

**A SZIGETKÖZI TALAJVÍZ VÁLTOZÁSÁNAK
ÉRTÉKELÉSE
ÖKOLÓGIAI SZEMPONTBÓL**

A SZIGETKÖZI TALAJVÍZ VÁLTOZÁSÁNAK ÉRTÉKELÉSE ÖKOLÓGIAI SZEMPONTBÓL

A SZIGETKÖZI VÍZKÉSZLET

A Kisalföld aljzata a Kárpátok felgyűrődésével járó nagyszerkezeti mozgások óta egyre intenzívebben süllyed. A süllyedő medencét a negyedidőszaktól kezdve homokos-kavicsos hordalék tölti fel. A feltöltést főként a Duna végzi, de a felvidéki folyók és a Rába is részt vesznek benne. Ez a feltöltés alakította ki a Szigetköz és a Csallóköz térségében a - geológiai ritkaságnak számító - szárazföldi folyódeltát. A geometriai kifejlődése után 'hordalékkúp' nevezett kavicsos-homokos összetételű képződése a jelenkorban is tart, a folyószabályozás azonban bizonyos határt szab a friss üledékek szétterülésének.

A Duna szigetközi-csallóközi szakaszának különlegesen kedvező hidrogeológiai viszonyai partiszűrészű ivóvíztermelést tesznek lehetővé. A szlovák oldalon már most jelentős mennyiségű termelés folyik; a magyar oldalon a készlet még potenciálisan minősül. (Becslések szerint a jelenlegi budapesti vízfogyasztás háromszorosát biztosíthatná a szigetközi-csallóközi partiszűrészű termelő-kapacitás.) A vízkészlet mennyiségének és minőségének védelmét a hordalékkúp tetején kanyargó Duna látta el a legutóbbi időkig, a természetes mederszűrészű utánpótlás révén. Ennek a kedvező természeti jelenségnek a megmaradását kockáztatja a folyam 1992 októberi elterelése.

A szigetközi vízkészlet felszíni szennyeződéssel szembeni védettsége jelenleg csekély. A felszín alá bekerülő véletlen szennyezés utólag már nem (vagy csak rendkívül nagy költséggel) szüntethető meg. A szigetközi vízkinccs megvédésének egyetlen hatékony módja a korábbi állapot visszaállítása, a Duna vizének visszakerülése lenne. Néhány óvintézkedés természetesen ettől függetlenül is tehető, ezek azonban csupán csökkentik a veszélyt. A legfontosabb közülük a potenciális szennyezők megszüntetése. Ezt szolgálják a magyar oldali településeken gyorsított ütemben épülő szennyvízcsatornák és tisztítóművek.

A DUNA ÉS A TALAJVÍZSZINT ÖSSZEFÜGGÉSE

A Duna elterelése előtti időkből a folyam és a szigetközi talajvíz szoros kapcsolatát szemléletesen tükrözi a vízszintek kapcsolata. A laza homokos-kavicsos összetételben gyorsan terjed a dunai vízszint-ingadozás okozta nyomásváltozás: a dunai vízszint és a talajvízszint időszora szoros korrelációt mutat. Emiatt egyszerű függvénykapcsolat állapítható meg a két mennyiség között.

Az összefüggés valamely rögzített földrajzi helyen mért dunai vízszint és egy kút vízszintje között a t időpillanatban:

$$h(t) = a * H(t-t_0) + b,$$

ahol

H :	dunai vízszint,
h :	vízszint a kútban,
a, b :	a kútra jellemző állandók,
t_0 :	a kút időkése.

Az a, t_0 paraméterek a kút földrajzi helyétől függő, fizikai jelentéssel rendelkező állandók. Az a a vízszintingadozás csillapodásának mértéke, ami a Dunától távolodva csökken. A t_0 a talajvízváltozás időkése a kútban, ez a Dunától távolodva nő. Az összefüggésből számolt h értéket a továbbiakban - a szokások szerint - 'modell értéknek' nevezzük.

A Duna áradó, apadó és stagnáló állapotához nyilvánvalóan más és más hidrosztatikus nyomásterjedés tartozik. Ennek megfelelően három a, t_0 paraméterrendszer használatával kellene a dunai vízszint - talajvízszint összefüggést leírni. Numerikusan lényegesen egyszerűbb azonban a különböző hidrológiai állapotok matematikai 'egységesítése': a felszíni vízállás idősor simított függvényének használata.

A paraméterek számítását az 1991. január 1. - 1992. október 23. időszak napi felszíni és felszín alatti vízszint értékei alapján végeztük. Az 1. ábra a pozsonyi vízmércén mért dunai vízszintet és a simított értékeket mutatja. A simítás a napi átlagokból 9 pontos centrális mozgóátlag képzésével történt. A 2. ábra a tekintetbe vett 61 kút földrajzi elhelyezkedését tünteti fel. A 3.a) ábra az időszakhoz tartozó átlagos talajvíz-domborzatot, a 3.b) ábra a modell értékekből szerkesztett átlagos domborzatot mutatja. A két domborzat maximális eltérése 2 cm. (Természetesen rövidebb időszakra nagyobb eltérés adódna, azonban a mért és a modell értékek eltérése még egy napos időintervallum esetén sem haladja meg a 20 cm-t.) Az a, t_0 paraméterek térbeli eloszlása a 4. és 5. ábrákon látható.

A TALAJVÍZ VÁLTOZÁSA A DUNA ELTERELÉSE UTÁN, AZ ELTERELÉS ELŐTTI ÉS UTÁNI TALAJVÍZSZINT ÖSSZEHASONLÍTÁSA

A Duna elterelése drámai változást hozott. A vízhozam csökkenése következtében a folyó közepes szintje 3-4 méterrel csökkent a Dunacsúny-Szap szakaszon. Emiatt a talajvízszint is szignifikánsan csökkent. Az elterelés előtt a Duna a talajvíz állandó táplálója volt, az elterelés után pedig állandó megcsapolóvá vált. Megszűnt a talajvízszint dunai vízjáráshoz igazodó szezonális ingadozása. A Duna elterelésével és

a dunacsúnyi tározótó feltöltésével bonyolult hidrogeológiai helyzet keletkezett. A dunakiliti fenékküszöb 1995 májusi üzembehelyezésével a hidrogeológiai viszonyok tovább bonyolódtak.

Az elterelés előtti és utáni állapotok összehasonlítása nem egyszerű feladat, a folyam változékony vízjárása miatt. Ugyanakkor a Duna elterelésével okozott károk számokkal történő szemléltetéséhez mégis a talajvízszint csökkenése tűnik a legegyszerűbbnek, két okból is. Egyrészt a talajvízszint csökkenése közvetlen károkat okozott az élővilágban, mert lényegesen csökkent a gyökérszóna nedvesítettsége, főleg az ökológiailag különlegesen értékes, ártéri területeken. Másrészt a talajvízszint egyszerűen mérhető mennyiség, különösen a különféle florisztikai és faunisztikai mérési módszerekkel összehasonlítva az. Az ökológiai károk számbavételénél azonban fontos szempont, hogy az élővilág káraiért nemcsak a talajvízszint csökkenése, hanem a rendszeres ártéri elöntések hiánya is felelős.

Kiválasztott időtartamokhoz tartozó talajvízszintek összehasonlítása a kár mértékének megállapítása szempontból megkérdőjelezhető. Ökológiai szempontból ugyanis a természetes állapot a 'jó', ám az egyes azonos naptári időszakok vízjárása jelentősen eltérő lehet. Ezért, ha például két különböző év azonos időszakának átlagait összehasonlítjuk, a különbség értékelése valószínűleg még hidrológiai szempontból is felvet problémákat, ökológiai szempontból azonban bizonyosan értelmezhetetlen.

A talajvízszint csökkenésének mértékét a modell segítségével lehet ökológiai szempontból is kielégítően meghatározni. A dunacsúnyi duzzasztás fölötti, még szabadon folyó szakaszon lévő mérce alapján ugyanis kiszámítható a modell-függvényből a 'természetes állapot' napjainkban is. A modellfüggvény csekély hibájától eltekintve meghatározható az a talajvízszint, ami akkor lenne, ha a Dunát nem terelték volna el a medréből. A modell és a mért érték összehasonlítása így éppen a természetes állapotban bekövetkezett romlást mutatja.

