

A Magyarország feletti német-osztrák-szlovák és a felső magyarországi Duna-  
szakasz határszelvényeinél a vízminőségvizsgálati eredmények értékelése a  
bukaresti vízminőségi adatbázis 6 éves adatsora alapján

Győr, 1994. szeptember hó

Készítették:

Pannonhalmi Miklós



Dr Horváth Lajos



266.

## T a r t a l o m

1. A térség általános vizminőségi jellemzése
2. Anyag és módszer
3. A vizminőség jellemzése és az időbeni alakulás bemutatása a határszelvényekben
4. A vizminőség hossz-szelvénymenti alakulása
5. A vizminőség alakulásának vizsgálata hisztogramok alapján
6. Ábrák
7. Statisztikai melléklet

A Magyarország feletti német-osztrák-szlovák és a felső magyarországi Duna-szakasz határszelvényeinél a vízminőségvizsgálati eredmények értékelése a bukar esti vízminőségi adatbázis 6 éves adataira alapján

1. A térség általános vízminőségi jellemzése

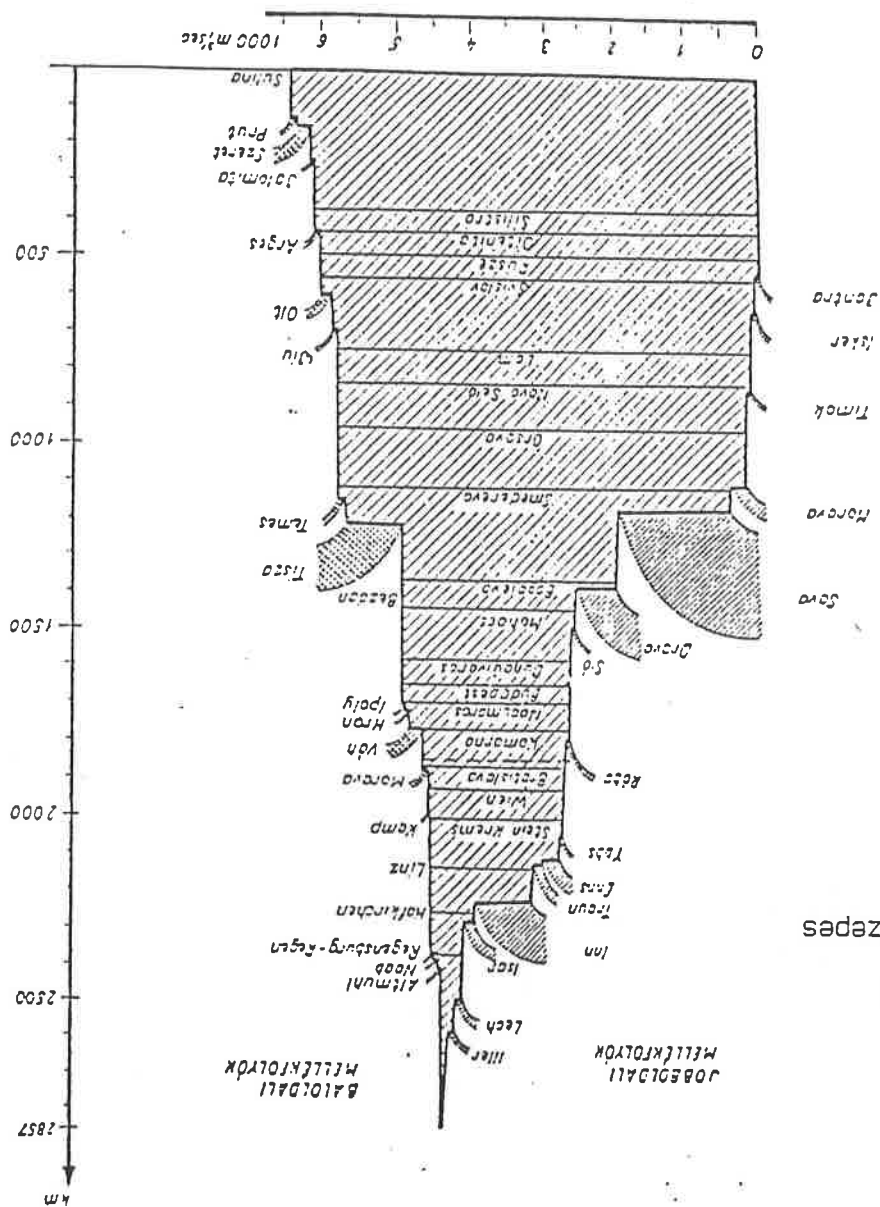
A Duna vízgyűjtő területek, ill. a részvízgyűjtő területek általános leírása szinte minden, a vízminőséggel foglalkozó munkákban megtalálható. Röviden tekintsük át a vízminőségvédelem szempontjából ezt a térséget. Az utóbbi évek politikai változásai átrajzolták a Dunavölgy térképét is. / 1. ábra/



1. ábra  
A Duna vízgyűjtő területe



Megváltoztathatja azonban ezt a hipotézist, ha megvizsgáljuk a Duna és fő mellékvízeinek évi közepes vízhozamait. / 3. ábra/



3. ábra  
Duna éves közepes vízhozama

Ebben az esetben a jobbpárti országok szerepe meghatározó, ha elfogadjuk azt a tényt, hogy a vízminőség alakulása szoros kapcsolatban áll a vízhozamokkal is. A felső szakaszon az Inn, a Dunát meghaladó közepes vízhozammal, a középső szakaszon pedig a Dráva és Száva folyók döntő szerepet vállalhatnak a Duna vízminőségének alakításában. A mellékvízfolyások szerepe az alsó szakaszon vízhozam szempontjából szinte elhanyagolható.

Ha a vízminőség szempontjából jelentős pontszerű szennyező forrásokat vizsgáljuk, továbbfinomodik a vízminőségre gyakorolt hatásokról alkotott kép, hiszen a közvetlen dunapárti városi agglomerációk, ipari kapacitások jelentős része a felső és középső vizgyűjtő területeken található. Erre a szakaszra meghatározó jelentőségű München, Regensburg, Passau, Linz, Bécs, Pozsony városokban az elmúlt évtizedekben végrehajtott, vagy el nem végzett vízvédelmi beavatkozások.

A Dunát az elmúlt 40 évben közvetlenül ért főbb fizikai változások a következők szerint foglalkoztatják össze:

Felelősek az osztrák Duna-szakaszon az alábbi vízterületek időrendi sorrendben/

A magyar-szlovák Duna-szakaszon	
1.	Jochenstein /A-D
2.	Ybbs-Persenbeug
3.	Aschach
4.	Wallsee-Mitterkirchen
5.	Ottenschein-Wilhering
6.	Altenwörth
7.	Abwinden-Asten
8.	Melk
9.	Griefenstein
10.	Freudenau
épités alatt	

A jugoszláv Duna-szakaszon	
1.	Berdacs
2.	Vaskapu I.
3.	Vaskapu II.
épités alatt	

1971.  
1972.  
1985.

A Dunát a Rajnával összekötő csatorna építése 1962-ben kezdődött meg a 30 éves építési munkát 1992. szeptember 25.-én fejezték be a Rajna-Majna-Duna csatorna átadásával.

A hajózás biztosítása érdekében az 1980-as évek elején befejeződött a magyarországi felső Duna-szakasz középvíz szabályozása. Az elmúlt évtizedekben jelentős mederkortársakat végeztek a Duna szlovák és magyarországi szakaszán.

A fizikai beavatkozások a 70-es évektől kezdve követte a lebegtetett és görgetett hordalék tömegének jelentős csökkenése. Összességében megállapítható, hogy az osztrák Duna-szakasz belépcsözése, valamint a szlovák szakaszon végzett mederkortárs következtében a magyarországi területre már nem érkezik számottevő mennyiségű görgetett hordalék.

Az elmúlt 15 évben jelentős közvetett változások is bekövetkeztek a Duna térségében, ipari szerkezetváltozás történt a felső Duna-szakasz mentén, különösen Linz és a magyar Duna-szakasz vonatkozásában. A gazdaság átalakítása és a recesszió, különösen a közép-kelet-európai országokban az ipari termelés drasztikus csökkenését vonta maga után. A jövő forrásaival/Resources for the Future/ foglalkozó USA kutatók az 1990-92. közötti időszak ipari termelés csökkenését az alábbiakban adják meg:

Volt Csehszlovákia  
Magyarország  
Románia  
Bulgária

- 40 %  
- 32 %  
- 54 %  
- 54 %

Vizminőségvédelmi szempontból a változások terhelési oldalról kedvező hatással lehettek a Dunára. Ugyanakkor a gazdasági növekedés tendenciája sem mutatott kedvező jeleket a közép-kelet-európai országokban, a Deutsche Bank értékelése.

### Gazdasági változások %

Ország	1992.	1993.	1994.x	1995.x
Csehország	- 7,1	- 0,3	2	3,5
Szlovákia	- 7	- 5,5	- 3,5	0
Magyarország	- 4,5	- 2	1,5	3
Szlovénia	- 6	1	1	2

*x = becslili adat*

Románia	-15	1	1	1,5
Bulgária	-7,7	-4,5	-2,5	-1
Oroszország	-17	-12	-9	-7

A gazdasági növekedés rátája természetesen kihat ezen országok vízvédelmi tevékenységére fordítható kiadásaira is, ami viszont már kedvezőtlen hatásu a Duna vízminőségvédelme szempontjából.

A mezőgazdaság, mint nem pontszerű szennyezőforrás vonatkozásában, a közép-kelet-európai országokban a változások még nehezebben számszerűsíthetők. Feltehetően azonban, hogy a középső és alsó Duna-medencében a korábbi intenzív műtrágya és növényvédőszer felhasználás csökkent, ezzel a Duna diffúzzennyezőanyag terhelése is mérséklődött.

A Bukaresti Deklaráció óta a határszélvénnyekben mért néhány vízminőségi paraméter téves átlagértékeinek összehasonlítása is a vizgyűjtő területen bekövetkező változásokra utal. Az oldott oxigén vonatkozásában lényeges eltérés nem mutatkozik az 1988. és 1992. év átlagértékei között. A szerves anyag tartalom és a növényi tápanyagok esetében viszont a hossz-szelvény menti tendencia változatlanlansága mellett az 1992. év alacsonyabb átlagos koncentrációkat mutatott, gyakorlatilag minden mintavételi ponton.

Összességében megállapítható, hogy az elmúlt időszakban a teljes Duna-szakaszon legkedvezőbb vízminőségi állapotok 1992. és 1993. évben kerültek rögzítésre. A Duna elterelését követően a megváltozott vízviszonyokat, ezen belül a vízminőségváltozásokat a EU, Magyarország és Szlovákia szakértői értékelték.

1993. augusztusában a Mosoni-Duna torkolati szelvényében halpusztulás következett be az alacsony oldott oxigéntartalom miatt. A mérési eredmények alapján megállapítható, hogy már a Dunán a hónap végén levonuló magasabb vizék is a medvei szelvényben tendenciózus oldott oxigén csökkenést mutattak.



A szigetközi vízpótlás során a Mosoni-Dunán történő vizkivétel a tározó vízminőség szempontjából legkedvezőtlenebb helyéről történik. Ugyanakkor a szivargó vízzel történő keverés kihat a tápvíz oldott oxigén tartalmára, tovább csökkenti azt. 1993. évben a tápvízben az oldott oxigén tartalom markáns csökkenése volt megfigyelhető.

## 2. Anyag és módszer

Jelen tanulmány a Duna 2203,8 fkm - 1707,0 fkm térségének vízminőségi állapotát vizsgálja a Jochenstein - Szob csaknem 500 km hosszú Duna-szakaszon a Német, Osztrák, Szlovák, Magyar határponti víztereken az 1988-1993 időintervallumban.

A felszíni vízminőségvizsgálatok a fizikai, kémiai és biológiai vízminőségi paraméterekre vonatkozóan a térségbe tartozó mindegyik ország területén rendszeresen folynak, a vizsgálatok gyakorisága, a vizsgált vízminőségi komponensek köre, az alkalmazott módszerek és szabványok azonban esetenként eltérőek lehetnek. A vízminőség alakulásának térbeli, időbeli jellemzéséhez ugyanakkor homogén adatsorok szükségesek. Ezért a vizsgálatba bevont ún. mintavételi helyeket és az alapadatként felhasznált vizsgálati eredményeket a dunamenti országok egyeztetett ún. határvízi "bukaresti" mérési eredményeiből állítottuk össze, amelyek az országok között kölcsönösen egyeztetettek, ellenőrzöttek, elfogadottak és közös jegyzőkönyvben rögzítettek.

1985. december 13-án Bukarestben ugyanis nyilatkozatot írtak alá a dunamenti államok együttműködéséről a Duna vizgazdálkodási, különösen szennyeződés elleni védelme és vízminőségvédelme kérdéseiben a nyolc ország : Magyarország, Bulgária, Csehszlovákia, Jugoszlávia, Németország, Ausztria, Románia és a Szovjetunió kormányai.

A vizsgálatba bevont mintavételi helyek:

Duna 2203,8 fkm német-osztrák Jochenstein  
Duna 1873,0 fkm osztrák-szlovák Wolfsahl  
Duna 1806,4 fkm szlovák-magyar Medve  
Duna 1707,0 fkm magyar-szlovák Szob

A dunamenti országok között egyeztetett és kölcsönösen elfogadott rendelkezésre álló vízminőségi adatokból - analitikai kémiai mérési eredmények halmazából - megbízhatóan jellemezni kell a víz minőségét, meg kell határozni a vízminőség időbeli és térbeli változását a vizsgálati időszakban és térségben valamint a vízminőségváltozás tendenciáját.

A vizsgált szakterület összetettségéből adódóan ma még távol állunk ezen kérdések pontos megválaszolásától. Így jelentősnek ítélték minden olyan törekvés, amely előrehaladást jelent a fenti problémakör területén.

A nemzetközileg egyeztetett és kölcsönösen elfogadott közös fizikai, kémiai, biológiai adatokból a vízhozam, a pH, oldott oxigén (DO), kémiai oxigénigény permannangátos (KOP), kémiai oxigénigény kromátos (KOID), fajlagos elektromos vezetőképesség, ammónium- (NH<sub>4</sub>-N), nitrát-nitrogén (NO<sub>3</sub>-N), foszfát (P<sub>04</sub>-P) és összes foszfor (TOT-P) paraméterek kerültek feldolgozásra és értékelésre. A hat évtől, négy szelvényt és 12/év mintavételi gyakoriságot figyelembevéve ez közel 3000 mérési eredmény vizsgálatba való bevonását jelenti.

A vízhozam adatok ismerete mint a vízminőségre erősen befolyást gyakorló hidrológiai paraméter rögzítése elengedhetetlen, ugyanakkor a terhelésértékek kiszámításához is nélkülözhetetlen.

A sóháztartást jellemző összetevők közül - mivel a Duna esetében ezen komponensek szennyvezést nem mutatnak és minden időben I. vízminőségi osztályba tartozó értékek - csak az integrált hatást jelző fajlagos elektromos vezetőképességet vontuk be a vizsgálati körbe.

Az oxigénháztartás mutatói közül a vízminőség és a vízi élet szempontjából meghatározó oldott oxigén tartalmát, valamint a különböző fokban oxidálható szervesanyag szennyvezettségét jellemző permannangátos és kromátos kémiai oxigénigény mérési eredményeit vettük figyelembe.

A növényi tápanyag háztartás mutatói közül elengedhetetlenek ítéltük az ammónium- és nitrát-nitrogén, az algák és vízi növények számára közvetlenül hasznosítható ortofoszfát - foszfor, továbbá az összes foszfor mint rendelkezésre álló potenciális tápanyag forrás adatainak megadását és feldolgozását.

A rendelkezésre álló biológiai mutatók közül az SO<sub>2</sub> ún. szaprobiológiai index megadását tekintettük lényegesnek, mely paraméter a folyóvíz önisztuló képességére ad közvetett utalást.

A fő szempont az volt, hogy a vizsgálatba a lehető legtöbb olyan paramétert bevonjuk, amelyek a vízminőségre nézve érdemi információt szolgáltatnak. A vízminőség jellemzésére szánt és rendszeresen mért kölcsönösen egyeztetett és elfogadott komponensek köre ugyanis közel sem teljes. A cél az volt, hogy az összetett fogalmat - a vízminőséget - minél több oldalról tudjuk jellemezni, de csak olyan mérési eredmény adathalmazzal felhasználásával, melyeket a dunamenti országok kölcsönösen egyeztettek és elfogadtak.

A vizsgálatba bevont vízminőségi jellemzők köre a fentiek figyelembevételével is táganak ítelhető, sokoldalúan jellemzi a vízminőséget az ipari, a mezőgazdasági és kommunális szennyezések hatása, természetes és mesterséges beavatkozások vizsgálatukkal hosszútávon nyomonkövethetők.

A felhasznált vízminőségi adatsorok értékelésével a statisztikai elemzéseket a minimálisan elfogadható 24 elem tag miatt, a 2 évente képződött adatokra végeztük el, összehasonlításként a teljes vizsgált időszak (6 x 12 adat) és 1993. évi (12) adatsorára.

### *3/ A vízminőség jellemzése és az időbeni alakulás bemutatása a határszelvekben*

A Duna Jochenstein 2204 fkm szelvényében a jellemző vízminőségi paraméterek közül a pH, KOID, oldott O<sub>2</sub>, NH<sub>4</sub>-N, NO<sub>3</sub>-N, össz P értékeinek alakulását a 4-9 sz. ábrák mutatják.

Az első oszlop a teljes adathalmazra az 1988-93 hatéves időintervallumára, az utána következők az időbeli változás szemléltetésére a kétvétnként egymást követő átlagértékekre, míg az utolsó oszlop csak kifejezetten az 1993-as év időtartamára vonatkozó tálagértékeket reprezentálja.

A német-osztrák határszelvekben a vizsgált teljes időszakra az átlagos pH érték 8,0 alatt marad, amit a 4. sz. ábra mutat.

Az időbeni növekedés azonban határozott és egyenletes, ami 0,2 pH egységet átfogó lúgosodásban mutatkozik meg. Ez a tendencia a vizsgált eredmények alapján az 1993-as évben is folytatódott.

A szervesanyag szennyezettség egyik mutatója, a KOID átlagos koncentrációja 10 mg/l érték alatt van a teljes időszakot tekintve, ami a szervesanyag szennyezettség alacsony szintjét jelenti. Az 5. sz. ábra szerint 1991-ig növekedés, majd csökkenés tapasztalható, ami kisebb ütemben ugyan, de 1993-ban is folytatódott.

A 6. ábrán az oldott oxigén átlagos koncentrációértékeire a kismértékű ingadozás jellemző, az 1988-89-es legkisebb átlagérték is 10,6 mg/l koncentráció felett van, ami a szelvény jó oxigénellátottságból adódik.

Az ammónium-N koncentráció átlagértékeinek értelmezéséhez szem előtt kell tartani a jelentős évszakos ingadozást, amit az ábrázolt értékek elfednek, ezért a 1-4 sz. táblázatokban a téli maximumértékek figyelembevételével a szennyezettségi szint megállapításához elengedhetetlen.

A nitrát-N értékek a 8. ábra szerint a jochensteini szelvényben egyenletlen ütemű időbeni csökkensést mutatnak, azonban az 1993-as átlagkoncentráció jelzi, hogy éves bontásban ez a tendencia nem szignifikáns. A növényi tápanyagok közül a szennyezettség szint megítélésénél alapvető össz. P értékeket a 9. sz. ábrán mutatjuk be. Megállapítható, hogy a minimális és a maximális átlagkoncentrációk közötti különbség jelentős, ami az összességében csökkenő időbeni lefutást jelentségekben kiemeli.

A Duna Wolfstahl-Bratislava 1873 fkm osztrák-szlovák szelvényében az átlagos pH érték 8,0 feletti a vizsgált időszakra vonatkozó időbeni tendencia a 130 km-el feljebb lévő jochensteini szelvényhez hasonlóan növekvő, a változás üteme azonban egyenlőtlen.

A 11. sz. ábrán bemutatott dikromátos kémiai oxigénigény változási tendenciája is hasonló, a szennyezettség szintje és a változás abszolút mértéke is nagyobb. Az időbeni változás jellegének egyezését jól szemléltetik a 12. ábrán feltüntetett átlagos koncentráció értékek, de a csak 1993-ra vonatkozó átlagos koncentráció növekedés mértéke kisebb.

A növényi tápanyagok vizsgált nitrogén formáira, az NH<sub>4</sub>-N és a NO<sub>3</sub>-N átlagkoncentrációira - 13. és 14. ábrák - az időbeni csökkenés jellemző, ez a megállapítás csak az 1993. év adataihoz tartozva igaz. Mindkét nitrogénformára a relatív csökkenés jelentségekkel ítélt.

A 15. sz. ábra az összes foszfor átlagkoncentrációértékeknek markans időbeni csökkensést reprezentálja, ami átlagosan a 10 %/év relatív csökkensést is meghaladja.

A Duna Medve 1806 fkm szlovák-magyar szelvényében annak ellenére, hogy a hat évre vonatkozó átlagos pH érték alacsonyabb mint a felső szelvényekben a csak 1993 évet mutató átlagos pH a 8,2 -es értéket meghaladva nagyobb mint a jochensteini és wolfstahl szelvényekben mért értékekből képzett átlag.

A szervesanyag szintjét mutató KOID átlagkoncentrációk időbeni lefutása is megváltozik a felső szelvényekhez viszonyítva. Szembetűnő, hogy itt a csak az 1993 évi a Dunán ún. "C" variáns tartozó üzembehelyezése utáni KOID átlagérték a legmagasabb ellentétben a német-osztrák és osztrák-szlovák szelvényekre vonatkozó KOID átlagértékek alakulásával, ahol 1993-ban a vizsgált időintervallumban relatíve a legalacsonyabb szervesanyag szennyezettségi szintet jeleztek a KOID koncentráció átlagértékek.

A 18. sz. ábrán az oldott oxigén átlagértékek időbeni alakulása látható. Megállapítható, hogy a változás jellege hasonló a felső szelvényekhez, a teljes

vizsgálati időszakra és a részidőszakokra vonatkozó átlagkoncentrációk értékei azonban alacsonyabbak, ami a szennyezettség növekedésével hozható összefüggésbe.

A 19. és a 20. ábrán bemutatott nitrogénformák értékeinek időbeni alakulása megfigyelték. A NO<sub>3</sub>-N 1993 évi átlagkoncentrációja alacsonyabb a felsőbb szelvényekhez viszonyítva, 2,0 mg/l alatt marad.

Az összes foszfor értékeit a 21. ábra szemlélteti, az időben csökkenő tendencia a felső szelvényekhez hasonlóan itt is megállapítható.

A legalsó vizsgált szelvény Szob 1707 űkm, amely a közös magyar-szlovák Duna szakasz legalsó közösen vizsgált szelvénye csaknem 100 km-re van a medvei szelvénytől. A pH értékek időbeni növekedése a 22. sz. ábra szerint itt is megfigyelhető. Az 1993-as évre vonatkozó relatív növekedés ennél a szelvénynél a legnagyobb.

A KOID értékek időbeni lefutása a német-osztrák és az osztrák-szlovák átlagértékek alakulásának felel meg, itt már nem mutatható ki az 1993-as évet képviselő értékek növekedése, mint az a medvei szelvényre jellemző.

A 24. ábrán bemutatott oldott oxigén átlagkoncentrációk időbeni lefutása megfigyelték a többi szelvényével, a szlovák oldali és a magyar oldali szennyezőanyagterhelések ellenére jó önisztulóképességet mutatva az átlagértékek abszolút értékei magasabbak mint a medvei szelvényben.

Az NH<sub>4</sub>-N és a NO<sub>4</sub>-N átlagértékek időbeni csökkenő tendenciája a 25. és 26. sz. ábrák alapján Szobnál is megfigyelhető. Ez a tendencia az összes foszfor koncentrációkra is vonatkozik, amely értékek alakulása a 27. sz. ábrán látható.

#### *4. A vízminőség hossz-szelvénymenti alakulása*

Az ötszáz kilométeres 4 országot összekötő Duna-szakasz térbeli hossz-szelvény menti vízminőségvártáshozásának megítéléséhez általánosan alkalmazott módszer az átlagkoncentrációk hossz-szelvénymenti alakulásának elemzése a minimum és a maximumértékek egyidejű feltűntetése mellett. A vizsgált 6 éves időintervallumra vonatkoztatva a 28-33 sz. ábrákon mutatjuk be a pH, valamint az oxigénháztartás és a növényi tápanyagok legfontosabb mutatóinak térbeli alakulását.

A hat évet reprezentáló adathalmazból képzett átlagértékek a vízminőséget jellemző paraméterek összesített alakulását mutatják, ami tartalmazza az évenként eltérő hidrometeorológiai hatások vízminőségre gyakorolt hatását, a pontszerű és

diffúz szennyezések hatását, az esetlegesen bekövetkezett morfológiai változások hatását, a folyó öntisztulását jelző reakció kinetikai hatásokat. Összességében ezen hatások eredményei összemosódnak és elfedik a változások idejét és a változások előidéző okokat, a hossz-szelvény menti változás qualitativ megítéléséhez, a Duna szakaszt jellemző hossz-szelvény menti vízminőségi tendencia megállapításához azonban qualitatíve elégséges információt adnak.

Ezen adatokkal összevetve az egyes időszakokat jellemző átlagértékek térbeli alakulását, jelentős jellegbeli eltérés esetén az összidőszakot dominánsan meghatározó lefutásból a kérdéses időszak - év - - valamilyen jelentős vízminőséget befolyásoló tényező megváltozására következtethetünk. Ennek részletes, konkrét és megbízható meghatározása külön célvizsgálattal dönthető el.

A vizsgálathoz felmértünk az 1988-89, 1990-1991, 1992-1993 és végül a csak 1993 évet jellemző átlagértékek alakulását, melyeket a 34-39 sz. ábrákon mutatunk be.

A dunavíz kemhatásának változását, amelynek dinamikája a vízjellegén ionösszetételén, puffertkapacitásán valamint a külső terhelésen kívül az ún. belső terhelés - pl. algaprodukcio mértékétől - is függ, a 34. sz. ábrán mutatjuk be.

Látható mind a térbeli mind az időbeli növekedés, azaz kismértékű ligosodás, amely utóbbi gyakorlatilag a teljes vizsgált dunaszakasza vonatkozik.

A 35. sz. ábrán a szervesanyagszennyezettséget reprezentáló KOID évesátlag koncentrációértékek alakulása látható. A jocheinsteini német-osztrák és a Wolfstahl-bratislavai osztrák-szlovák keresztiszszelvény közösen vizsgált és különösen elfogadott mérési eredményei alapján az 1992-93 és különösen a csak 1993-as évet jellemző átlagértékek határozottan csökkenő tendenciát mutatnak az előző évek KOID átlagértékéhez képest. Ugyanakkor a medvei szelvény közös szlovák-magyar KOID mérési eredményeinek átlaga ettől eltérő tendenciájú, az 1992-93 és a csak 1993 év átlagkoncentrációi mutatnak növekedést az 1990-91 éveket képviselő értékekhez viszonyítva.

Ezt a szervesanyag szennyezettség növekedést a fenti szelvények mutatói alapján nem hidrometeorológiai változás idézte elő.

A 36. ábrán látható az oxigénháztartás mutatói közül a vízi élet szempontjából kiemelt jelentőségű oldott oxigén koncentrációk alakulása szép iskolapéldája a folyó öntisztulóképessége megjelölésének. A teljes vizsgált időszakra vonatkoztatva a minimum értékek a medvek a maximum értékek a szobi szelvényt jellemzik.

Az ammónium-nitrogén koncentrációk térbeli és időbeli egyidejű bemutatása a 37. sz. ábrán történt. Az 1993. évre a hossz-szelvény menti növekedés a jellemző.

A foszfortformák közül a reaktív ortofoszfát-foszfor a 38. sz., az összes foszfor átlagkoncentrációk a 39. sz. ábrákon láthatók. Mindkét foszfor formára szembevetünk a teljes dunaszakaszon az időben való határozott jelentős csökkenés. PO4-P esetében a Wolfstahl-Bratislava szelvényhez viszonyítva a medvei szelvény PO4-P koncentrációi gyakorlatilag változatlanok, ugyanakkor ugyanezen a szakaszon az összes-P koncentrációi növekedést mutatnak.

##### *5. A vízminőség alakulásának vizsgálata a tisztogatók alapján*

A vízminőséget jellemző paraméterek folytonos elosztási vízminőségi változók, így a jellemző elosztásfüggvényük vagy sűrűségfüggvényük becslése és vizsgálata kinálkodik. Amikor valamely vízminőségi változó elosztására mintavétel útján következtetünk, akkor eljárásunk jogosultsága Glivenko tételén alapszik. Ez alapján valamely vízminőségi változó elméleti elosztásfüggvénye a tapasztalati elosztásfüggvényel közelíthető.

Az elosztásról szemléletesebb képet kapunk ezen függvény formális deriváltjával, ami a sűrűséghistogramok használata, amelyek a lényegében tapasztalati sűrűségfüggvények megjelenítései, ugyanis a vízminőséget jellemző paraméterek elméleti sűrűségfüggvények meghatározásához nagy mintaszám feldolgozása szükséges. Ezen túlmenően valamely vízminőséget jellemző összetevőnek egy adott mintavételi helyen csak akkor értelmezhető olyan idői függvény elméleti sűrűségfüggvénye, amely közül több év tapasztalati sűrűségfüggvényei ingadoznak, ha a vízminőség az időben nem tendenzszerűen, hanem csak véletlenszerűen változik. A vizsgált 1988-93-as időintervallumban vízminőségi összetevőként a rendelkezésre álló mérési eredmények száma 62, ami nem elégséges az elméleti sűrűségfüggvény megfelelő statisztikai biztonságával való közelítéséhez. Ezért a tapasztalati sűrűségfüggvényt reprezentáló elosztást és az ebből származó tapasztalati elosztásfüggvények megfelelő hisztogramot mutatjuk be a vizsgált 4 szelvényben a 40-75 sz. ábrákon a pH, fajlagos elektromos vezetőképesség, oldott oxigén, KOD, KOIP, NH4-N, NO3-N, PO4-P és összes P vízminőséget jellemző paraméterekre vonatkozóan.

A pH hisztogramok alapján megállapítható, hogy az eloszlások némileg eltérőek de a 90 %-os tartóssági értékek 8,3-8,48 viszonylag szűk intervallumba esnek. (40-43 ábra)

A 44-47 sz. ábrákon bemutatott fajlagos elektromos vezetőképesség hisztogramjai a 90 %-os tartóssági értékek alapján a hossz-szelvény mentén csaknem 20 % relatív növekedést meghaladó értéket mutatnak, amit a vízfolyást érő külső sóterhelések (mellékvízfolyások, szennyvízbevezetések, bemosódások/ eredményeznek. Az oldott oxigén koncentrációk eloszlását bemutató 48-51 sz. ábrák némileg eltérő eloszlást mutatnak. Ezen mutató alapján legnagyobb mértékben a szobi szelvény különül el az eloszlás jellegét tekintve. Feltehető, hogy a 10 %-os tartóssági értékhez tartozó 7,5 mg/l O<sub>2</sub> koncentráció a Medvei szelvényben fordult elő.

A KO<sub>2</sub>d szeresanyagszennyezettséget jellemző eloszlások szerint a szennyezettség hossz-szelvény menti kismértékű növekedése érzékelhető, amit az 52-55 sz. ábrákon látható egymástól eltérő KO<sub>2</sub>p hisztogramok is alátámasztanak. Az NH<sub>4</sub>-N koncentrációk eloszlása szerint a felső szakaszon nagyobb gyakorlati tartóssággal a kisebb koncentrációértékek fordulnak elő (60-63 ábra). A 64-67 sz. ábrák a NO<sub>3</sub>-N hisztogramjait szemléltetik. A 10 %-os tartóssági minimum értékek mindvégig szelvényben 1 mg/l körül vannak, a 90 %-os tartóssági NO<sub>3</sub>-N koncentrációk pedig 3,5 mg/l NO<sub>3</sub>-N értéket kismértékben haladják meg.

