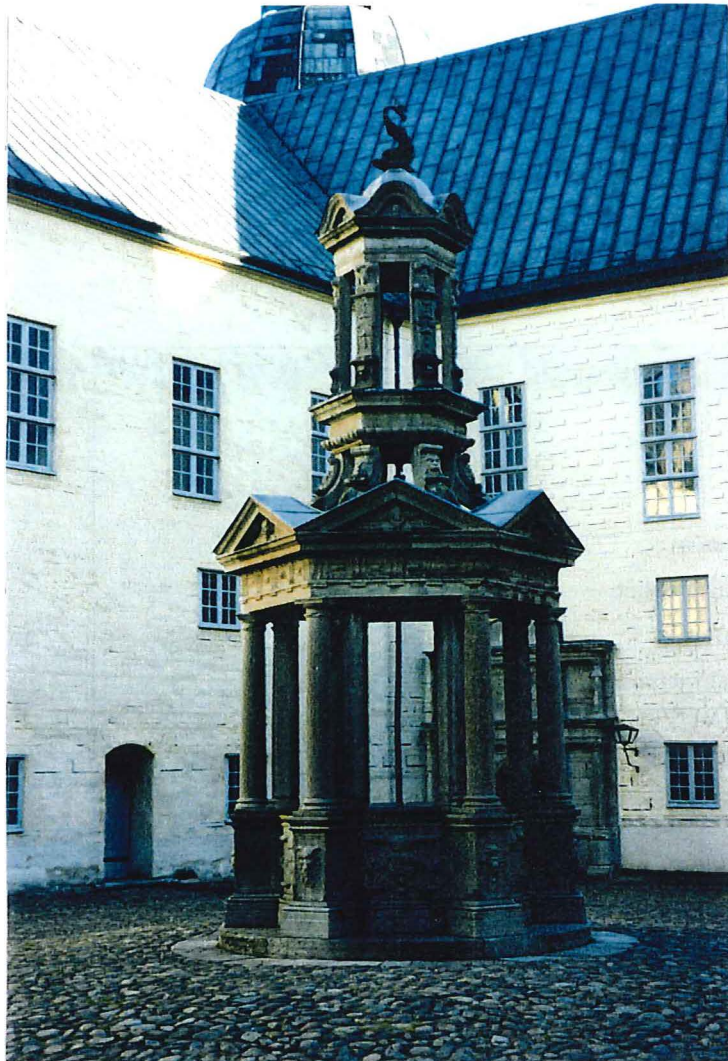




## LÄNSSTYRELSEN KALMAR LÄN INFORMERAR

# Samordnad råvattenkontroll i Kalmar län 1990 - 2001



**Samordnad råvattenkontroll i Kalmar län 1990-2001**

Meddelande 2002:16

ISSN 0348-8748

ISRN LSTY-H-M--2002/16 --SE

**Utgiven av:** Länsstyrelsen Kalmar län

**Ansvarig enhet:** Miljöenheten

**Författare:** Ann-Charlotte Karlsson

**Kontaktperson på  
länsstyrelsen:** Tommy Hammar

**Karttillstånd:** Lantmäteriet 2000, L2000/2620-H

**Tryckt hos:** Länsstyrelsens tryckeri 2002

**Upplaga:** 100 ex

## Förord

Den här rapporten har sammanställts av undertecknad som ett praktikarbete vid länsstyrelsens miljöenhet i Kalmar i mars-juni 2002.

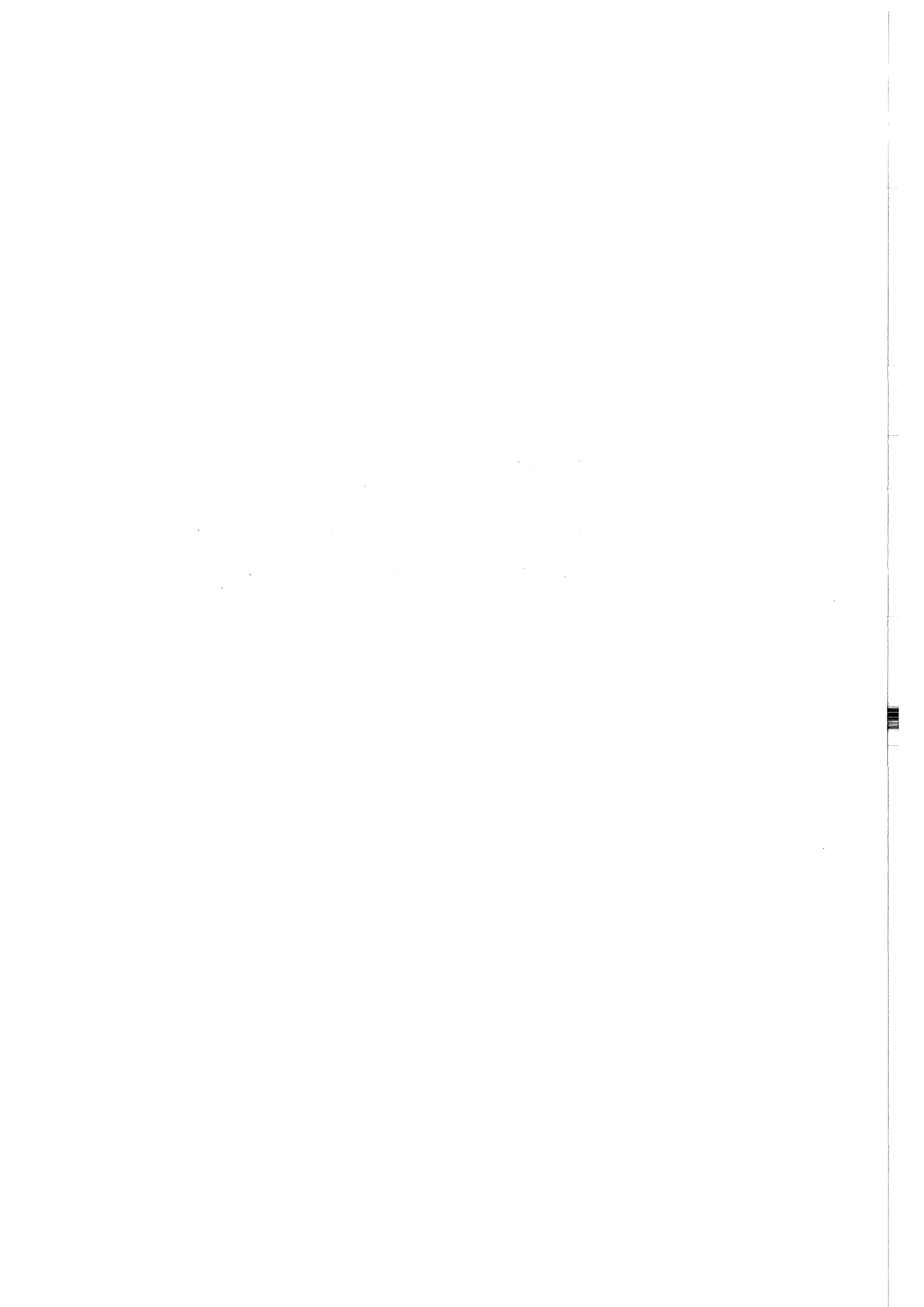
Rapporten omfattar en sammanställning och utvärdering av analysresultaten från de grundvattentäkter som ingår i den samordnade råvattenkontrollen i Kalmar län. Till grund för utvärderingen ligger prover tagna under perioden 1990-2001. Den samordnade råvattenkontrollen ingår som en del i länsstyrelsens miljöövervakningsprogram. Särskilt stor vikt har lagts på att se om det finns någon skillnad i när på året man tar vattenproverna. Måste man ta fyra prover/år eller kan man gå ner till ett provtagningstillfälle? Arbetet har också gått djupare in på en eventuell salthaltsökning i grundvatten och vad den kan bero på.

Huvudansvarig för mätprogrammet är Tommy Hammar. Proverna har tagits av respektive kommun och analyserna har utförts av Svelab i Kalmar fram till och med vinterprovtagningen 2000 och efter det av Alcontrol Laboratories i Växjö.