A Duna elterelése óta eltelt négy évben mind a magyar, mind a szlovák hullámtérben különféle vízpótlások folynak. A Dunával párhuzamos, jórészt mesterségesen kotort ún. főágba különböző módszerekkel vizet tereltek. A vízpótlás egyik kritikus kérdése a talajvízszintre gyakorolt hatás. A modellel történő összehasonlítás alapján erről is tehető értékelő megállapítás.

A 6 - 7 - 8 - 9 - 10. ábra négy kiválasztott kút földrajzi helyét, a talajvízszint mért idősorát, valamint a modellgörbét mutatja. A Duna elterelése után mind a négy kútban jelentősen csökkent a vízszint. A dunakiliti fenékküszöb 1995 májusi üzembehelyezése után a duzzasztott szakasz mellett nőtt a talajvízszint, ezt mutatja a Rajka térségben lévő, dunaparti kút idősora (8500). A Középső-Szigetközben lévő kutak (9503, 8440) szintje azonban a fenékküszöbös vízpótlás hatására sem változott érdemben. A Dunától távolabbi kútban (8444) mindezen folyamatok sokkal kisebb amplitúdóval jelentkeznek.

A kutak idősor-ábráin függőleges vonalak jelölik azt a két, mintegy 20 napos intervallumot, amelyekhez tartozó átlagos talajvízdomborzat térképekkel szemléltetjük a jelenségek térbeli eloszlását. A két intervallum kiválasztásának szempontja az volt,

hogy a két szélsőséget mutassa be. A kútgörbék is tükrözik, hogy a választott 1993-as időszakban minimális szinten volt a talajvíz, míg az 1995-ös időszakot a Duna elterelése óta előálló maximum jellemzi. Az két időszak összehasonlíthatósága érdekében olyan közel azonos, közepes dunai vízhozammal jellemezhető időintervallumokat választottunk, amikor az eltereléssel érintett szakasz vízjárása is közel azonos volt. A 11 - 12. ábra mutatja a Duna vízszintjeit.

A 13 - 14. ábra mutatja a választott időszakokhoz tartozó átlagos talajvízdomborzatot. Az a) jelű ábrák a mért értékekből, a b) jelű ábrák a modell értékekből szerkesztett szintvonalakat tünteti fel. A c) jelű ábrák mutatják a különbségtérképeket. Az a) és b) jelű térképpárok izovonalai szemléletesen tükrözik az alapvető változást. A partmenti néhány kilométeres sávban a Dunából történő kiszivárgás lenne a természetes állapot, ám a folyam elterelése óta a talajvíz táplálja a Dunát. Ezen a kedvezőtlen jelenségen a vízpótlás sem változtatott, a szivárgási irány 'visszafordulása' a fenékküszöb üzembehelyezése után sem következett be.

A Dunával párhuzamos 2-3 km-es sávban - és különösen az ártéren - mindkét időszakban szignifikánsan alacsonyabb volt a talajvízszint, mint a Duna elterelése nélkül lett volna. A fenékküszöbös vízpótlás időszakában az elmaradás általában fél méterrel kevesebb, azonban a gyökérszónában az élővilág számára fontos nedvesítettségi viszonyokat ez nem változtatta meg érdemben.

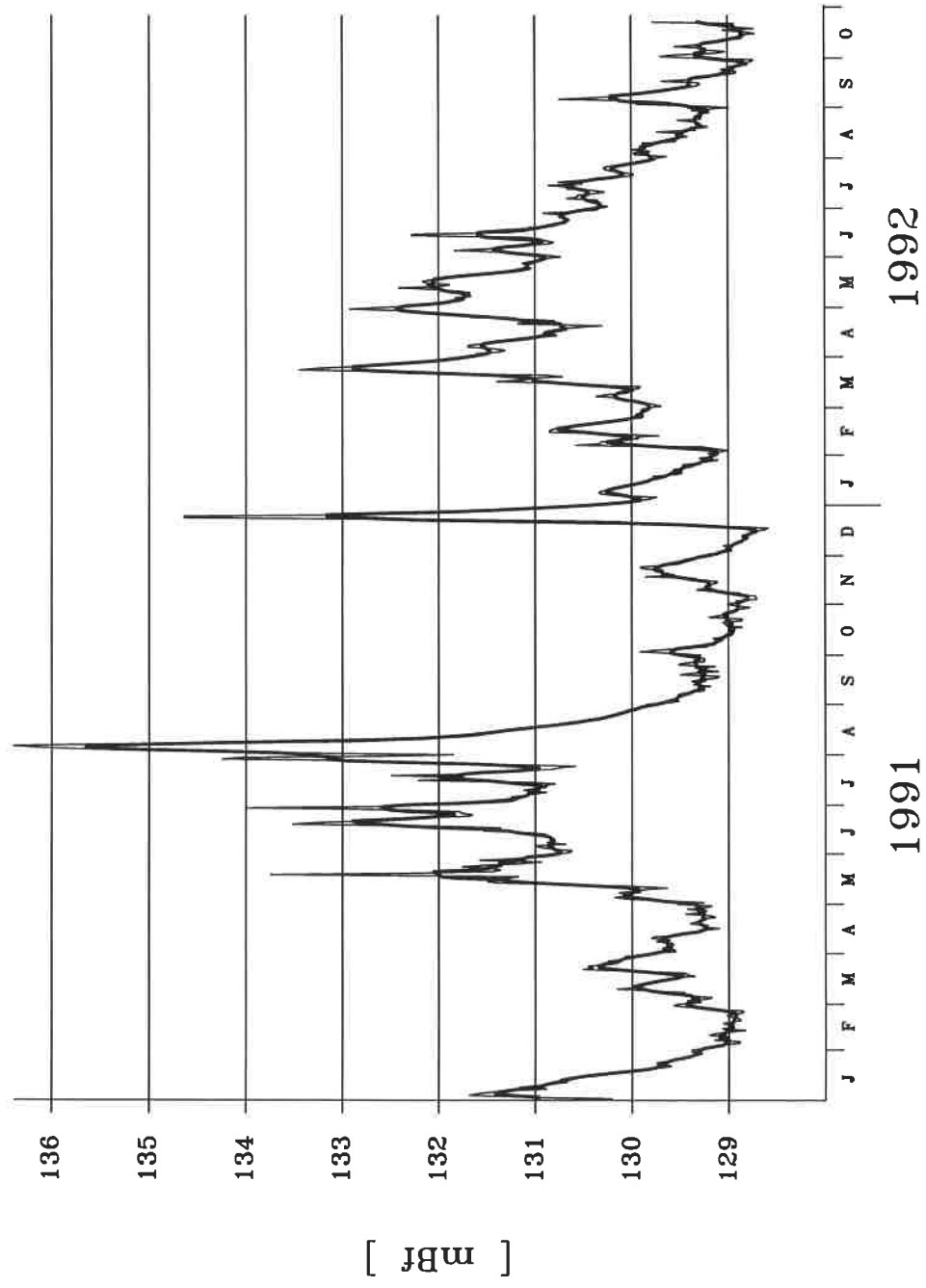
AZ IDŐ MÚLÁSA, A KÁROK NÖVEKEDÉSE

Az ökológiai szempontú értékelés fontos tényezője a talajvízszint-csökkenés időtartama. Nyilvánvaló ugyanis, hogy néhány vegetációs időszak vízhiányának hatását az ártéri ligeterdők élővilága még tudná korrigálni, ha visszatérne a természetes vízjárás. Az idő előrehaladtával azonban a rehabilitáció esélye egyre csökken, a káros folyamatok már nem fordíthatók vissza.