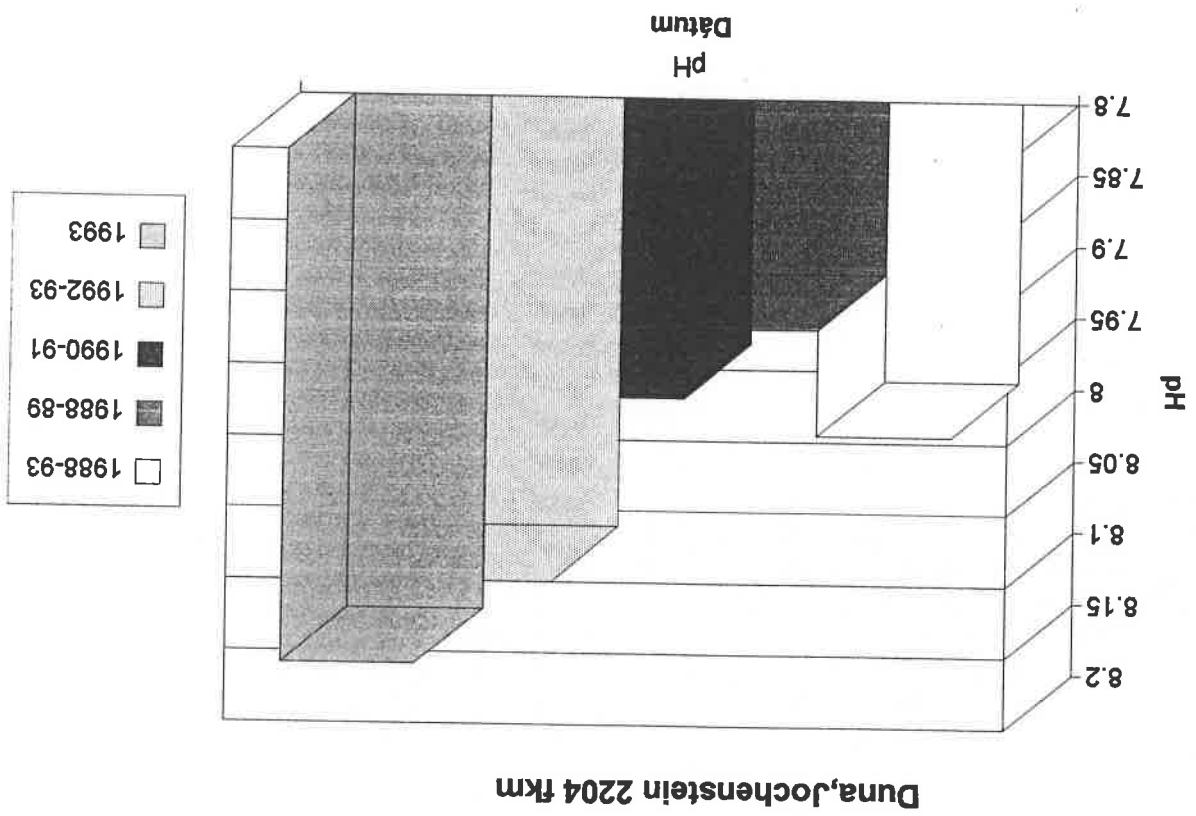
A növényi tápanyagok közül a reaktív ortoszfózfát-foszfor koncentrációk hisztogramjait a 68-71 sz. ábrák, az összes foszfor koncentrációk hisztogramjait pedig a 72-75 sz. ábrák mutatják be. A hisztogramok szelvényenkénti alakulása meglehetősen eltérő.

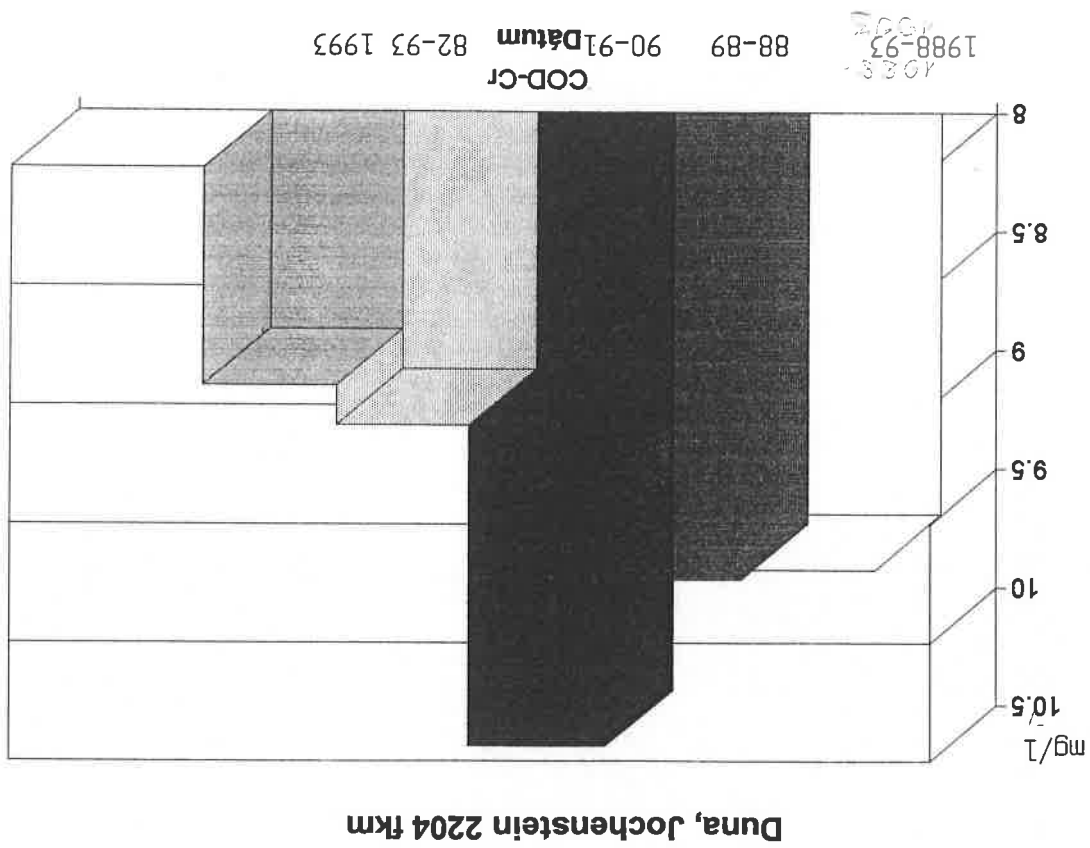
Összességében megállapítható, hogy a tapasztalati sűrűségfüggvények közelítése alapján az eloszlás lognormális eloszlással való becslése javasolható, kellő számú mérési eredmény felhasználása esetén.