Tack till Tommy Hammar som har ställt upp med information. Måns Denward för hjälp med den statistiska biten och alla andra som hjälpt till att få fram information och svarat på frågor.

Kalmar i juni 2002

Ann-Charlotte Karlsson



## Sammanfattning

Ett bra råvatten är en förutsättning för ett bra dricksvatten. Idag finns det många hot mot grundvattnets kvalitet och det är därför viktigt att följa de förändringar som sker. 1985 togs beslut om att man skulle samordna råvattenkontrollerna i länet för att kunna jämföra proverna och följa utvecklingen. I november 1989 startade provtagningen och proverna tas fyra gånger om året i två grundvattentäkter/kommun utom i Hultsfred och Mönsterås. I den här rapporten sammanställs och utvärderas analysresultaten från 1990-2001.

Proverna analyseras med avseende på: pH, alkalinitet, hårdhet, konduktivitet, turbiditet, färg,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{F}^-$ ,  $\text{Al}(\text{OH})_2^+$ ,  $\text{NO}_3^-$ - $\text{NO}_2^-$ -N, COD-Mn och  $\text{PO}_4^{3-}$ -P. Vidare bedömdes risken för försurning genom att jämföra motståndskraften, alkaliniteten, med belastningen, svaveldepositionen. (Naturvårdsverket 1999) För att se om det fanns någon skillnad i när på året proverna tas gjordes en årstidsjämförelse. På grund av allt vägsalt som sprids ut på vägarna ville vi också se om det skett någon ökning av salthalten i grundvattnet.

Många av brunnarna i den samordnade råvattenkontrollen är mer eller mindre påverkade av försurningen. Nio brunnar har låg eller mycket låg buffertförmåga och det är också de som är mest försurningspåverkade.

Det gick inte att se några signifikanta skillnader i när på året man tar vattenproverna vilket gör att man förmodligen kan gå ner till en provtagning/år.

Flera av brunnarna visade på signifikanta ökningar i salthalt, det är dock svårt att säga om det beror på vägsaltet eller någon annan faktor.



# Innehåll

<b>1. Inledning</b>	<b>3</b>
<b>1.1. Grundvattensituationen</b>	<b>5</b>
1.1.1. Grundvattennivå	5
1.1.2. Försurningens påverkan på grundvattnet	5
1.1.3. Årstidsjämförelse	6
1.1.4. Vägsaltets påverkan	6
<b>2. Material och metod</b>	<b>6</b>
<b>2.1. Provtagning och analys</b>	<b>6</b>
<b>2.2. Bedömningsgrunder för försurning</b>	<b>7</b>
2.2.1. Försurningspåverkan	7
2.2.2. Surhetsgrad	8
2.2.3. Buffringsförmåga	8
2.2.4. Sulfat	8
2.2.5. Totalhårdhet	9
2.2.6. Kolsyra	9
2.2.7. Korrosionsförmåga	9
<b>2.3. Årstidsjämförelse</b>	<b>9</b>
<b>2.4. Salthaltsökning</b>	<b>10</b>
<b>2.5. Bedömningsgrunder övrigt</b>	<b>10</b>
2.5.1. Konduktivitet	10
2.5.2. Färgstyrka	10
2.5.3. Aluminium	11
2.5.4. Järn	11
2.5.5. Mangan	11
2.5.6. Natrium	11
2.5.7. Kalium	11
2.5.8. Nitrat	11
2.5.9. Klorid	12
2.5.10. Fluorid	12
<b>3. Resultat</b>	<b>12</b>
<b>3.1. Bedömning</b>	<b>12</b>
3.1.1. Bergkvara	13
3.1.2. Gullabo	14
3.1.3. Broakulla	15
3.1.4. Eriksmåla	16
3.1.5. Bäckebo	17
3.1.6. Orrefors	18
3.1.7. Påryd	19
3.1.8. Tvärskog	20
3.1.9. Björkshult	21
3.1.10. Fågelfors	22
3.1.11. Sandbäckshult	23
3.1.12. Bockara	24
3.1.13. Fårbo	25

3.1.14.	Nya Nedsjön	26
3.1.15.	Skillingarum	27
3.1.16.	Rumskulla	28
3.1.17.	Överum	29
3.1.18.	Blankaholm	30
3.1.19.	Köpingsvik	31
3.1.20.	Löttorp	32
3.1.21.	Tveta	33
3.1.22.	Grönhögen	34
3.1.23.	Förurningspåverkan	35
3.1.24.	pH-värde	36
3.1.25.	Buffringsförmåga	37
3.1.26.	Totalhårdhet	38
3.1.27.	Konduktivitet	39
<b>3.2.</b>	<b>Årstidsjämförelse</b>	<b>40</b>
<b>3.3.</b>	<b>Salthaltsökning</b>	<b>41</b>
<b>4.</b>	<b>Diskussion</b>	<b>41</b>
<b>4.1.</b>	<b>Förurning</b>	<b>41</b>
<b>4.2.</b>	<b>Årstidsjämförelse</b>	<b>42</b>
<b>4.3.</b>	<b>Salthaltsökning</b>	<b>42</b>
<b>4.4.</b>	<b>Övrigt</b>	<b>42</b>
<b>5.</b>	<b>Litteraturförteckning</b>	<b>43</b>
	<b>Bilageförteckning</b>	<b>43</b>