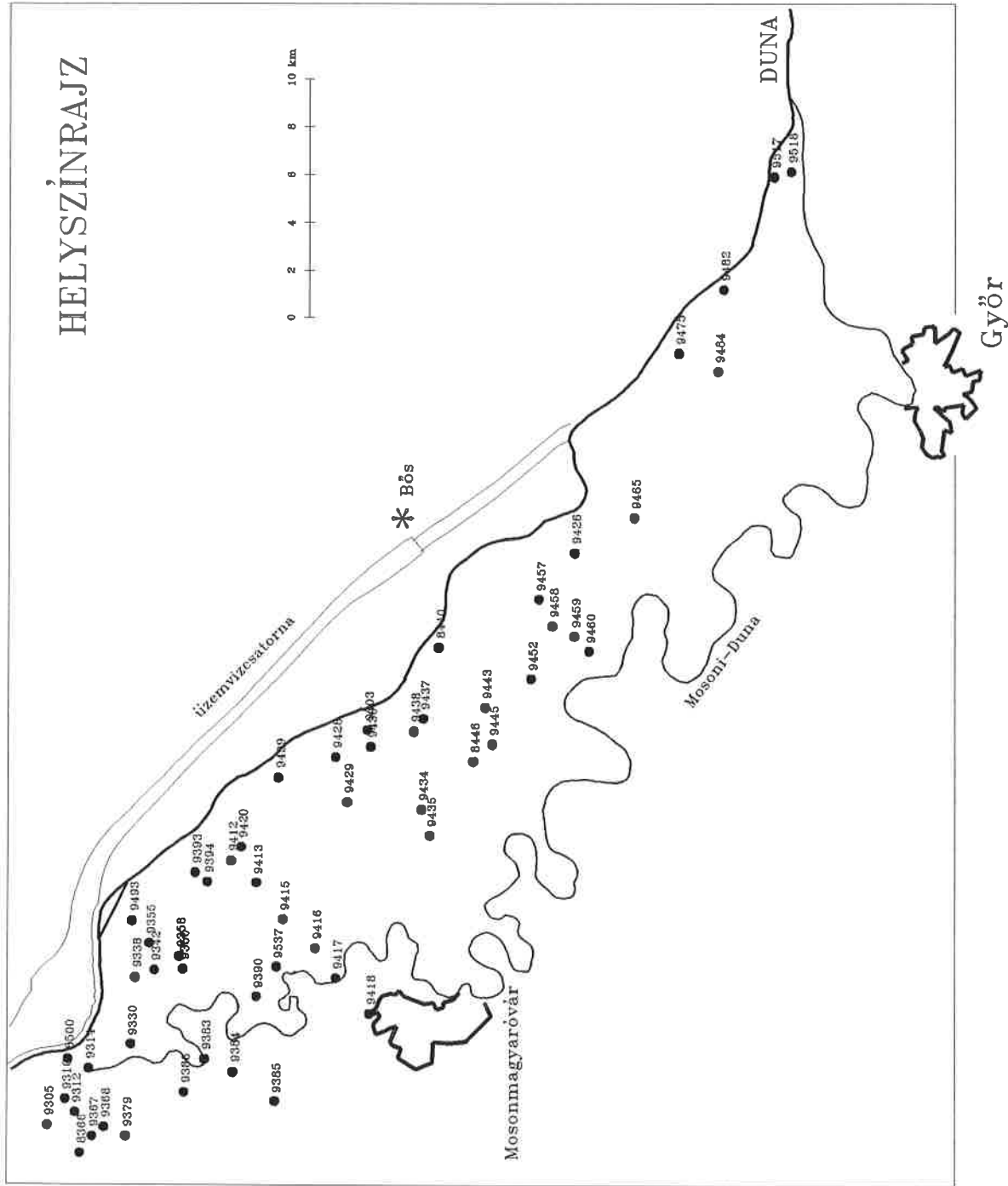
A talajvízszint és a Duna elterelése nélküli talajvízszintet előállító modell különbségének abszolút értéke mutatja a természetes állapottól való pillanatnyi eltérést (az eltérés pozitív is lehet). A pillanatnyi különbségek abszolút értékeinek összege az eltelt idő monoton növekvő függvénye. Ezzel az összeggel jellemezhető a természetes állapottól való eltávolodás mértéke.

A 15. ábrán látható a 7 - 8 - 9 - 10. ábrák kútjaihoz tartozó napi abszolút eltérések összegének növekedése az eltelt idő függvényében. Az eltérés halmozódik (a kár növekszik); a három hullámtéri kútban a növekedés mértéke sokszor nagyobb, mint a mentett oldali kútban. Az ábra alapján tehető becslés: 1996 nyarán a 8444 kút (Darnózseli) környékén a talajvízváltás miatti kár mértékeként ugyanaz valószínűsíthető, mint ami a Duna mellett (Lipótnál) 1993 tavaszán volt észlelhető.

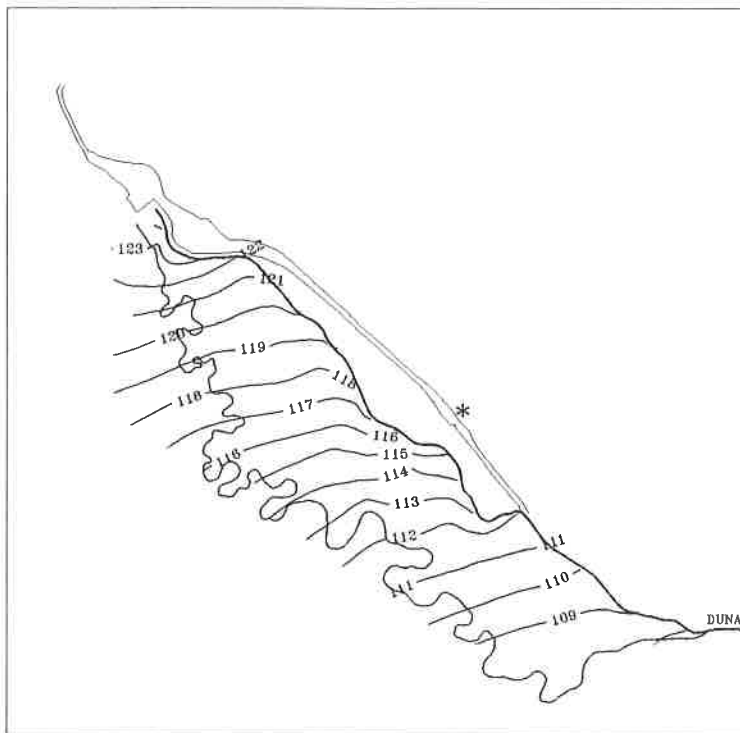
Budapest, 1996. december 20.



A POZSONYI MÉRCE MÉRT ÉS SIMÍTOTT ÉRTÉKEI



2. ábra



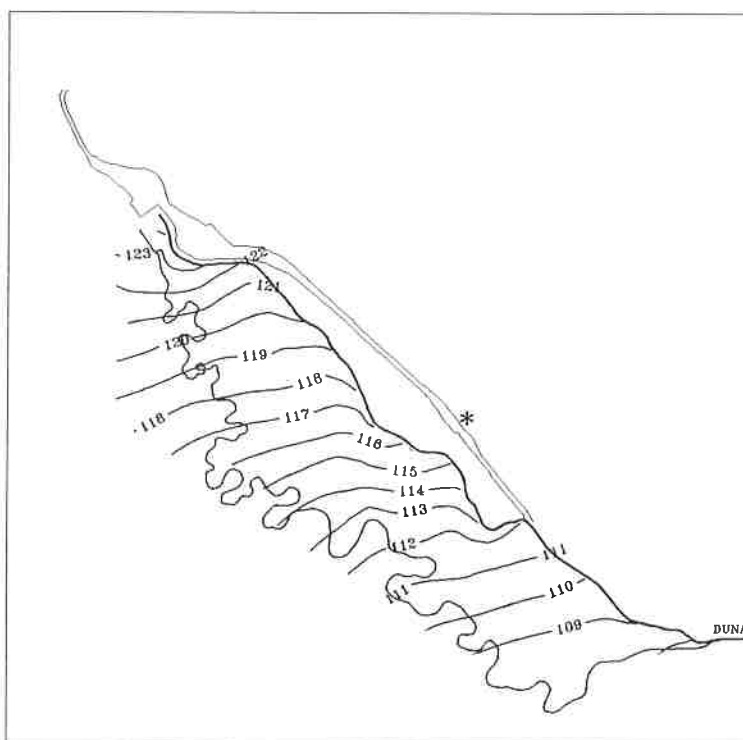
**ÁTLAGOS
TALAJVÍZDOMBORZAT
TÉRKÉP**

az

1991. január 1. -
1992. október 23.