6. Å b r å k

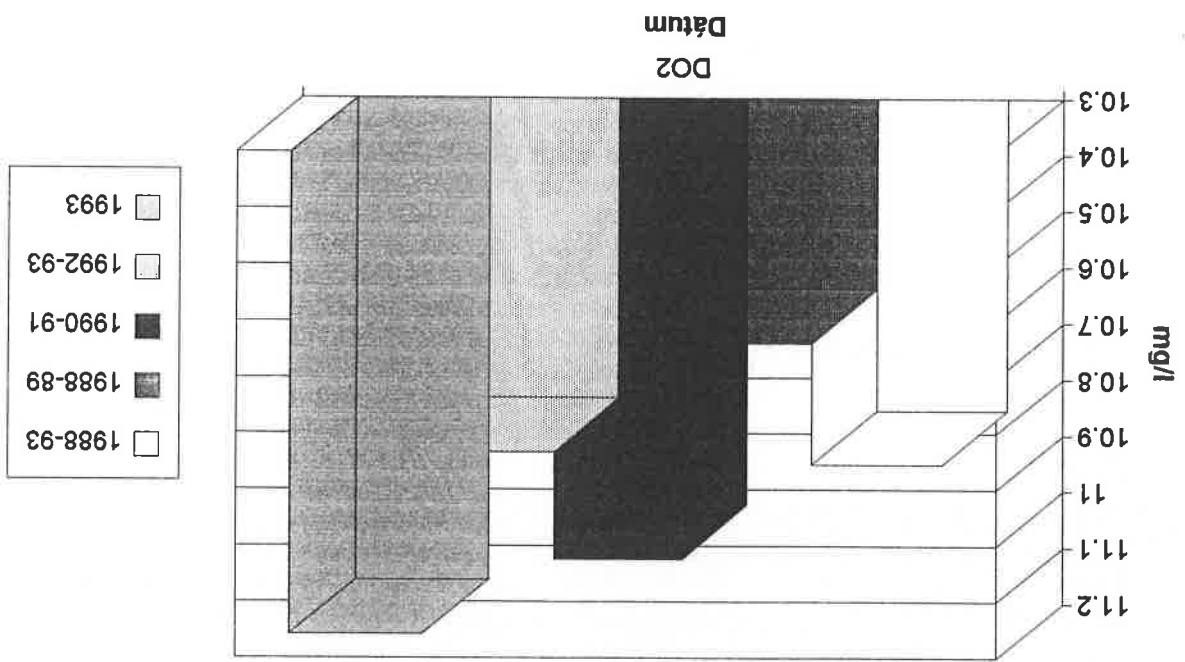
4. sz. ábra





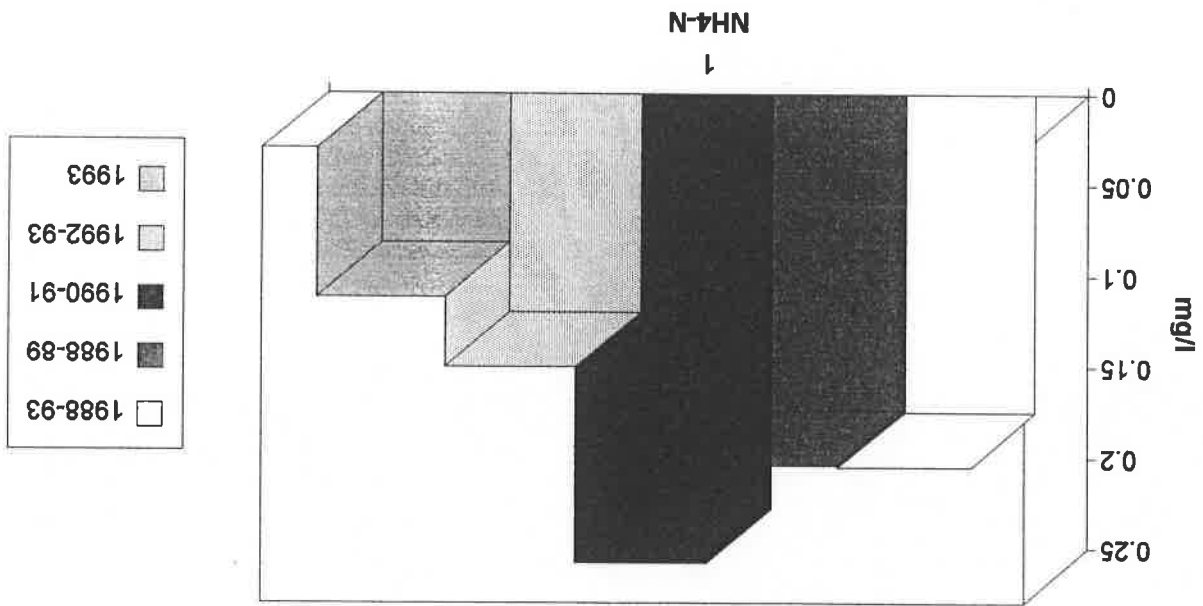
5. sz. ábra

Duna, Jochenstein 2204 fkm



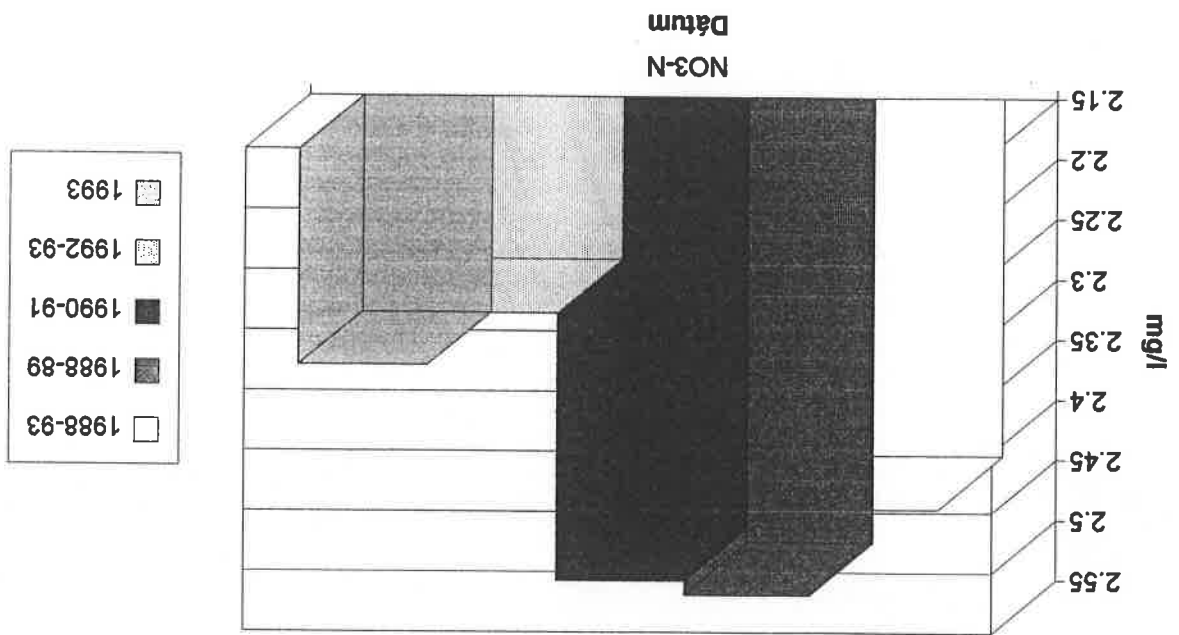
6. sz. ábra

Duna, Jochenstein 2204 fkm

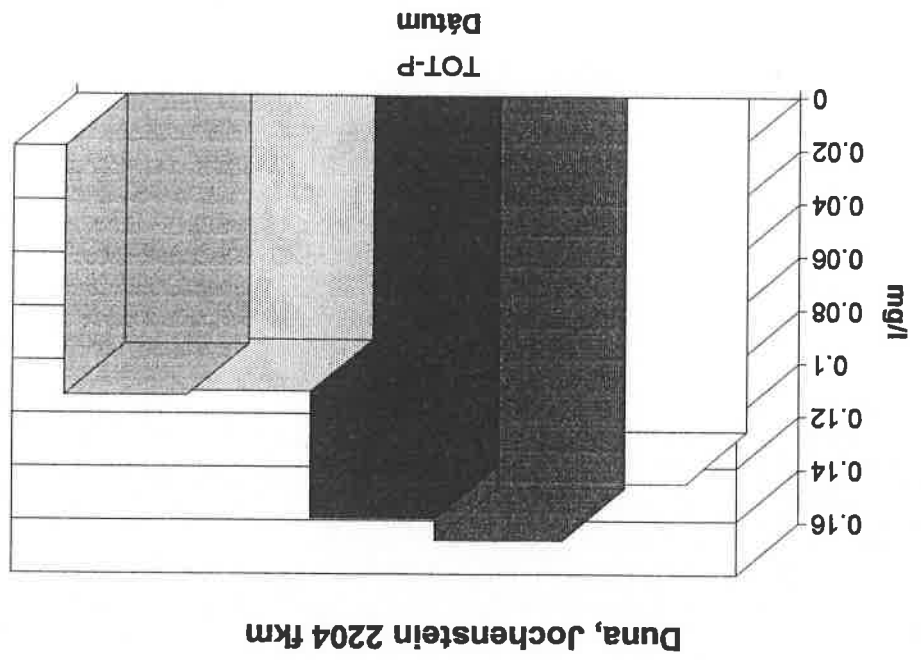


7. sz. ábra

Duna, Jochenstein 2204 fkm

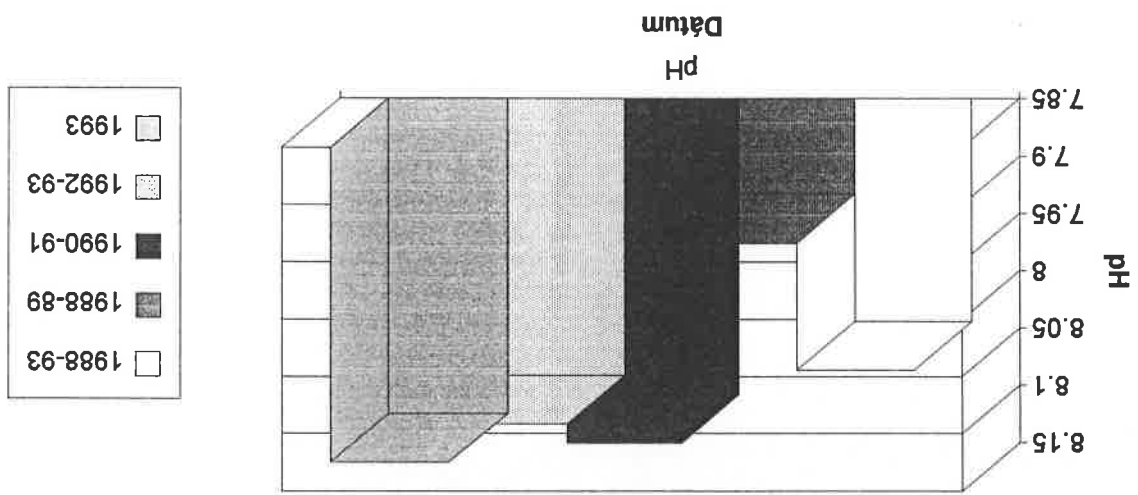


8. sz. ábra



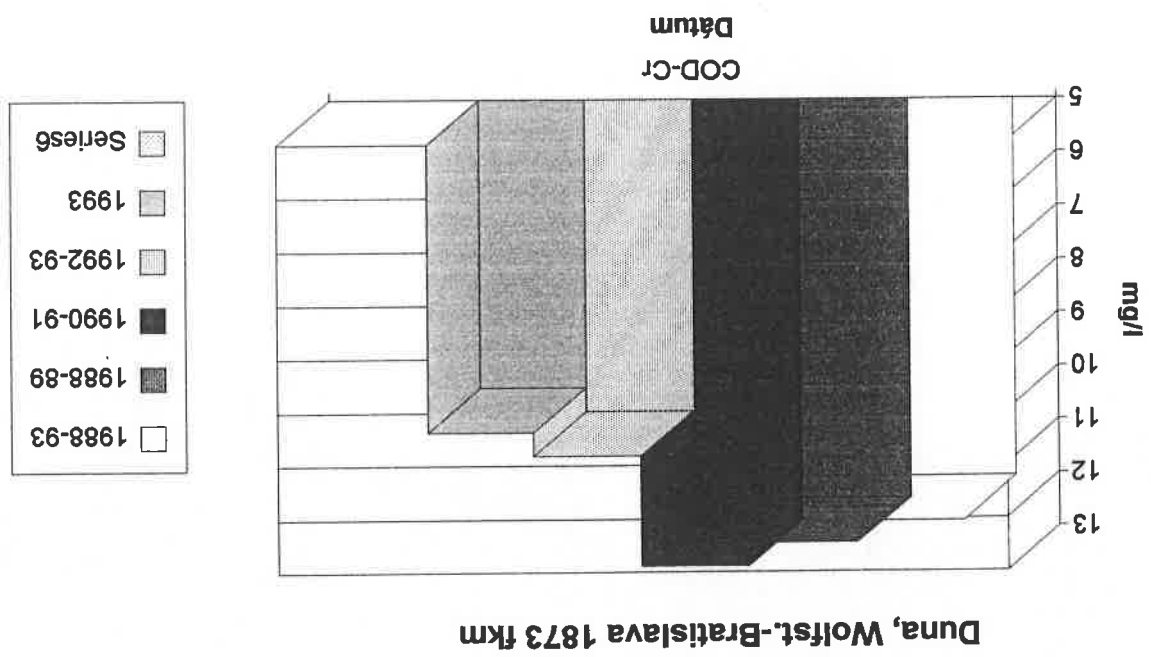
9. sz. ábra

Duna, Wolfst.-Bratislava



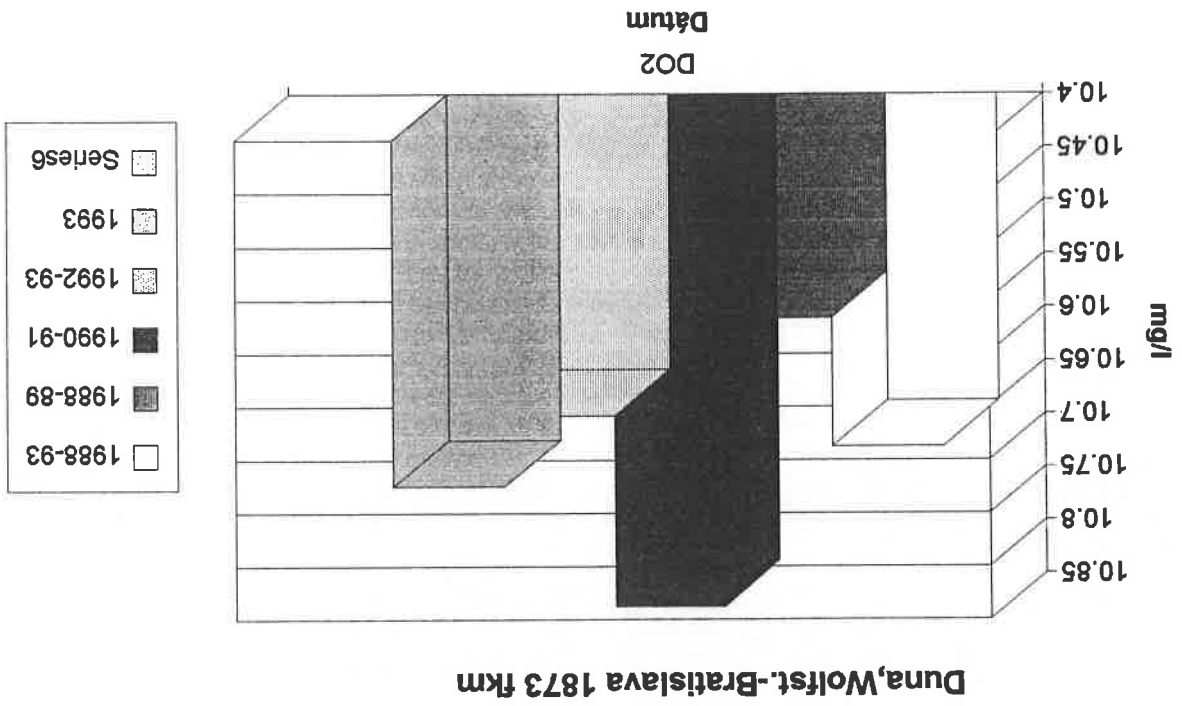
10.sz. ábra



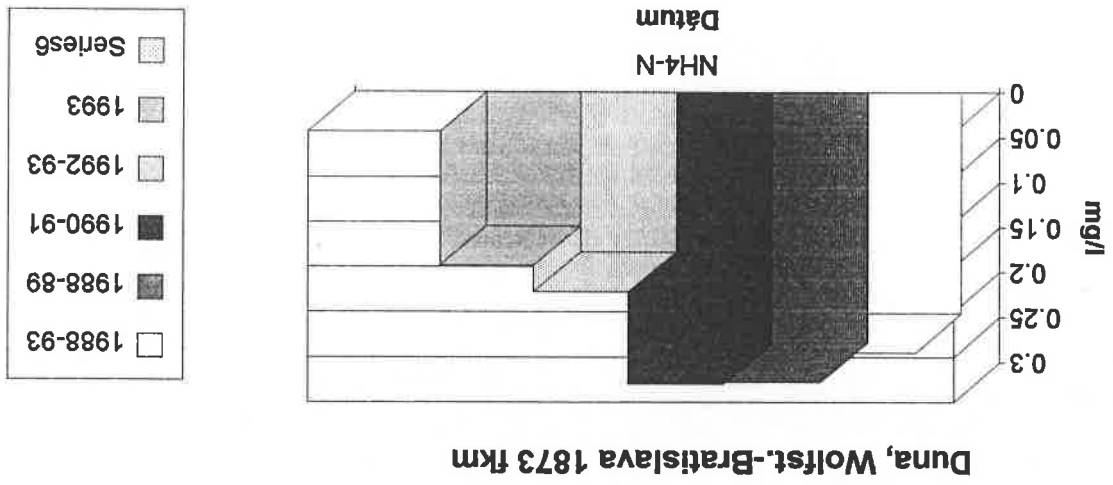


11. sz. ábra

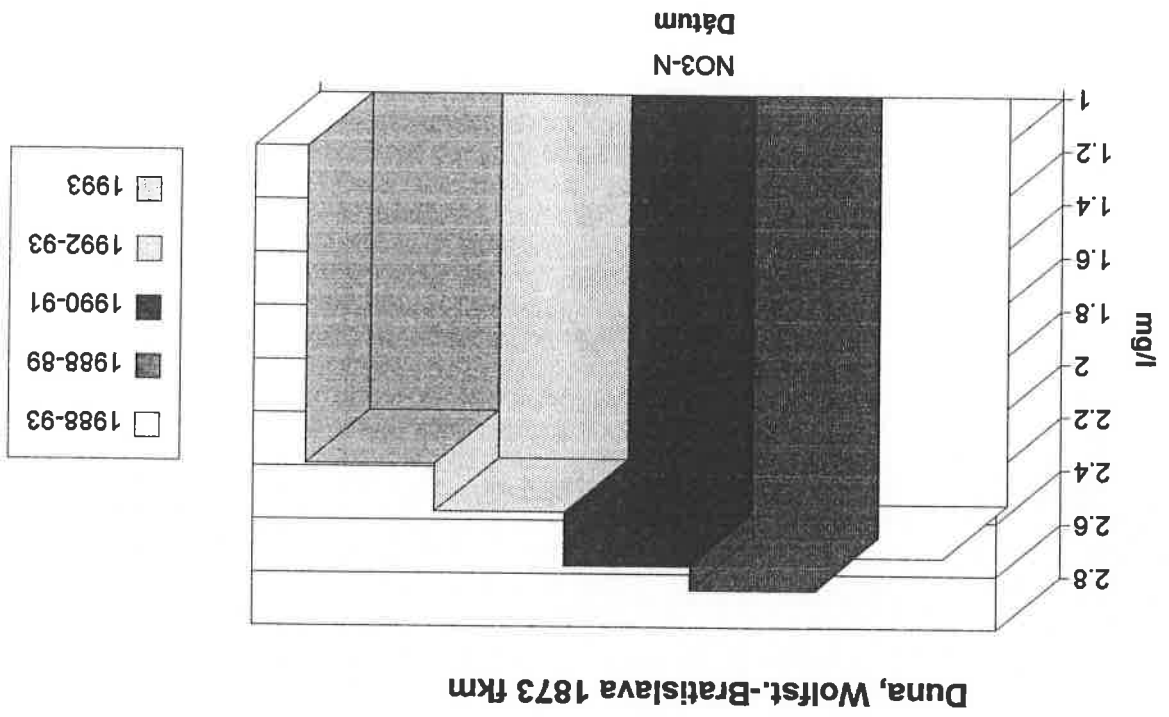
12. sz. ábra

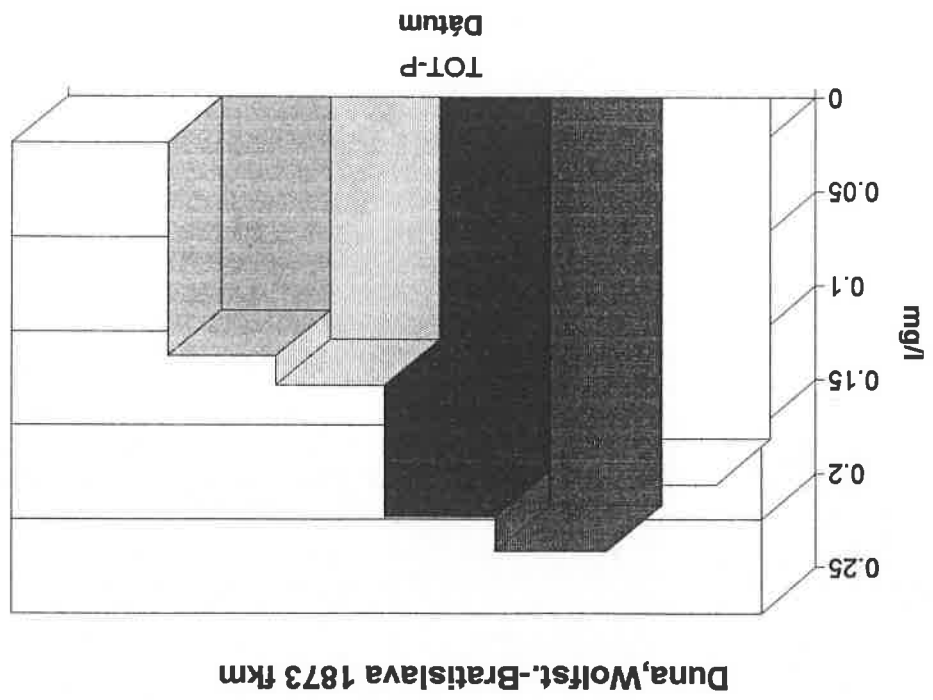


13. sz. ábra



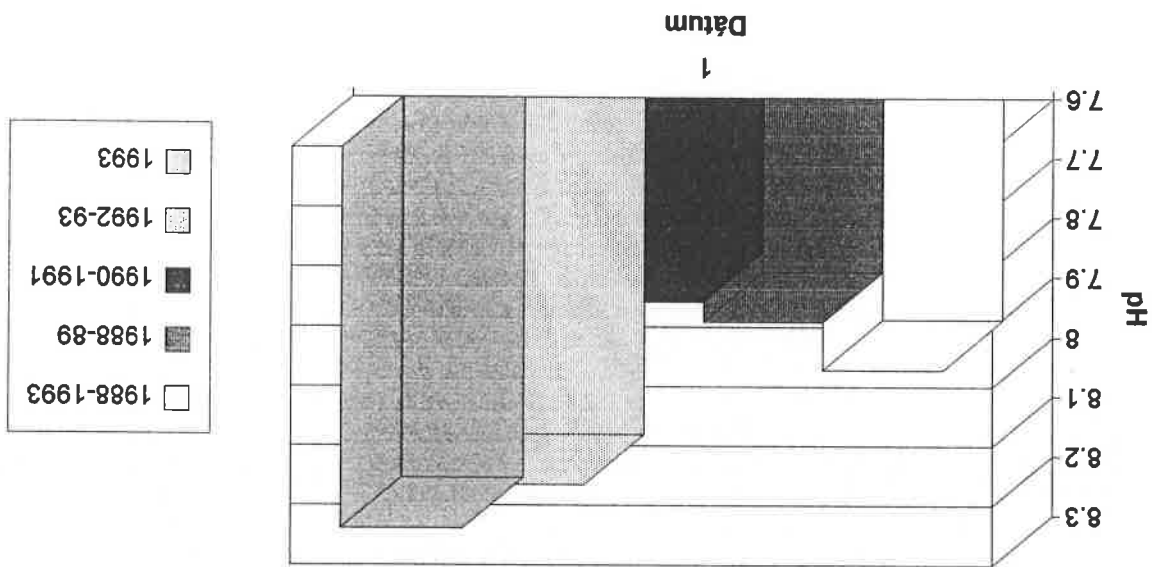
14.sz. ábra





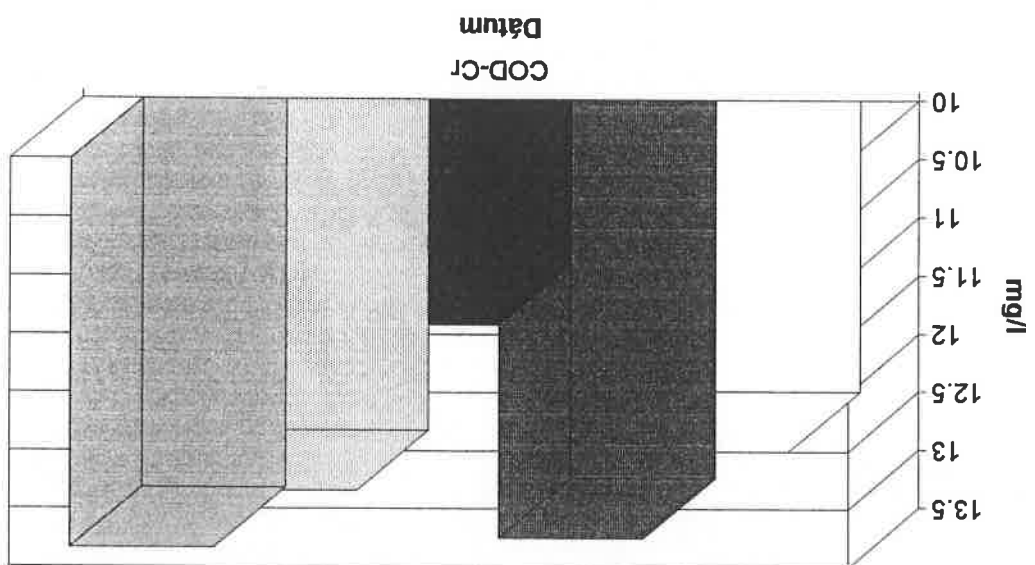
15.sz. ábra

Duna, Medvei hid 1806 fkm



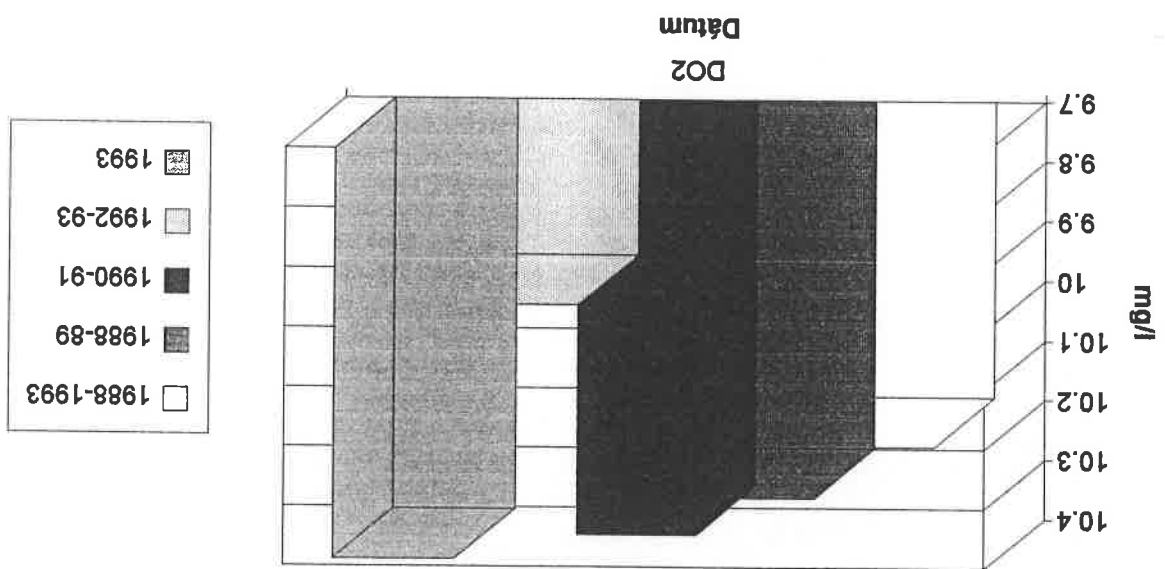
16.sz. ábra

Duna, Medvei hid 1806 fkm



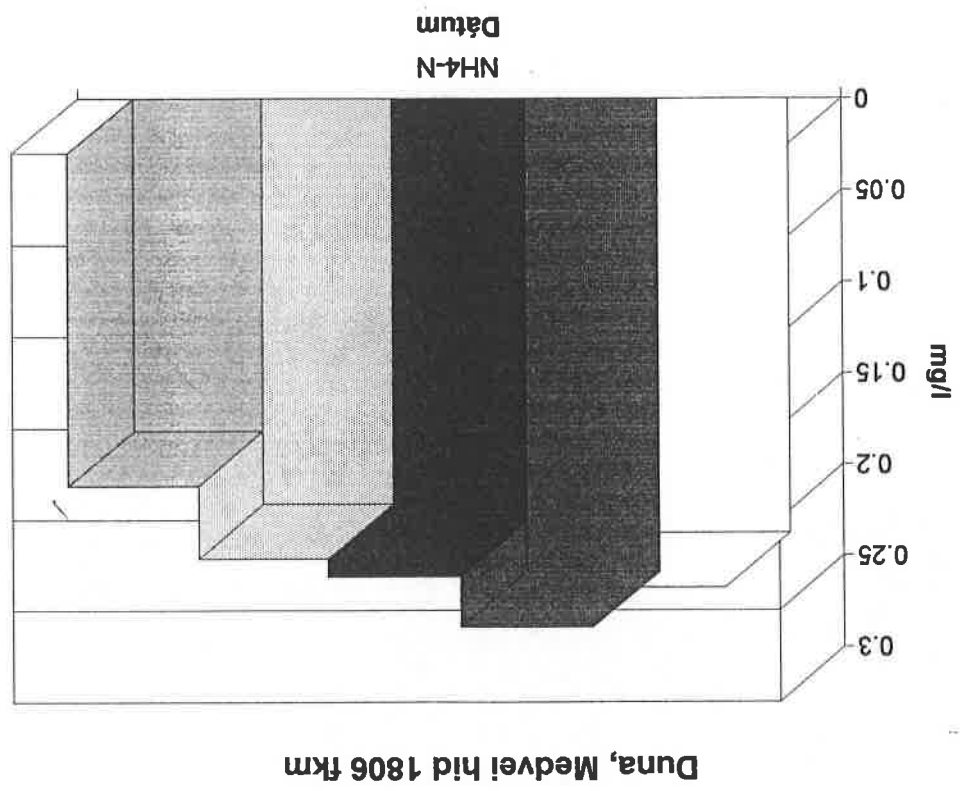
17.sz. ábra

Duna, Medvei hid 1806 fkm



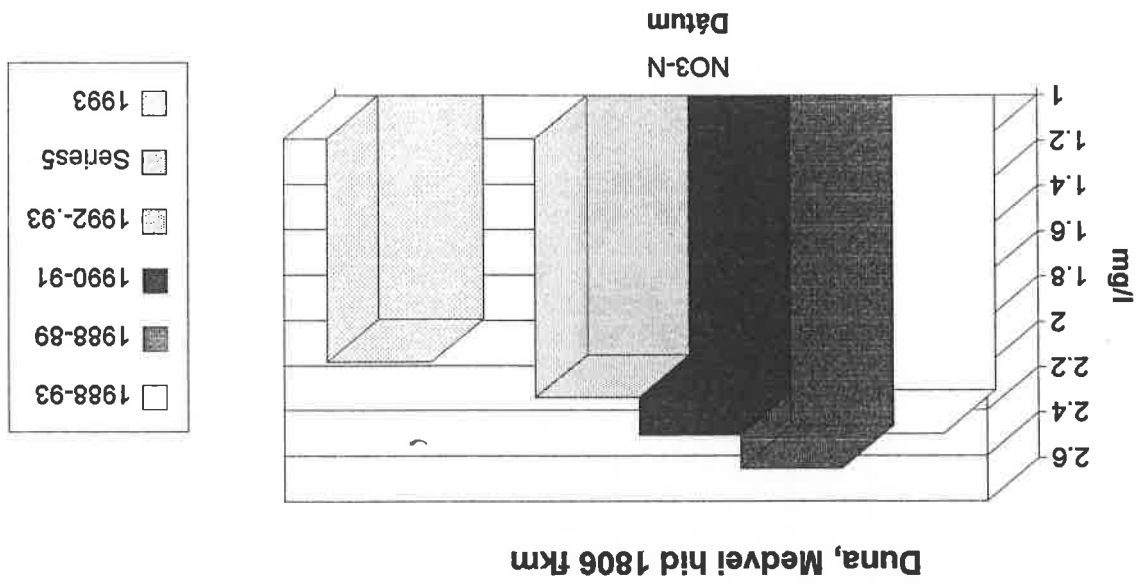
18.sz. ábra



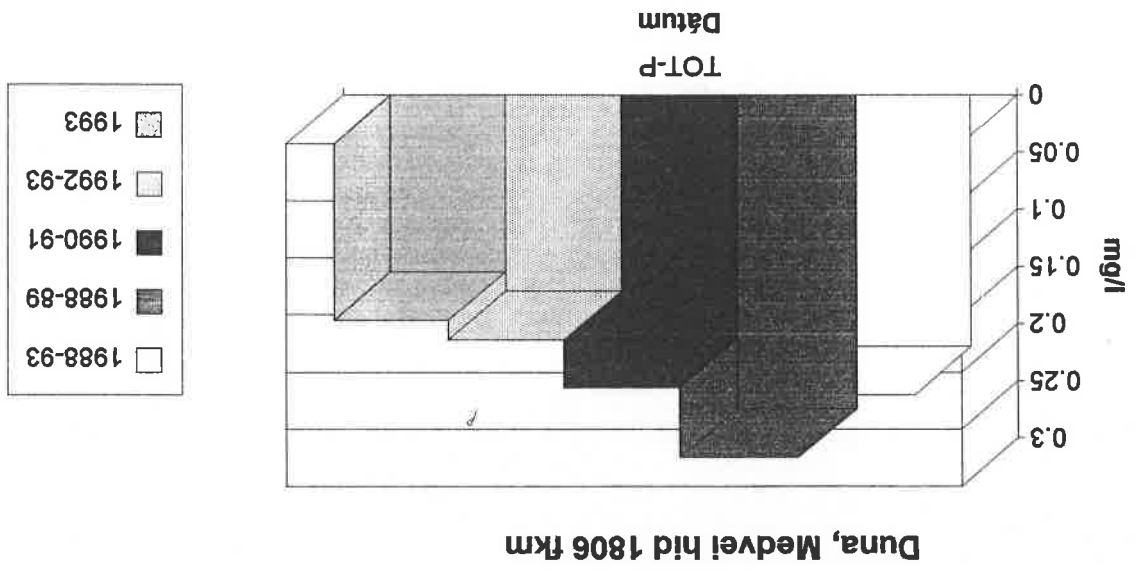


19. sz. ábra

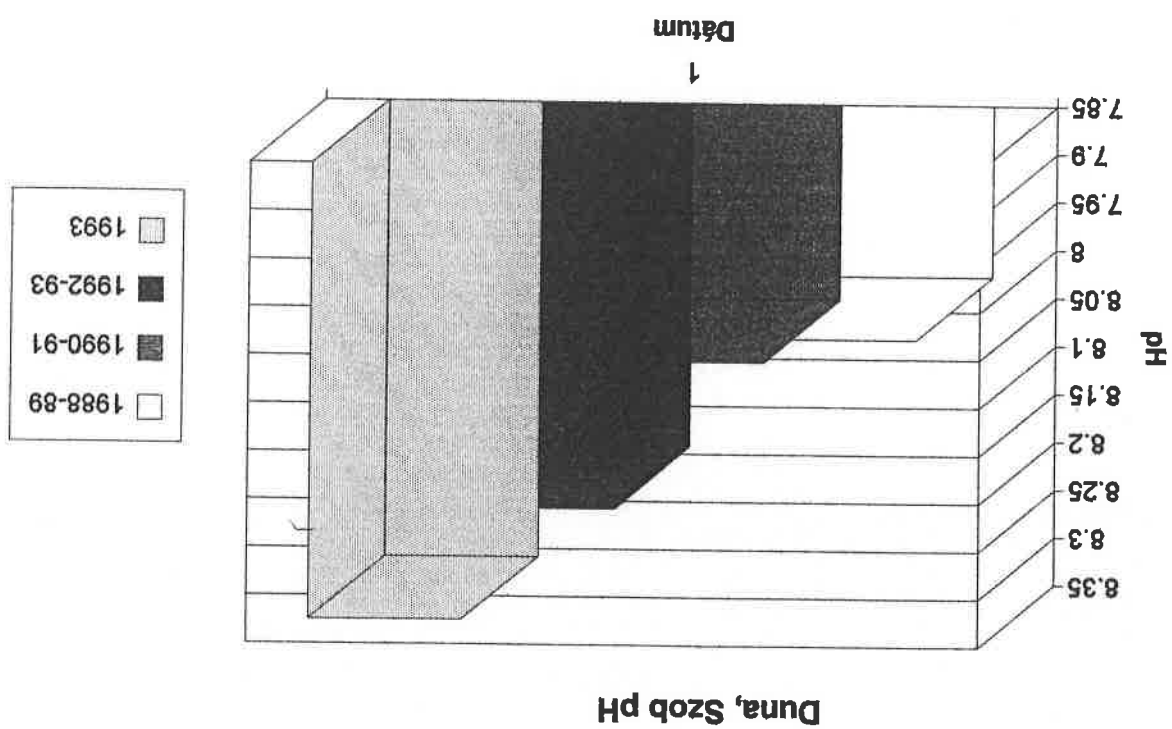
20.sz. ábra

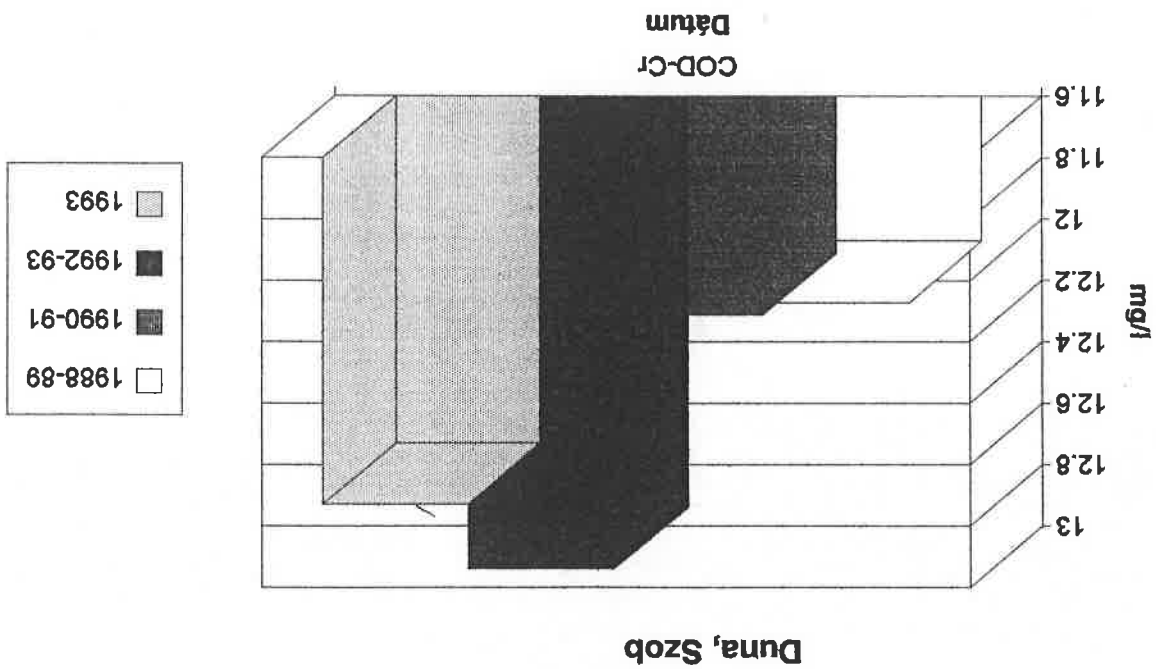


21.sz. ábra



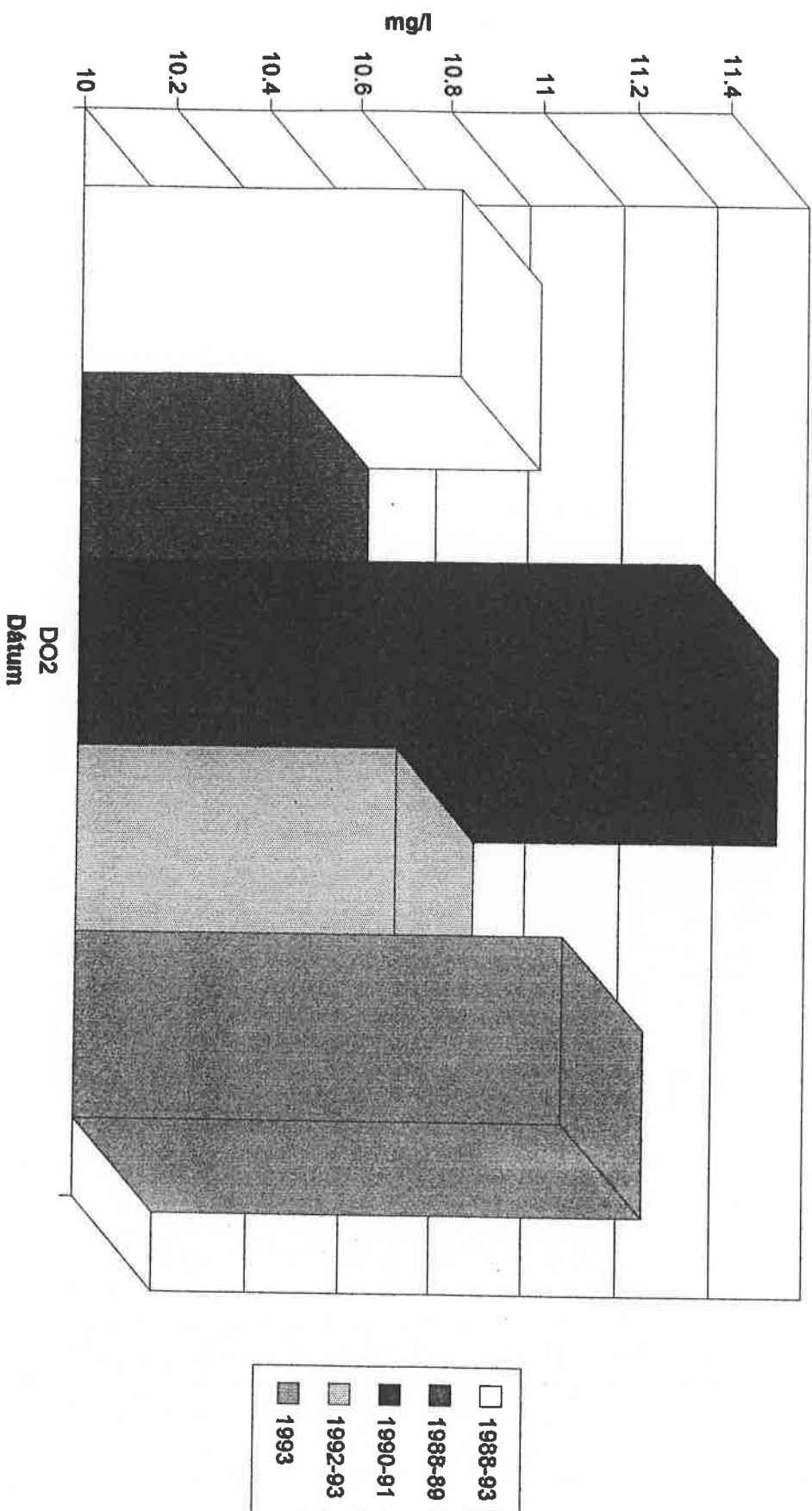
22.sz. ábra





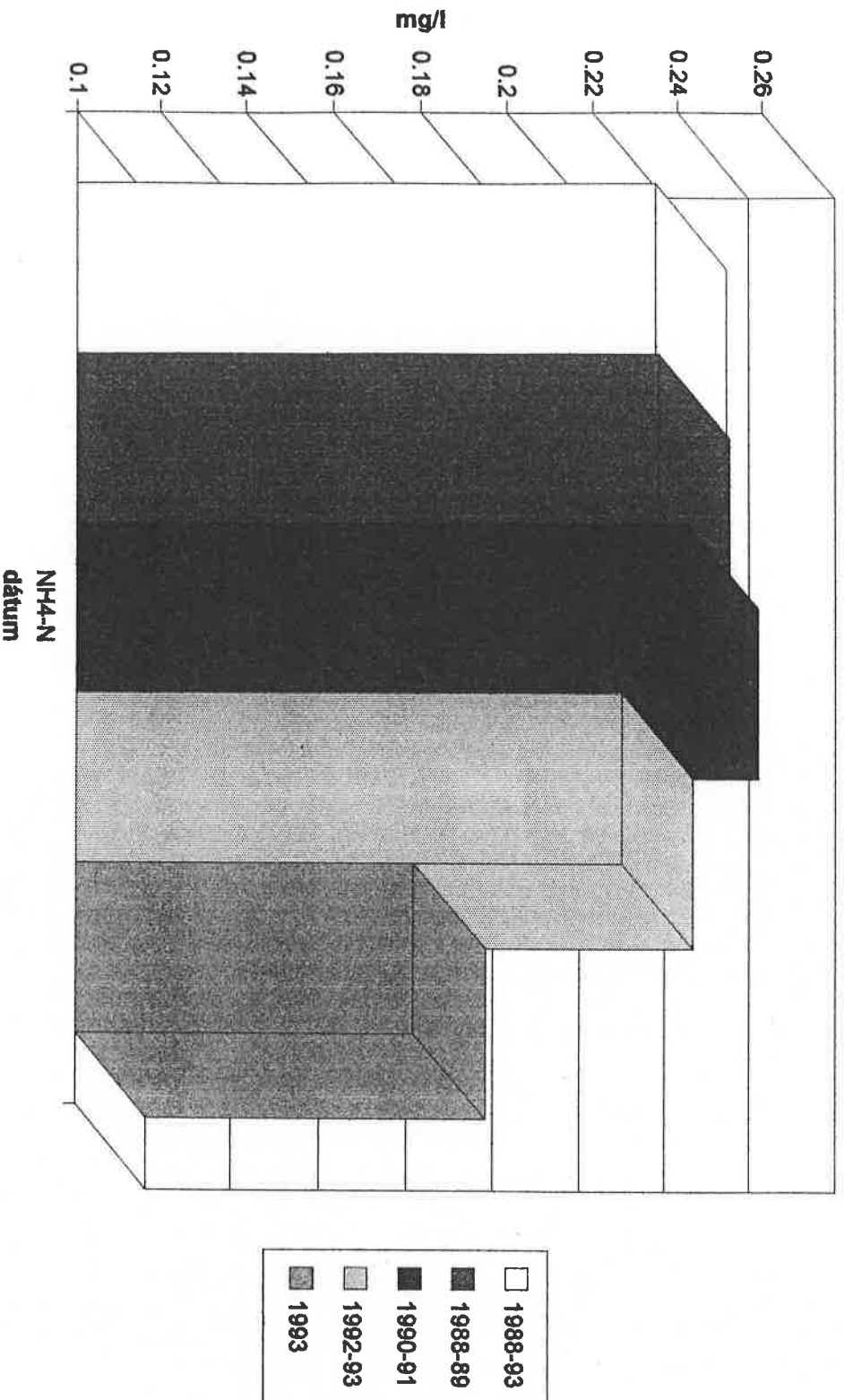
23.sz. ábra

Duna, Szob, 1707 tkm



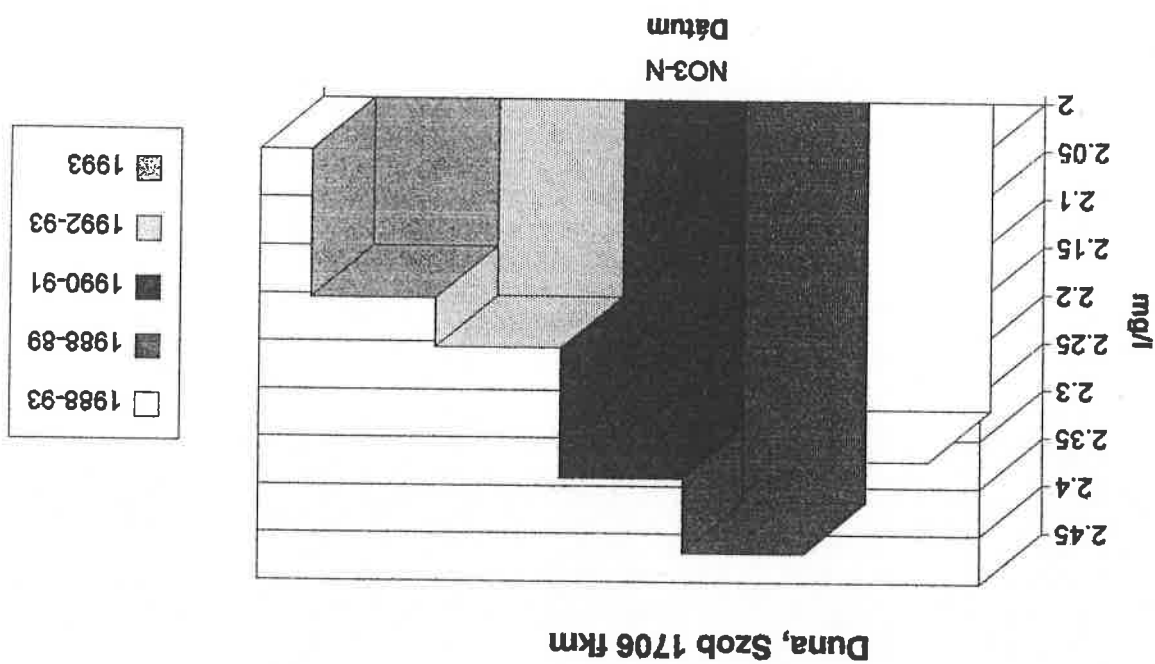
24.sz. ábra

Duna, Szob 1706 fkm



25.sz. ábra

26. ábra

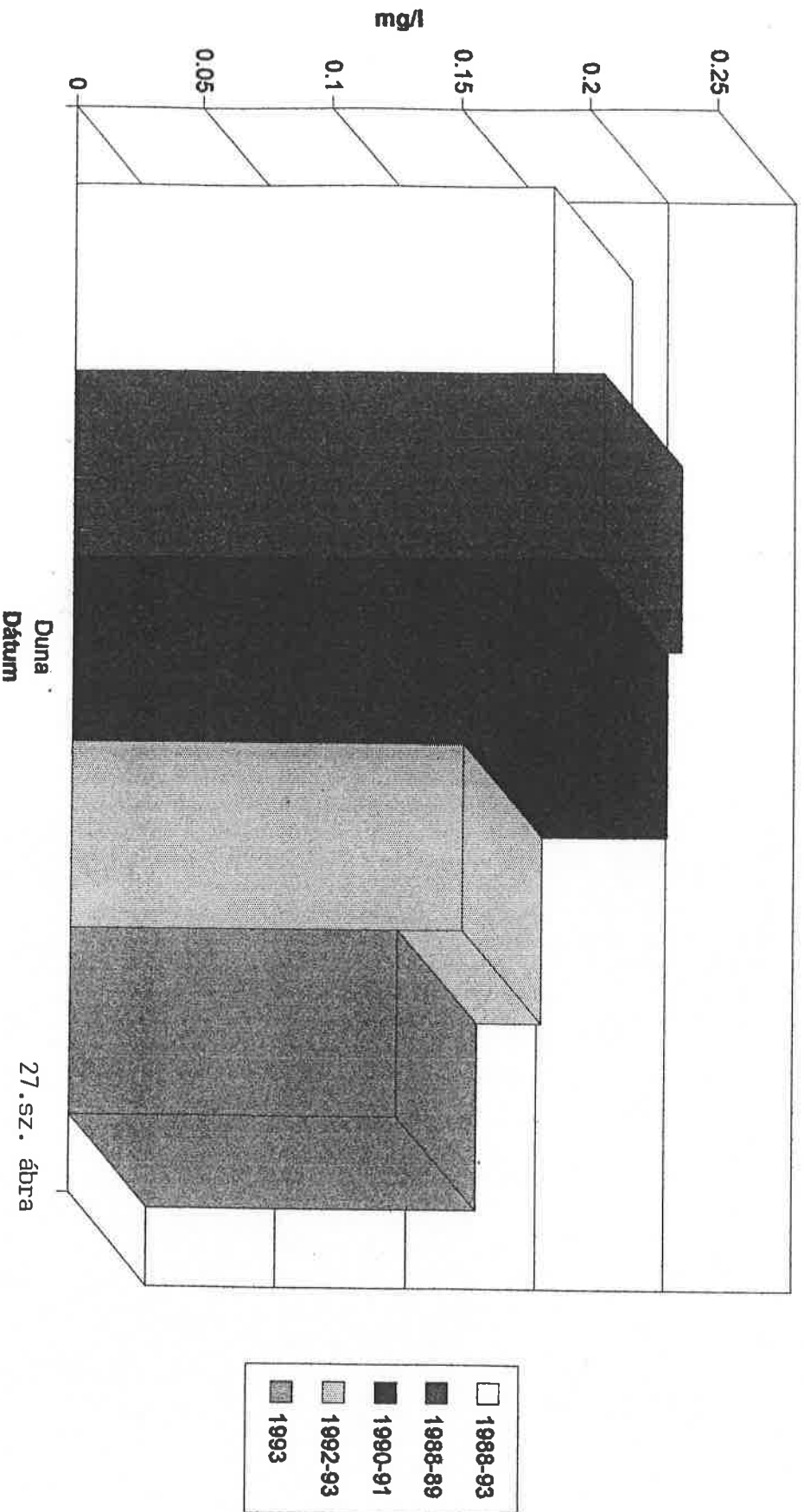




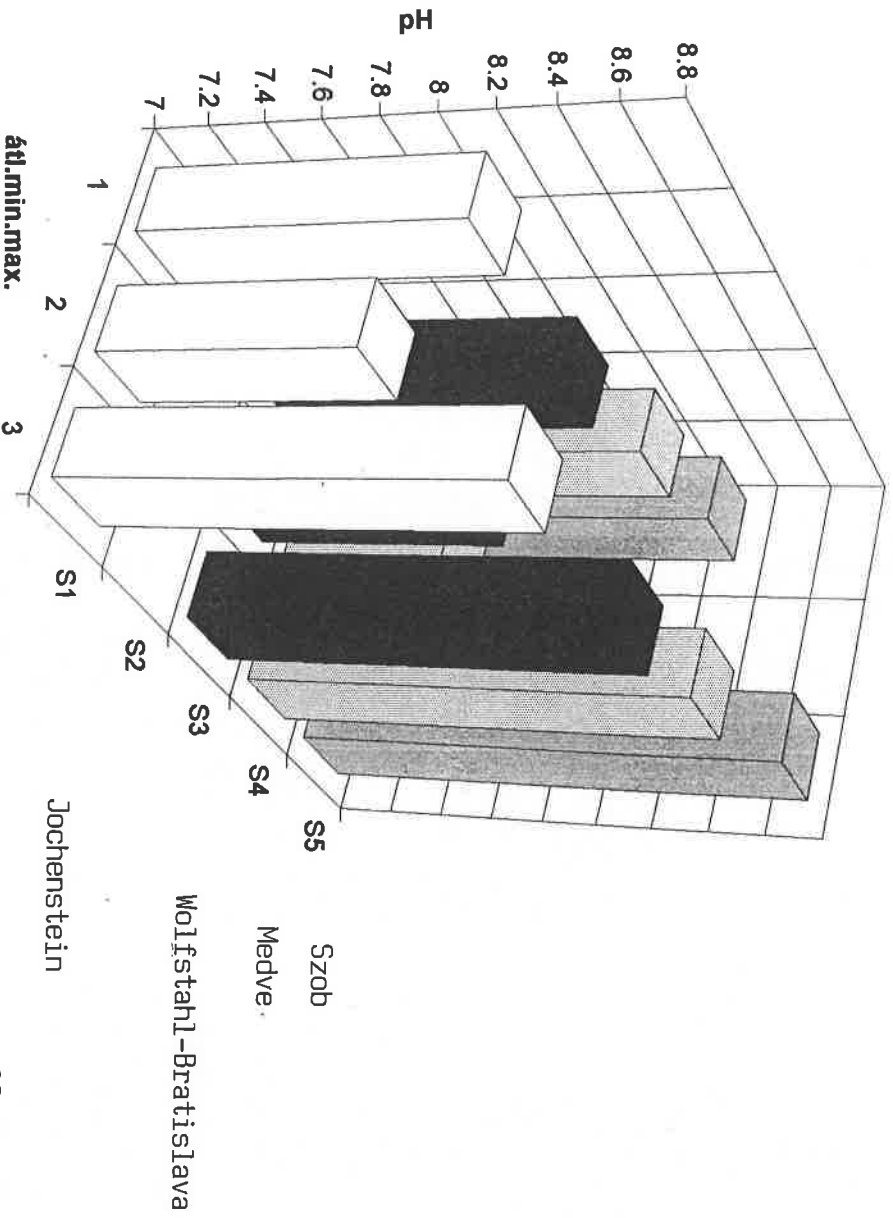
SZOBSTA2.XLS Chart 6

D u n a , Szob 1707 fkm TOT-P mg/l

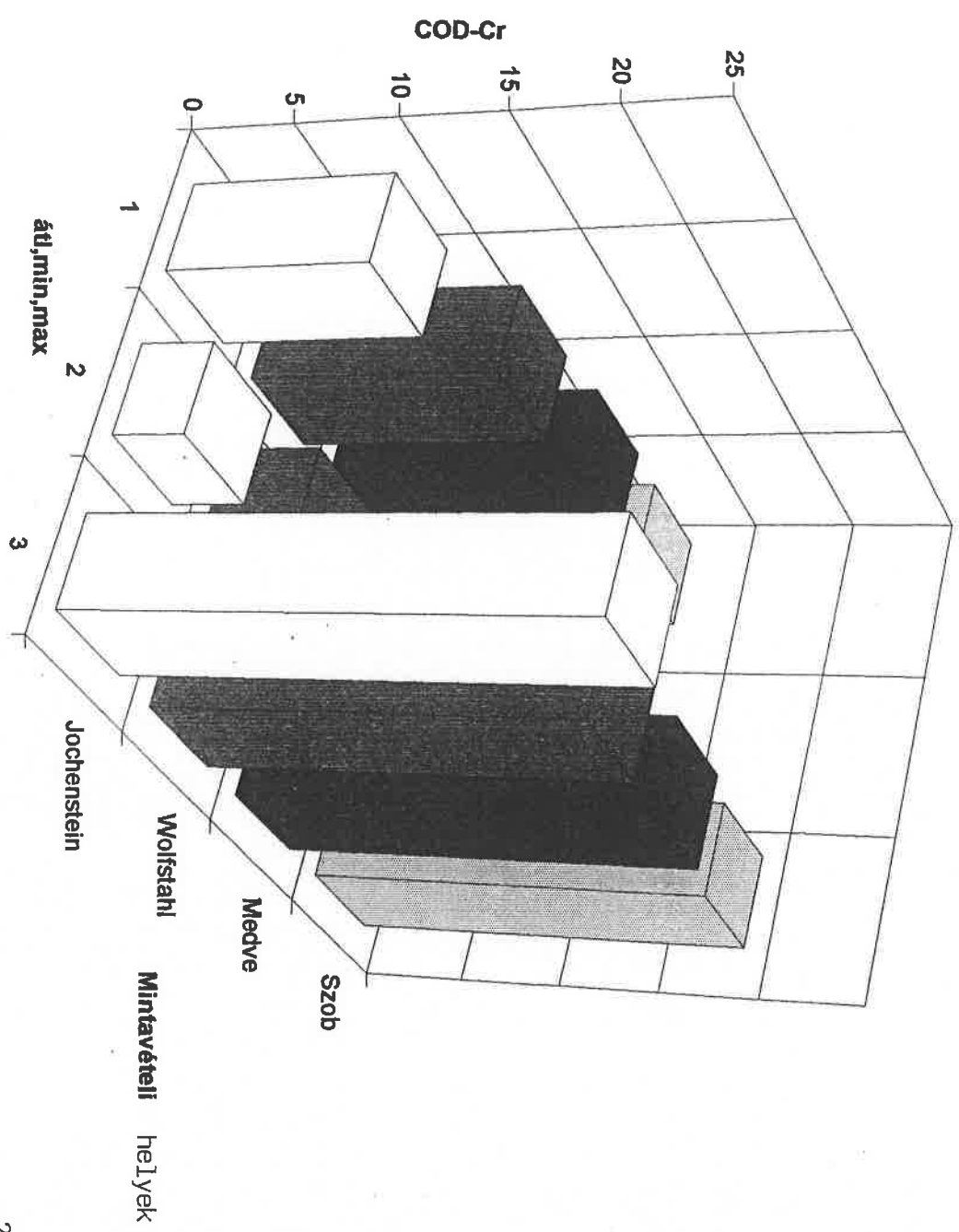
1988-93



Duna hossz-szelvény, 1993

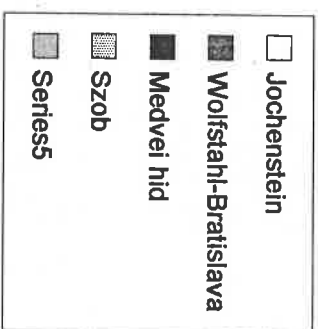
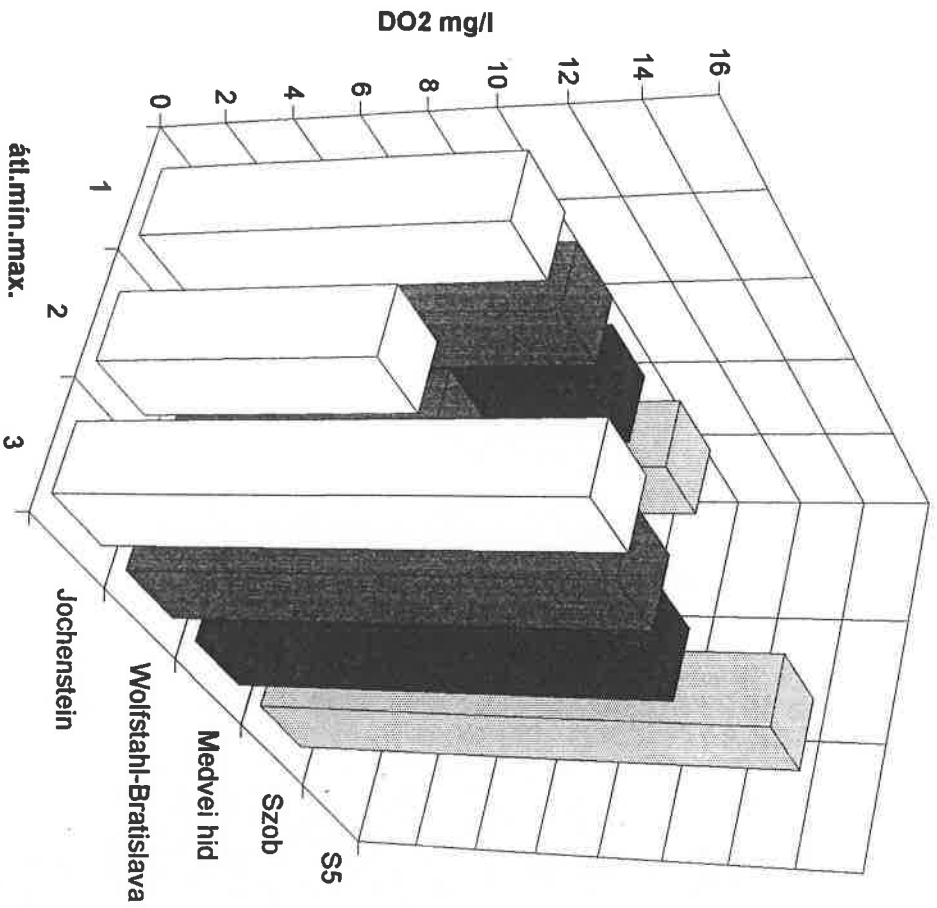


