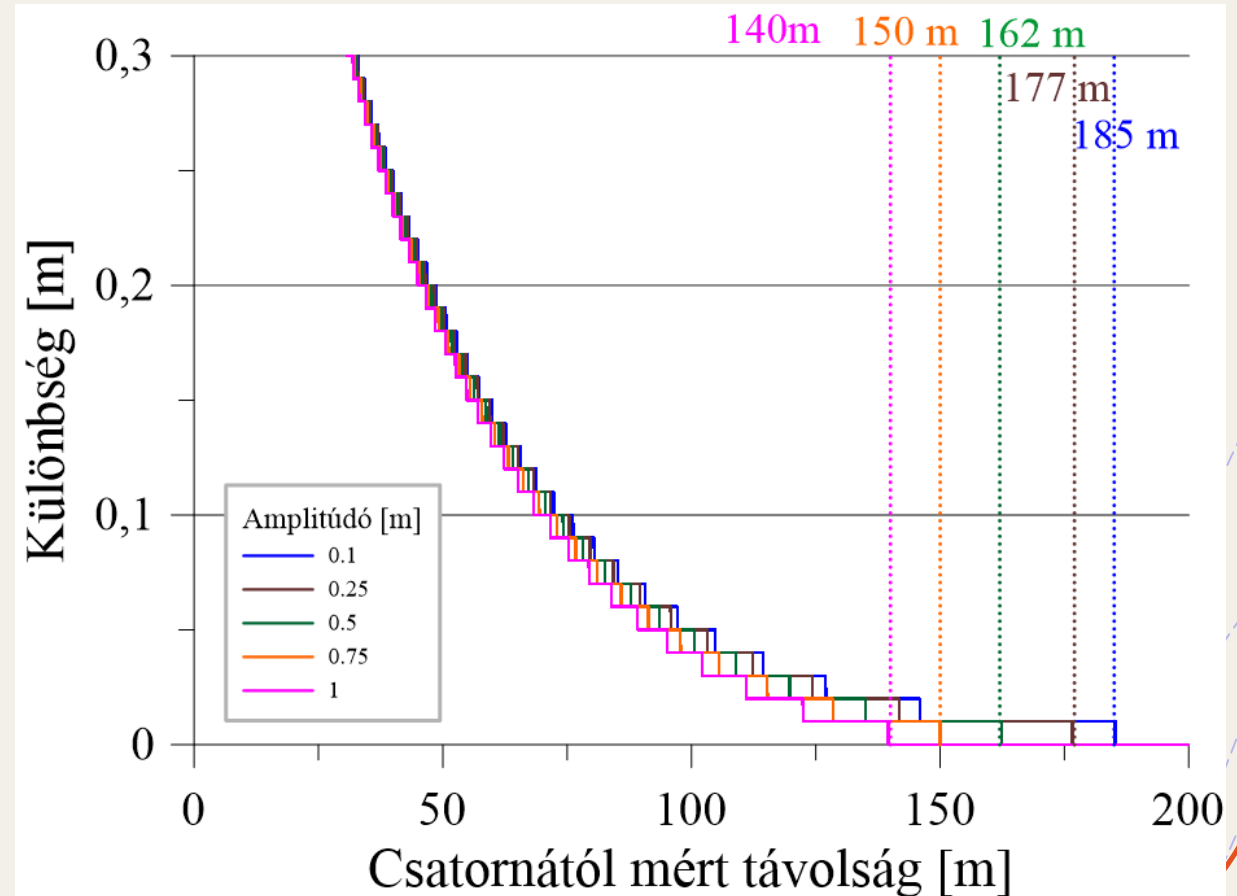
## Felszínalatti víztükör alakjának hatása