időszakban

3.a) ábra



**MODELL
TALAJVÍZDOMBORZAT**

A térkép

a tekintetbe vett kutakhoz számolt

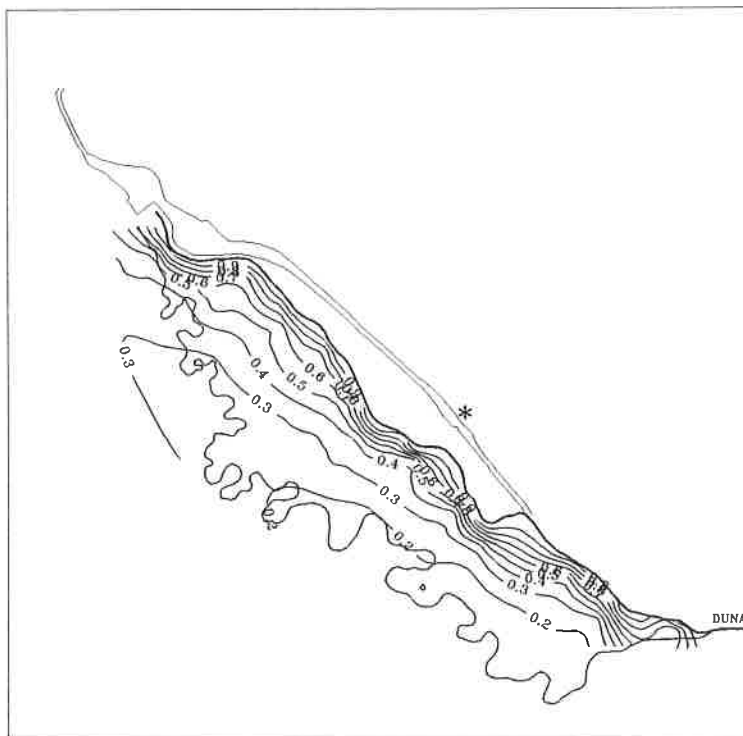
$$h(t) = a * H(t-t_0) + b$$

értékek átlagai alapján készült az

1991. január 1. -
1992. október 23. időszakra.

Az a , b , t_0 számhármassok
a kútra jellemző állandók,
a H a pozsonyi vízszint
simított értéke.

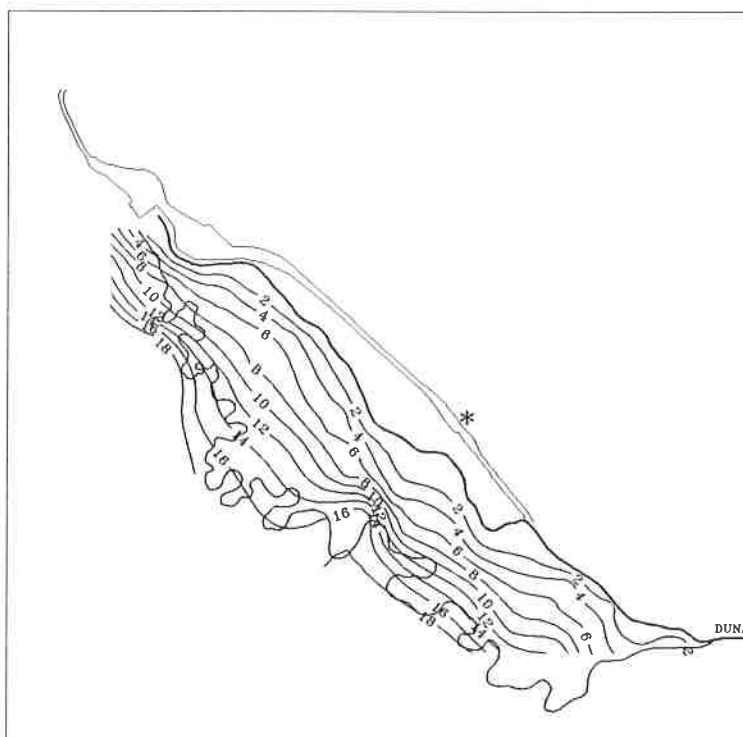
3.b) ábra



AZ a MODELLPARAMÉTER TÉRBELI ELOSZLÁSA

Az a paraméter a felszíni vízszintingadozás csillapodásának mértéke a talajvízszintben.