28.sz. ábra



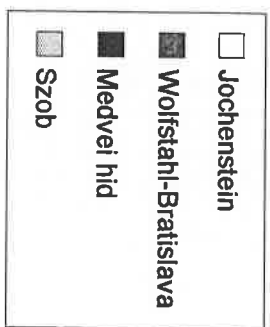
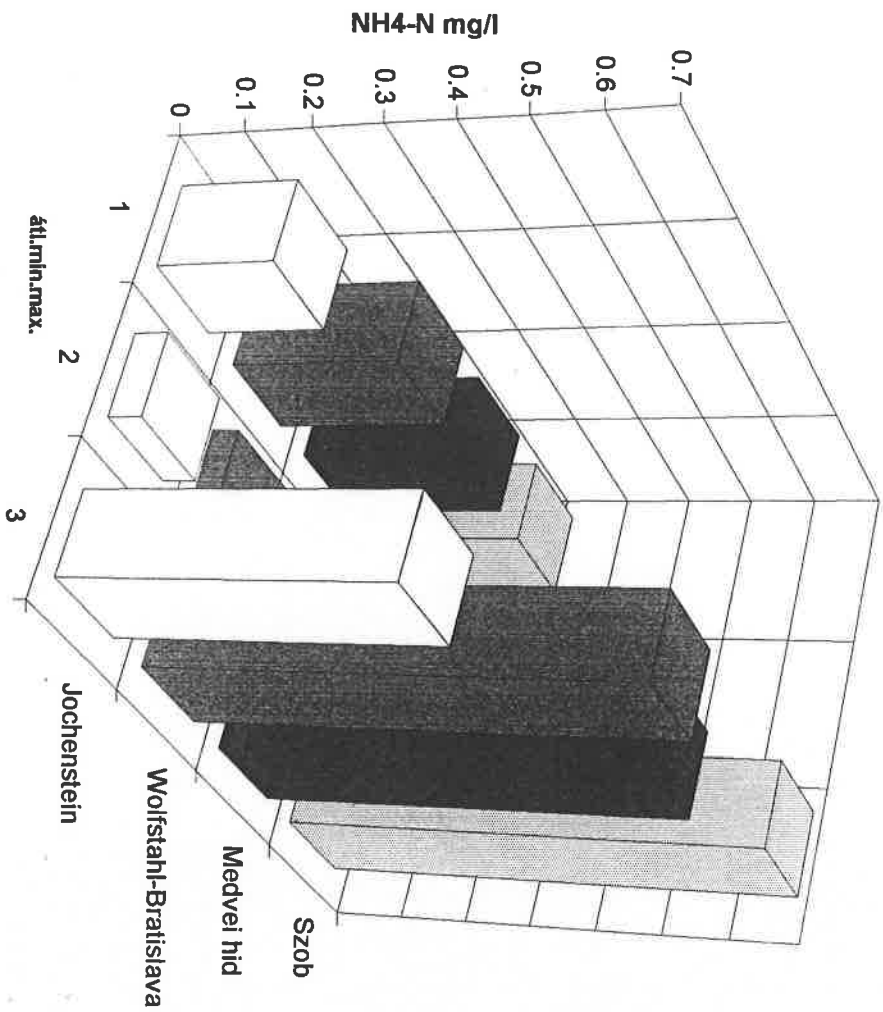
29.sz. ábra

Duna hossz-szelvény 1988-1993



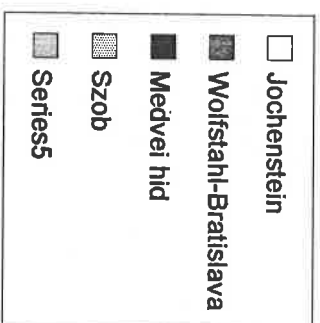
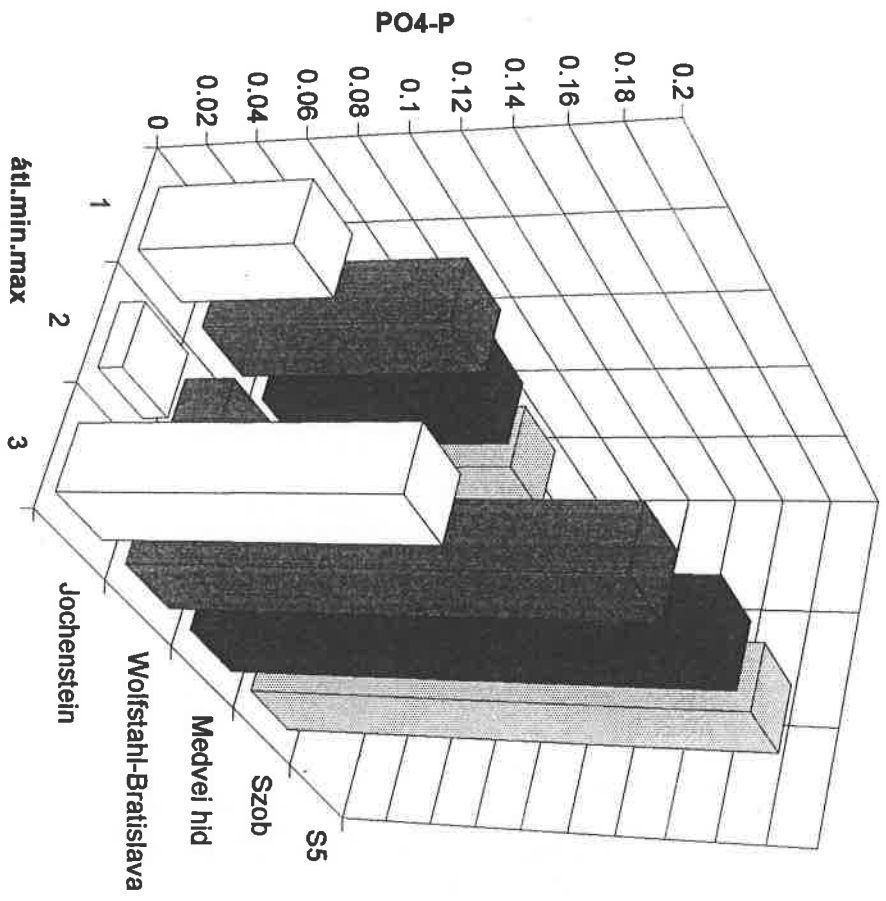
30.sz. ábra

Duna hossz-szelvény 1988-1993



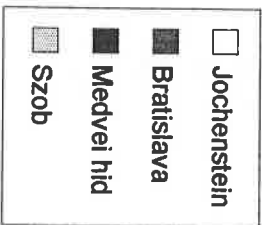
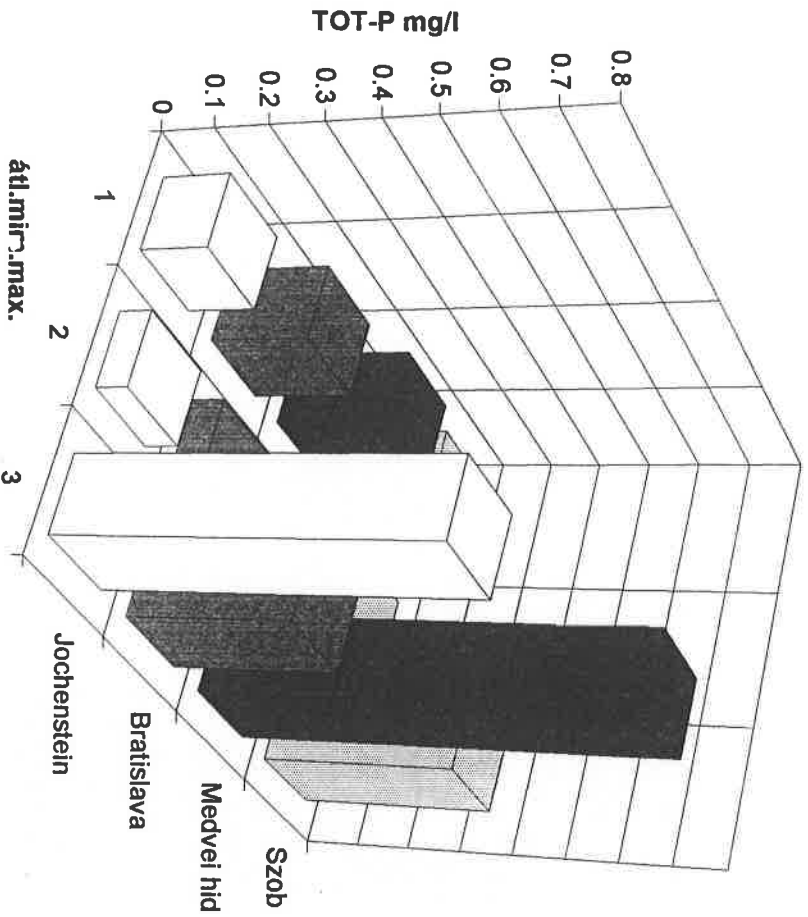
31.sz. ábra

Duna hossz-szelvény 1988-1993

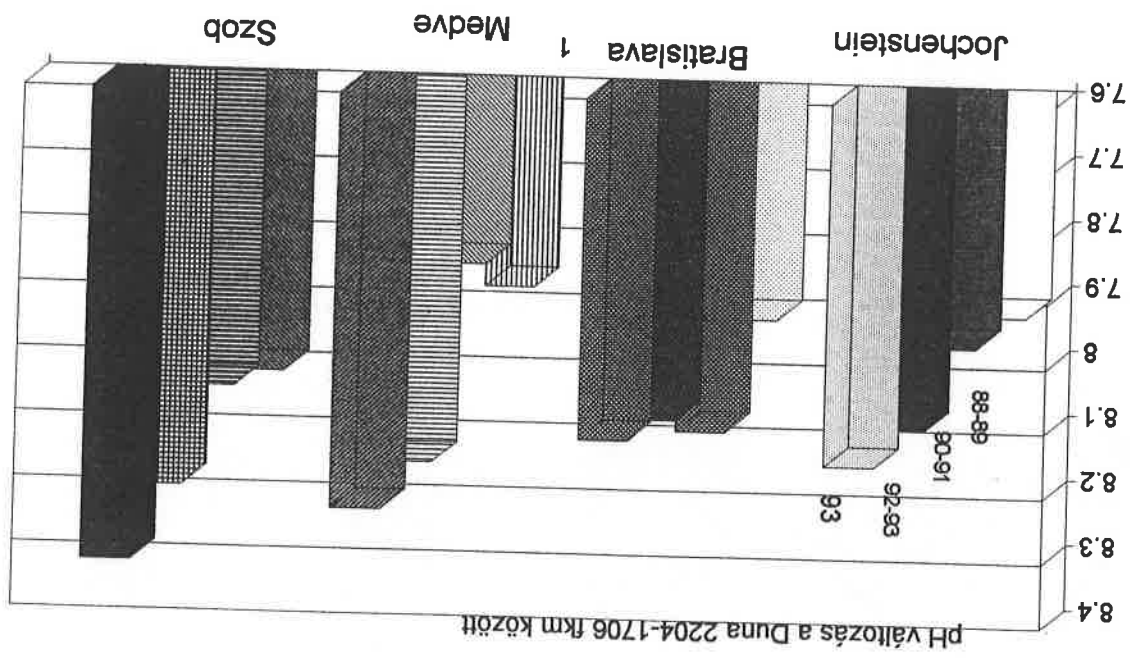


32.sz. ábra

Duna hossz-szelvény 1988-1993



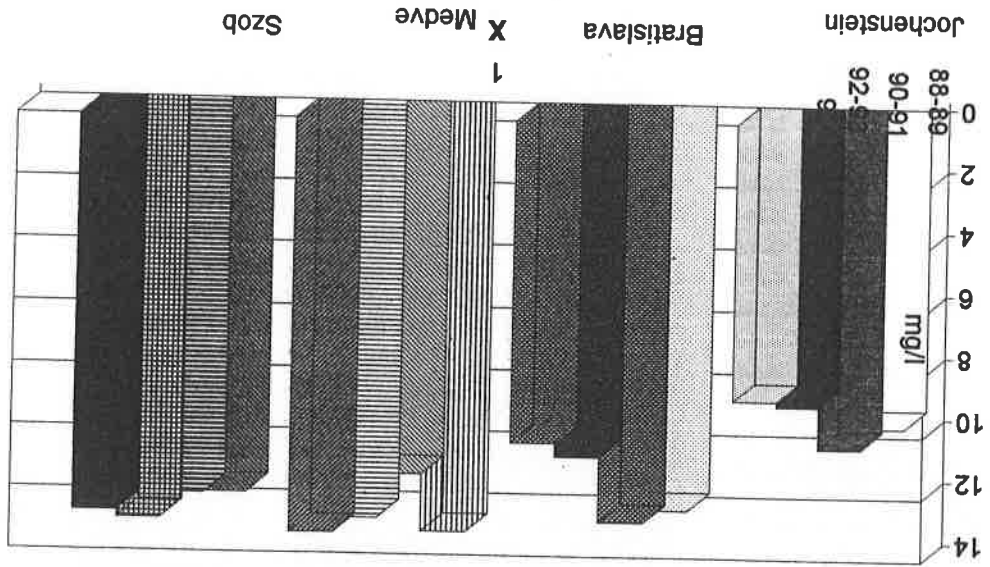
33.sz. ábra



34.sz. ábra

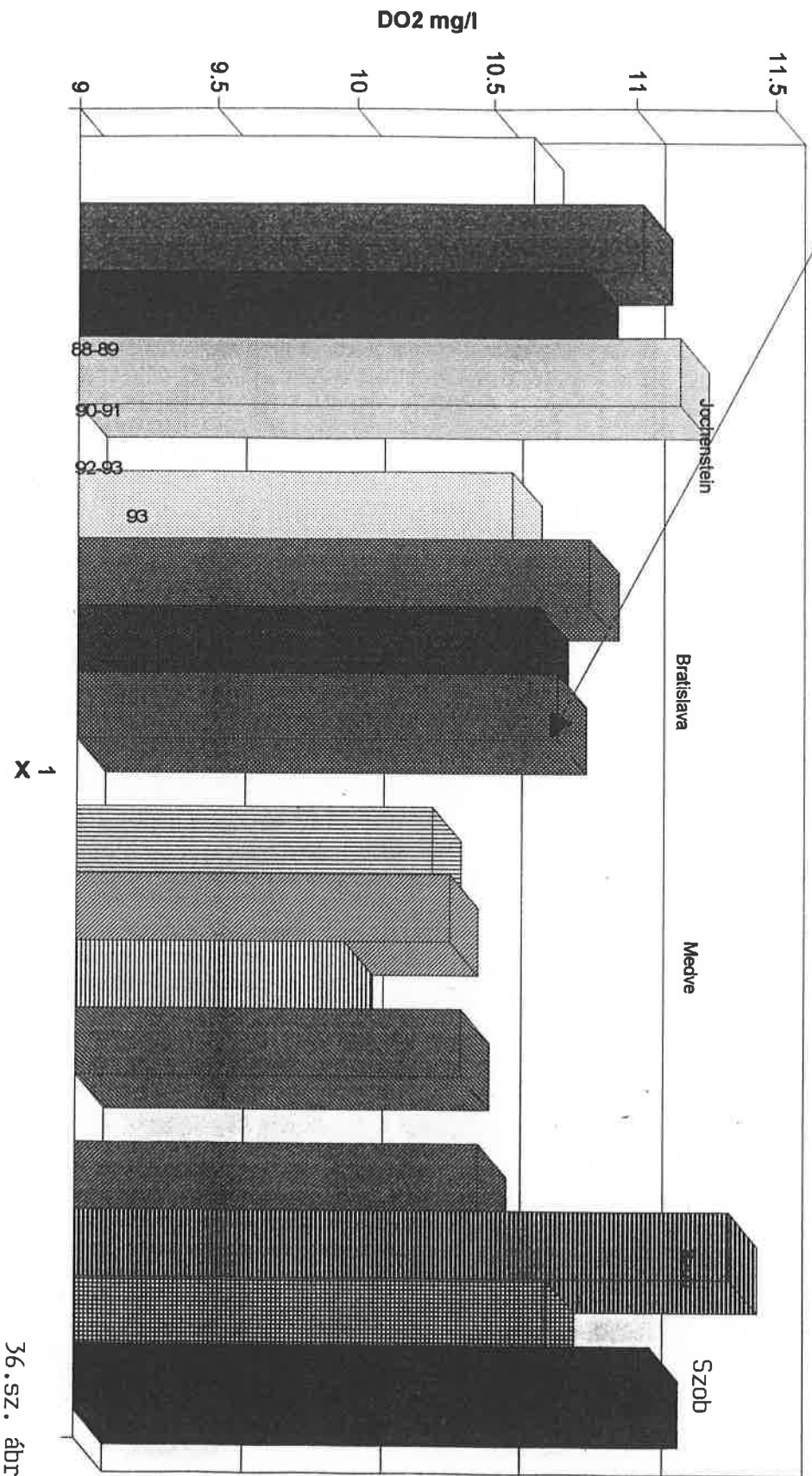


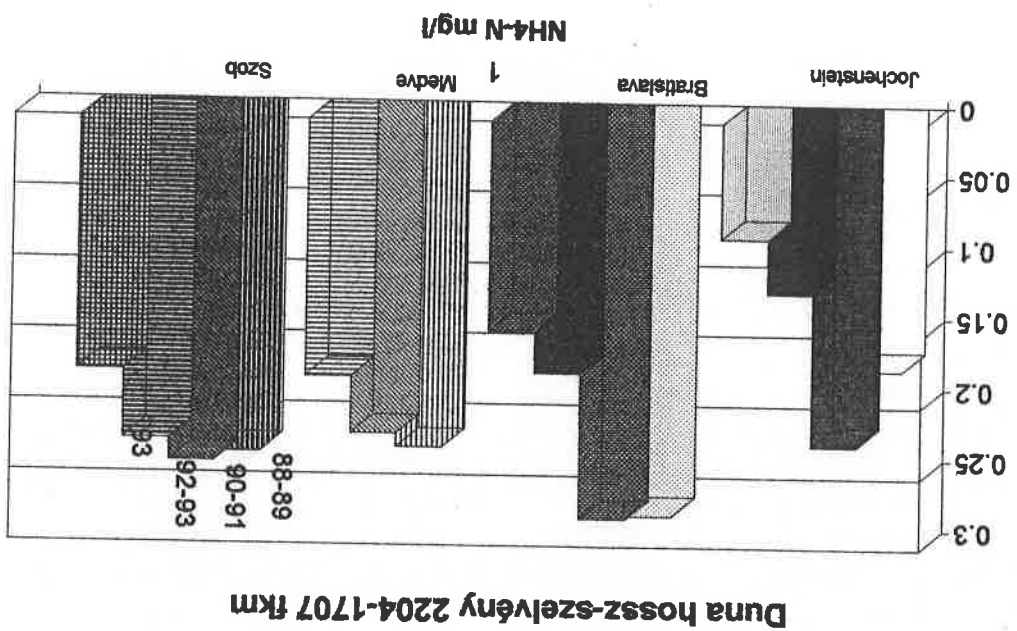
COD-Cr mg/l változás a Duna 2204-1706 fkm között



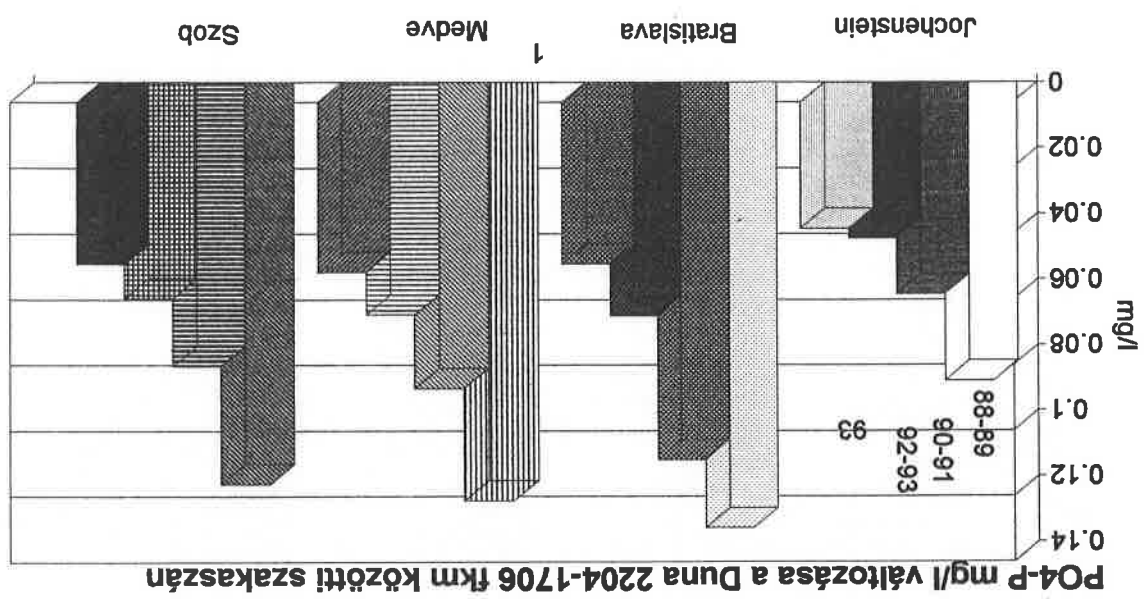
35.sz. ábra

DO2 változás Duna 2204-1706 fkm között

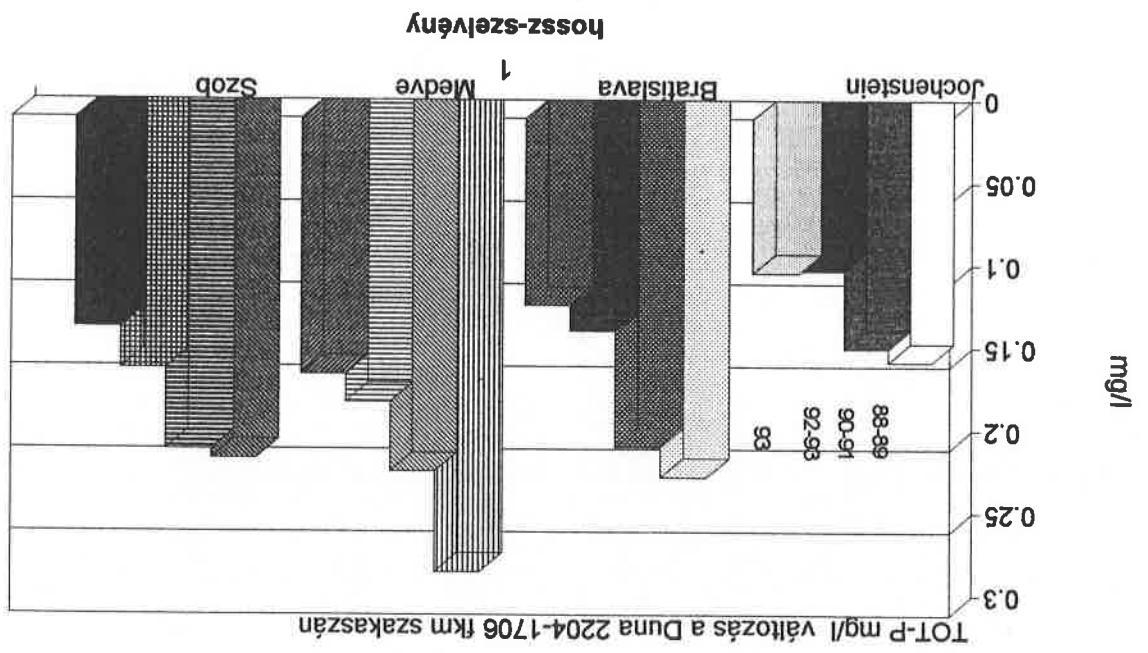




37.sz. ábra



38.sz. ábra



39.sz. ábra

Duna, Jochenstein 1988-93

Histogram

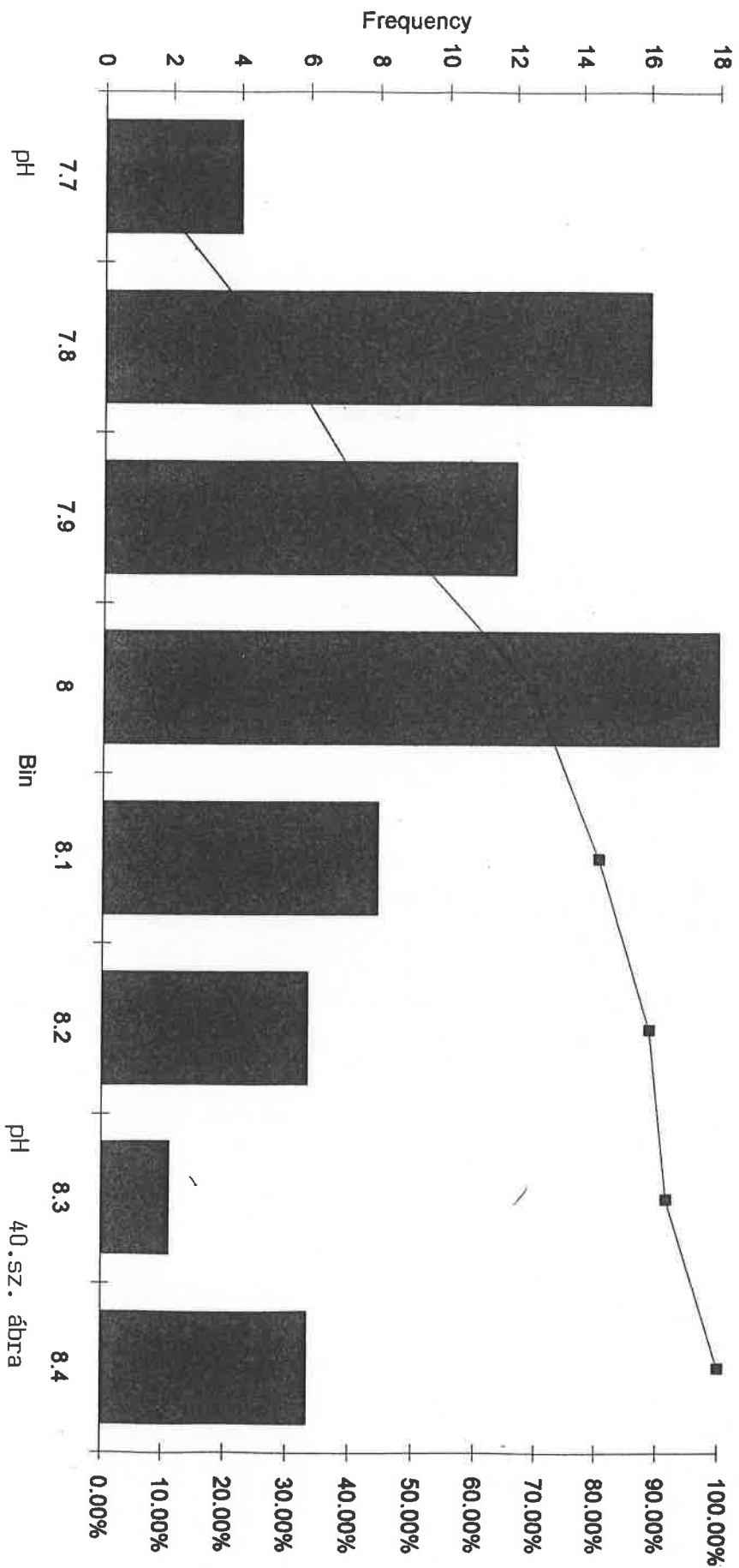
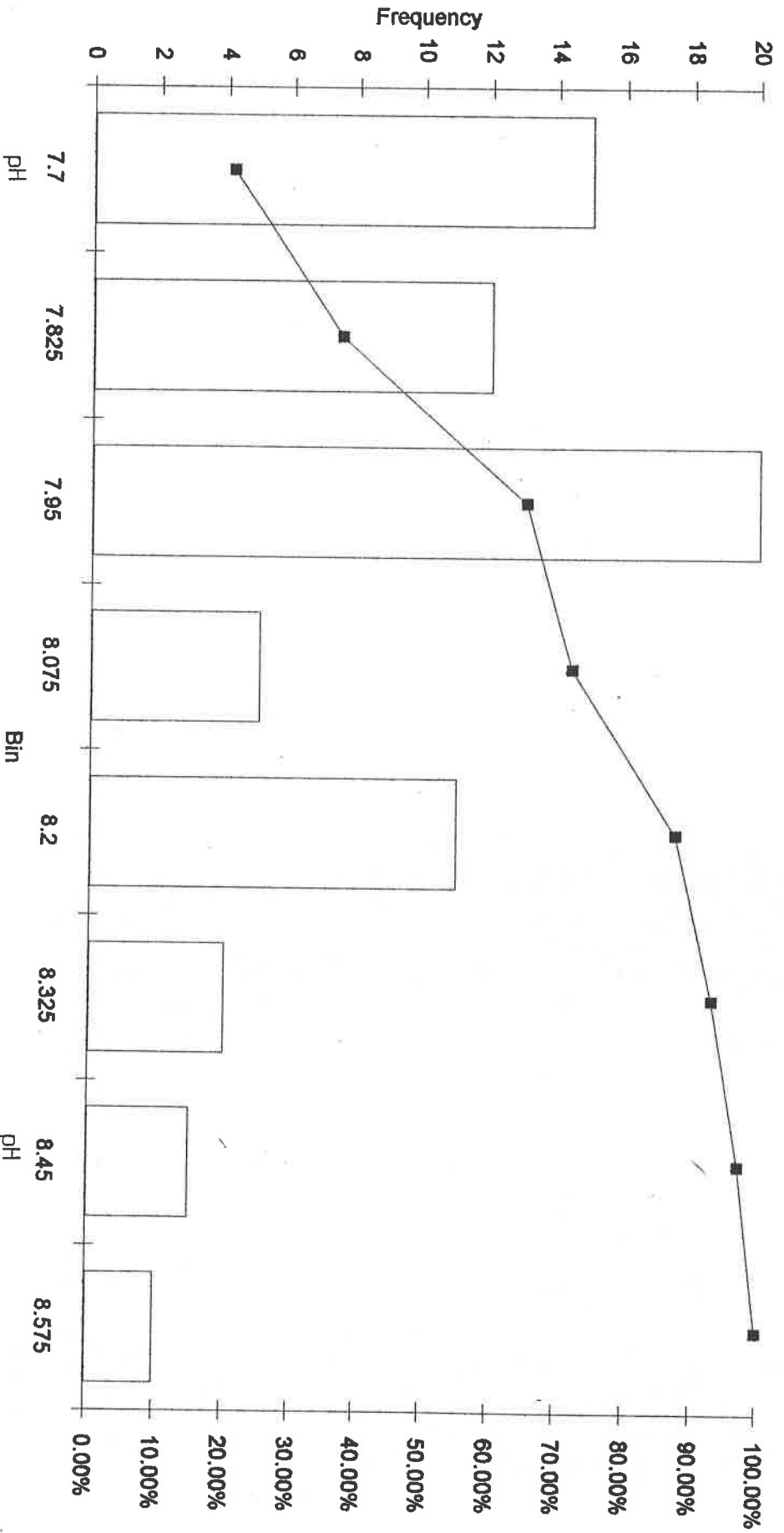