8.ábra Félkoszinuszos talajvíztükör vázlatos szemléltetése

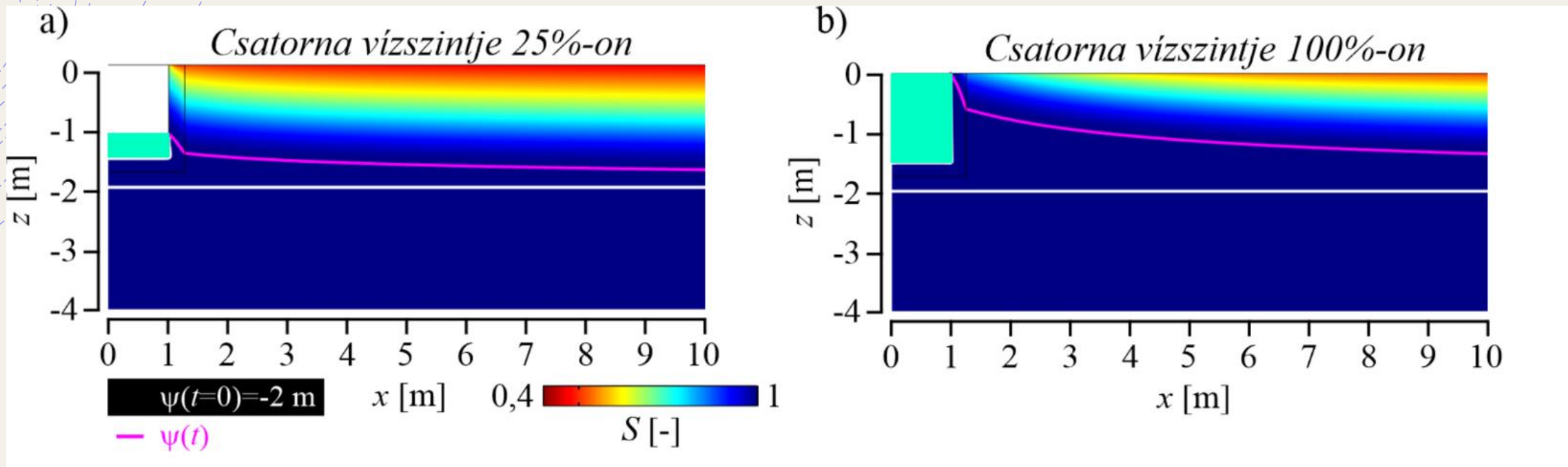
$$WT(x) = \frac{A}{2} \cos\left(\frac{\pi}{L}x\right) - \left(WT_0 + \frac{A}{2}\right) \quad (3)$$

- koszinuszos lejtő horizontális kiterjedése  $L=500$  m
- a víztükör referencia mélysége 2 méter
- a talajvíztükör amplitúdója  $A=0,1; 0,25; 0,5; 0,75; 1$  m