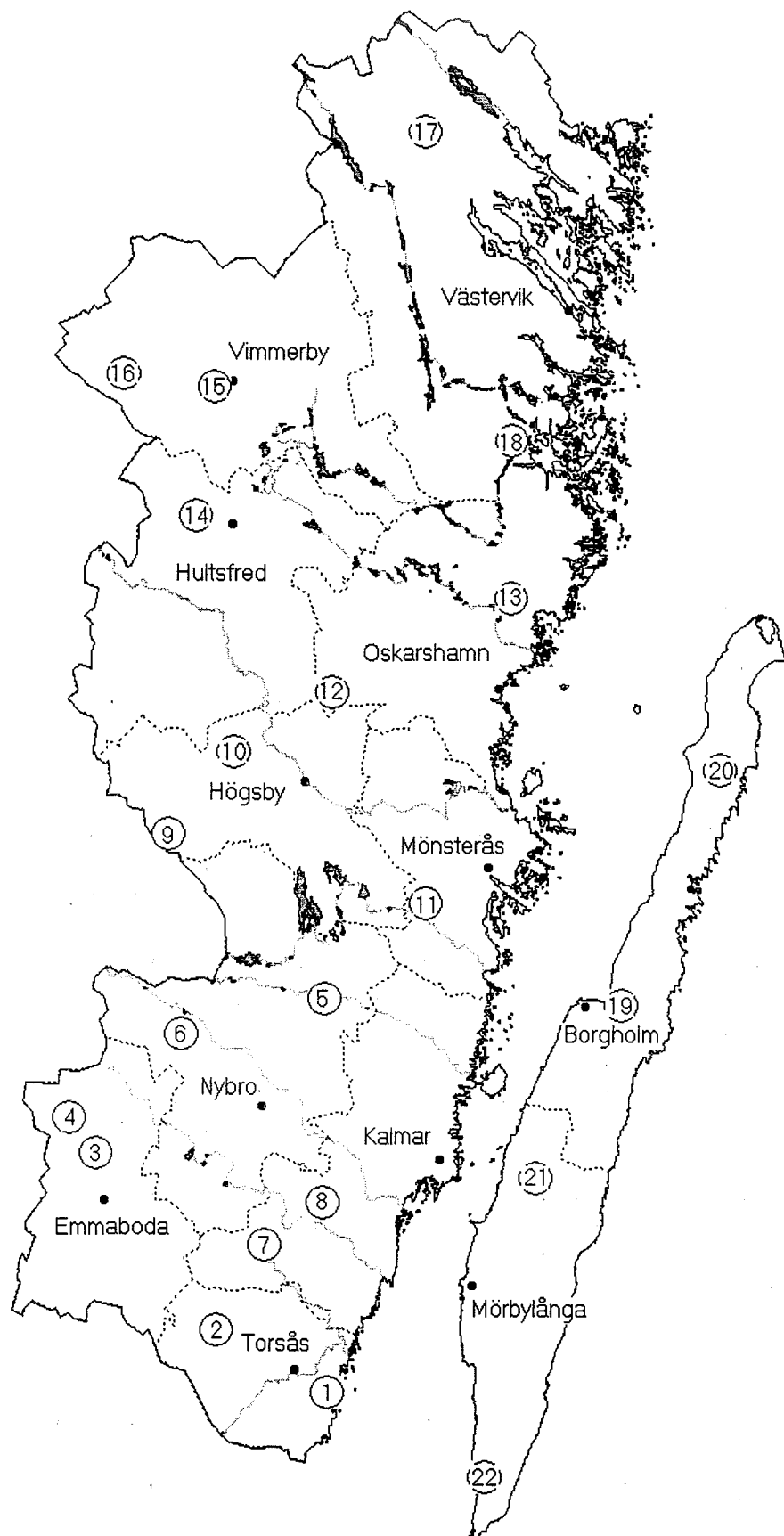
## 1. Inledning

Bra kvalitet på dricksvatten kräver ett bra råvatten och därför är det viktigt att man följer förändringar som sker i grundvattnets kvalitet. 1985 beslutade Svenska kommunförbundets länsavdelning i Kalmar att man skulle samordna kommunernas råvattenkontroller. Målsättningen var att man skulle kunna jämföra vattenkvalitén i och mellan täkterna och följa utvecklingen av framför allt försurningspåverkan på grundvattnet. Representanter från länsstyrelsen, kommunerna, Svelab och länsavdelningen utsågs att bilda en arbetsgrupp och ta fram ett förslag till hur samordningen skulle utformas. I november 1989 startade provtagningen och man tar prover från två grundvattentäkter per kommun (sen 1995 endast en i Mönsterås respektive Hultsfred)(tabell 1 & figur 1). Provtagningen ska ske fyra gånger/år – vår, sommar, höst och vinter. I den här rapporten sammanställs och utvärderas analysresultaten från 1990-2001, för att beskriva vattnet i täkterna, undersöka provtagningsfrekvens, kontaminering av salt och omfattningen av påverkan av försurning.

Eftersom brunnarna i Rockneby (1993), Fliseryd (1995), Påskallavik (1992), Järnforsen (1995) och Skillingarum BR3 (1993) har lagts ned och bara har mätvärden från den första delen av perioden tas de inte med i den här rapporten. I den samordnade råvattenkontrollen har Rockneby ersatts av Påryd, Påskallavik ersatts av Fårbo och Skillingarum BR3 ersatts av Skillingarum BR5. Fliseryd och Järnforsen har inte ersatts av någon annan brunn vilket innebär att det bara tas prover från en grundvattentäkt i Mönsterås respektive Hultsfreds kommun. Anledningen är att det inte fanns något bra alternativ till de brunnarna, Mönsterås tar dessutom ytvatten från Emån istället.

Tabell 1. Uppgifter om brunnarna som ingår i länets samordnade råvattenkontroll.

Nr	Brunn	Brunnstyp	Djup (m)	Jordart	Berggrund	Medeluttag (m <sup>3</sup> /dygn)
1	Bergkvara	Bergborra	54	Morän	Sandsten/grå granit	225
2	Gullabo	Bergborra	150	Morän	Röd granit	20
3	Broakulla	Grävd	7	Morän/isälvsmaterial	Granit	130
4	Eriksmåla	Grusfilter	22	Isälvsmaterial	Granit	155
5	Bäckebo	Grävd	5	Isälvsmaterial	Röd granit	25-30
6	Orrefors	Grusfilter	9,3	Isälvsmaterial/morän	Porfyr	350-400
7	Påryd	Bergborra	45	Troligen morän	Troligen granit	0
8	Tvärskog	Bergborra	113	Grus		75
9	Björkshult	Bergborra	110	Morän		ca 15
10	Fågelfors	Grävd	6,5	Sand/grus		150
11	Sandbäckshult	Grävd	5	Isälvsgrus		280
12	Bockara	Grusfilter	8	Isälvsmaterial	Granit	200
13	Fårbo	Rörfilterbrunn	16	Sand		410
14	Nya Nedsjön	Grusfilter	32	Isälvsmaterial		2000
15	Skillingarum	Bergborra	18	Grus, pinmo	Sprucket berg	450
16	Rumskulla	Grävd	7	Isälvsmaterial		
17	Överum	Grusfilter	6	Isälvsmaterial		380
18	Blankaholm	Bergborra	64	Sand	Röd granit	80
19	Köpingsvik	Filterbrunn		Sand		150
20	Lötörp	Filterbrunn		Sand-morän		250-300
21	Tveta	Grävd	5	Sandig-moig morän	Kalksten	500
22	Grönhögen	Bergborra	40	-(kalkberg)	Kalksten	100



Figur 1. Positionerna av de grundvattentäkter som ingår i länets samordnade råvattenkontroll.

## 1.1. Grundvattensituationen

Enligt naturvårdsverket (1999) tillhör största delen av Kalmar län den geografiska regionen C (väst- och sydostkusten). Området innefattar urbergsområdena under högsta kustlinjen (HK) men också Kalmarsundssandstenen längs smålandskusten. Berg- och jordarterna är relativt svårvittrade vilket ger låg förmåga att stå emot försurning. Under HK förekommer dock leror och finkorniga jordar som ökar motståndskraften. Depositionen av försurande ämnen är hög vilket kan leda till en försurning av grundvattnet. Höga kloridhalter förekommer naturligt i kustnära områden och från kvarvarande relik havsvatten i berggrund och jordlager.

### 1.1.1. Grundvattennivå

Grundvattenytan ligger oftast ytligt på någon eller några meters djup i morän- och urbergsterräng, på grund av den relativt låga vattengenomträngligheten i den typen av mark. I Syd- och Mellansverige är grundvattennivån vanligen lägst på sensommaren - hösten. Nederbörden är visserligen oftast som rikligast under denna tid men det mesta förbrukas av vegetationen. Storleken på nivåändringarna beror på hur vattengenomtränglig grunden är, på den omättade zonens mäktighet och på mark- och grundvattenmagasinets storlek.

Under perioden 1990-1992 var grundvattennivån under eller mycket under den normala i de stora grundvattenmagasinen i länet. Under perioden 1995-2001 var grundvattenytan ofta över eller nära den normala. I mars 1996 inträffade dock den lägsta grundvattennivån sen mätningarnas start 1968. På hösten 1998 låg grundvattennivån mycket över den normala för att sen åter gå ner till över eller nära den normala.

### 1.1.2. Försurningens påverkan på grundvattnet

Försurningspåverkan på grundvattnet bestäms av depositionen av försurande ämnen, vattnets kontakttid med mineral och berggrundens och jordlagrens egenskaper. Om kontakttiden är lång ökar neutraliseringsgraden. Det betyder att grundvattnets surhet och eventuella försurningspåverkan avtar med ökande djup i jordlagren eftersom det djupare grundvattnet har haft längre mineralkontakt än det ytligare. Motståndskraften mot försurning påverkas också av markpartiklarnas vittringsbenägenhet och kornstorlek. Där jordarna är svårvittrade, kalkfattiga och grovkorniga är risken för grundvattenförsurning som störst.

Vattnet kan påverkas av försurning utan att pH sjunker. Det kan ske andra förändringar i vattnets kemiska sammansättning, alkaliniteten kan minska och sulfathalten öka. Man kan alltså inte se om ett grundvatten är försurningspåverkat genom att endast mäta pH. Ett grundvatten kan även vara surt (lågt pH) av naturliga orsaker som till exempel hög halt av aggressiv koldioxid. Motståndskraften mot försurning är betydligt större i borrhållningar men man kan även i dem se en förändring i den kemiska sammansättningen. I de marker där det inte längre finns något försurningsskydd har vattnets alkalinitetsbuffert tagits i anspråk, i dessa borrhållningar har alkaliniteten minskat till en nivå där även pH börjar sjunka. I Syd- och Västsverige finns det områden där grundvattnets alkalinitet är nere i noll. Grundvattnet där är förmodligen inte bara försurningspåverkat utan också påtagligt försurat av de sura luftföroreningarna.