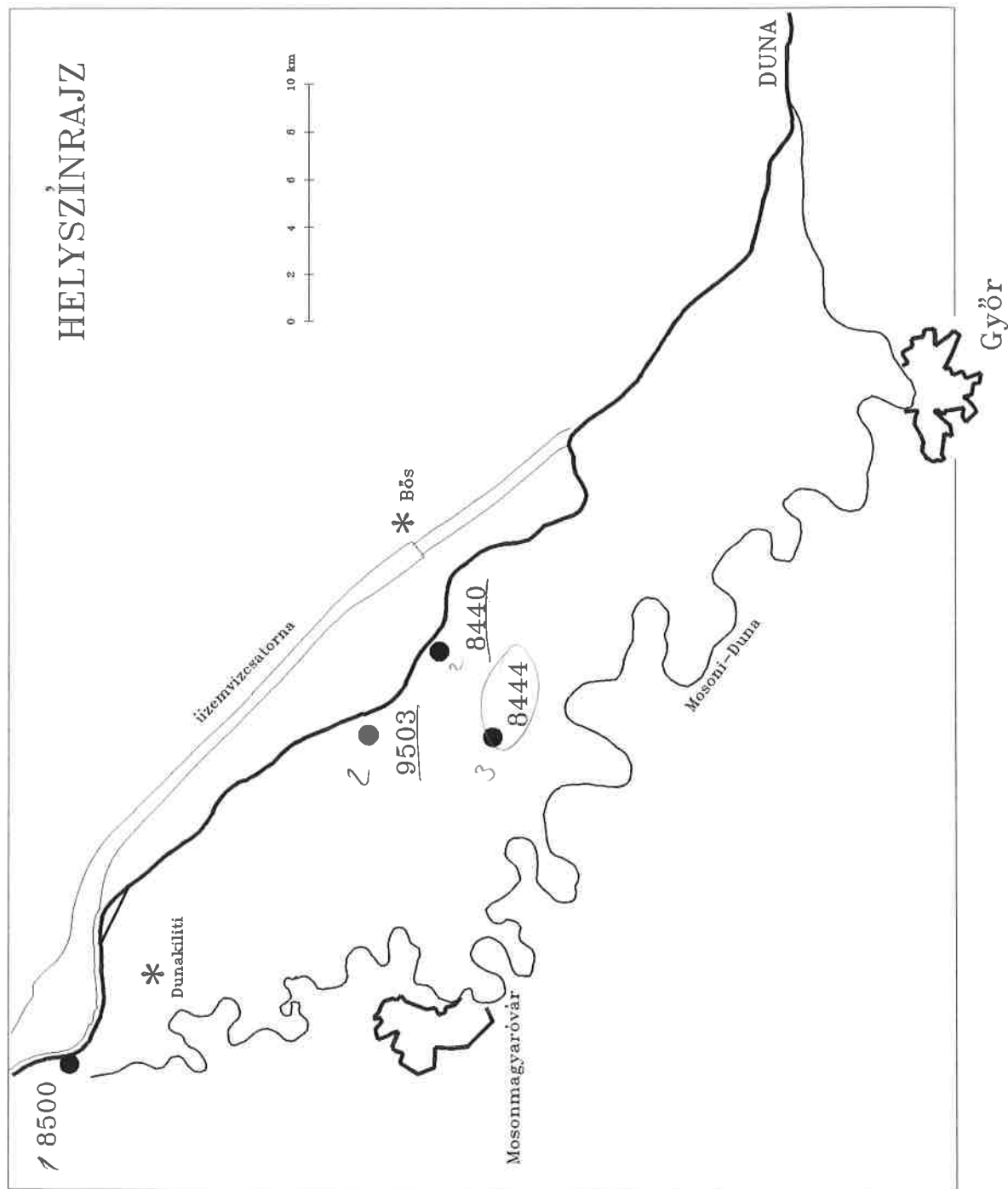
4. ábra



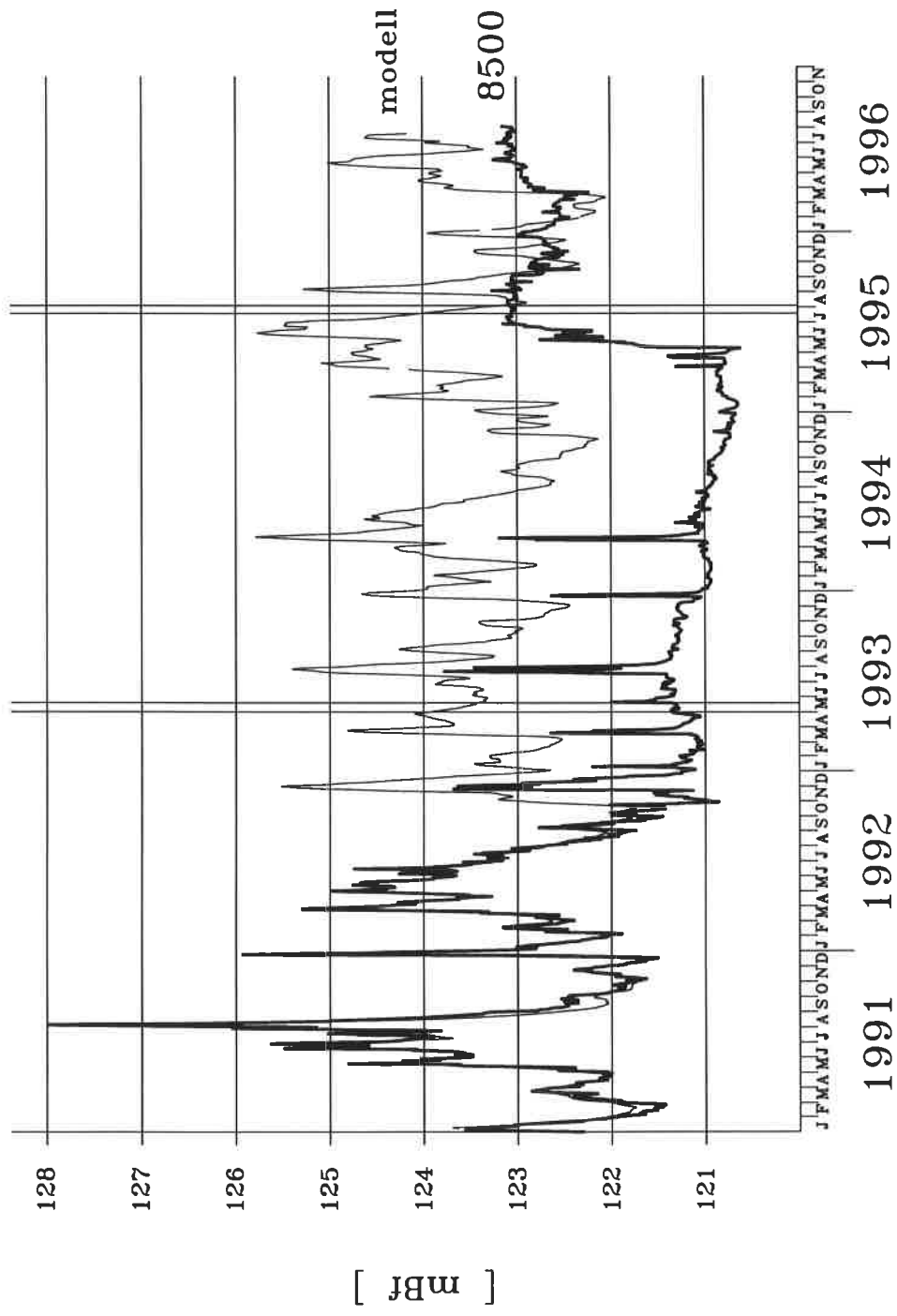
A t_0 MODELLPARAMÉTER TÉRBELI ELOSZLÁSA

A t_0 a dunai vízszintváltozás időkése. Az izovonalak 'nap' dimenziójúak. A Mosoni-Duna vonalában az időkése körülbelül 18 nap.