Chart2

Duna, Wolfstahl-Bratislava 1988-93

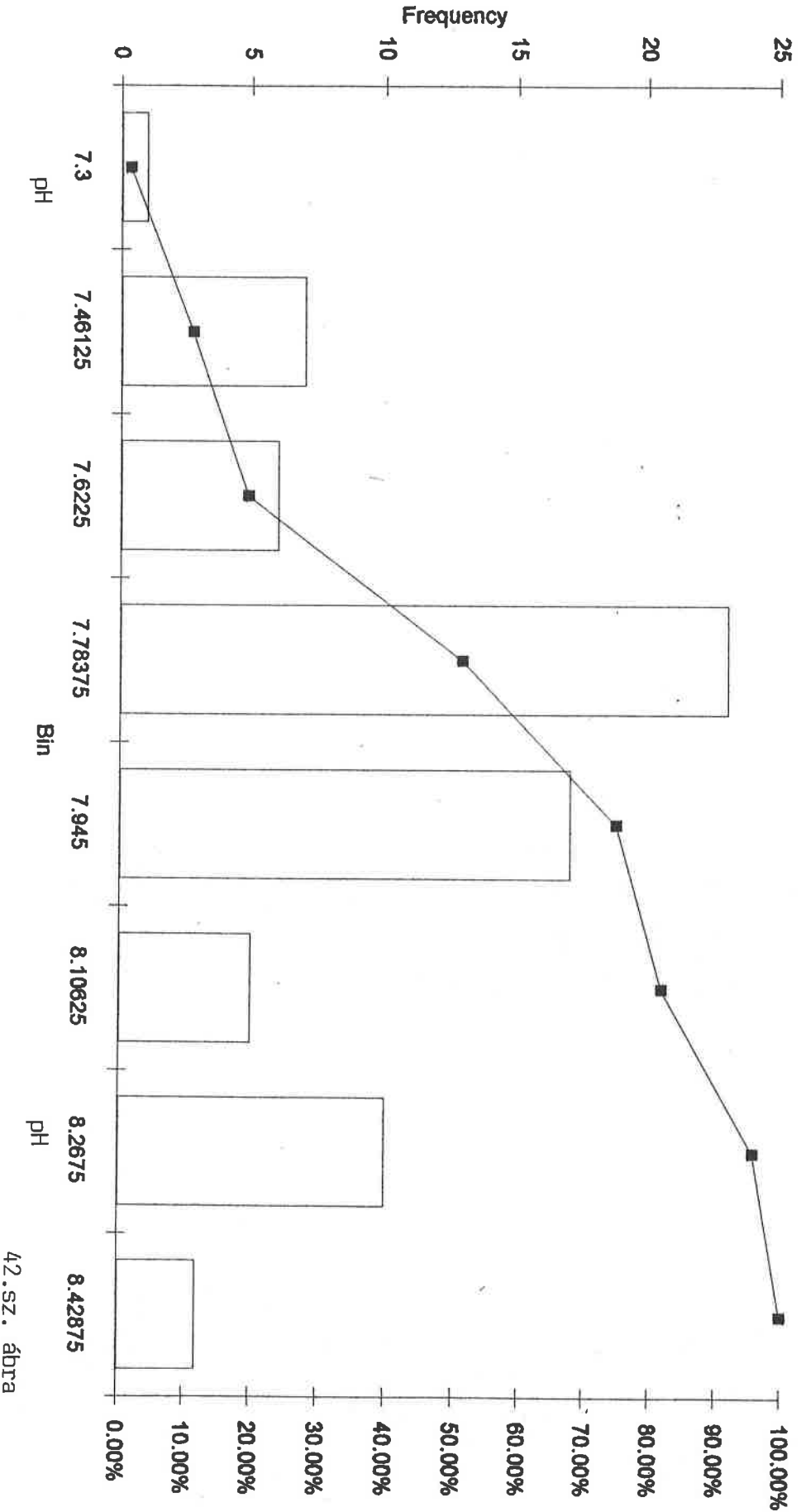
Histogram



41.sz. ábra

Duna, Medvedov-Medve 1988-93

Histogram



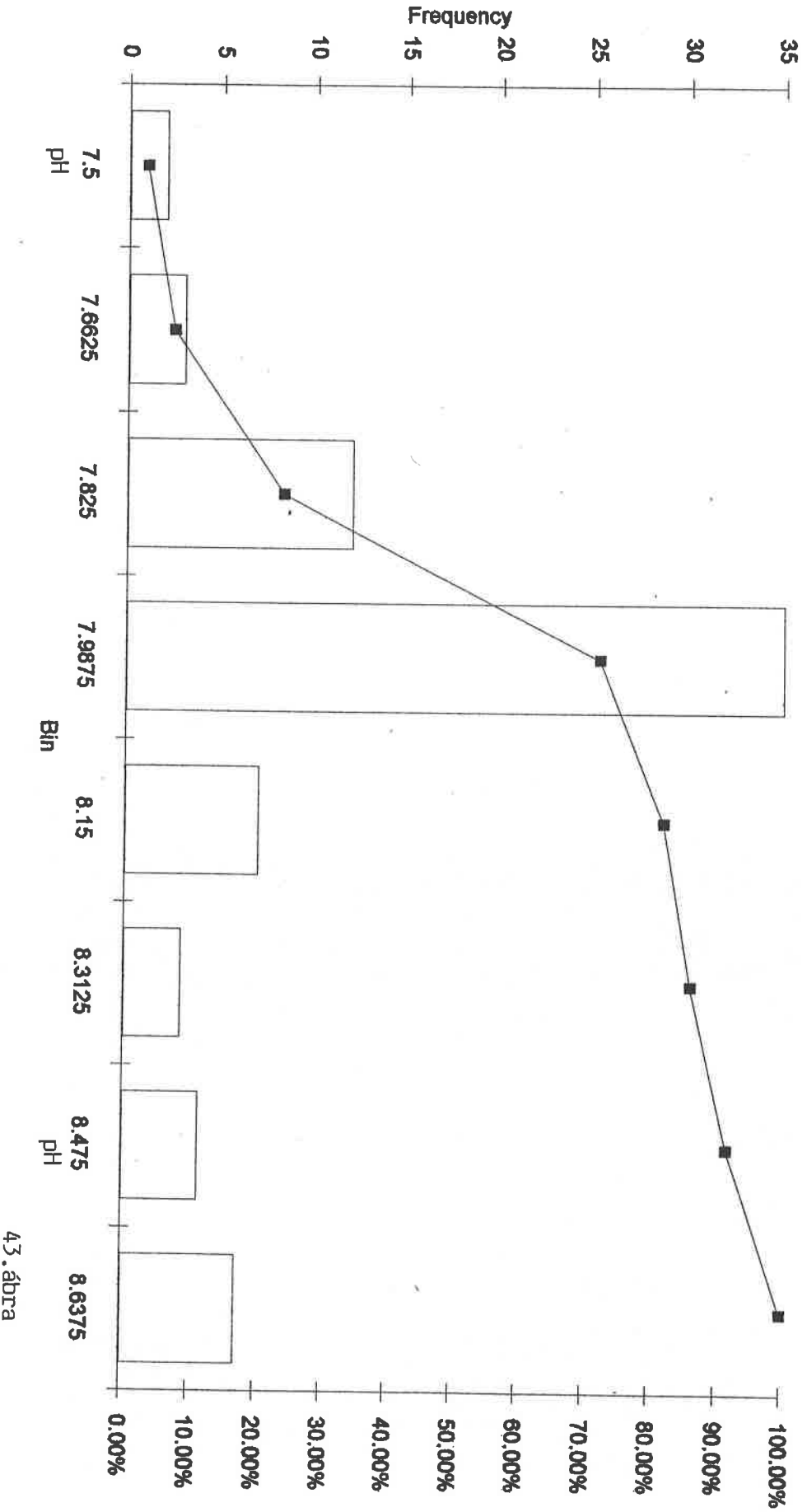
42.sz. ábra



SZOBPH.XLC

Duna, Szob 1706 fkm 1988-93

Histogram

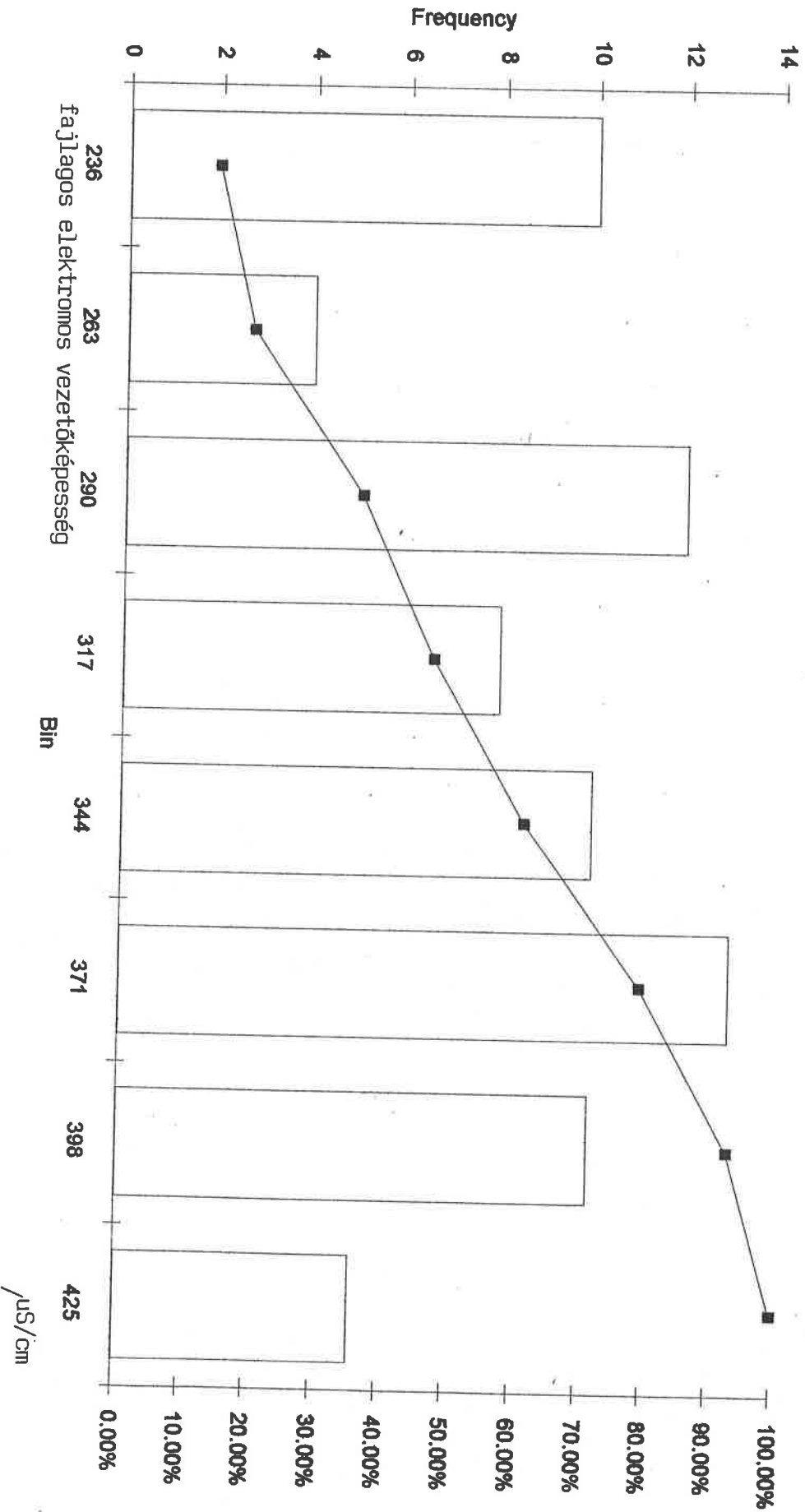


43. ábra

JOCHCOND.XLC

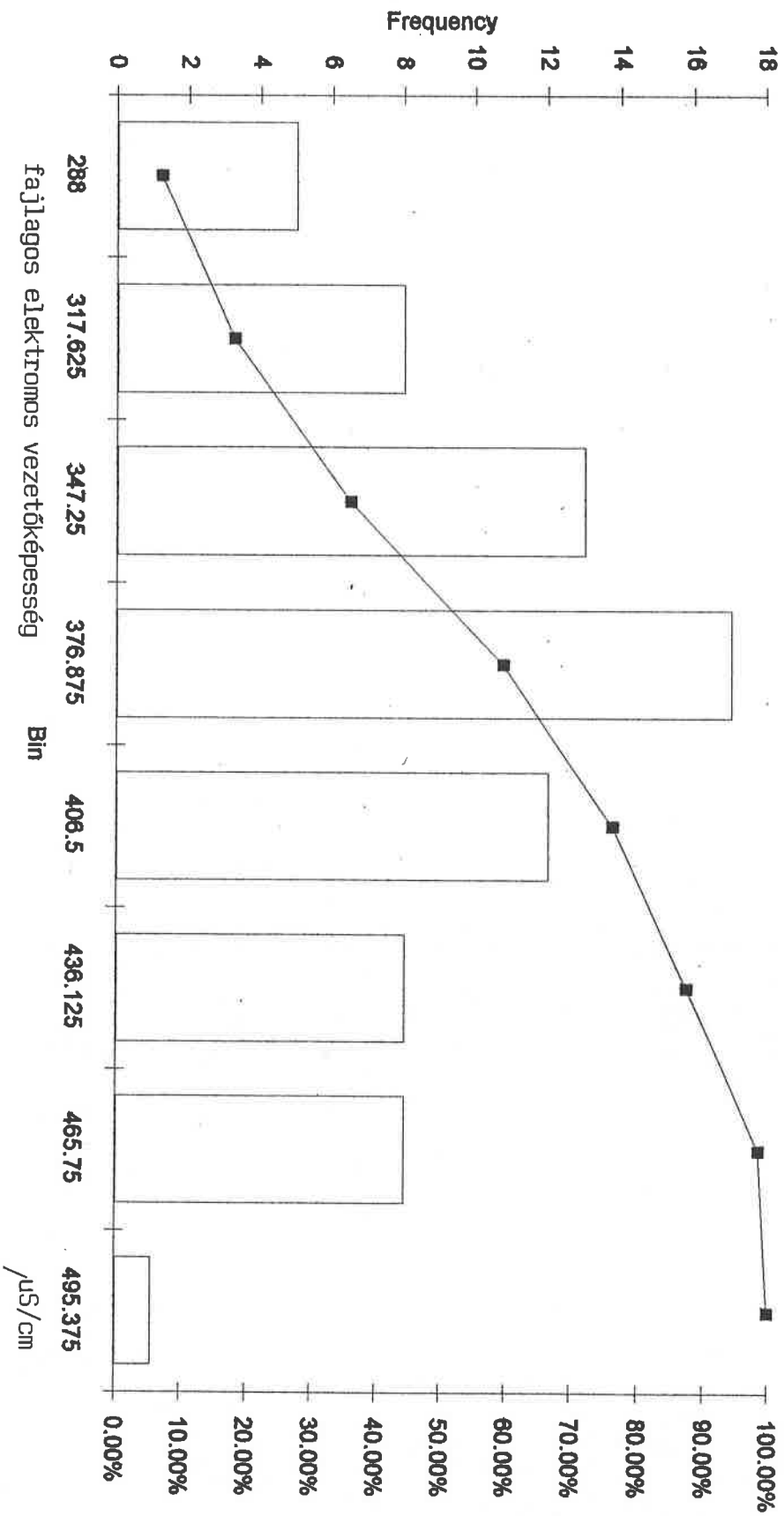
Duna, Jochenstein 2204 fkm 1988-93

Histogram



44.sz. ábra

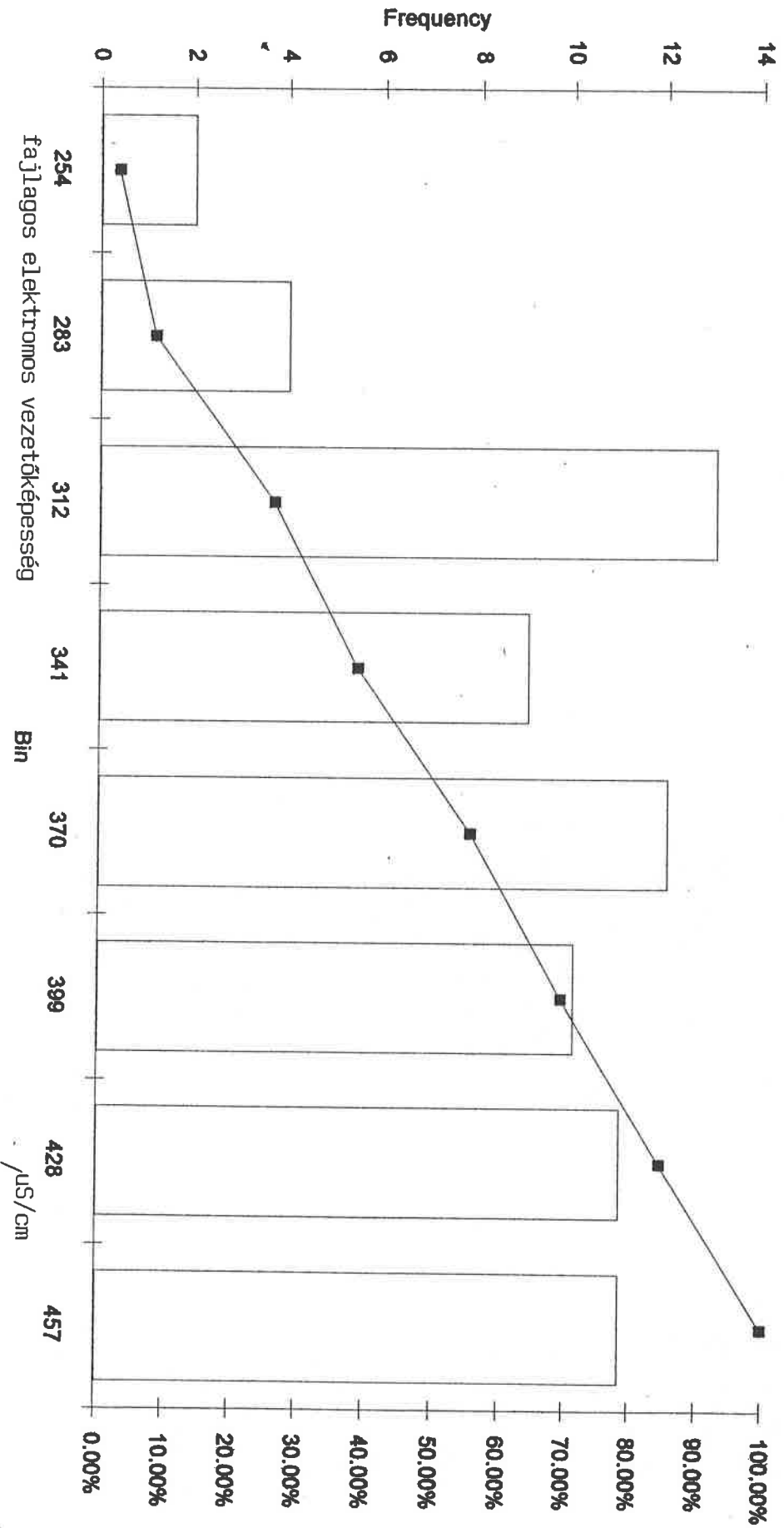
Duna, Wolfstahl-Bratislava 1873 fkm 1988-93  
Histogram