För att se eventuella förändringar i tiden behövs långa tidsserier (20-30 år) av analyser. Det beror på att de hydrologiska förhållandena varierar och kan ge både kortare årtidsfluktuationer och skillnader mellan våta och torra år. Grundvattenförsurningen kan dels ge tekniska problem som ökade korrosionsangrepp, dels kan det ge hälsoeffekter eftersom det finns risk för att halterna av aluminium och tungmetaller i grundvattnet ökar.

### *1.1.3. Årstidsjämförelse*

Sen den samordnade råvattenkontrollens start 1989 har det tagits 4 prov/år. Det är kommunerna som själva står för dem och måste till det avsätta både tid och pengar. Även analyserna hos laboratorierna kostar pengar. Det är därför intressant att se om det finns någon skillnad i när på året man tar proverna och om man kan minska ner på antalet provtagningstillfällen.

### *1.1.4. Vägsaltets påverkan*

Många Svenska undersökningar visar att kloridhalten i ytvatten och grundvatten har ökat i närheten av större vägar. De förhöjda kloridhalterna i grundvattnet kan många gånger härröras från salt från halkbekämpning och dammbindning på vägar och upplag. Det rör sig oftast om enskilda brunnar som ligger nära vägar eller saltupplag, i små grundvattenmagasin (morän eller urberg) men man har på senare tid observerat att långvarig saltning av vägar kan ge en långsamt stigande kloridhalt även i stora grundvattenmagasin som ligger nära vägar. Kloridjonen i vägsaltet kan betraktas som ett spårämne, den är löslig i vatten och kommer inte att fastläggas, omvandlas eller upptas i någon större omfattning. Ökande kloridhalter kan indikera att andra mer besvärliga föroreningar från vägarnas dagvatten kan, med viss fördröjning, tränga ner till grundvattnet.

Förhöjda kloridhalter i grundvattnet ger dels dålig smak på dricksvattnet dels ökar det risken för korrosionsskador på ledningar och installationer. Vatten med kloridhalter över 300 mg/l anses "med tvekan tjänligt" och med halter på 100-300 mg/l "från teknisk synpunkt anmärkningsvärt". Redan kloridhalter på mer än 50 mg/l bör uppmärksammas eftersom de anger en förhöjd halt som kan innebära att halterna kommer att öka vid fortsatta eller åtminstone vid större uttag.

I rapporten har tyngdpunkten lagts på att bedöma hur försurningspåverkat grundvattnet i de olika brunnarna är, om det finns någon skillnad i när på året proverna tas och om salthalten i brunnarna har förändrats. Bedömningen av andra parametrar har också tagits med, likaså brunnarnas innehåll av joner.

## **2. Material och metod**

### **2.1. Provtagning och analys**

I varje kommun utom Mönsterås och Hultsfred görs provtagningar i två grundvattentäkter fyra gånger om året – vår, sommar, höst och vinter. Fram till 1995 analyserades aluminium endast en gång/år (höstprovtagningen). Från och med vårprovtagningen 1995 analyseras dock aluminium vid varje provtillfälle.

Fram till och med vinterprovtagningen 2000 har Svelab i Kalmar ansvarat för analyserna och skickat ut provtagningsflaskor till varje provtagningstillfälle. Svelab köptes upp av Alcontrol Laboratories och verksamheten i Kalmar lades ner. Vid vårprovtagningen 2000 flyttades analysarbetet till Alcontrol Laboratories i Växjö.

De analyserade parametrarna i proverna:

- pH
- Alkalinitet
- Totalhårdhet
- Konduktivitet
- Turbiditet
- Färgtal
- CO<sub>2</sub>-fri
- Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, K<sup>+</sup>, Na<sup>+</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, Fe<sup>2+</sup>, Mn<sup>2+</sup>, Al(OH)<sub>2</sub><sup>+</sup>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, Cl<sup>-</sup> och F<sup>-</sup>
- NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-NO<sub>2</sub><sup>-</sup>-N
- COD-Mn
- PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>-P

Utvärderingen grundar sig på medelvärden av de provtagningar som gjorts under perioden 1990-2001 (48 st.).

För parametrarna försurningspåverkan, alkalinitet, konduktivitet, nitrat och klorid finns de bedömningsgrunder som använts i naturvårdsverkets rapport 4915 (Naturvårdsverket 1999). För de övriga parametrarna finns inga bedömningsgrunder för råvatten och därför har proverna klassats efter de riktvärden som Statens livsmedelsverk (SLV) har satt upp för renvatten. Detta är viktigt att notera eftersom höga värden av vissa parametrar i råvatten många gånger kan åtgärdas med olika metoder i vattenverken. Vatten som har förhöjda halter av nitrat, sulfat, klorid och fluorid kan dock vara svårt att åtgärda med bra resultat.

## 2.2. Bedömningsgrunder för försurning

### 2.2.1. Försurningspåverkan

Förr användes ofta kvoten alkalinitet/totalhårdhet för att bestämma hur försurningspåverkat ett grundvatten var. Den metoden har man dock gått ifrån och idag jämför man grundvattnets alkalinitet med belastningen i form av den regionala svaveldepositionen (utom havssalt). Svaveldepositionen räknas om till sulfathalten i den nederbörd som infiltrerar ner till grundvattnet med hjälp av medelvärdet för årsavrinningen (tabell 2).

Enligt Naturvårdsverket (1999) är halten sulfat i infiltrationsvattnet i Kalmar län 0,3 mekv/l. Därför har den siffran använts i den här rapporten vid beräkning av försurningspåverkan.

Tabell 2. Försurningspåverkan. Grundvattnets alkalinitet i förhållande till sulfatdepositionen (Naturvårdsverket 1999).

Klass	Benämning	Alkalinitet (mekv/l) i brunnen/beräknad regional sulfathalt i infiltrationsvattnet
1	Ingen eller obetydlig påverkan	≥10
2	Måttlig påverkan	10-5
3	Påtaglig påverkan	5-2
4	Stark påverkan	2-1
5	Mycket stark påverkan	<1

### 2.2.2. Surhetsgrad

Vattnets surhetsgrad anges i pH (tabell 3). pH-värdet avspeglar balansen mellan vattnets sura och alkaliska beståndsdelar och ligger vanligen mellan 5 och 8. Grundvattnets pH kan av naturliga orsaker vara mycket lågt om mineral och bergarter är svårvittrade, jordarterna grovkorniga, vattnets omsättningshastighet i marken är kort och nederbörden hög. Det kan även bli surt av hög halt aggressiv koldioxid.  $\text{pH} < 7$  kan innebära risk för korrosionsskador på metallrör och vid låga pH-värden ökar risken för utlösning av metaller ur ledningarna.

Tabell 3. Indelning för att avgöra ett grundvattnets surhet.

<b>pH-värde</b>	<b>Benämning</b>
<7	Surt grundvatten
<6	Mycket surt grundvatten
<5	Extremt surt grundvatten

### 2.2.3. Buffringsförmåga

Vattnets buffringsförmåga det vill säga förmågan att motstå försurning anges av dess alkalinitet. Ju svagare buffringsförmåga (lägre alkalinitet) desto känsligare är vattnet mot försurning (tabell 4). Buffringsförmågan påverkas främst av jordlagrens och berggrundens egenskaper men också av vattnets omsättningstid i marken. Kort omsättningstid och svårvittrade, sura mineral ger en låg buffert mot försurning.

Tabell 4. Bedömning av ett grundvatten med avseende på alkalinitet (Naturvårdsverket 1999).