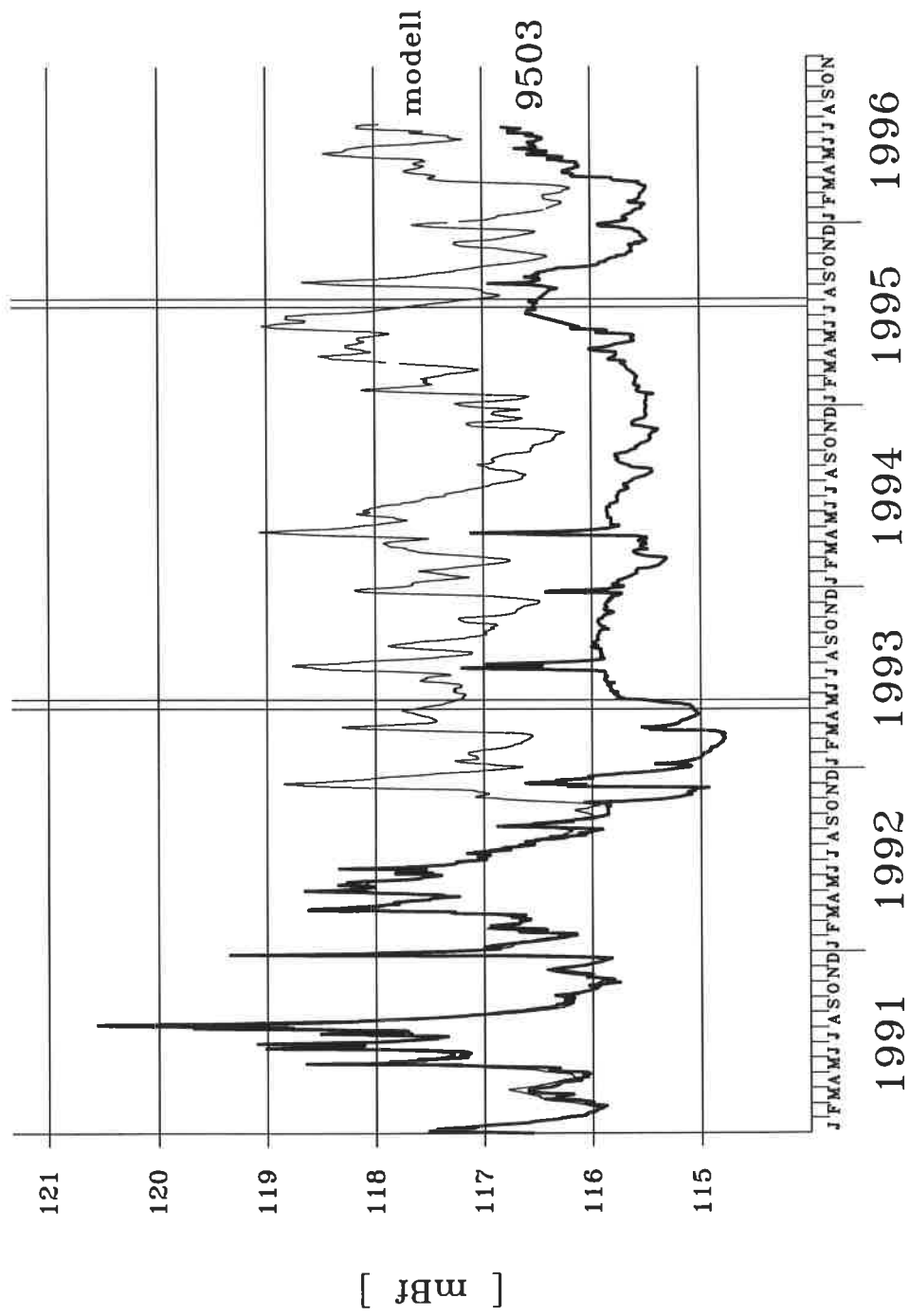
5. ábra



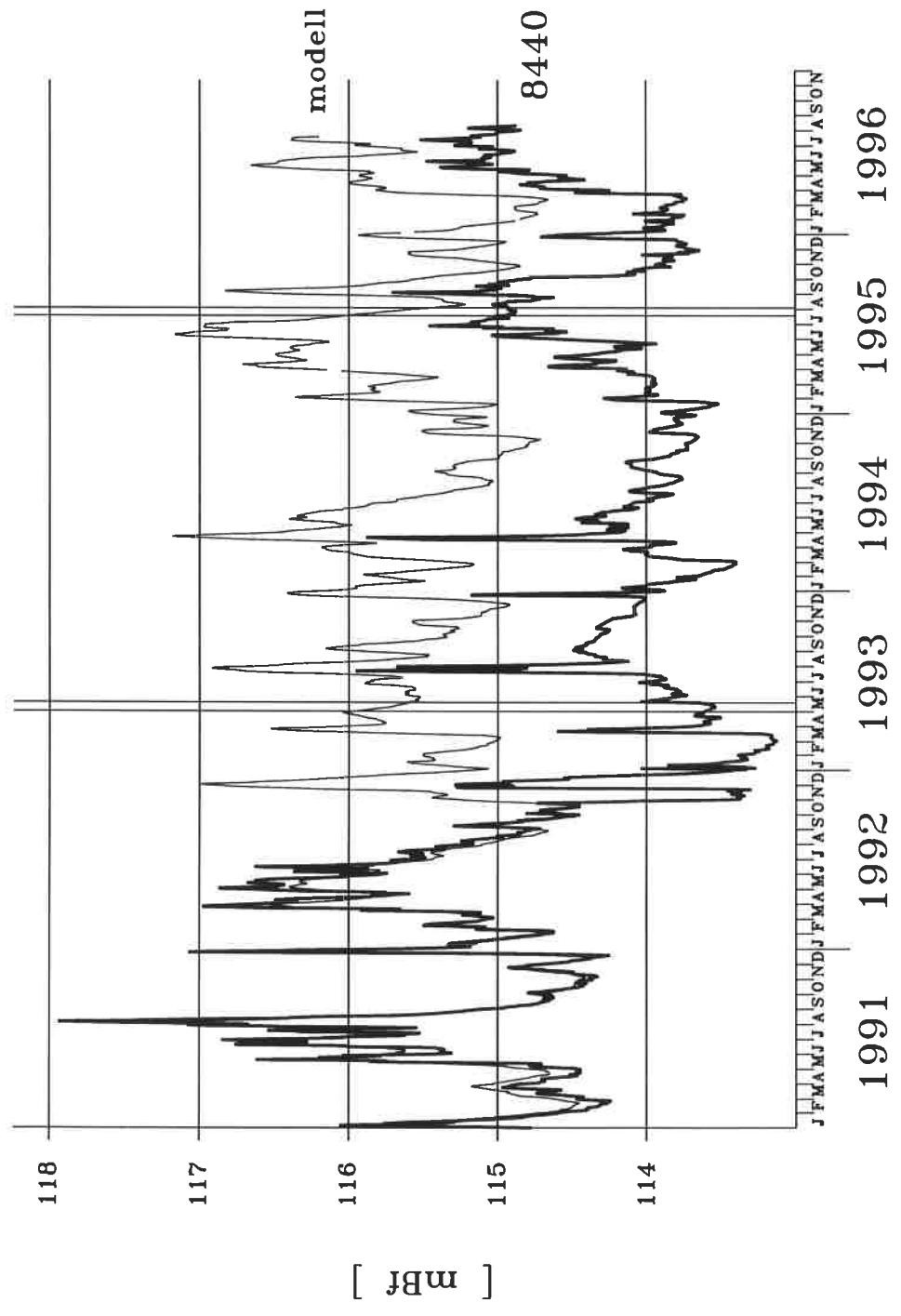
6. ábra



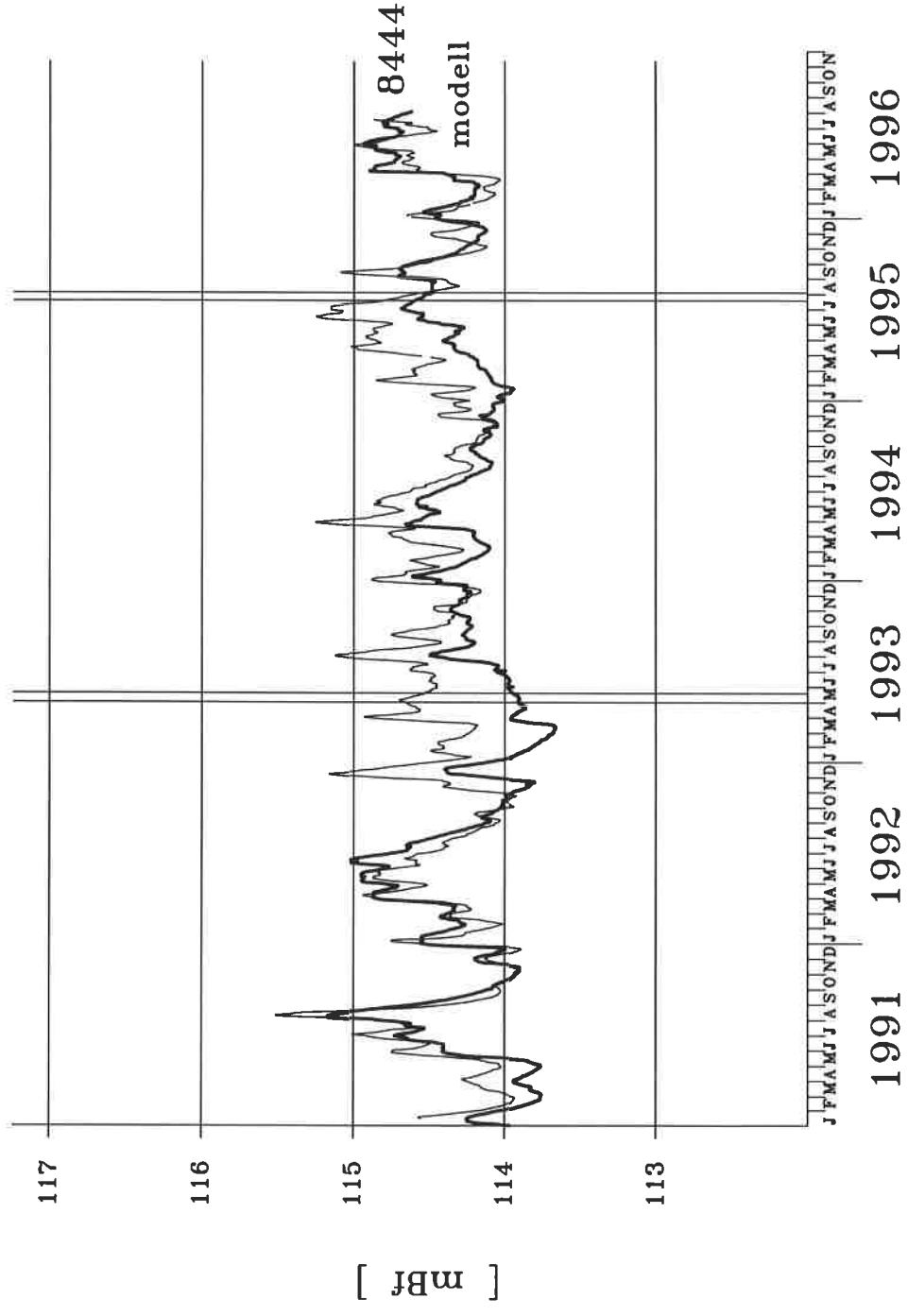
TALAJVIZSZINT -- 8500 KUT



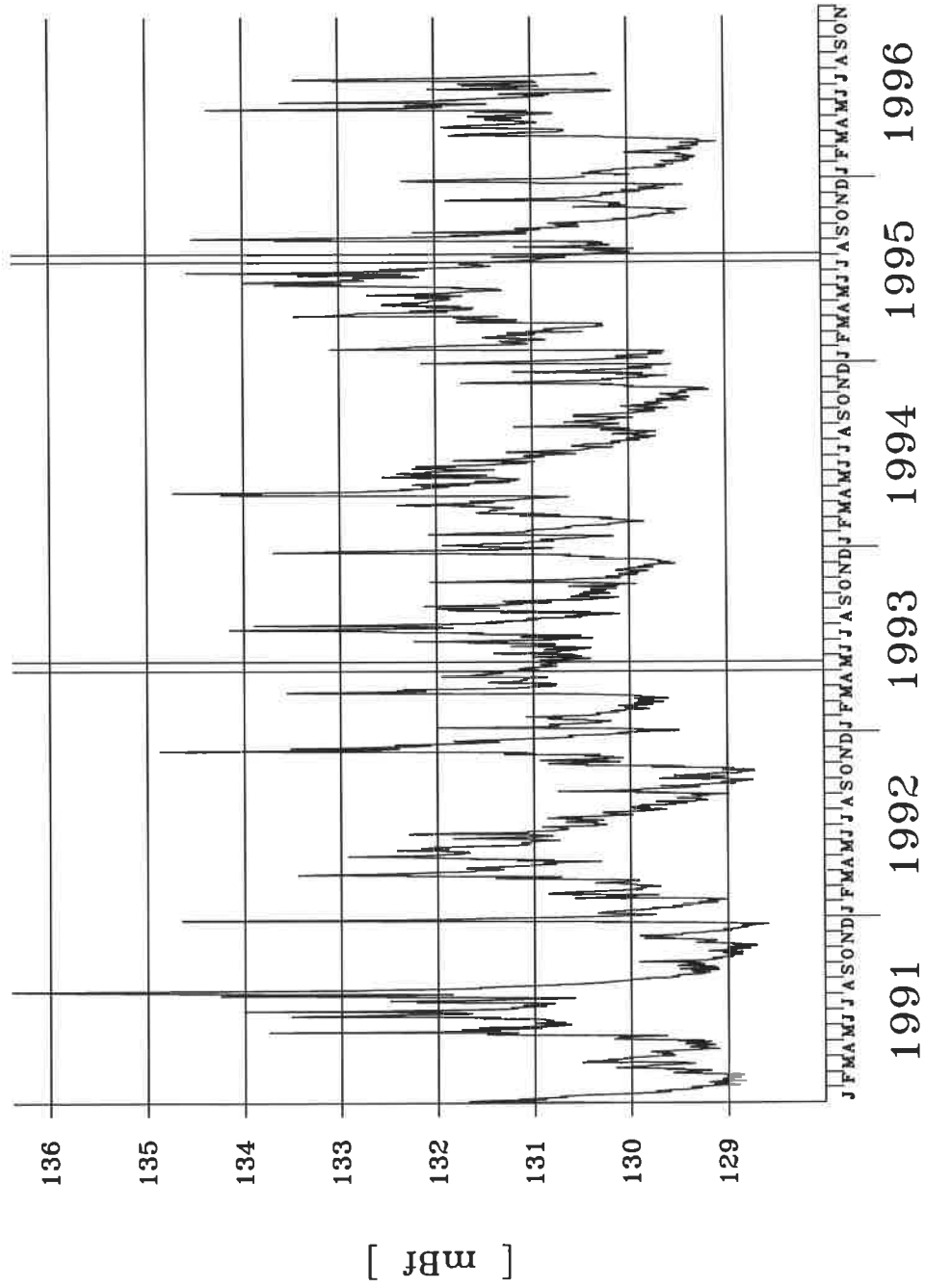
TALAJVIZSZINT -- 9503 KUT



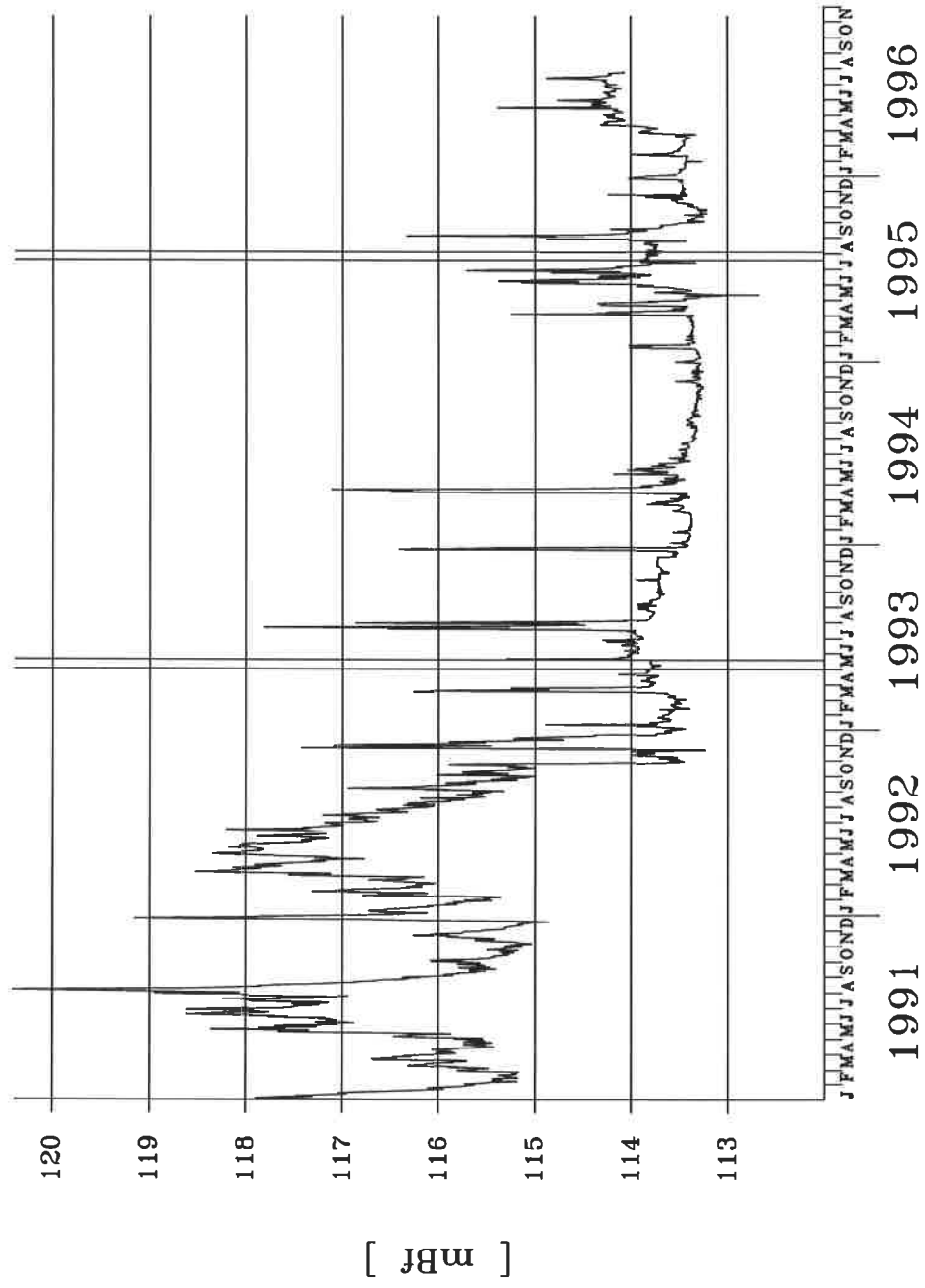
TALAJVIZSZINT -- 8440 KUT



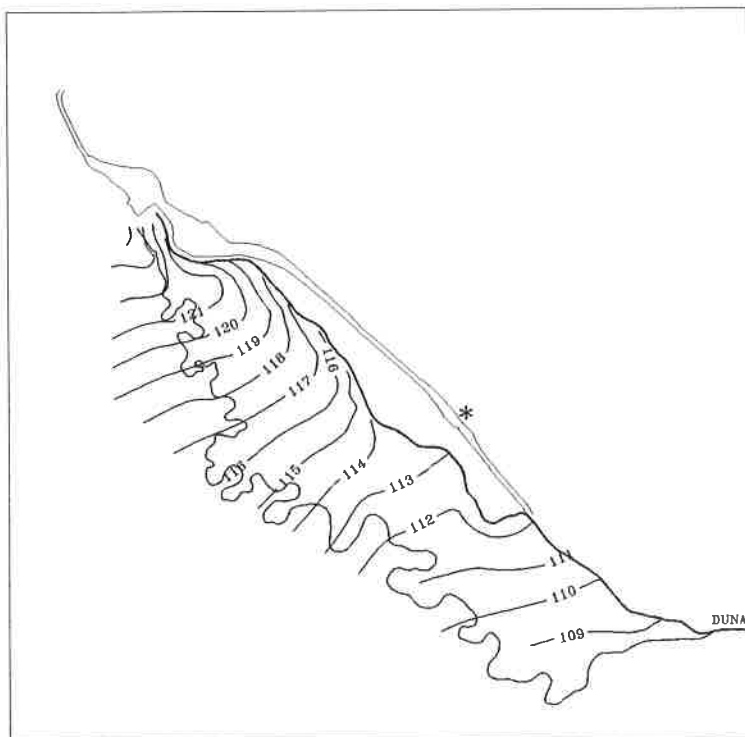
TALAJVIZSZINT -- 8444 KUT



A DUNA VÍZSZINTJE -- POZSONY



VÍZSZINT AZ ELTERELÉSEL ÉRINTETT DUNA-SZAKASZON -- REMETE



**ÁTLAGOS
TALAJVÍZDOMBORZAT
TÉRKÉP**

az

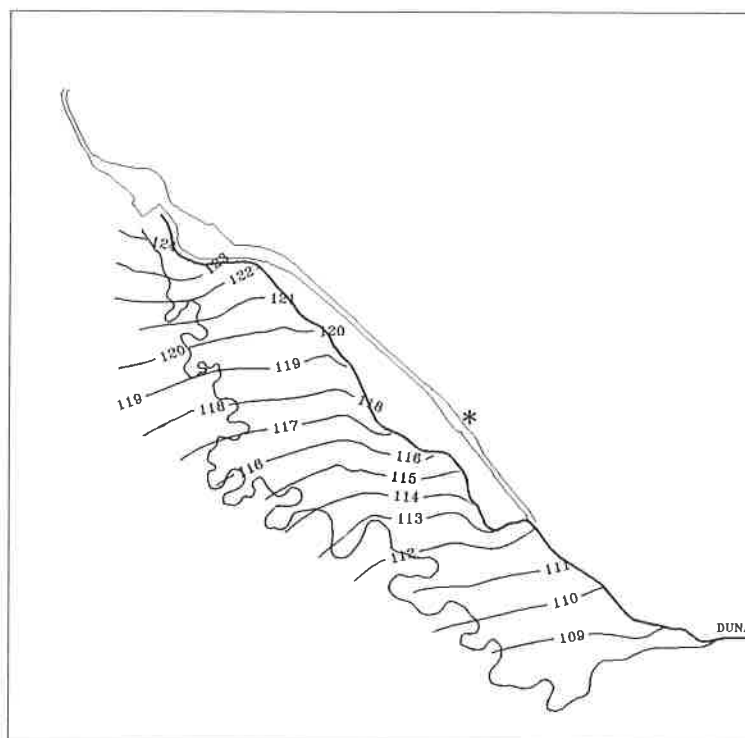
*1993. május 1. -
1993. május 19.*

időszakban

átlagos vízhozam