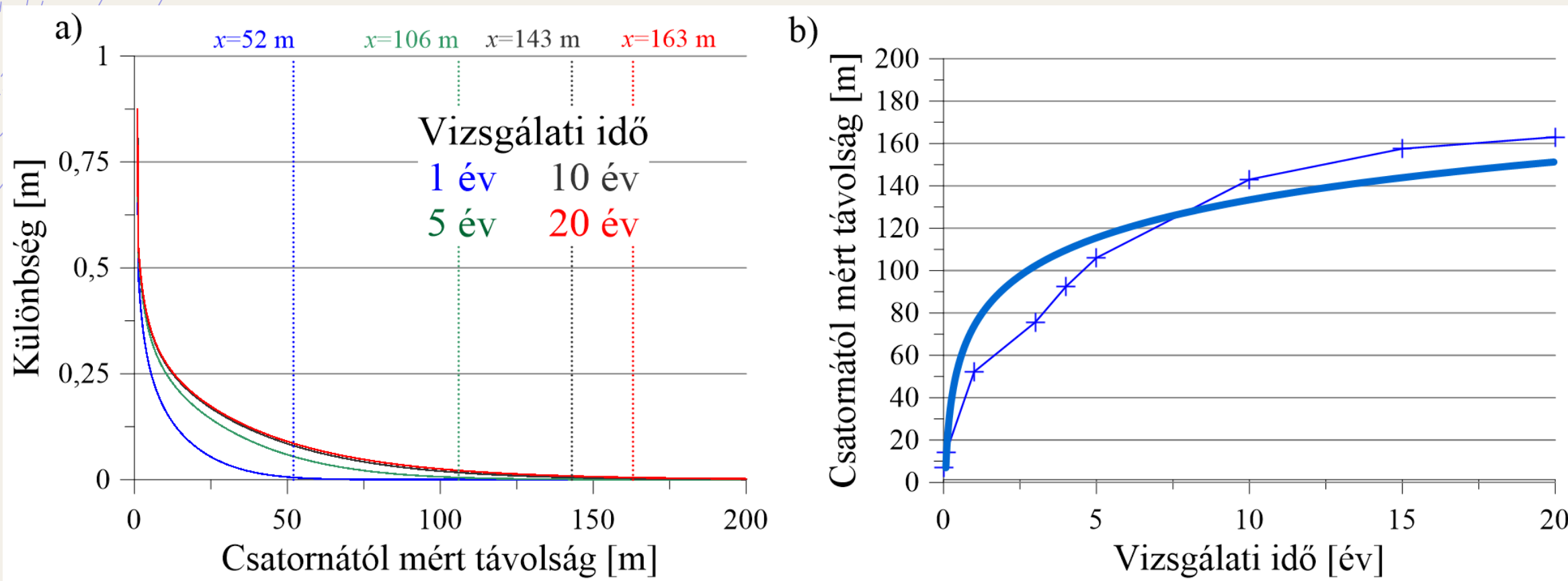
9.ábra A talajvízszint változása 20 év után különböző amplitúdó értékek mellett csatorna geometrián keresztül történő beszivárogtatás esetén

## Csatorna vízszintjének változása



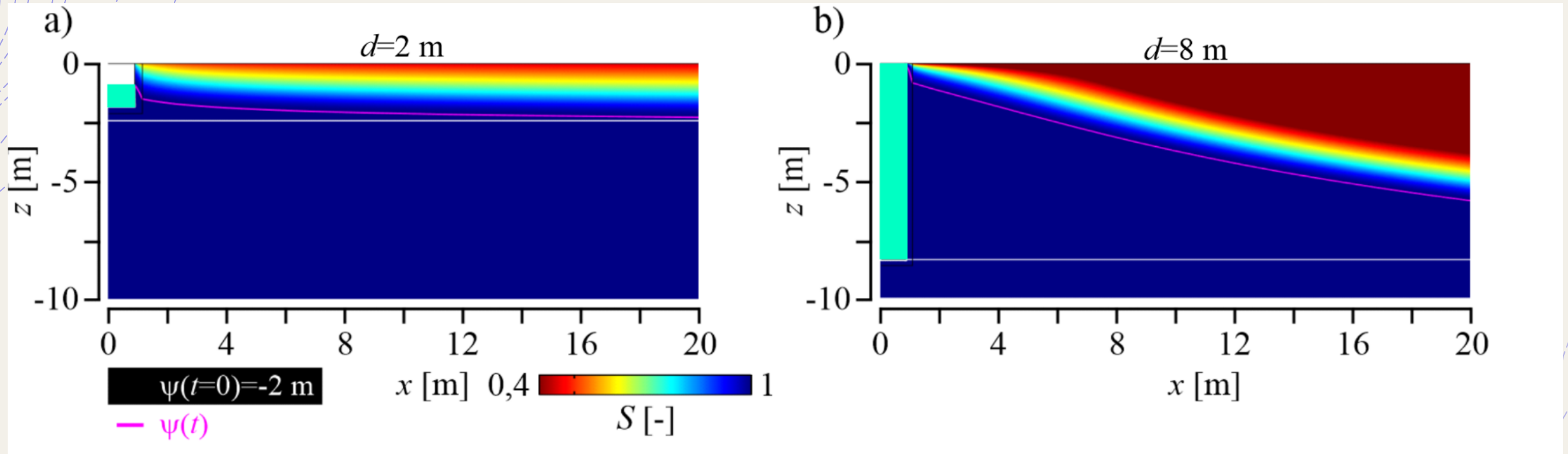
10.ábra Effektív víztelítettség  $d=2$  m kezdeti talajvízszint esetén 20 év után, különböző csatornában fenntartott állandó vízszintek esetén