<b>Klass</b>	<b>Benämning alkalinitet</b>	<b><math>\text{HCO}_3^-</math> (mg/l)</b>	<b><math>\text{HCO}_3^-</math> (mekv/l)</b>	<b>Beskrivning</b>
1	Mycket hög halt	$\geq 180$	$\geq 3$	Tillräcklig alkalinitet för att även i framtiden bibehålla acceptabel pH-nivå
2	Hög halt	60-180	1-3	Otillräcklig alkalinitet för att i framtiden ge en stabil och acceptabel pH-nivå i områden med hög deposition
3	Måttlig halt	30-60	0,5-1,0	Otillräcklig alkalinitet för att ge en stabil och acceptabel pH-nivå
4	Låg halt	10-30	0,2-0,5	Alkaliniteten ger oacceptabel pH-nivå
5	Mycket låg halt	<10	<0,2	

### 2.2.4. Sulfat

Sulfat tillförs till grundvattnet främst via nederbörden. Riktigt höga koncentrationer finns dock naturligt i områden med sedimentära bergarter, sulfidmineralisering eller områden med gyttejeleror. Grundvattnets sulfathalt varierar beroende på de hydrologiska förhållandena, under torra år kan det ske en sulfidoxidation och en utlösning av sulfat till grundvattnet. Generellt kan dock en hög eller med tiden ökande sulfathalt sättas i samband med sur nederbörd. Förhöjda sulfathalter ( $> 100$  mg/l) kan påskynda korrosion och halter över 200 mg/l kan ge övergående diarré hos barn som är känsliga.

### 2.2.5. Totalhårdhet

Vattnets totalhårdhet anger innehållet av kalcium- och magnesiumjoner. Den uttrycks ofta i tyska hårdhetsgrader (dH) eller ekvivalent mängd kalcium (tabell 6). Även hårdheten visar markens buffringsförmåga och vittringsbenägenhet. I områden med lättvittrade jordar och bergarter blir totalhårdheten hög. Om hårdheten är över 100 mg/l innebär det en risk för utfällning på textilier, kärl och ledningar.

Tabell 5. Bedömningen som använts att bedöma hårdheten (Knutsson & Morfeldt 1995).

Hårdhetsklass	Tyska hårdhetsgrader (dH)	mg Ca/l
Mycket mjukt	0-2,1	0-15
Mjukt	2,1-4,9	15-35
Medelhårt	4,9-9,8	35-70
Hårt	9,8-21	70-150
Mycket hårt	>21	>150

### 2.2.6. Kolsyra

I grundvatten finns ett visst innehåll av kolsyra. Den uppstår när koldioxid från biologiska markprocesser löser sig i vattnet. Kolsyra kan också bildas genom neutraliseringsprocesser i samband med vittring. Den lösta kolsyran kan betecknas som fri koldioxid som består av koldioxid och aggressiv koldioxid. Höga halter av aggressiv koldioxid ger ofta ett lågt pH. Det finns ofta högre halter aggressiv koldioxid i jordbrunnar än bergborrhållningar. Ett skyddande kalkskikt på rörledningarna är önskvärt eftersom det skyddar mot korrosion. Innehåller vattnet höga halter av aggressiv kolsyra löses kalkskiktet upp och korrosionsangrepp kan ske.

### 2.2.7. Korrosionsförmåga

Det kan uppstå korrosionsproblem i ledningar och distributionsanläggningar på grund av surt eller försurningspåverkat grundvatten. En försurningspåverkan kan öka vattnets korrosivitet eftersom alkaliniteten minskat och sulfathalten ökat. Det kan också leda till förhöjda halter av metaller i vattnet. Korrosion kan bland annat uppträda som allmän korrosion eller gropfrätning. Den allmänna korrosionen ger en jämn frätning vilket vanligen medför höga halter av metalljoner i vattnet. Gropfrätningen ger normalt inte lika höga metallkoncentrationer i vattnet men kan fräta sönder rören med läckage som följd.

Vattnet bedöms som korrosivt om:

pH < 7

alkalinitet < 60 mg HCO<sub>3</sub>/l

SO<sub>4</sub> > HCO<sub>3</sub>

Kalcium < 15 mg/l

## 2.3. Årstidsjämförelse

Vinter-, vår-, sommar- och höstprovtagningarna jämfördes med varandra, varje station och varje parameter för sig. Det testades statistiskt med variationsanalys (ANOVA) i programmet GraphPad InStat (version 3.01). Sammanlagt utfördes 484 test.

## 2.4. Salthaltsökning

För att se om det fanns någon signifikant ökning av salthalt (NaCl) i brunnarna gjordes linjär regression på parametrarna konduktivitet, klorid och natrium. Programmet som användes var GraphPad InStat (version 3.01) Vissa stationers parametrar var inte normalfördelade och logaritmerades därför innan regressionsanalysen genomfördes.

Med hjälp av kommunernas information om brunnarna och Sveriges Geologiska Undersöknings (SGU) brunnsarkiv togs X och Y koordinaterna ut för brunnarna. Tillsammans med information från vägverket om saltade vägar jämfördes salthalten i brunnarna sedan med brunnarnas avstånd till närmaste saltade väg och kusten för att se om den ökande salthalten eventuellt beror på vägsalt eller havsvatten. Med hjälp av geografiskt informationssystem (GIS) (ArcView version 3.2) ritades en cirkel ut med brunnen i centrum. Den saltade väg som cirkelns kant träffade först användes och sträckan dit mättes genom cirkelns radie. Samma metod användes för att mäta den närmaste sträckan till kusten. Vilka vägar som användes bestämdes av vägverkets driftstandardklasser. Indelningen i sex driftstandardklasser görs beroende på vägens trafikmängd och vägkategori. Klasserna är A1-A4 och B1-B2 där A1 har mest trafik och B2 minst. A-vägarna saltas och därför räknades alla vägar med driftstandardklasserna A1-A4 till dem som saltades.

## 2.5. Bedömningsgrunder övrigt

### 2.5.1. Konduktivitet

Konduktivitet är ett mått på vattnets elektriska ledningsförmåga och mäts i mS/m (tabell 5). Det är också ett mått på den totala mängden lösta salter i vattnet (vattnets jonstyrka) och stiger med ökad salthalt. Ett grundvatten med låg konduktivitet passerar oftast markskikt med låg buffringsförmåga och/eller låg vittringsbenägenhet, det vill säga försumningskänslig mark. Det kan också tyda på ett ytligt grundvatten med kort omsättningstid eller ytvattenpåverkan. Grundvatten med hög konduktivitet kan i kustnära områden tyda på påverkan från saltvatten (hög kloridhalt).

Tabell 6. Indelning som använts för att bedöma grundvattnets konduktivitet. (Naturvårdsverket 1999)

Benämning	Konduktivitet (mS/m)
Låg konduktivitet	<30
Måttlig konduktivitet	30-50
Relativt hög konduktivitet	50-70
Hög konduktivitet	70-100
Mycket hög konduktivitet	>100

### 2.5.2. Färgstyrka

Ett färgat vatten orsakas oftast av humusämnen eller förekomst av järn det innebär dock ingen hälsorisk men kan ha ett mindre tilltalande utseende. I utgående vatten från vattenverk är färgtal < 5 mg Pt/l önskvärt. Färgtal > 30 mg Pt/l tyder på innehåll av järn, mangan, humus eller andra organiska föreningar. I ytliga grundvatten med stort humus innehåll kan extremt höga färgtal (> 100 mg Pt/l) uppträda i råvatten, det finns dock inga bedömningsgrunder för vattenfärg i råvatten.



### 2.5.3. Aluminium

Aluminium är den vanligaste metallen i marken. Den ingår i silikatmineral men förekommer också bunden till markpartiklar och humusämnen. Aluminiumhalten i grundvatten är direkt pH-relaterad och aluminiumhalterna ökar dramatiskt vid  $\text{pH} < 5$ . Den normala Aluminiumhalten ligger under 0,2 mg/l medan halter över 0,5 mg/l är anmärkningsvärda och indikerar slamförekomst eller aluminiumutlösning på grund av sur nederbörd.

### 2.5.4. Järn

Järn i grundvattnet förekommer i löst form som tvåvärda joner ( $\text{Fe}^{2+}$ ), grundvatten som är ytligt kan dessutom innehålla järn bundet till humusämnen. Halterna järn i grundvatten är ofta låga, vid hög grundvattennivå och syrefattiga förhållanden kan det dock uppträda i högre halter. Det finns risk för slambildning i ledningsnätet vid halter  $> 0,1$  mg/l. I vatten från vattenverk är det önskvärt med  $< 0,05$  mg/l. Järn i grundvatten kan ge upphov till utfällningar, missfärgningar och smak, förekomsten av järn medför dock normalt ingen hälsorisk.