45.sz. ábra

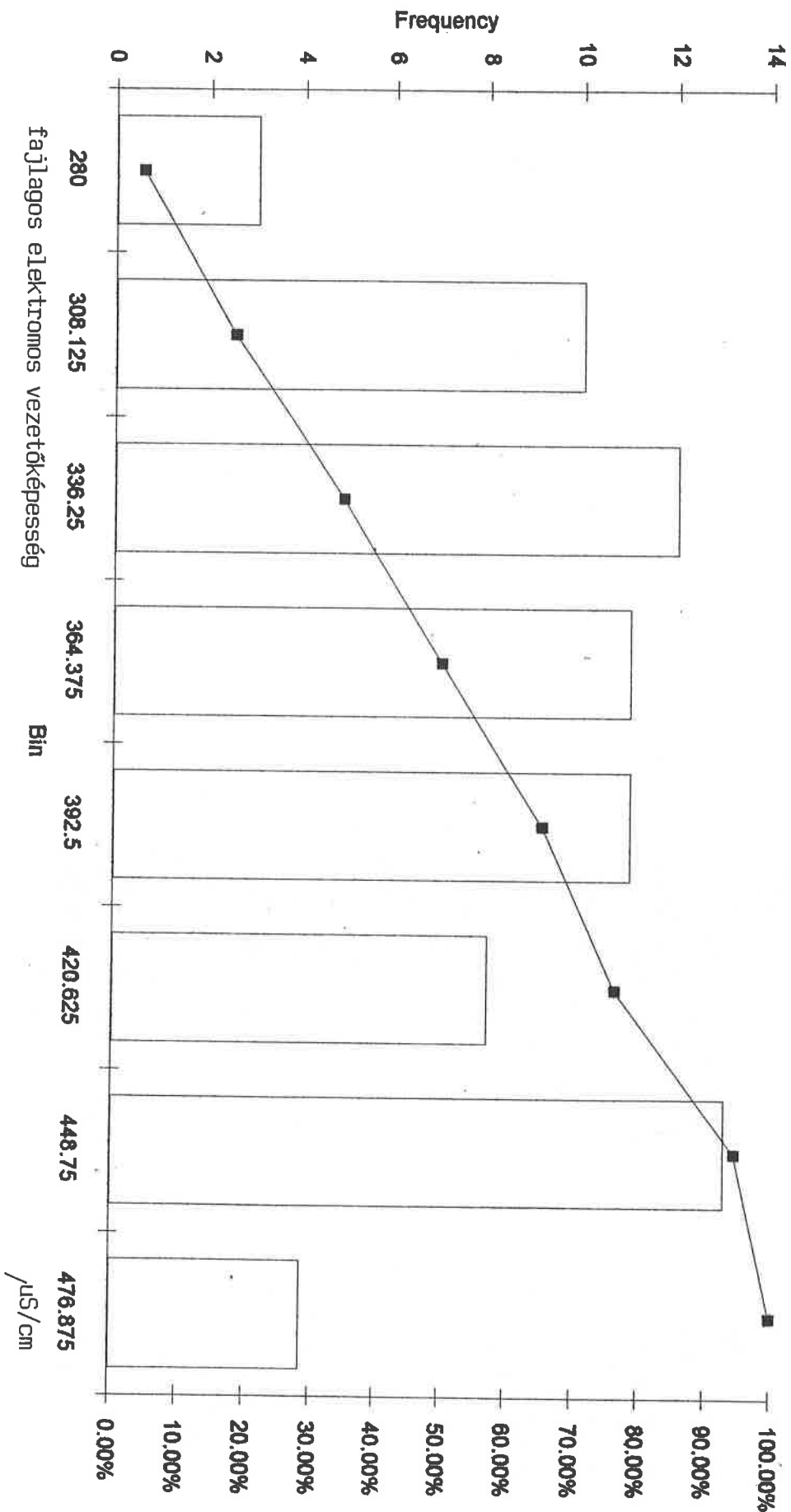
Duna, Medve 1806 fkm 1988-93

Histogram



46.sz. ábra

Histogram



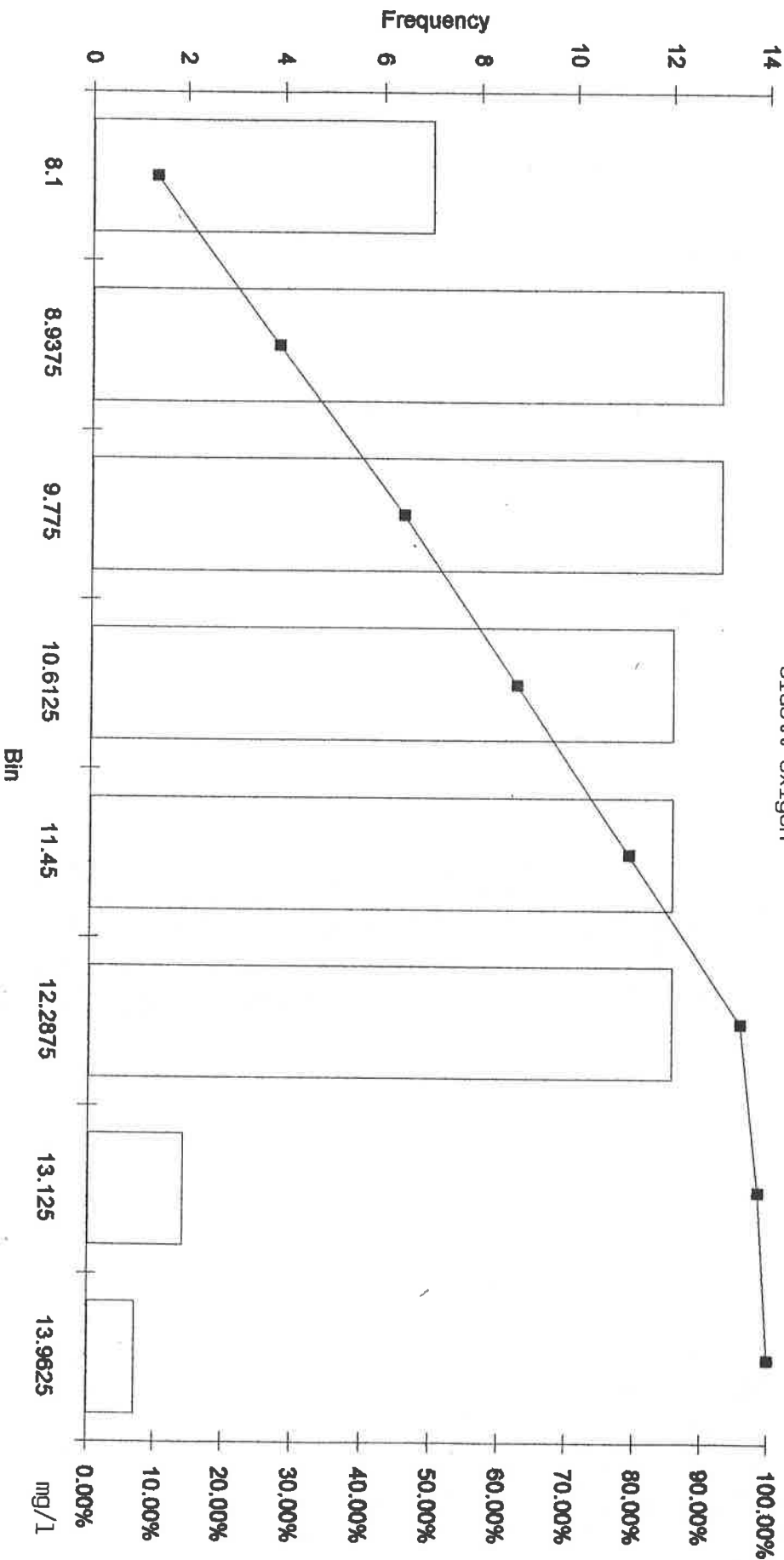
47.sz. ábra

JOCHOXXLC

Duna, Jochenstein 2204 fkm 1988-93

Histogram

oldott oxigén

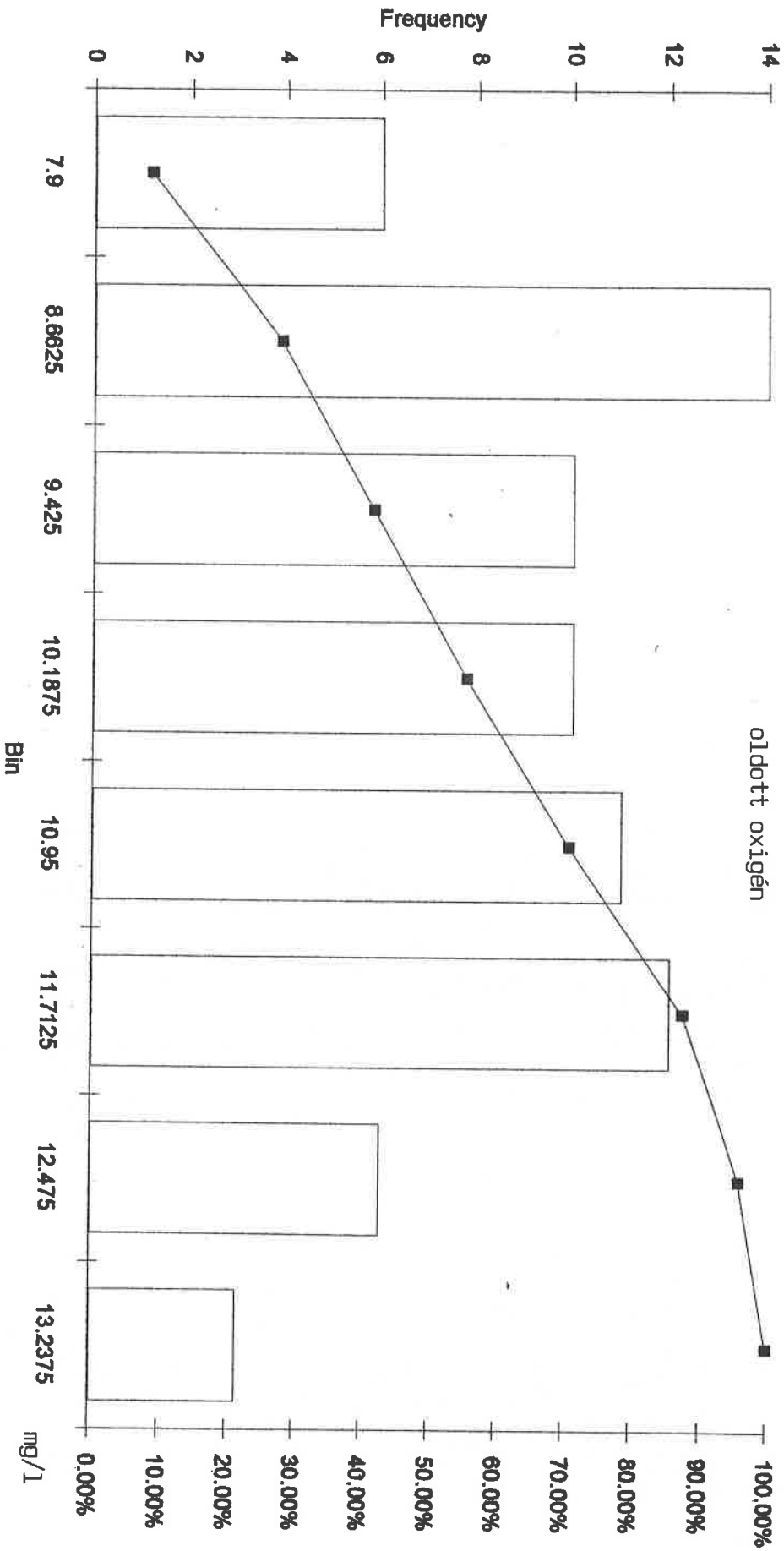


48.sz. ábra

# WOLFOX.LC

Duna, Wolfstahl-Bratislava 1873 fkm 1988-93

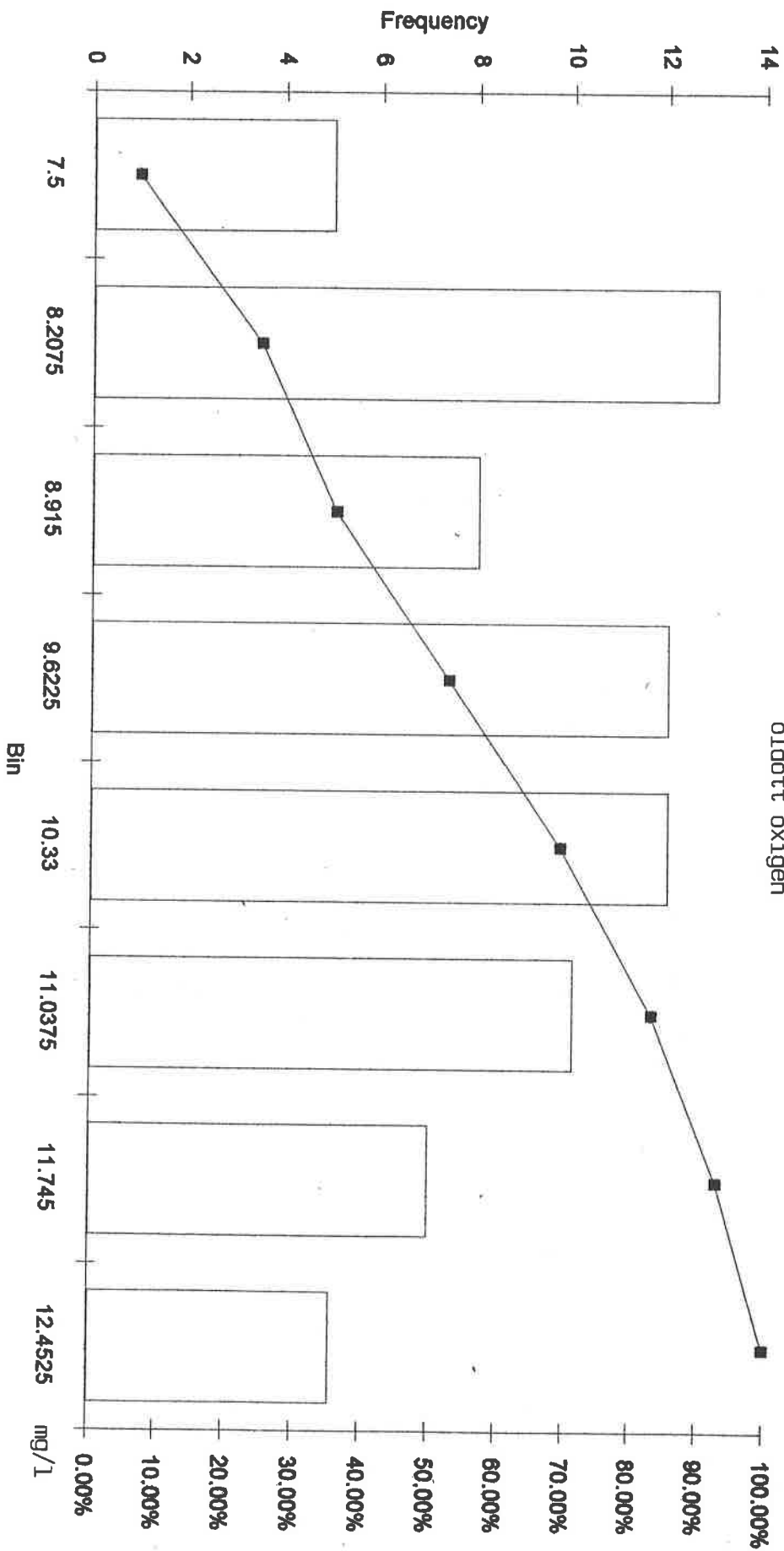
Histogram



Duna, Medve 1806 fkm 1988-93

Histogram

oldott oxigén



50.sz. ábra



SZOBBOX.XLC

Duna, Szob 1707 fkm 1988-93

Histogram  
oldott oxigén

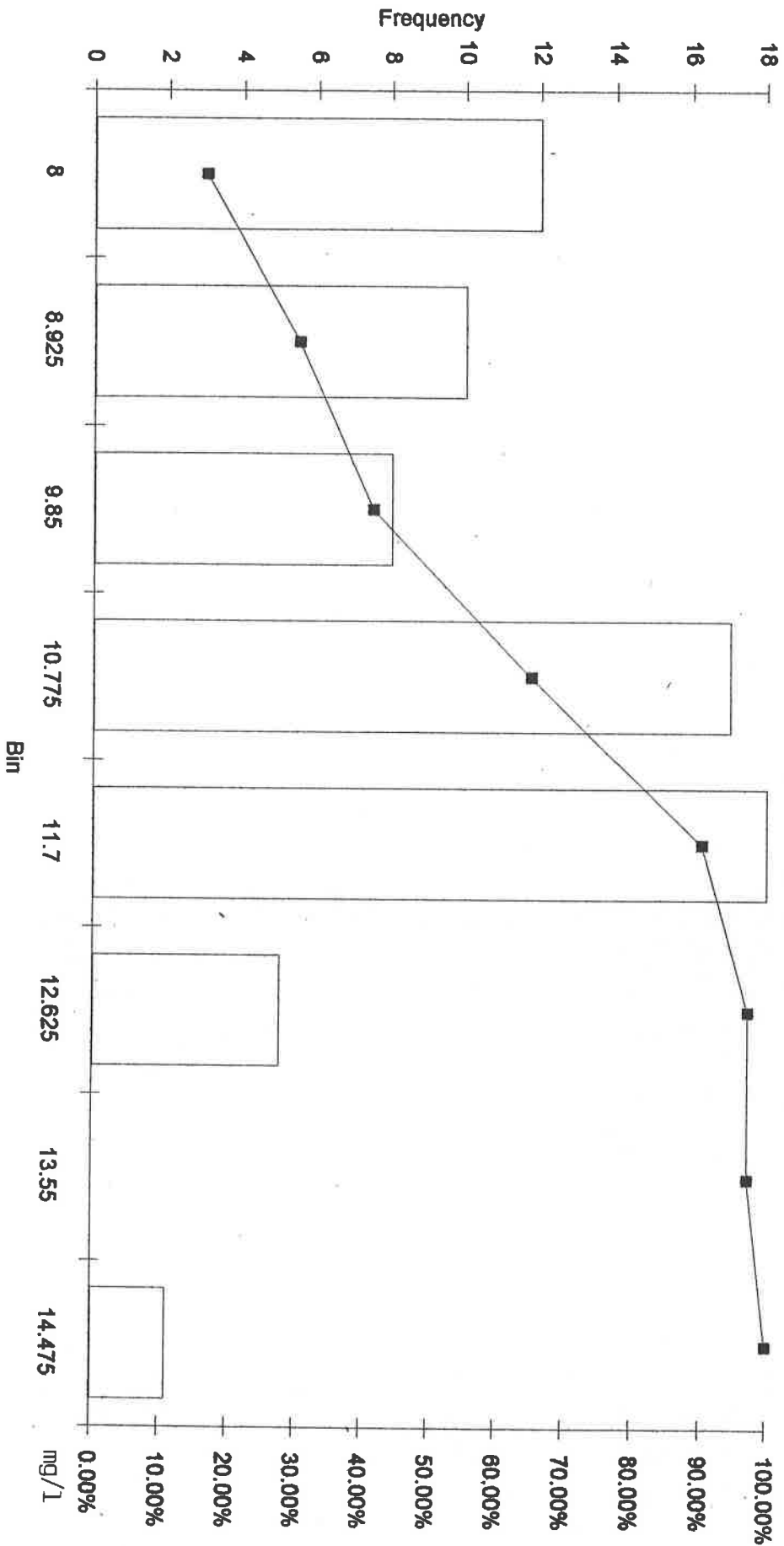


Chart10

Duna, Jochenstein 2204 fkm 1988-93

Histogram

.K01d

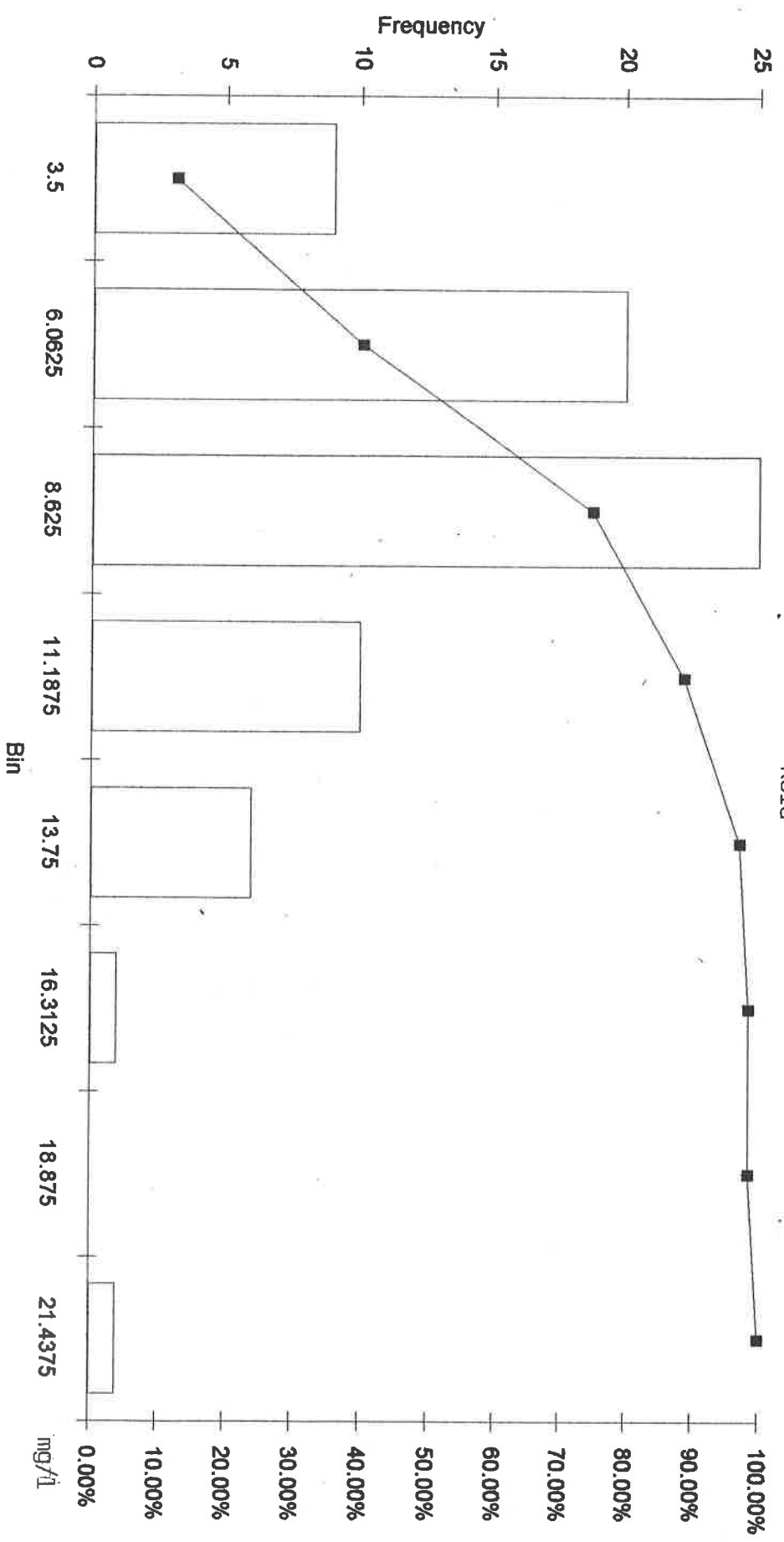
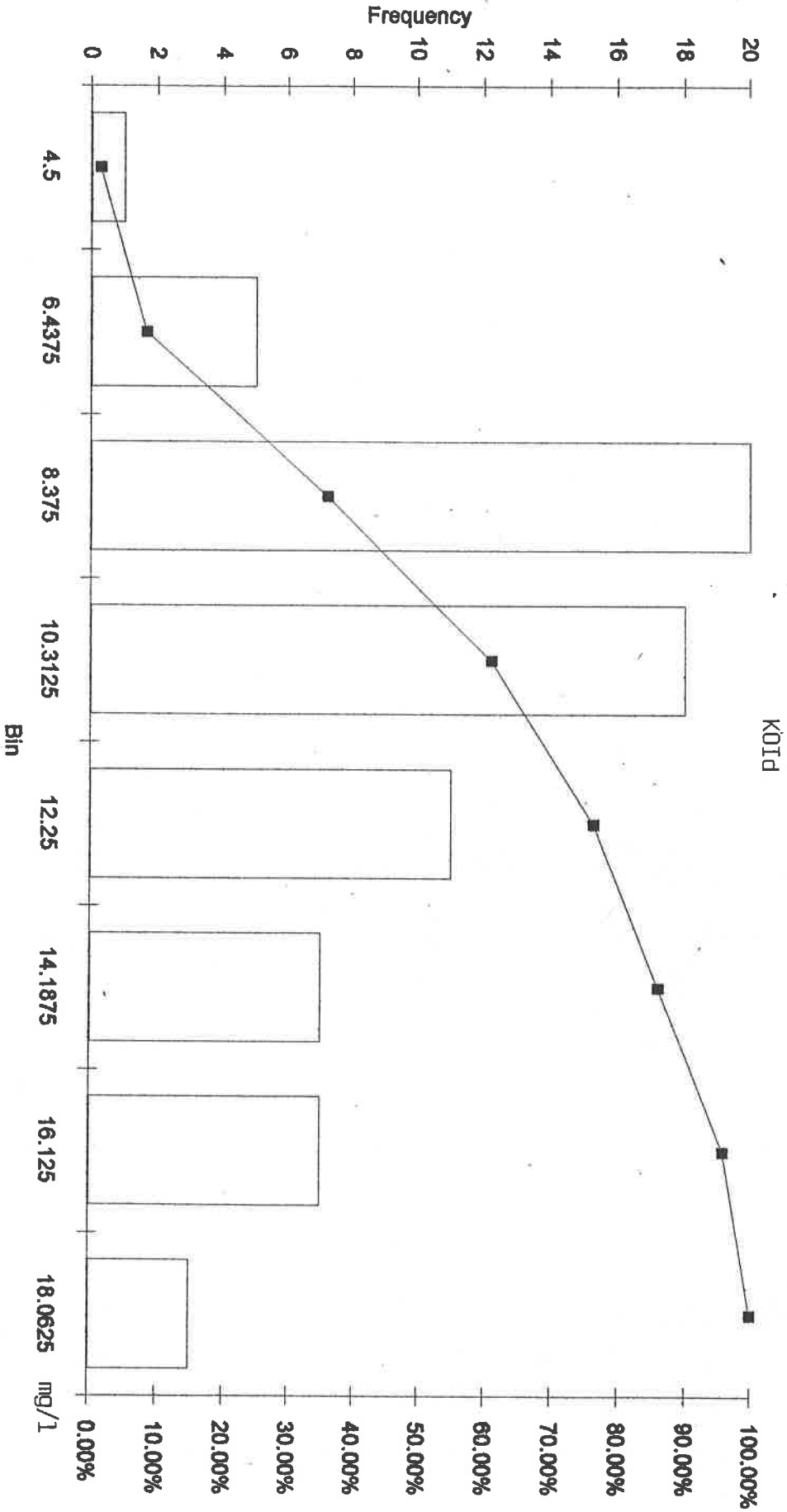


Chart4

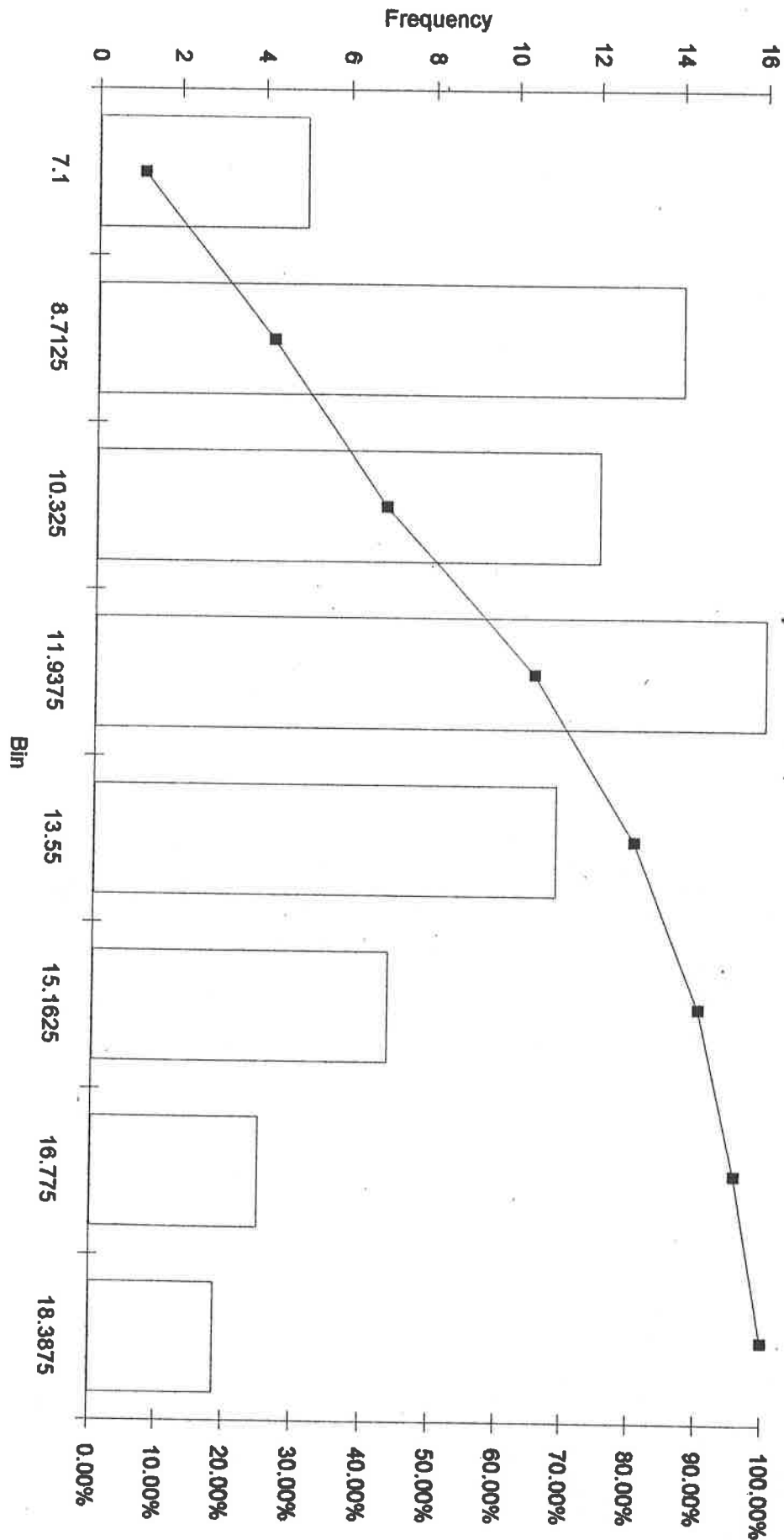
Duna, Wolfstahl-Bratislava 1873 fkm 1988-93