## Csatorna vízszintjének változása



**11.ábra** A talajvízszint változása a kezdeti vízszinthez képest különböző csatornában fenntartott vízszintek 25% esetén


## Talajvízszinthez igazodó akna geometria



**12.ábra** Effektív víztelítettség 1 év után különböző geometriai elrendezések esetén:  
(a) csatorna geometria, valamint (b) akna geometria

## Diszkusszió

### ❖ *Megvalósíthatóság vizsgálata*

- Térinformatikai rendszerből számolva ~1200 km hosszú csatornahálózat
- Becsült nagyságrend a területre vonatkozó vízhiány mértékéből
  - Ha a beszivárogtatás fluxusa  $q_{in}=10^{-6}$  m/s lenne, akkor is legalább 1000 db 1 km hosszú csatorna lenne szükséges ahhoz, hogy a felszínalatti vízszint ne csökkenjen tovább
- ❖ 20 év alatt a 140–380 méteres hatástávolság a csatornától távolodva a szelvény mentén
- ❖ Legalább 10 cm-es emelkedés észlelhető ~ 60–100 méteres távolságig
- ❖ **A felszínen vezetett csatornahálózatot keresztüli beszivárogtatást ki kellene egészíteni más módszerekkel**
- ❖ Folytatás lehetősége  több csatorna szuperpozíciója

Előnyök	Hátrányok
Meglévő csatornák rehabilitációja	Párolgás
Vízellátás biztosítható (Dunával és Tiszával)	Mérnöki kapacitás
Egyszerűen ellenőrizhető	Numerikus modellek eredményei

## Következtetések és összefoglalás

### Akna geometria

- Talajvíztükör szintjéhez igazodó, telítetlen zóna kihagyása
- Jobban telítődik a közeg
- Pontszerű akna lehetősége a szükséges vízmennyiség okán

### Csatorna vízszintje

- Technikai paraméter
- Víztelítettség a csatorna közelében sokkal nagyobb
- Mezőgazdaság, termények minőségi javulása

### Felszínalatti víztükör alakja

- Háttéráramlás, különbségek a hatékonyságban
- Beszivárogtatás helyének megfontolása

### Talajvíztükör szintje

- Adott idő alatt mekkora utat kell megtennie a telítetlen zónában a beszivárogtatott vízmennyiségnek

### Hidraulikus vezetőképesség

- Hidrogeológiai szempontból vizsgálható
- Adott közeg milyen mértékben képes a vízfelvétele

# Köszönöm a figyelmet!

## Akna geometria

- Talajvíztükör szintjéhez igazodó, telítetlen zóna kihagyása
- Jobban telítődik a közeg
- Pontszerű akna lehetősége a szükséges vízmennyiség okán

## Csatorna vízszintje

- Technikai paraméter
- Víztelítettség a csatorna közelében sokkal nagyobb
- Mezőgazdaság, termények minőségi javulása

## Felszínalatti víztükör alakja

- Háttéráramlás, különbségek a hatékonyságban
- Beszivárogtatás helyének megfontolása

## Talajvíztükör szintje

- Adott idő alatt mekkora utat kell megtennie a telítetlen zónában a beszivárogtatott vízmennyiségnek