### 2.5.5. Mangan

Även halterna av mangan är normalt låga, det kan dock förekomma höga halter i urbergsbrunnar. I löst form förekommer mangan huvudsakligen i grundvatten med låg syrgashalt och lågt pH, men kan också precis som järn förekomma bundet till humusämnen. I vatten från vattenverk är det önskvärt med halter  $< 0,02$  mg/l. Höga halter kan leda till utfällning i ledningsnätet, missfärgningar och smakförändringar.

### 2.5.6. Natrium

Höga halter kan tyda på påverkan från salt(vatten), relict eller recent havsvatten alternativt vägsalt. Halter som överskrider 100 mg/l är anmärkningsvärda och vid halter  $> 200$  mg/l finns risk för smakförändringar.

### 2.5.7. Kalium

Om kalium förekommer i höga halter kan det tyda på föroreningar. Halter  $> 12$  mg/l är anmärkningsvärda.

### 2.5.8. Nitrat

Eftersom kväve till stor del tas upp av växterna förekommer det normalt endast låga halter nitrat i grundvattnet. Användningen av gödsel leder dock ofta till höga nitralthalter i grundvattnet men höga koncentrationer kan också bero på läckande avlopp. Nitralthalterna i grundvattnet varierar ofta med årstiderna på grund av att växternas kväveupptag är större under vegetationsperioden. I Västsverige överstiger dock tillförseln av nitrat växternas upptag vilket leder till en ökad passage av nitrat och vätejoner genom marken vilket i sin tur leder till kväveförsurning. I opåverkat grundvatten är nitratkoncentrationen lägre än 1 mg/l. Halter  $> 5$  mg/l kan indikera påverkan från avlopp, gödsling eller annan föroreningskälla. Renvatten med koncentrationer över 10 mg/l bör inte ges till barn under 1 år på grund av risk för methemoglobinemi (försämrad syreupptagning i blodet). (Tabell 7)

Tabell 7. Bedömning av grundvatten med avseende på kvävehalt (Naturvårdsverket 1999).

Klass	Benämning	$\text{NO}_3\text{-N}$ (mg/l)	Beskrivning
1	Mycket låg halt	$\leq 0,5$	Vanlig halt i skogsmark
2	Låg halt	0,5-1	
3	Måttlig halt	1-5	
4	Hög halt	5-10	Ej ovanlig halt i jordbruksbygd
5	Mycket hög halt	$> 10$	

### 2.5.9. Klorid

I grundvatten är vanligen kloridhalten låg (1-20 mg/l) (tabell 8). Saltvatten i brunnar har i huvudsak två olika ursprung, nutida inträngning av havsvatten och relict havsvatten, halterna kan även vara höga i områden med sedimentär berggrund. Den vanligaste orsaken till saltvatten i brunnar är förmodligen att de borrar för djupa och att det görs för stora uttag som medför saltvatten inträngning. Det har också visat sig att ursprunget till förhöjda kloridhalter i grundvattnet kan vara salt från halkbekämpning och dammbindning på vägar och från upplag. Höga kloridhalter (100 mg/l) i grundvattnet kan leda till korrosion på ledningar. Halter över 300 mg/l ger smakförändringar och begränsar därför användningen som dricksvatten. Höga kloridhalter åtföljs ofta av höga natriumhalter som kan innebära hälsoproblem för personer med högt blodtryck.

Tabell 8. Bedömning av grundvatten med avseende på kloridhalt (Naturvårdsverket 1999).

Klass	Benämning	Cl (mg/l)	Beskrivning
1	Låg halt	≤20	
2	Måttlig halt	20-50	
3	Relativt hög halt	50-100	
4	Hög halt	100-300	Risk för korrosionsangrepp på ledningar
5	Mycket hög halt	>300	Risk för smakförändringar

### 2.5.10. Fluorid

Grundvatten i Sverige har i allmänhet låga fluoridhalter. Fluoridhalten i grundvattnet beror framför allt på berggrunden och förekomsten av fluoridhaltiga mineral som flusspat kan lokalt ge höga fluoridhalter. Höga fluoridhalter kan också förekomma i djupa brunnar med mjukt vatten och högt pH. Fluorid anses ha en kariesförebyggande effekt. (Tabell 9)

Tabell 9. Effekterna av fluorid i grundvatten. (Länsstyrelsen i Kalmar län informerar 1993:7).

F (mg/l)	Beskrivning
<0,75	Vattnet ger ett begränsat kariesskydd.
>0,75	Vattnet har kariesförebyggande verkan.
1,3-1,5	Risk för tandemaljfläckar. Vattnet bör ej i större omfattning ges till barn under ½ års ålder.
1,5-4	Risk för tandemaljfläckar. Vattnet bör endast i begränsad omfattning ges till barn under 1 ½ års ålder.
4-6	Risk för tandemaljfläckar. Vattnet bör endast i begränsad omfattning ges till barn under 7 års ålder och endast vid enstaka tillfällen till barn under 1 ½ års ålder.
>6	Risk för fluorinlagring i benvävnad. Vattnet bör ej användas till dryck och livsmedelhantering.

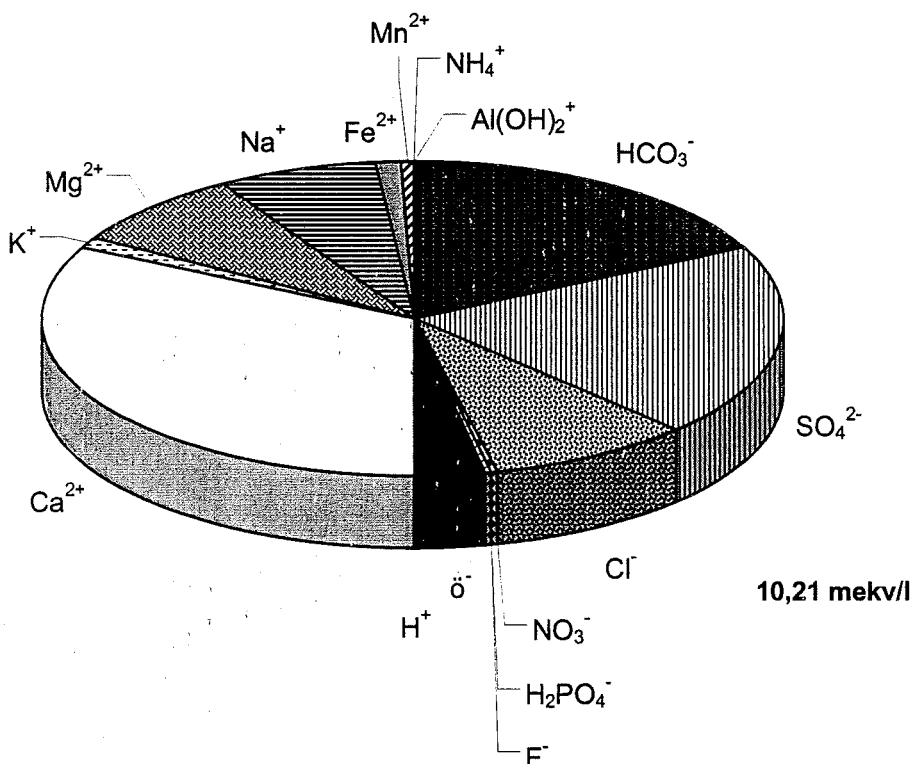
## 3. Resultat

### 3.1. Bedömning

Varje grundvattentäkt presenteras enskilt med en kort sammanfattande bedömning av grundvattnets egenskaper. I cirkeldiagrammen visas grundvattnets jonfördelning i procent och jonstyrkan i mekv/l (figur 2-23). Efter presentationerna av grundvattentäkterna följer en jämförelse mellan brunnarna i diagramform (figur 24-28). Jämförelserna görs med avseende på försurningspåverkan, pH, buffringsförmåga, totalhårdhet och konduktivitet. Medelvärdena för respektive brunns analyser redovisas i tabellform i bilaga 1. Sist i resultatdelen presenteras resultaten av årstidsjämförelsen och salthaltsökningen. De brunnar som uppvisar förändringar i salthalt redovisas i diagramform i bilaga 2. Tabeller över brunnarnas läge i förhållande till saltade vägar och kust redovisas i bilaga 3.