Histogram



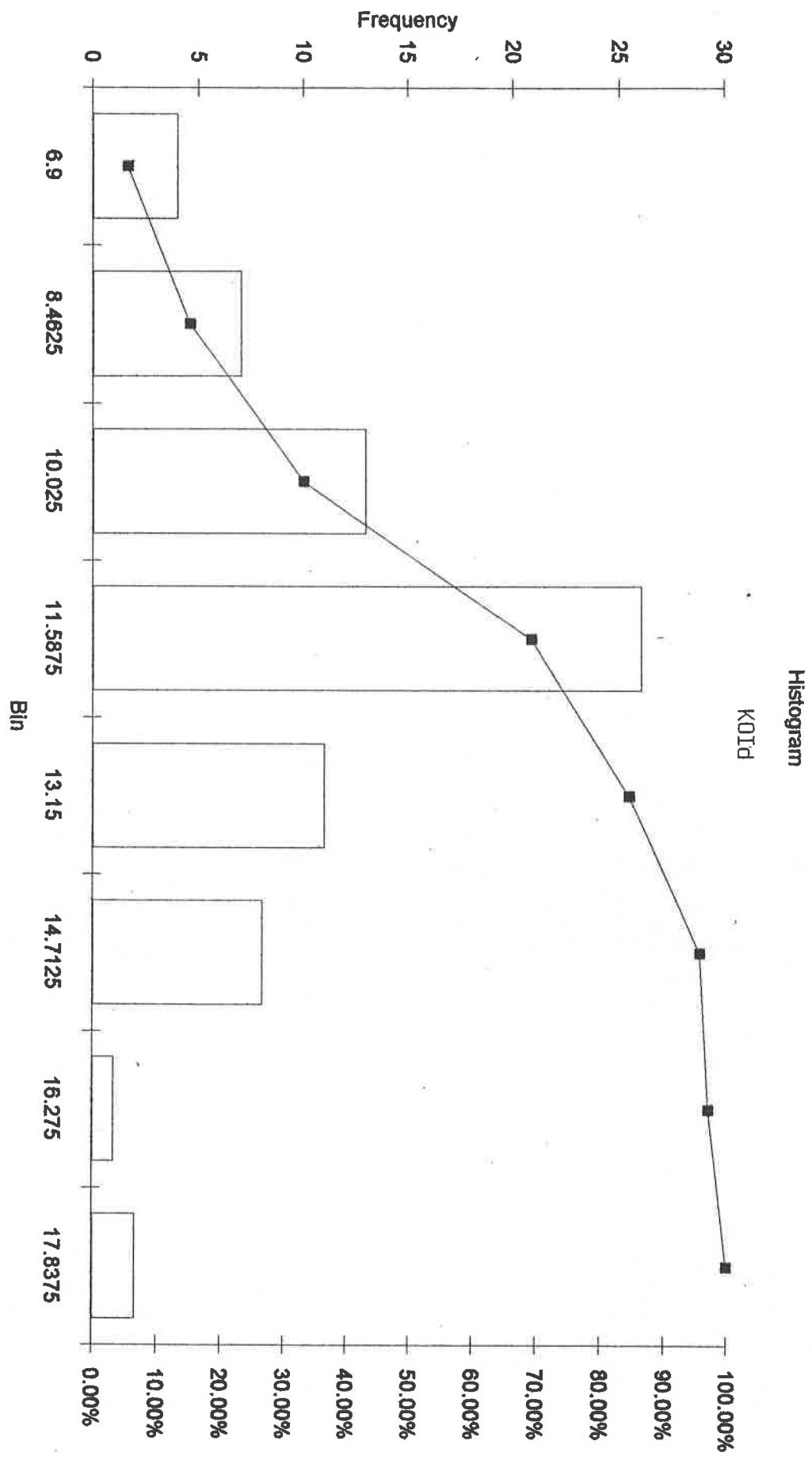
Duna, Medve 1806 fkm 1988-93

Histogram  
KOID

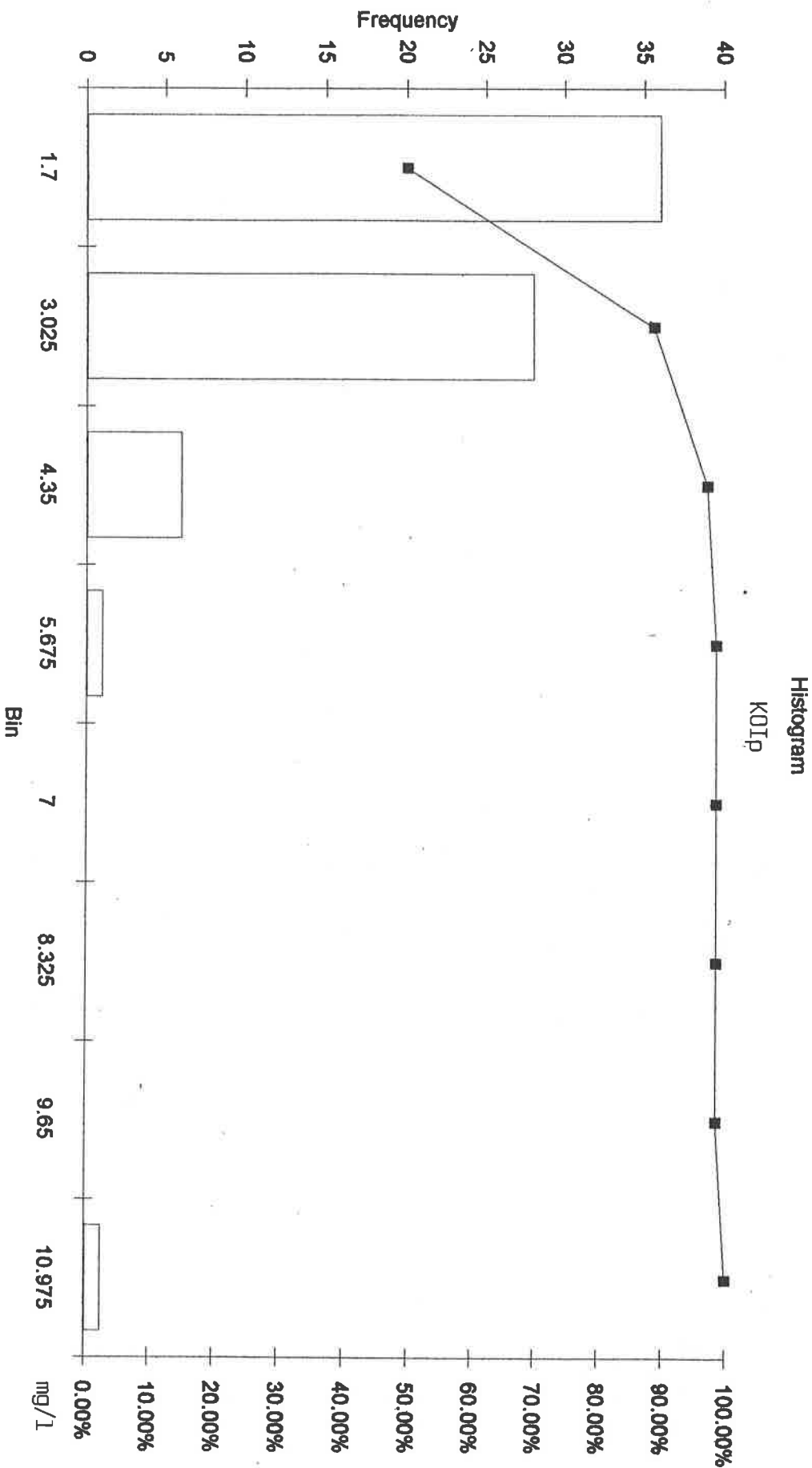


Charts

Duna, Szob 1716 fkm 1988-93



Duna, Jochenstein 2204 fkm 1988-93

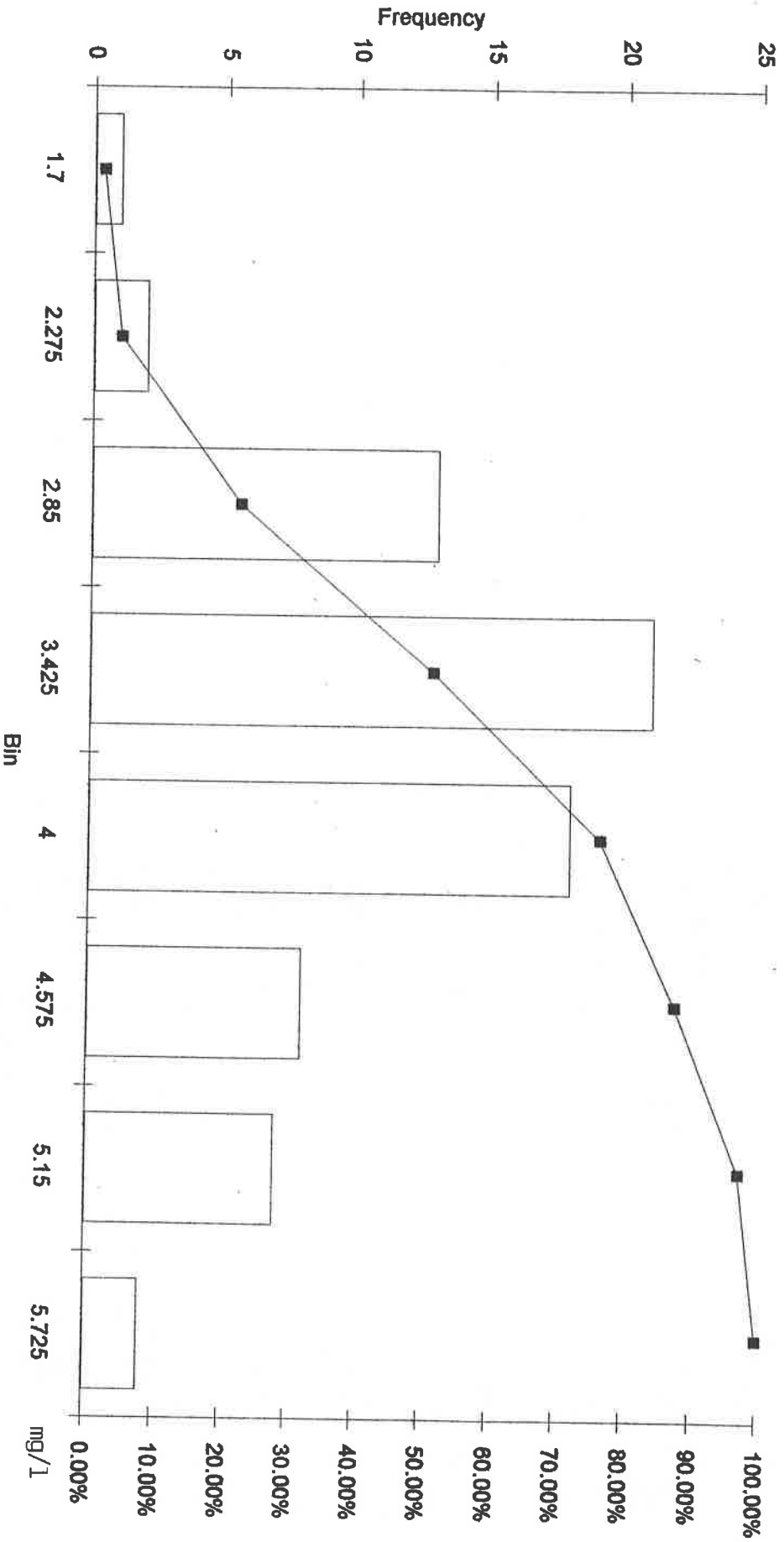


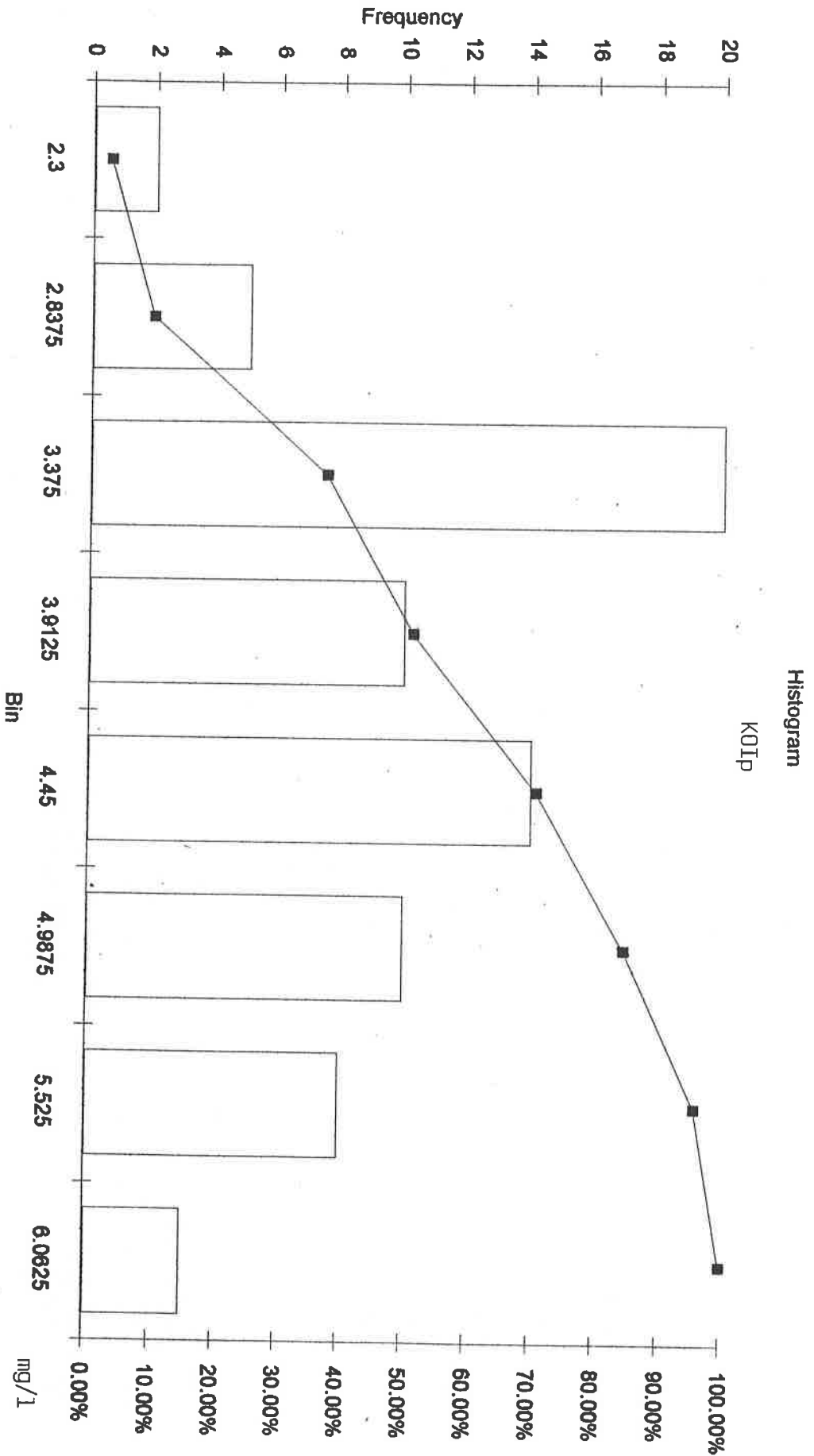
56.sz. ábra

Charts

Duna, Wolfstahl-Bratislava 1873 fkm 1988-93

Histogram  
KOIP

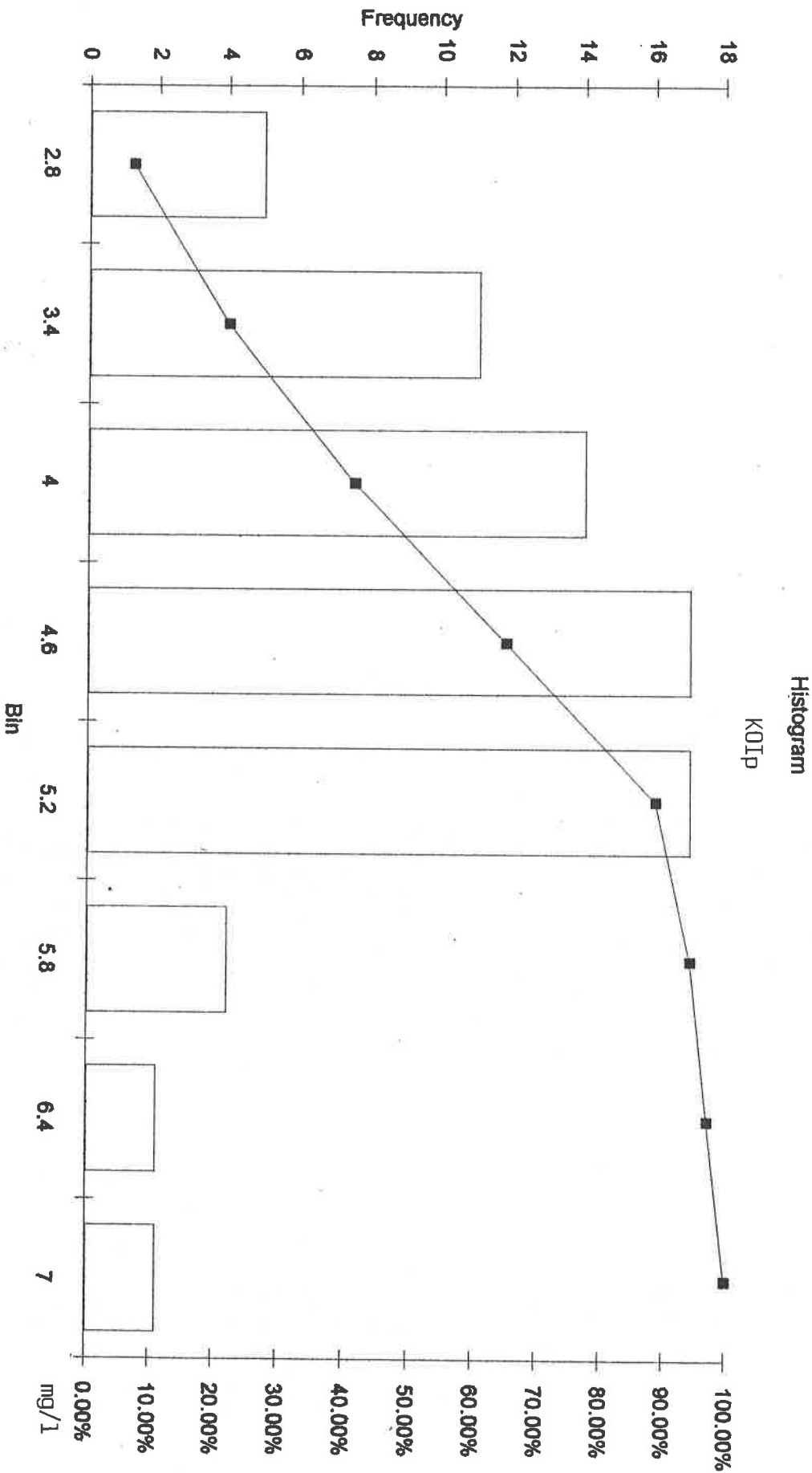




58.sz. ábra

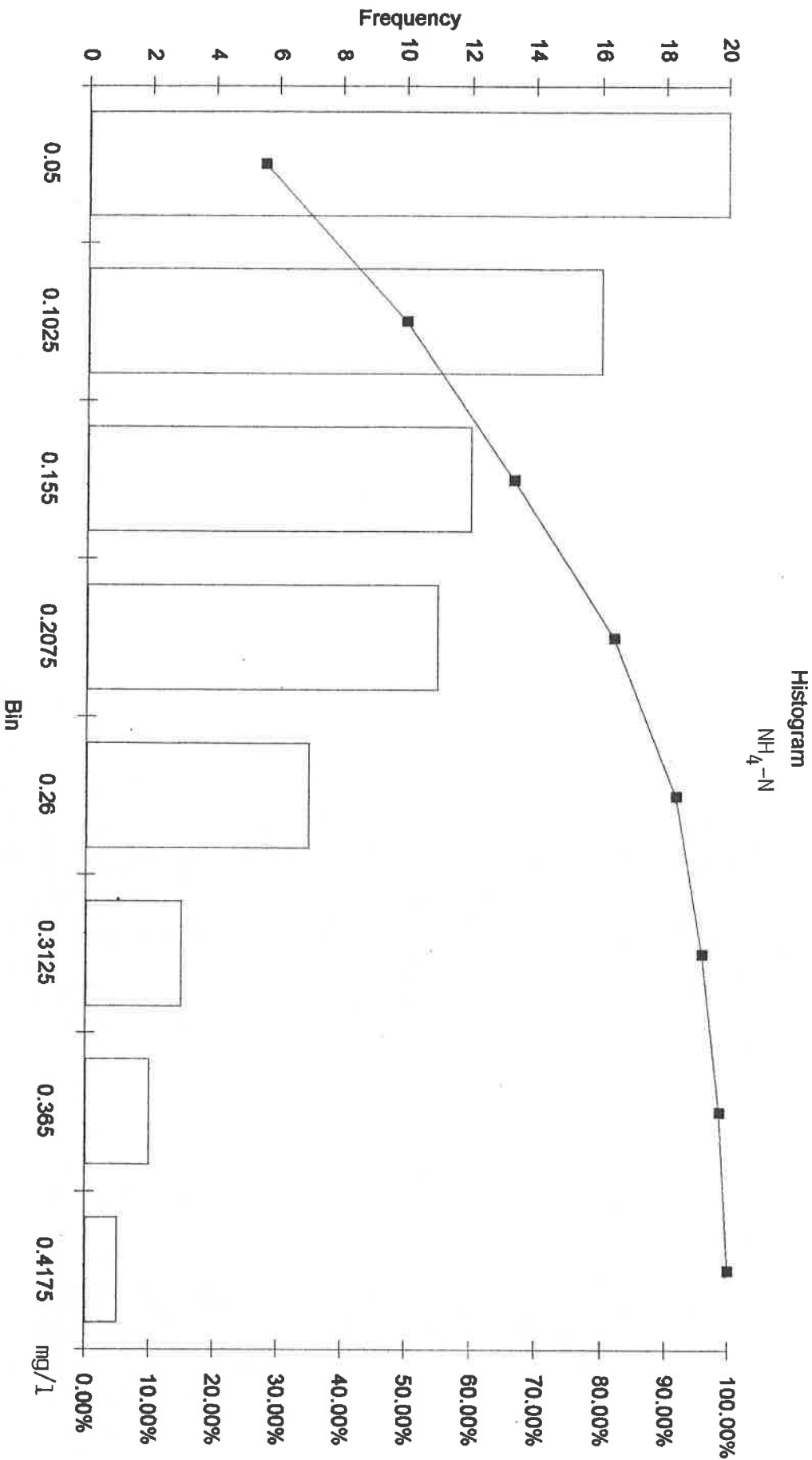


Duna, Szob 1706 fkm 1988-93



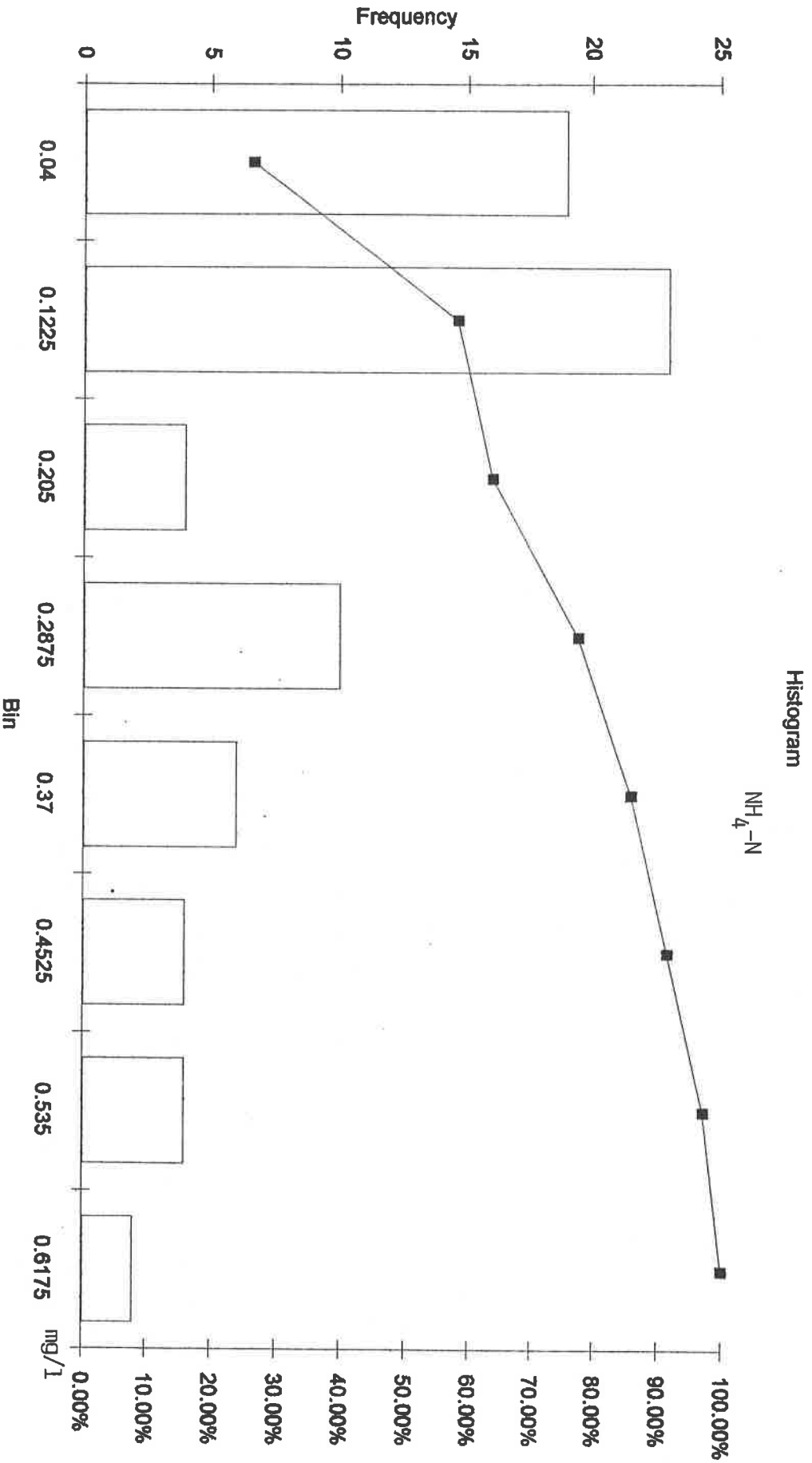
59.sz. ábra

Duna, Jochenstein 2204 fkm 1988-93.

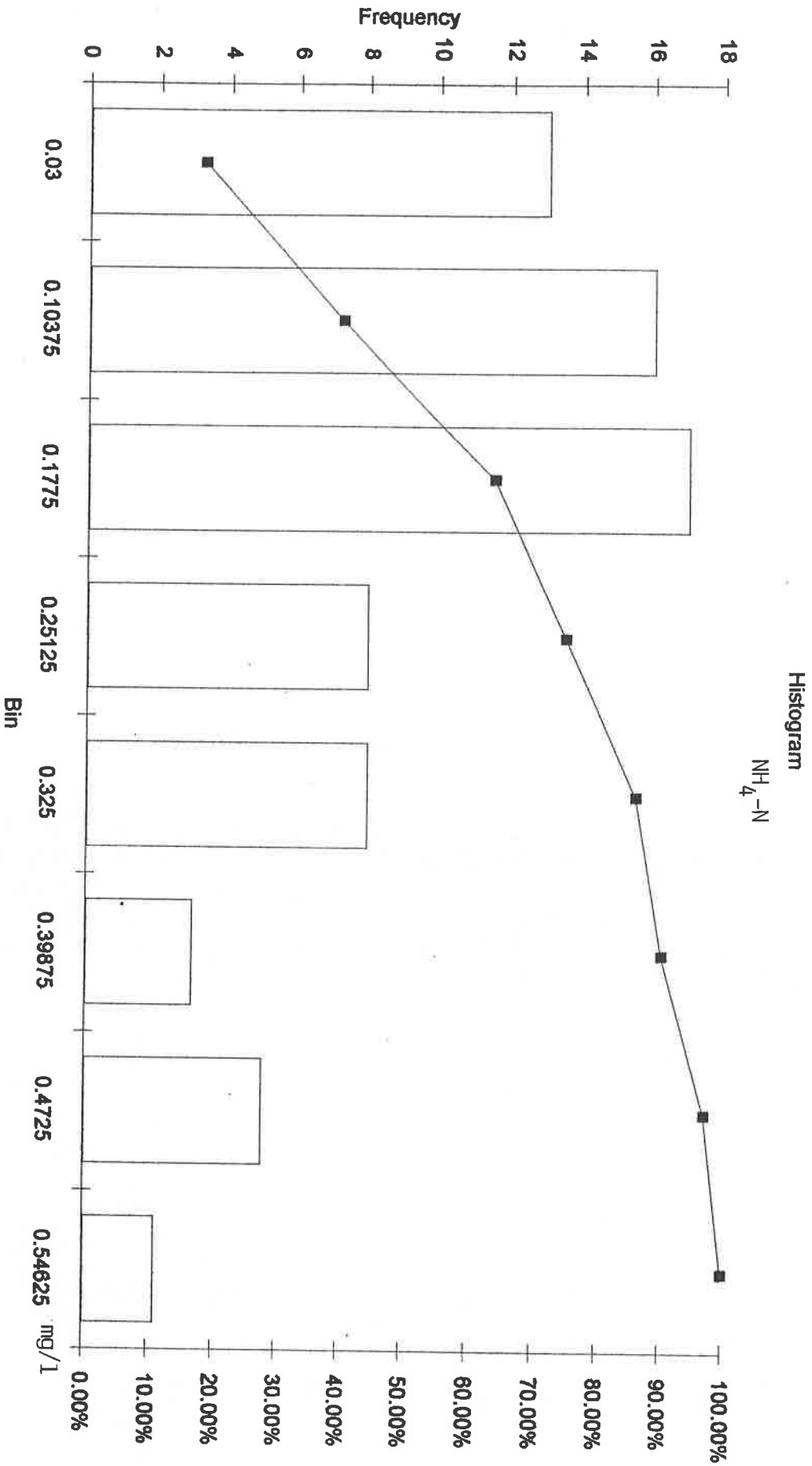


WOLFNI4.XLC

Duna, Wolfstahl - Bratislava 1873 fkm. 1988-93.

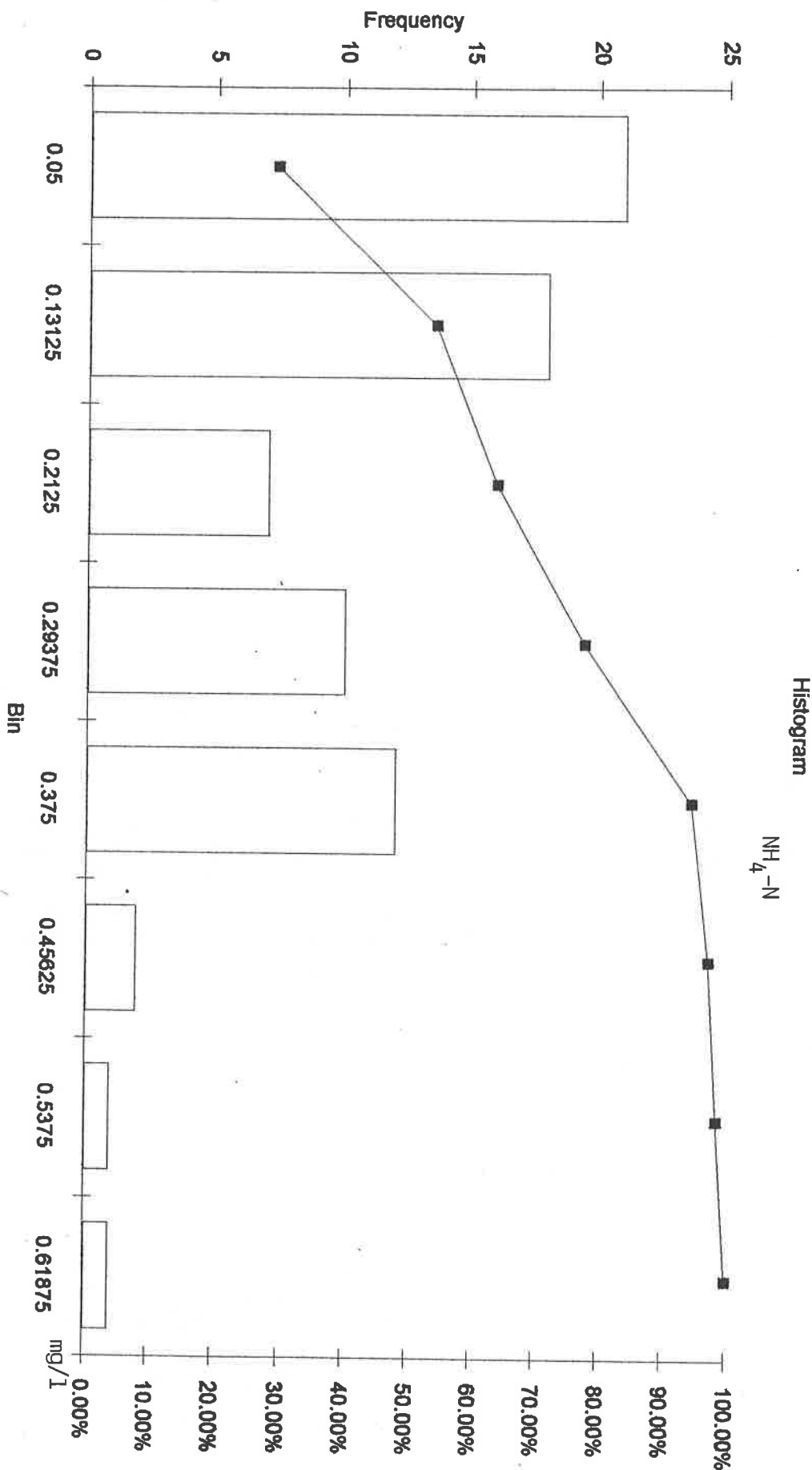


Duna, Medve 1806 fkm 1988-93.



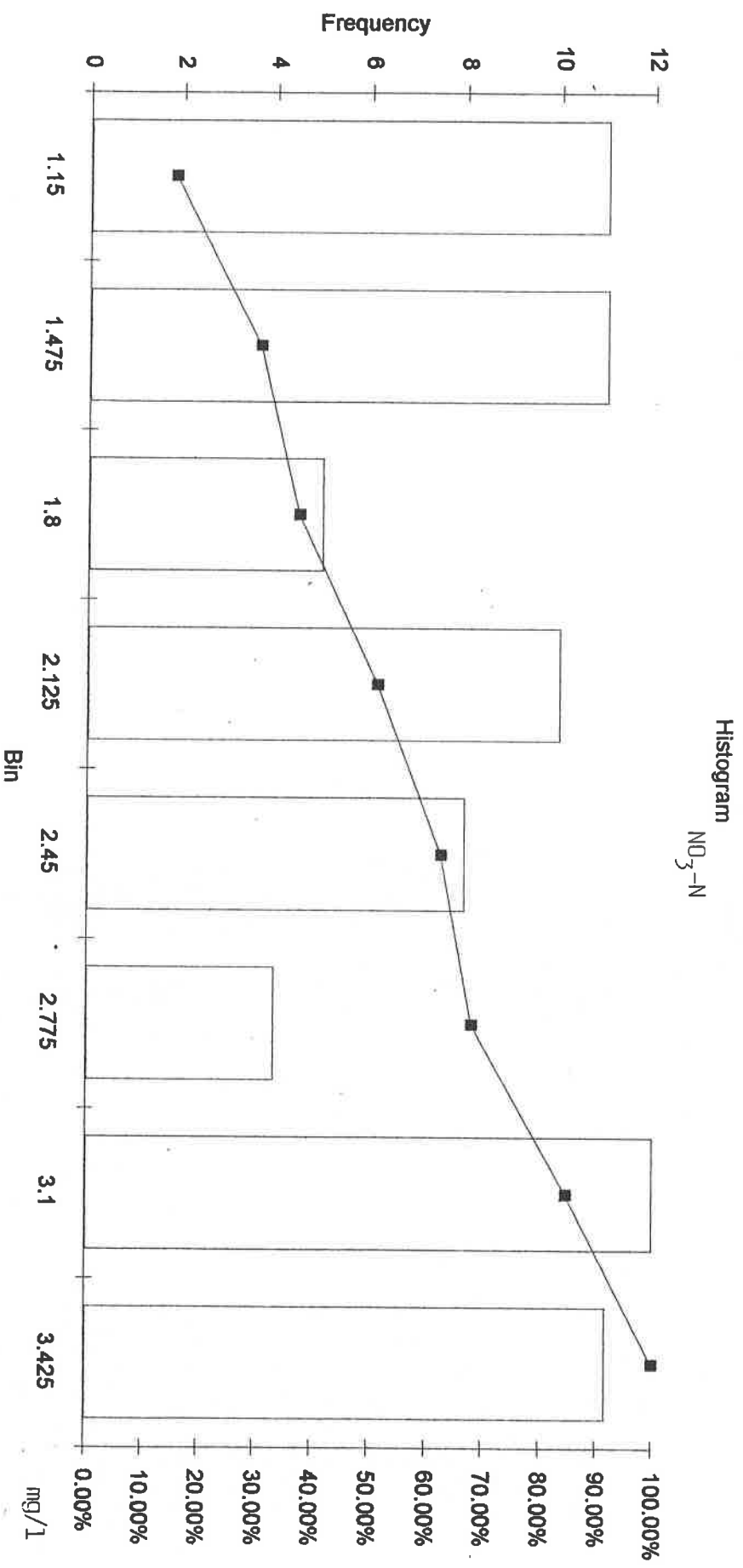
SZOBNH4.XLC

Duna Szob 1706 fkm. 1988-93.

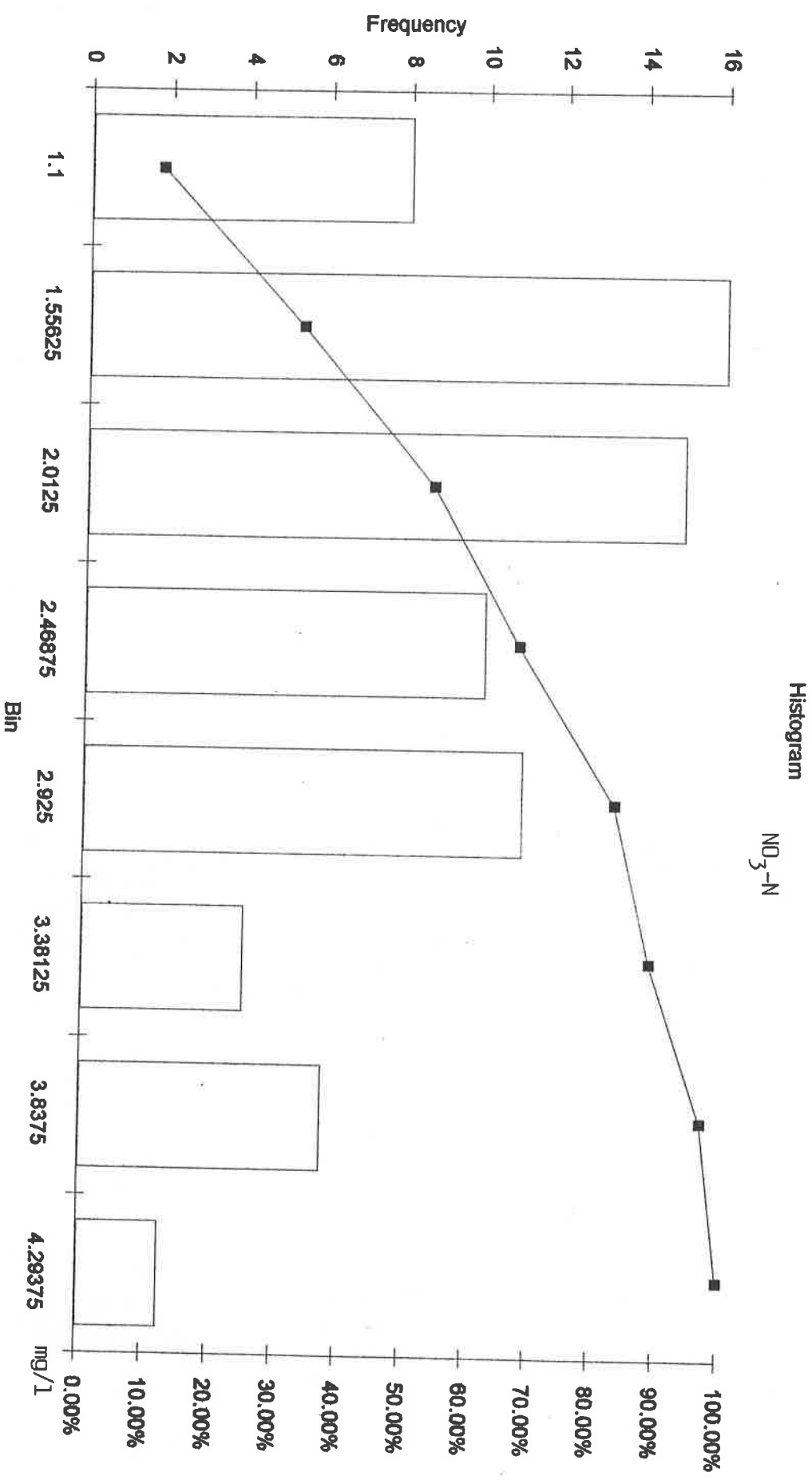


63.sz. ábra

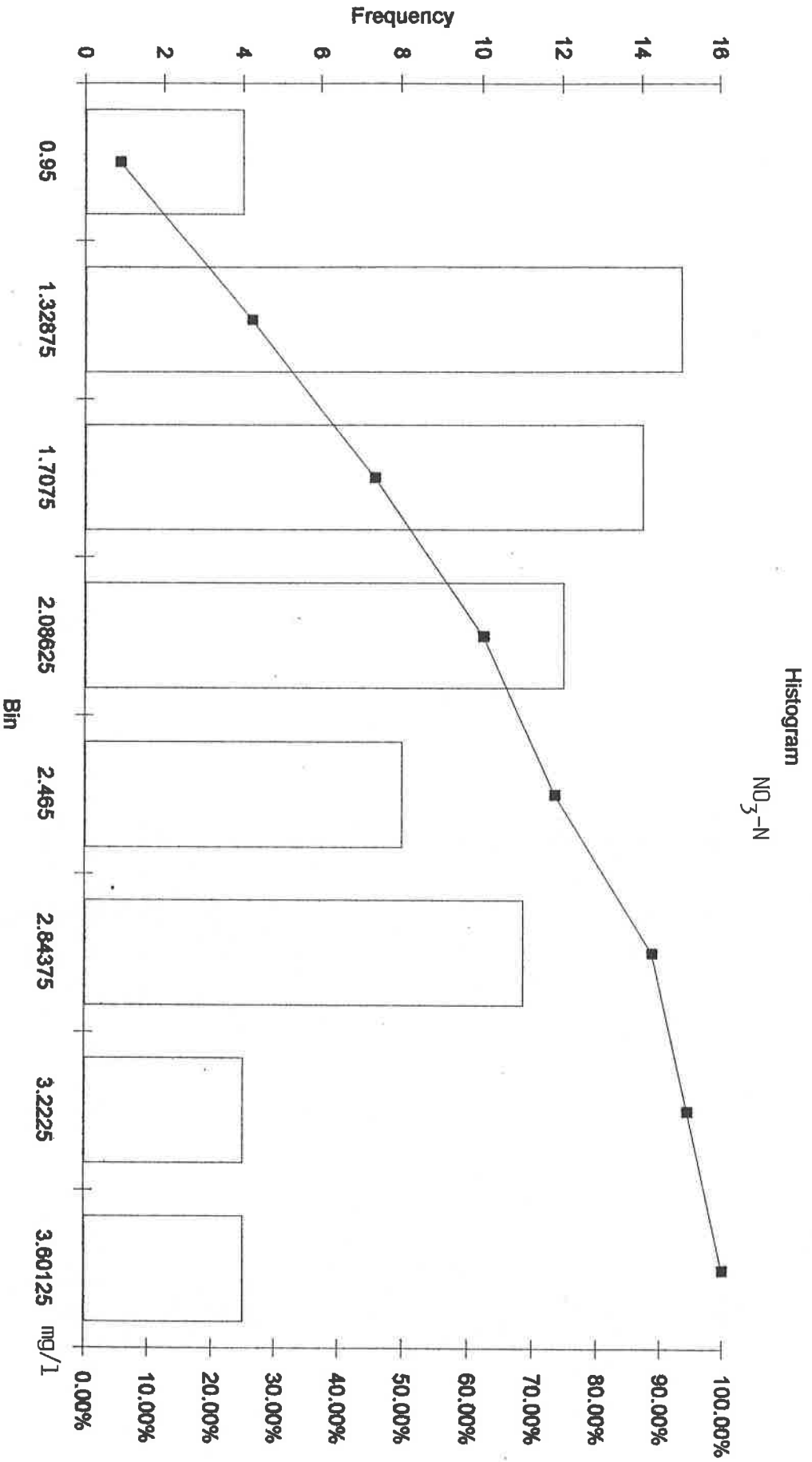
Duna, Jochenstein 2204 fkm. 1988-93.



Duna, Wolfstahl - Bratislava 1873 fkm. 1988-93.



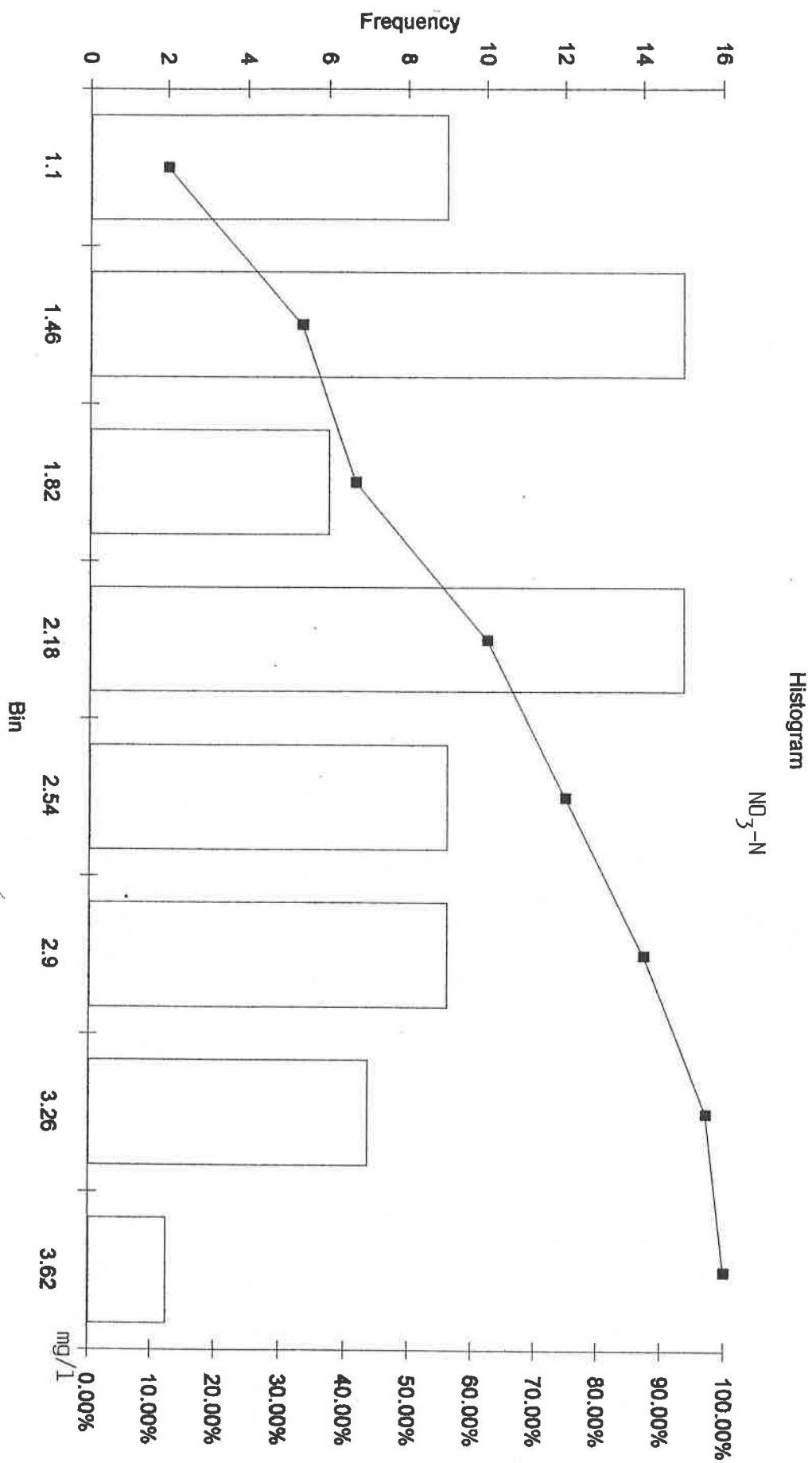
Duna, Medve 1806 fkm 1988-93.