## Hidraulikus vezetőképesség

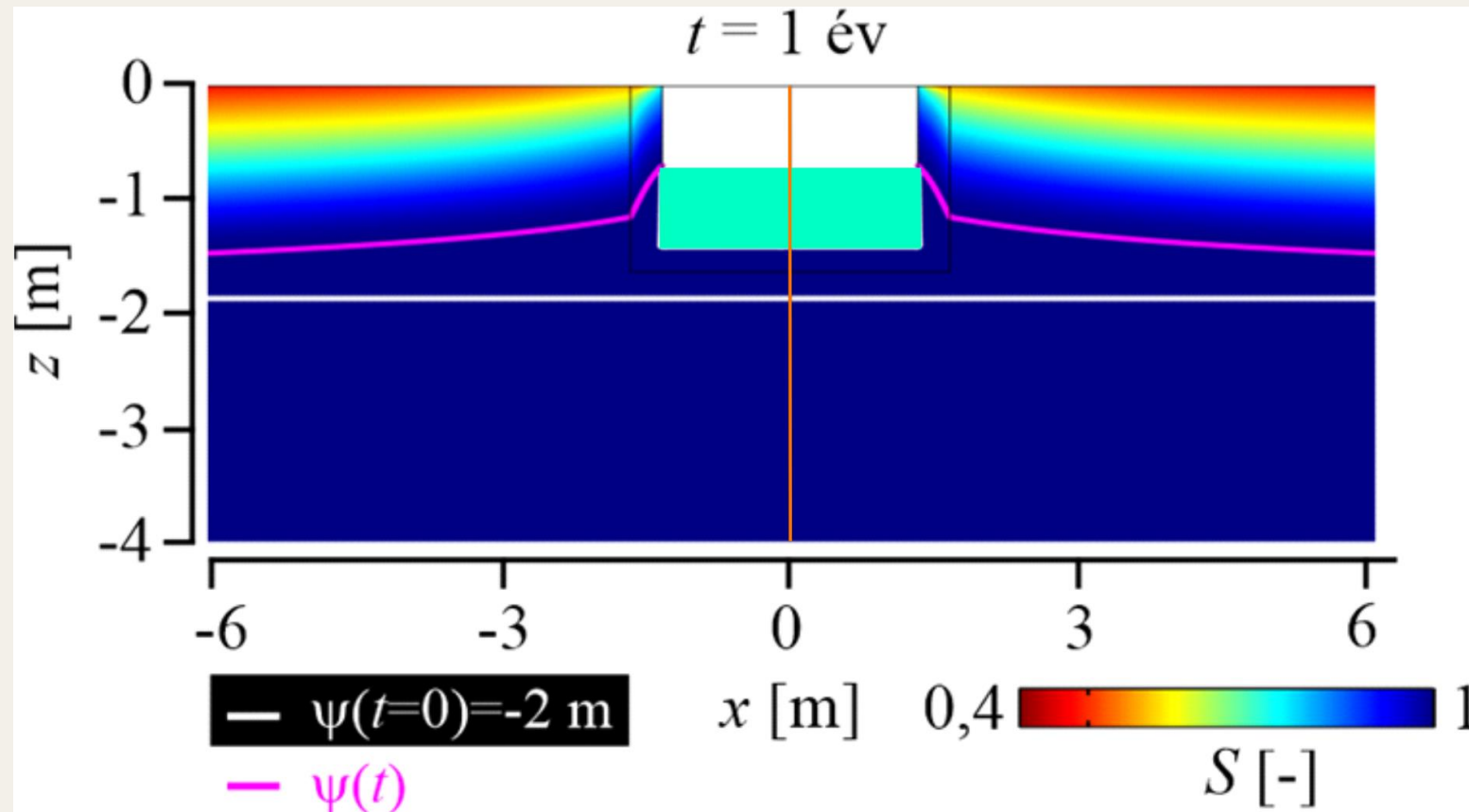
- Hidrogeológiai szempontból vizsgálható
- Adott közeg milyen mértékben képes a vízfelvételre