### 3.1.1. Bergkvara

<b>Kommun:</b>	Torsås	<b>Skyddsomr/vattendom:</b>	Ja/ja
<b>Brunnsbeteckning:</b>	Brunn 2	<b>Topografi:</b>	10 m ö h
<b>Brunnstyp/djup:</b>	Bergborra/54 m	<b>Normal grundvattennivå:</b>	ca 19 m u marknivå
<b>Anläggningsår:</b>	1971	<b>Plusnivå:</b>	- 9 m ö h
<b>Kapacitet/medeluttag:</b>	600/225 m <sup>3</sup> /dygn	<b>Berggrund:</b>	Sandsten (8-50 m) Grå granit (>50 m)
<b>Pumpens nivå:</b>	39 m u marknivå	<b>Jordart:</b>	Morän
<b>Driftförhållanden:</b>	20 h/dygn (uppsk)	<b>Markanv/omgivning:</b>	Jordbruksmark
<b>Provtagningspunkt:</b>	Kran i brunnsgropen		



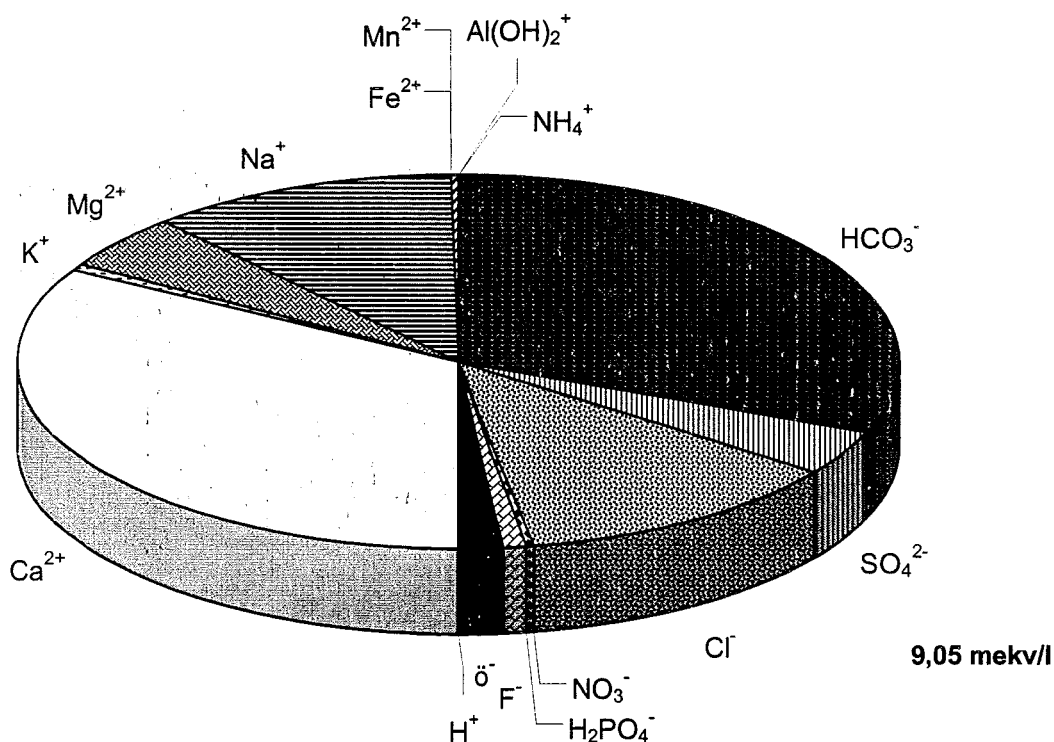
Figur 2. Joninnehåll i råvatten från Bergkvara.

#### Bedömning:

Grundvattnet är måttligt försurningspåverkat med en buffertförmåga som fortfarande är hög och ett neutralt pH. Eftersom vattnet dessutom är hårt bedöms risken för korrosion som liten. Konduktiviteten är måttlig. Färgtalet är relativt högt troligen på grund av den höga järnhalten. Fluoridhalten är så låg att den endast ger ett begränsat kariesskydd.

### 3.1.2. Gullabo

<b>Kommun:</b>	Torsås	<b>Skyddsomr/vattendom:</b>	-
<b>Brunnsbeteckning:</b>	Brunn 2	<b>Topografi:</b>	90 m ö h
<b>Brunnstyp/djup:</b>	Bergborra/150 m	<b>Normal grundvattennivå:</b>	ca 20 m u marknivå
<b>Anläggningsår:</b>	1986	<b>Plusnivå:</b>	+ 70 m ö h
<b>Kapacitet/medeluttag:</b>	35/20 m <sup>3</sup> /dygn	<b>Berggrund:</b>	Röd granit
<b>Pumpens nivå:</b>	42 m u marknivå	<b>Jordart:</b>	Morän
<b>Driftförhållanden:</b>	15-16 h/dygn (uppsk)	<b>Markanv/omgivning:</b>	Ängsmark, lövskog
<b>Provtagningspunkt:</b>	Kran i brunnsgropen		



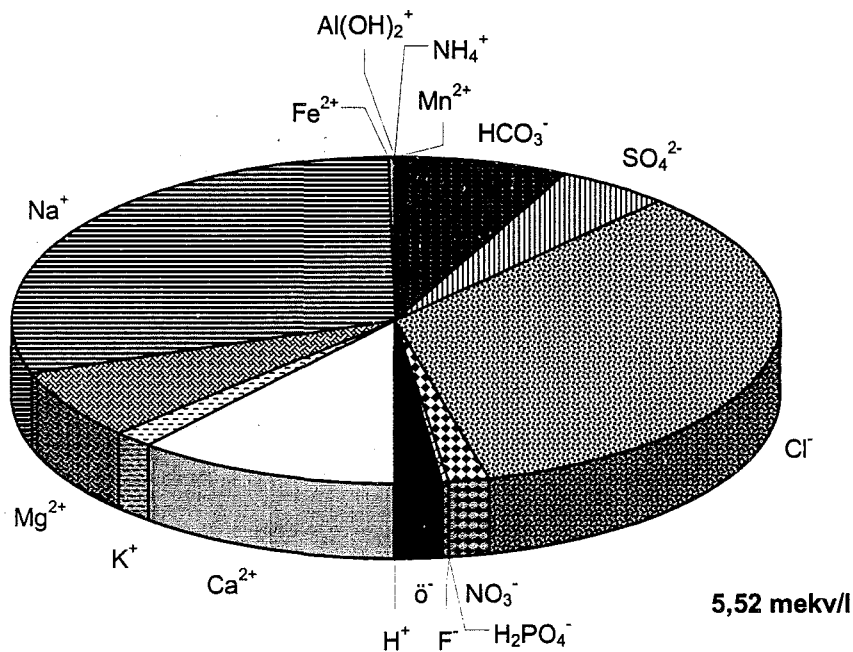
Figur 3. Joninnehåll i råvatten från Gullabo.

#### Bedömning:

Försurningspåverkan är måttlig och buffertförmågan är hög. Eftersom pH är neutralt och vattnet medelhårt är risken för korrosion låg. Konduktiviteten är måttlig liksom halten klorid. Fluoridhalten är så hög att det finns risk för tandemaljfläckar. Vattnet bör inte ges i någon större omfattning till barn under 1 ½ år ålder.