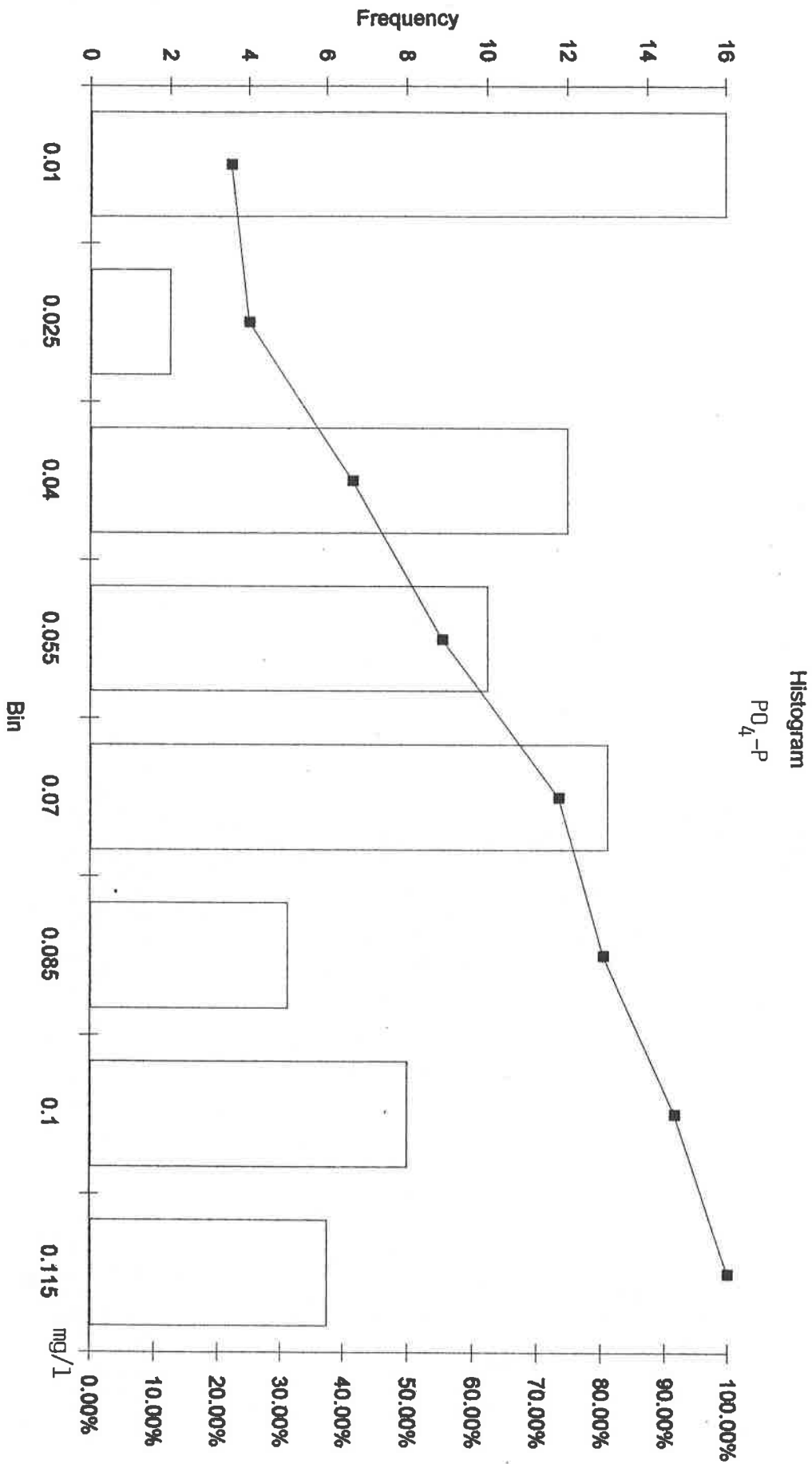
SZOBNO3.XLC

Duna-Szob 1706 Fkm. 1988-93.

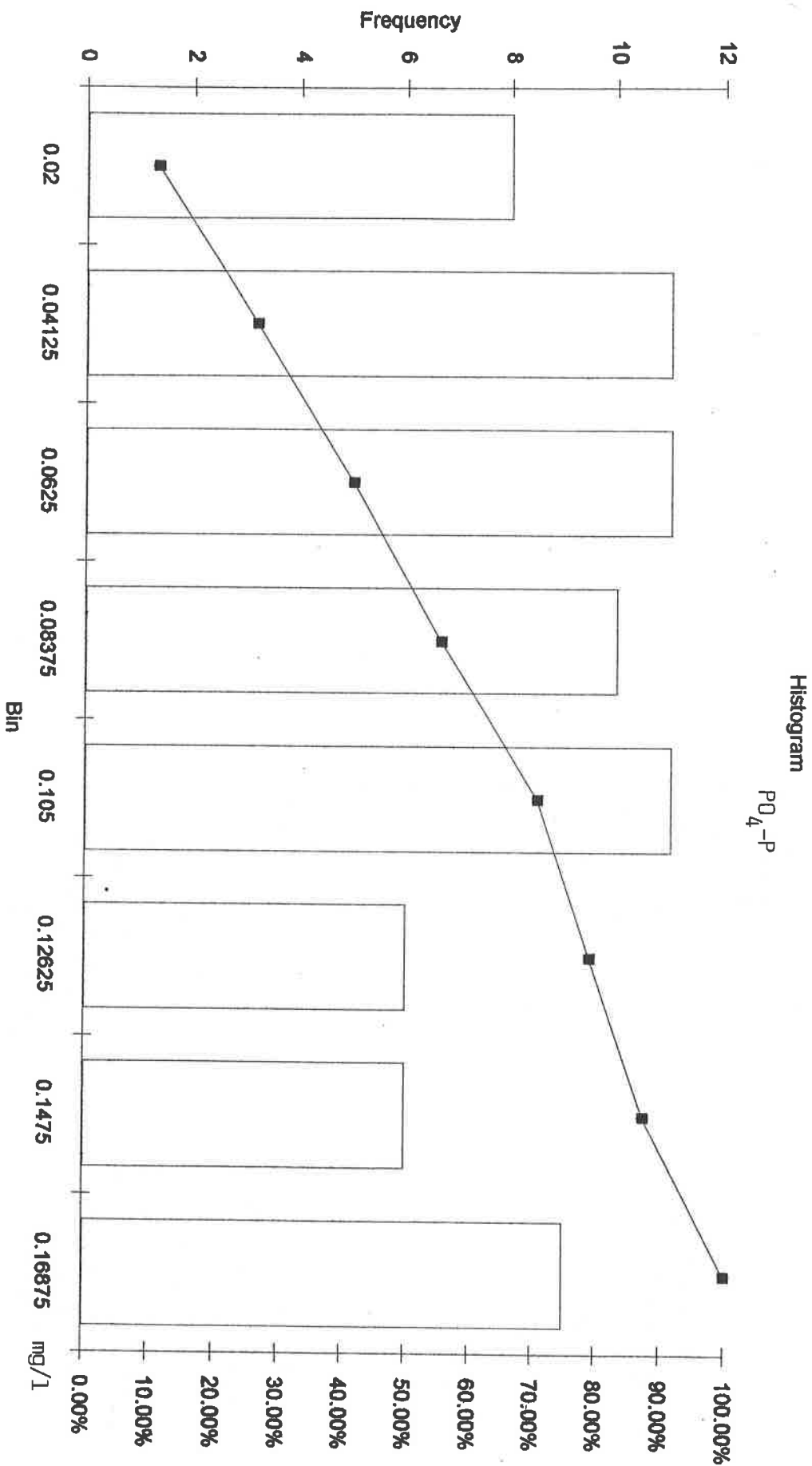


67.sz. ábra

Duna, Jochenstein 2204 fkm. 1988-93.

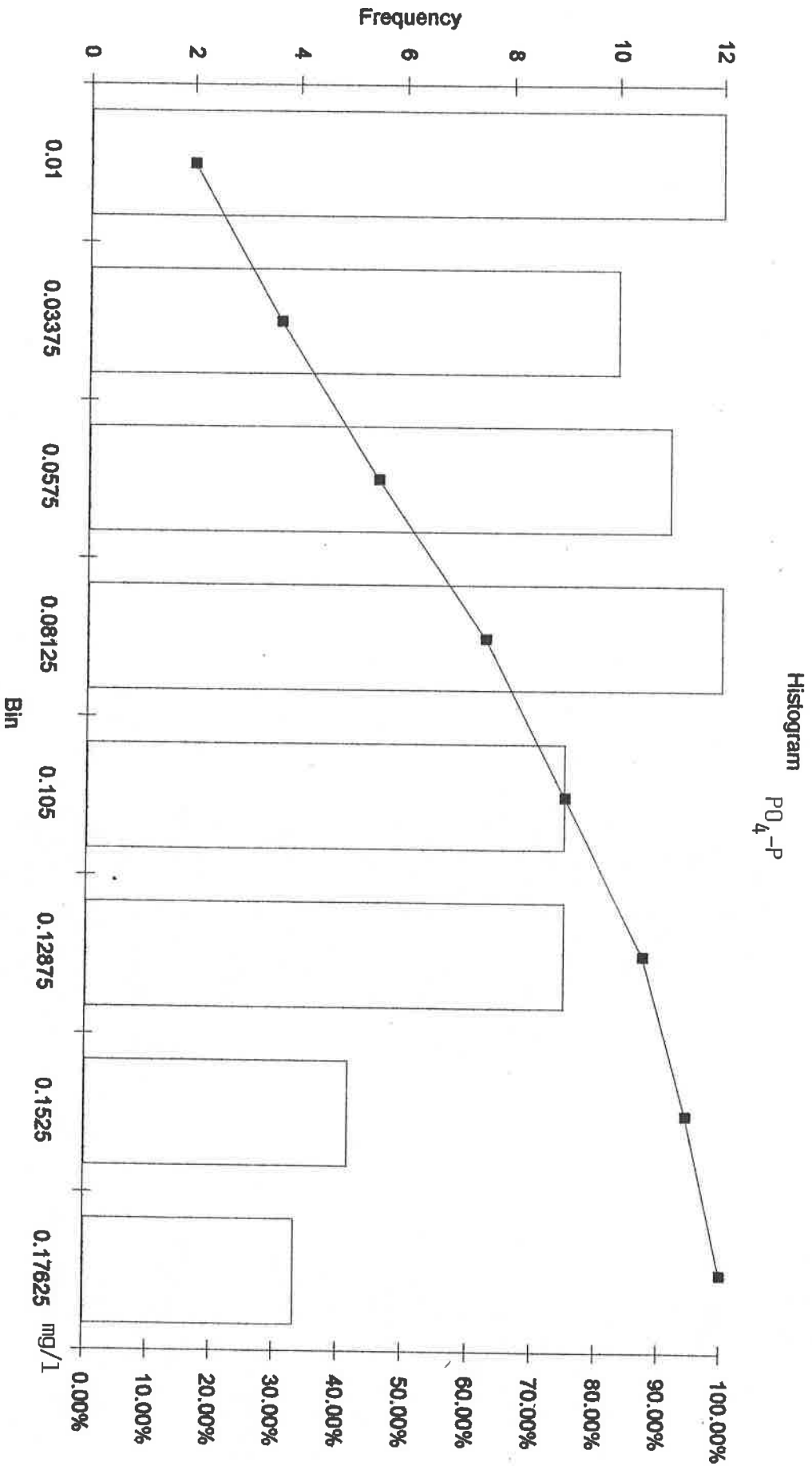


Duna, Wolfstahl-Bratislava 1873 fkm. 1988-93.



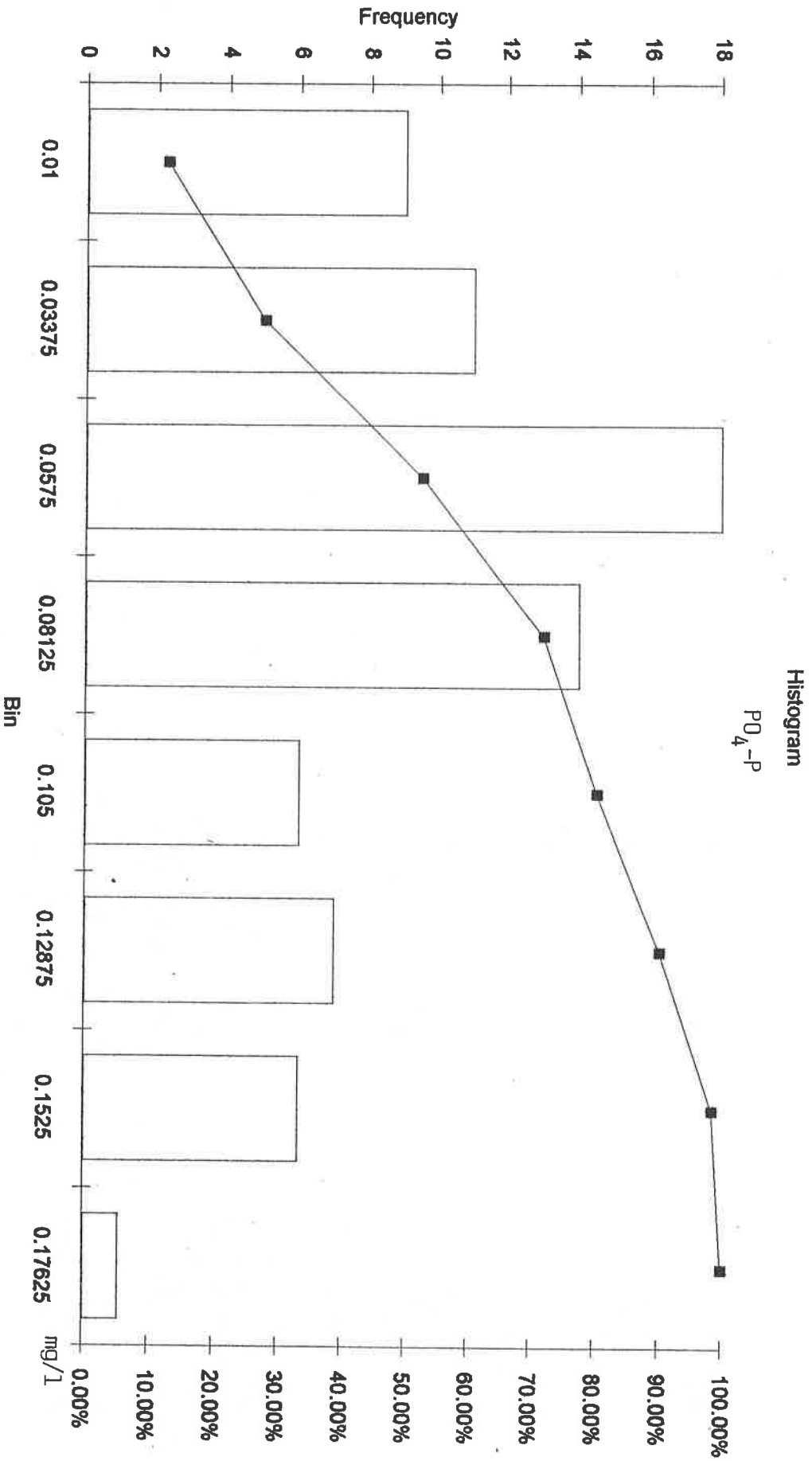
MEDVPO4.XLC

Duna-Medve 1806 fkm 1988-93.

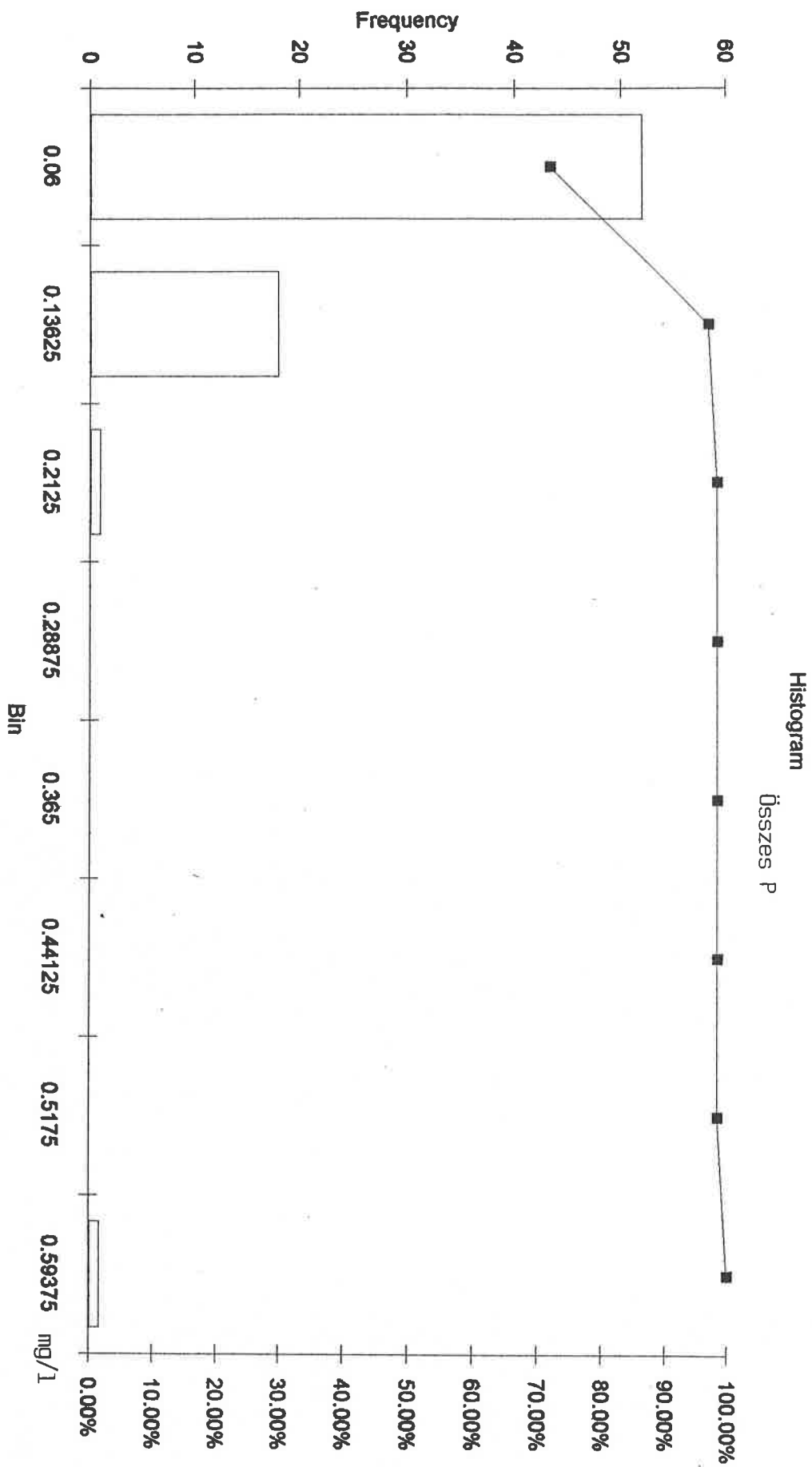


SZOBPO4.XLC

Duna-Szob 1706 fkm 1988-93.

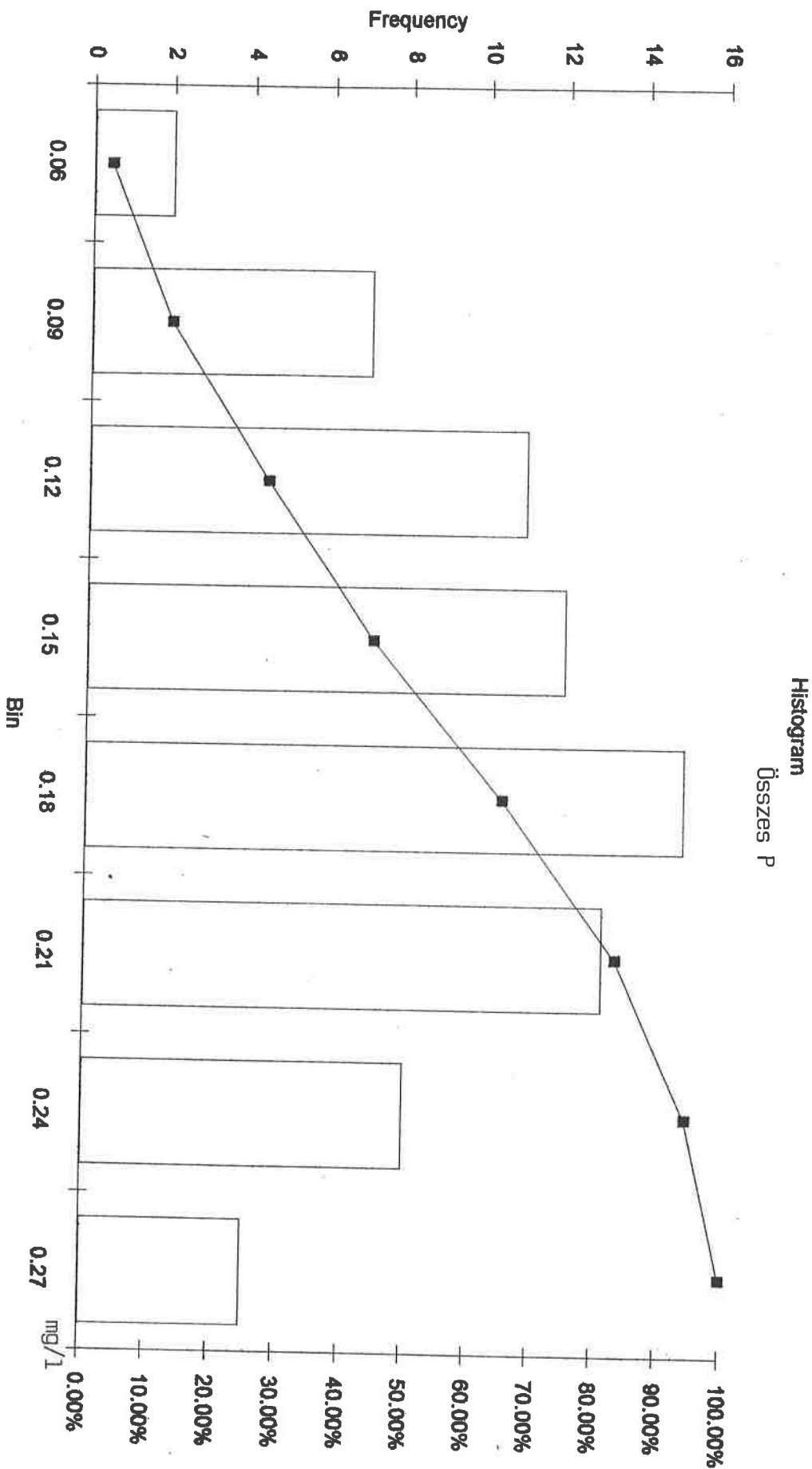


Duna, Jochenstein 2204 fkm 1988-93.



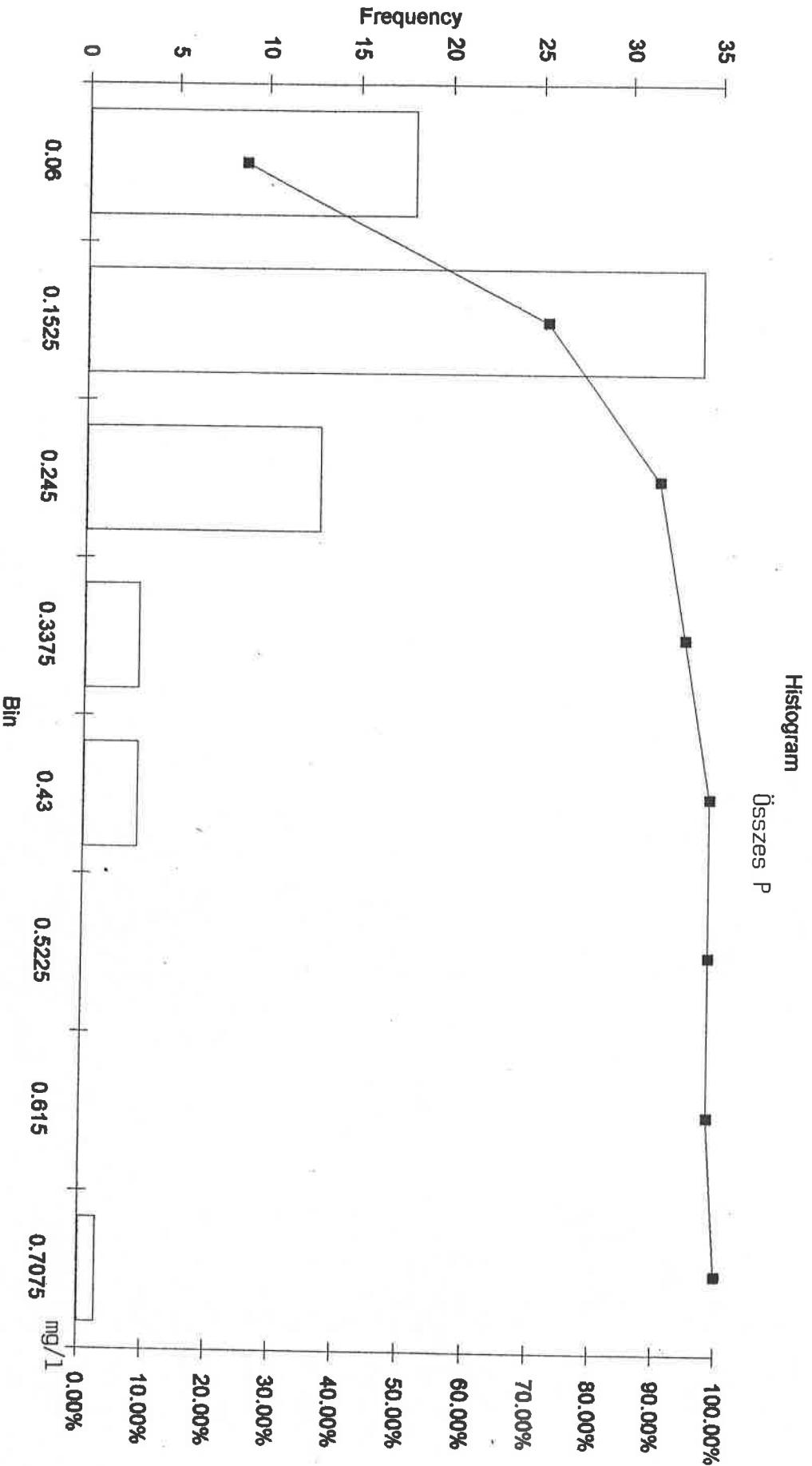
# WOLFTOP.XLC

Duna, Wolfstahl - Bratislava 1873 fkm 1988-93.



MEDVTOP.XLC

Duna-Medve 1806 fkm 1988-93.



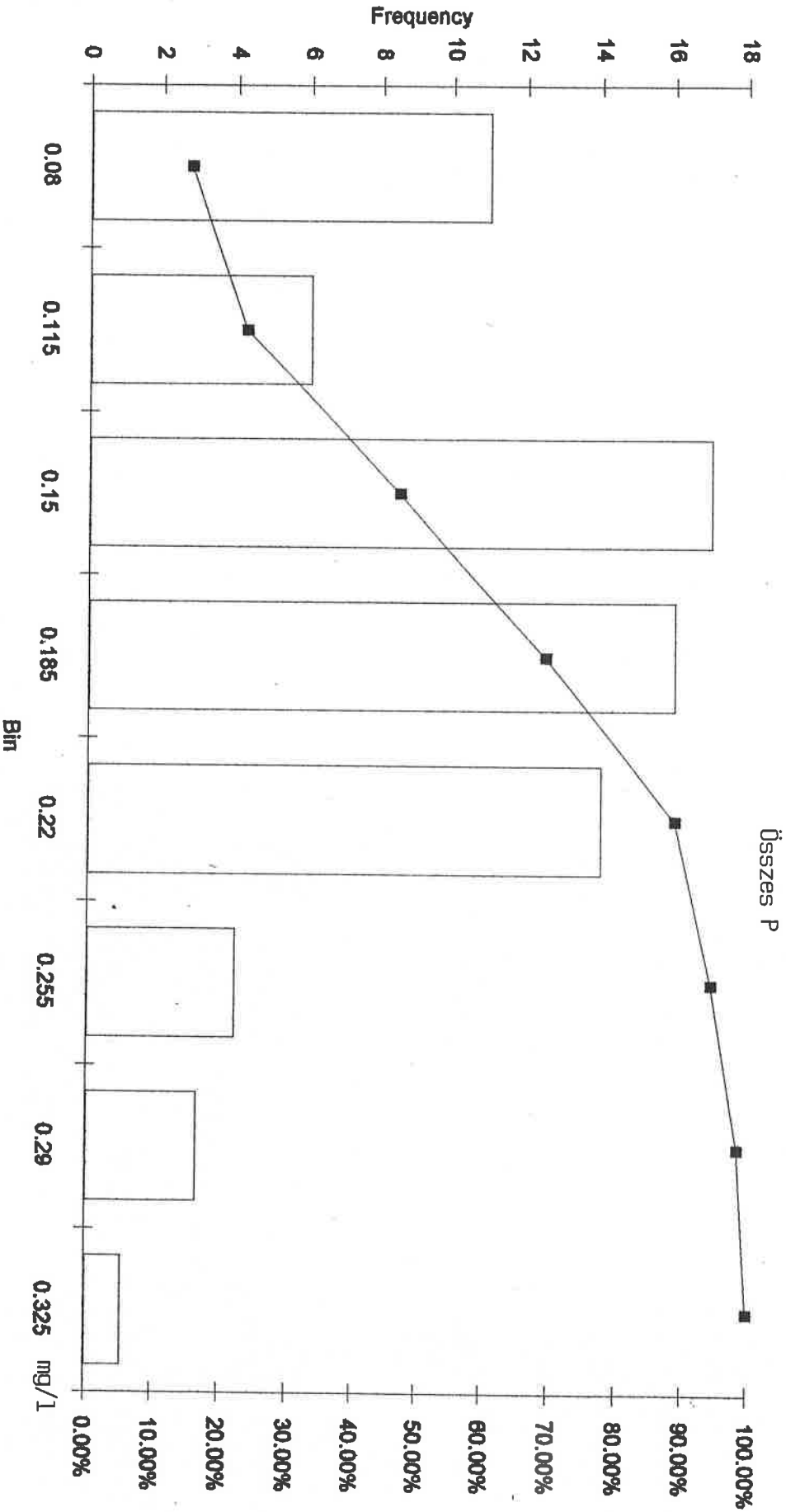
74. sz. ábra



SZOBTOP.XLC

Duna-Szob 1706 fkm 1988-93.

Histogram



7. Statisztikai melléklet



MEDVEV-MEDVE - 1806.4		1988-1993	
Q m3/s	pH	DO	COD-Mn
Mean	Mean	Mean	Mean
7.971667	7.971667	10.19653	10.19653
Standard Error	Standard Error	Standard Error	Standard Error
0.031169	0.031169	0.168013	0.168013
Median	Median	Median	Median
7.9	7.9	10.2	10.2
Mode	Mode	Mode	Mode
7.9	7.9	11.9	11.9
Standard Deviation	Standard Deviation	Standard Deviation	Standard Deviation
0.264479	0.264479	1.425638	1.425638
Variance	Variance	Variance	Variance
0.069949	0.069949	2.032443	2.032443
Kurtosis	Kurtosis	Kurtosis	Kurtosis
-0.25042	-0.25042	-0.87074	-0.87074
Skewness	Skewness	Skewness	Skewness
0.25919	0.25919	0.111974	0.111974
Range	Range	Range	Range
1.29	1.29	5.66	5.66
Minimum	Minimum	Minimum	Minimum
7.3	7.3	7.5	7.5
Maximum	Maximum	Maximum	Maximum
8.59	8.59	13.16	13.16
Sum	Sum	Sum	Sum
573.96	573.96	734.15	734.15
Count	Count	Count	Count
72	72	72	72
COD-Cr		N-NO3	
Mean	Mean	Mean	Mean
12.50417	389.1806	0.237361	0.237361
Standard Error	Standard Error	Standard Error	Standard Error
0.342877	6.749611	0.016628	0.016628
Median	Median	Median	Median
12	387	0.2	0.2
Mode	Mode	Mode	Mode
12	340	0.2	0.2
Standard Deviation	Standard Deviation	Standard Deviation	Standard Deviation
2.909404	57.27235	0.141092	0.141092
Variance	Variance	Variance	Variance
8.46463	3280.122	0.019907	0.019907
Kurtosis	Kurtosis	Kurtosis	Kurtosis
-0.19136	-0.91596	0.027425	0.027425
Skewness	Skewness	Skewness	Skewness
0.561248	-0.12493	0.792086	0.792086
Range	Range	Range	Range
12.9	232	0.59	0.59
Minimum	Minimum	Minimum	Minimum
7.1	254	0.03	0.03
Maximum	Maximum	Maximum	Maximum
20	486	0.62	0.62
Sum	Sum	Sum	Sum
900.3	28021	17.09	17.09
Count	Count	Count	Count
72	72	72	72
P-PO4		P-tot	
Mean	Mean	Mean	Mean
0.090972	0.090972	0.22	0.22
Standard Error	Standard Error	Standard Error	Standard Error
0.005987	0.005987	0.012718	0.012718
Median	Median	Median	Median
0.09	0.09	0.2	0.2
Mode	Mode	Mode	Mode
0.1	0.1	0.19	0.19
Standard Deviation	Standard Deviation	Standard Deviation	Standard Deviation
0.050801	0.050801	0.107912	0.107912
Variance	Variance	Variance	Variance
0.002581	0.002581	0.011645	0.011645
Kurtosis	Kurtosis	Kurtosis	Kurtosis
-0.82132	-0.82132	11.43504	11.43504
Skewness	Skewness	Skewness	Skewness
0.235421	0.235421	2.705839	2.705839
Range	Range	Range	Range
0.19	0.19	0.74	0.74
Minimum	Minimum	Minimum	Minimum
0.01	0.01	0.06	0.06
Maximum	Maximum	Maximum	Maximum
0.2	0.2	0.8	0.8
Sum	Sum	Sum	Sum
6.55	6.55	15.84	15.84
Count	Count	Count	Count
72	72	72	72