Paraméter	Érték	Mértékegység	Definíció
$L$	500	m	2D modell szélessége
$D$	20, 40	m	2D modell mélysége
$K_{xx}$	$10^{-4}, 10^{-5}, 10^{-6}, 10^{-7}, 10^{-8}$	m/s	hidraulikus vezetőképesség
$\varphi$	0,1	-	porozitás
$d$	2; 4; 6; 8	m	talajvíztükör mélysége
$\rho_w$	1000	kg/m <sup>3</sup>	vízszűrűség
$a$	1	m	felszíni csatorna félszélessége
$b$	1,5; 8	m	felszíni csatorna mélysége
$q_{in}$	$10^{-6}$	m/s	beszivárogatás fluxusa a csatornán keresztül
$\Theta_s = \varphi$	0,1	-	szaturált víz térfogata
$\Theta_r$	0,01	-	nem redukálható víz térfogata
$\chi_f$	$4 \cdot 10^{-10}$	1/Pa	folyadék kompresszibilitása
$\chi_m$	$10^{-4}$	1/Pa	mátrix kompresszibilitása
$\alpha$	1	1/m	állandó (van Genuchten modell)
$n$	2	-	állandó (van Genuchten modell)
$l$	0,5	-	állandó (van Genuchten modell)
$A$	0,1; 0,25; 0,5; 0,75; 1	m	felszínalatti víztükör amplitúdója



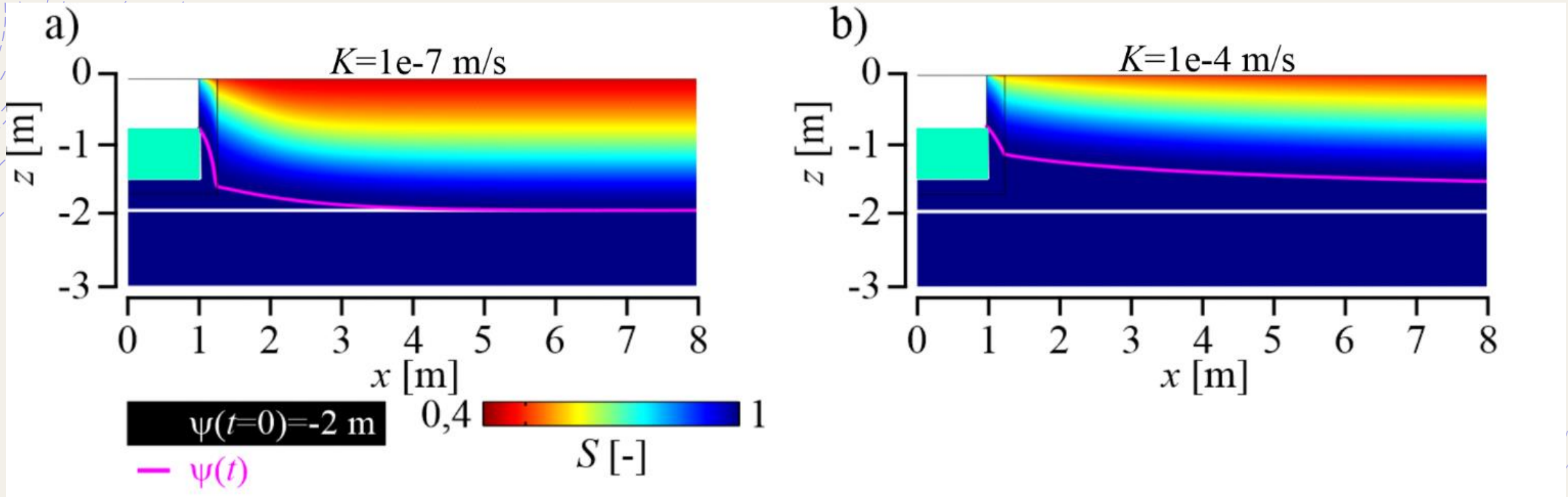
## Szimmetrikus eset

- szimmetrikus és „félmedence” elrendezések összehasonlítása
- RMS hiba => nincs szignifikáns eltérés => egyszerűsítés