2002 m³/sec Pozsonyban,
302 m³/sec Dunaremeténél.

13.a) ábra



**MODELL
TALAJVÍZDOMBORZAT**

Így alakult volna
az átlagos talajvízdomborzat az

*1993. május 1. -
1993. május 19.*

időszakban,
ha a Dunát nem terelték volna el
az üzemvízcsatornába.

13.b) ábra

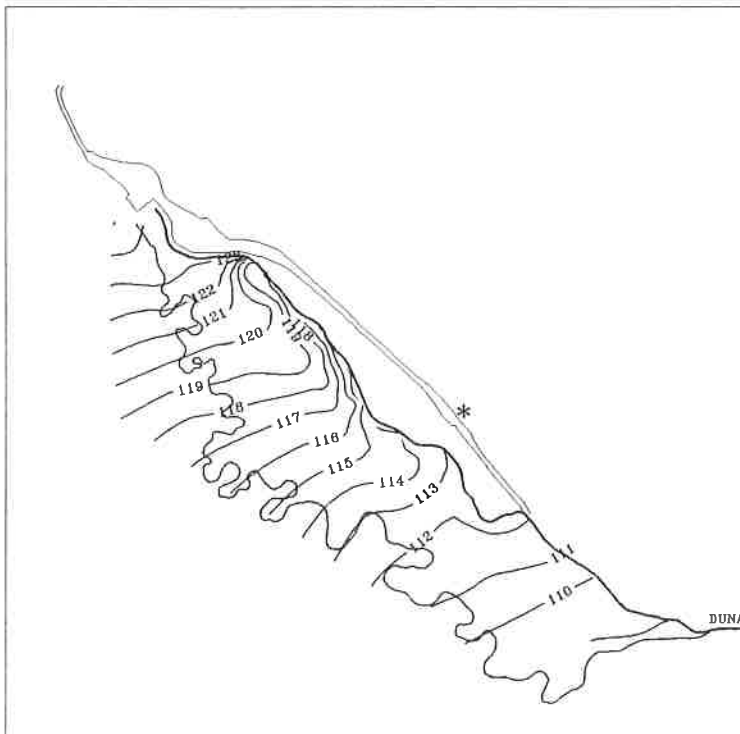
**ÁTLAGOS TALAJVÍZSÜLLYEDÉS
1993. május 1. - május 19. között**

Az ízovonalak 'méter' dimenziójúak.

**A Duna mellett a csökkenés mértéke
3 - 3.5 m.**



13.c) ábra



**ÁTLAGOS
TALAJVÍZDOMBORZAT
TÉRKÉP**

az

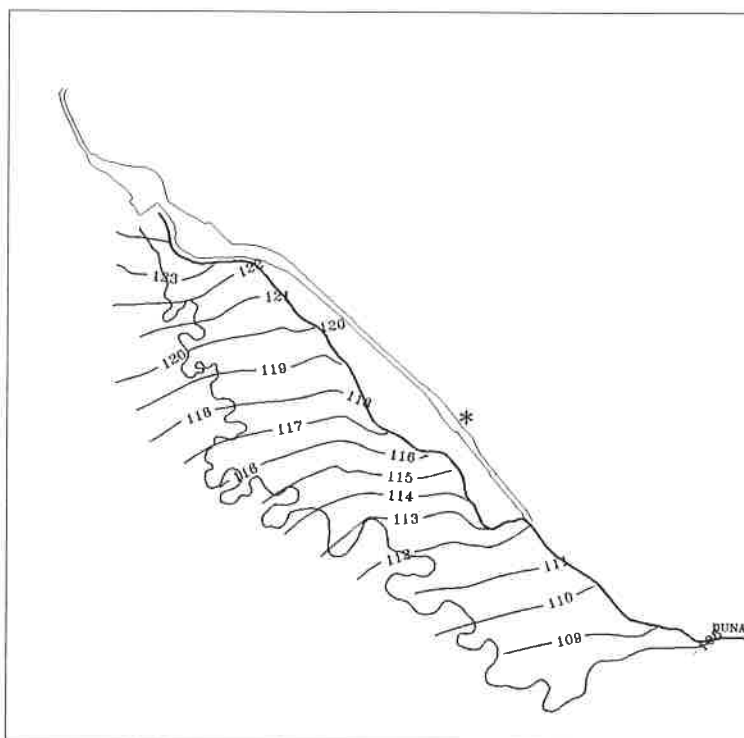
*1995. július 19. -
1995. augusztus 4.*

időszakban

átlagos vízhozam

1938 m³/sec Pozsonyban,
312 m³/sec Dunaremeténél.

14.a) ábra



**MODELL
TALAJVÍZDOMBORZAT**

Így alakult volna
az átlagos talajvízdomborzat az

*1995. július 19. -
1995. augusztus 4.*

időszakban,
ha a Dunát nem terelték volna el
az üzemvízcsatornába.

14.b) ábra

**ÁTLAGOS TALAJVÍZSÜLLYEDÉS
1995. július 19. - augusztus 4. között
a fenékküszöbös vízpótlás
időszakában**

Az izovonalak 'méter' dimenziójúak.

**A mentett oldalon a csökkenés
mértéke kisebb, mint 1993
májusában, a hullámterén azonban
változatlanul 2-3 m.**



**A TALAJVÍZSZINT
TERMÉSZETESTŐL
VALÓ ELTÉRÉSÉNEK
HALMOZÓDÁSA**

**1992 októberétől
1996 júliusáig**