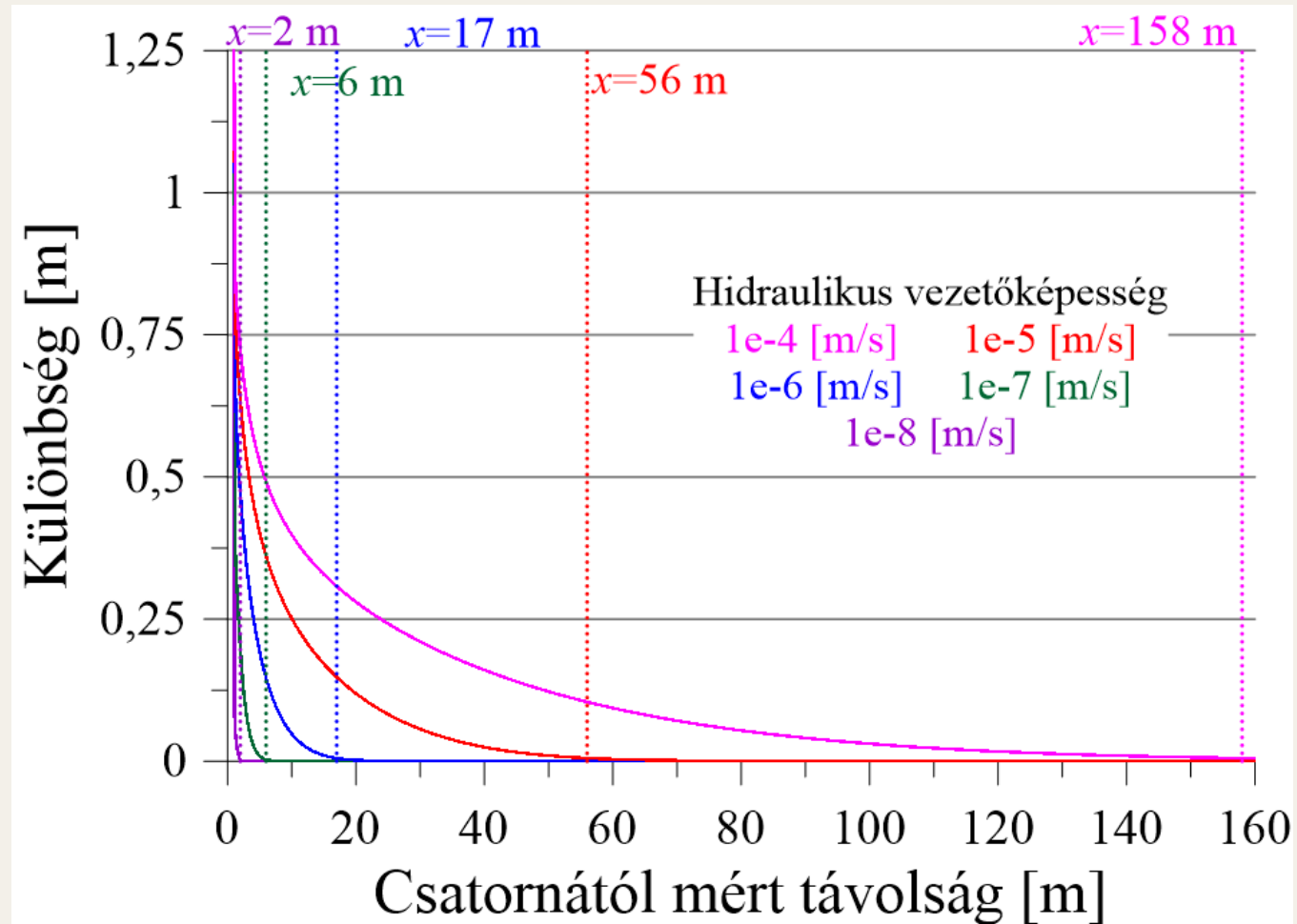
6.ábra A kétdimenziós modell sematikus felépítése

## Hidraulikus vezetőképesség változása



**10.ábra** Effektív víztelítettség idősorok  $d=2$  m kezdeti talajvízszint esetén 1 év elteltével különböző hidraulikus vezetőképességű közegeket feltételezve

## Hidraulikus vezetőképesség változása



**11.ábra** A talajvízszint változása különböző hidraulikus vezetőképesség értékek mellett 1 év után a szelvénymenti távolság függvényében