### 3.1.3. Broakulla

<b>Kommun:</b>	Emmaboda	<b>Skyddsomr/vattendom:</b>	Inre + yttre/nej
<b>Brunnsbeteckning:</b>	BB 1	<b>Topografi:</b>	155 m ö h
<b>Brunnstyp/djup:</b>	Grävd (ringsatt)/7 m	<b>Normal grundvattennivå:</b>	2,5-3,5 m u markytan
<b>Anläggningsår:</b>	1962	<b>Plusnivå:</b>	+ 152 m ö h
<b>Kapacitet/medeluttag:</b>	-/130 m <sup>3</sup> /dygn	<b>Berggrund:</b>	Granit
<b>Pumpens nivå:</b>	vid brunnsbotten	<b>Jordart:</b>	Grov morän/isälvsmat
<b>Driftförhållanden:</b>	15 h/dygn (uppsk)	<b>Markanv/omgivning:</b>	Skogsmark
<b>Provtagningspunkt:</b>	I vattenverket före mätare	<b>Övrigt:</b>	600 m ledning brunn-vattenverk



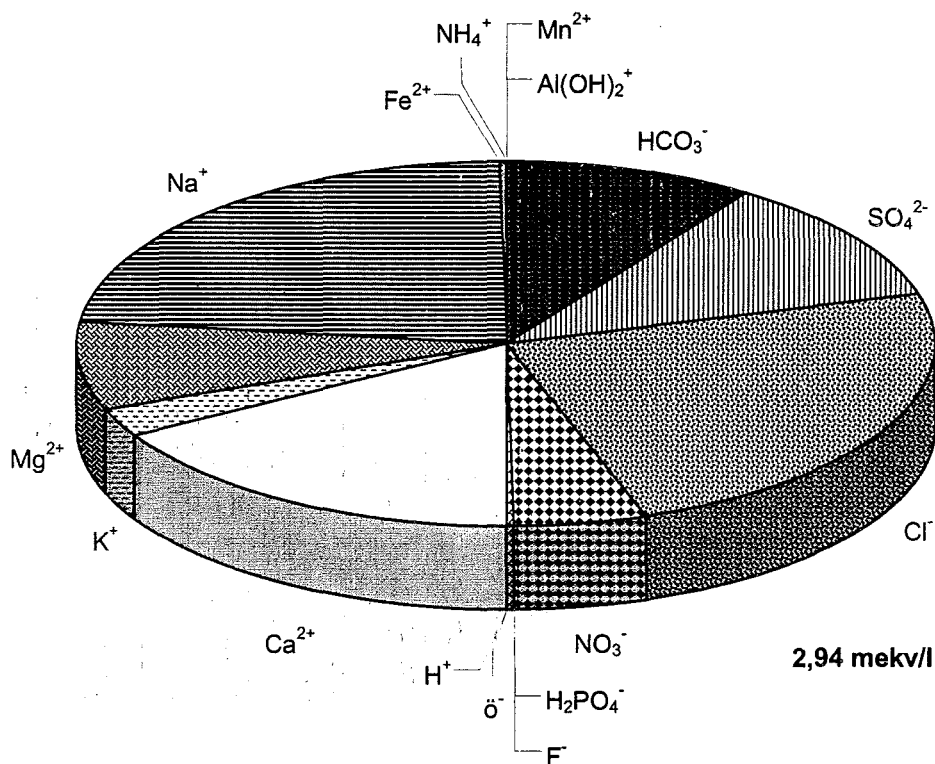
Figur 4. Joninnehåll i råvatten från Broakulla.

#### Bedömning:

Grundvattnet är starkt försurningspåverkat, surt och buffertförmågan är låg. På grund av det och det mjuka vattnet bedöms vattnet som korrosionsbenäget. Konduktiviteten är måttlig trots att kloridhalten är relativt hög. Fluoridhalten ger ett begränsat kariesskydd.

### 3.1.4. Eriksmåla

<b>Kommun:</b>	Emmaboda	<b>Skyddsomr/vattendom:</b>	-
<b>Brunnsbeteckning:</b>	BB 2	<b>Topografi:</b>	175 m ö h
<b>Brunnstyp/djup:</b>	Grusfilterbrunn/-	<b>Normal grundvattennivå:</b>	ca 5 m u markytan
<b>Anläggningsår:</b>	1976	<b>Plusnivå:</b>	+ 170 m ö h
<b>Kapacitet/medeluttag:</b>	430/155 m <sup>3</sup> /dygn	<b>Berggrund:</b>	Granit
<b>Pumpens nivå:</b>	-	<b>Jordart:</b>	Isälvsmaterial
<b>Driftförhållanden:</b>	10 h/dygn (uppsk)	<b>Markanv/omgivning:</b>	Skogsmark (tallskog)
<b>Provtagningspunkt:</b>	Kran i brunnsgropen		



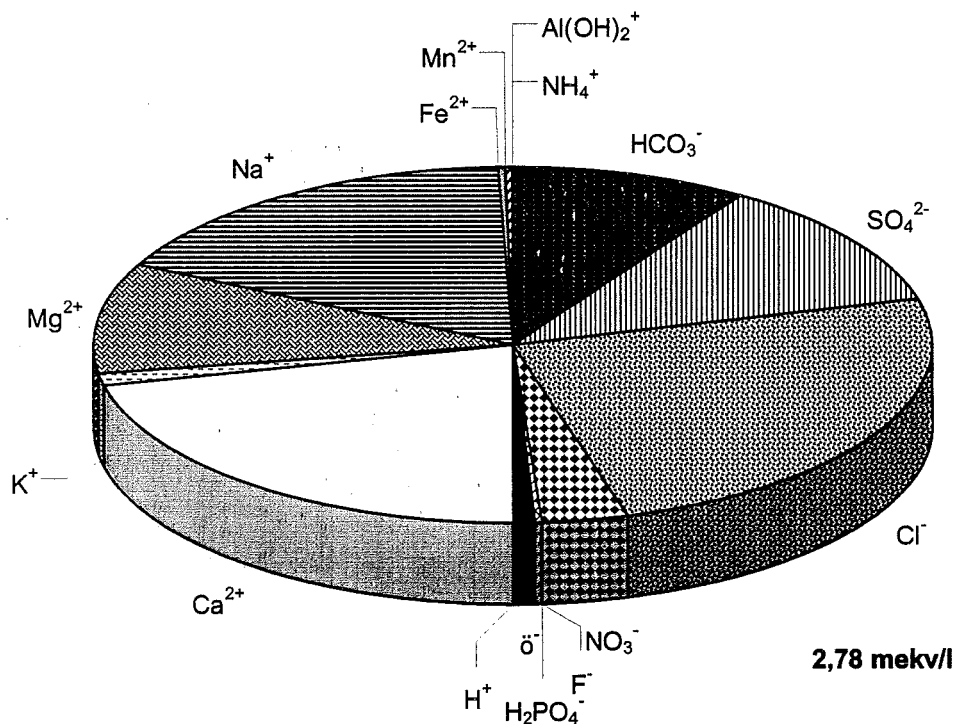
Figur 5. Joninnehåll i råvatten från Eriksmåla.

#### Bedömning:

Buffertförmågan är låg vilket gör att försurningspåverkan är mycket stark. Vattnet är surt och mycket mjukt vilket gör att det är korrosionsbenäget. Kloridhalten är måttlig och fluoridhalten är så låg att den endast ger ett begränsat kariesskydd.

### 3.1.5. Bäckebo

<b>Kommun:</b>	Nybro	<b>Provtagningspunkt:</b>	I vattenverket, ink ledn före mätare
<b>Brunnsbeteckning:</b>	Brunn 1	<b>Skyddsomr/vattendom:</b>	Nej/nej
<b>Brunnstyp/djup:</b>	Grävd (ringsatt)/5 m	<b>Topografi:</b>	81 m ö h
<b>Anläggningsår:</b>	1965	<b>Normal grundvattennivå:</b>	4 m u marknivå
<b>Kapacitet/medeluttag:</b>	95/25-30 m <sup>3</sup> /dygn	<b>Plusnivå:</b>	+ 77 m ö h
<b>Pumpens nivå:</b>	Vid brunnsbotten	<b>Berggrund:</b>	Röd granit
<b>Driftförhållanden:</b>	8-10 h/dygn (uppsk)	<b>Jordart:</b>	Isälvsmaterial
		<b>Markanv/omgivning:</b>	Tallskog
		<b>Övrigt:</b>	ca 200 m ledning brunn-vattenverk



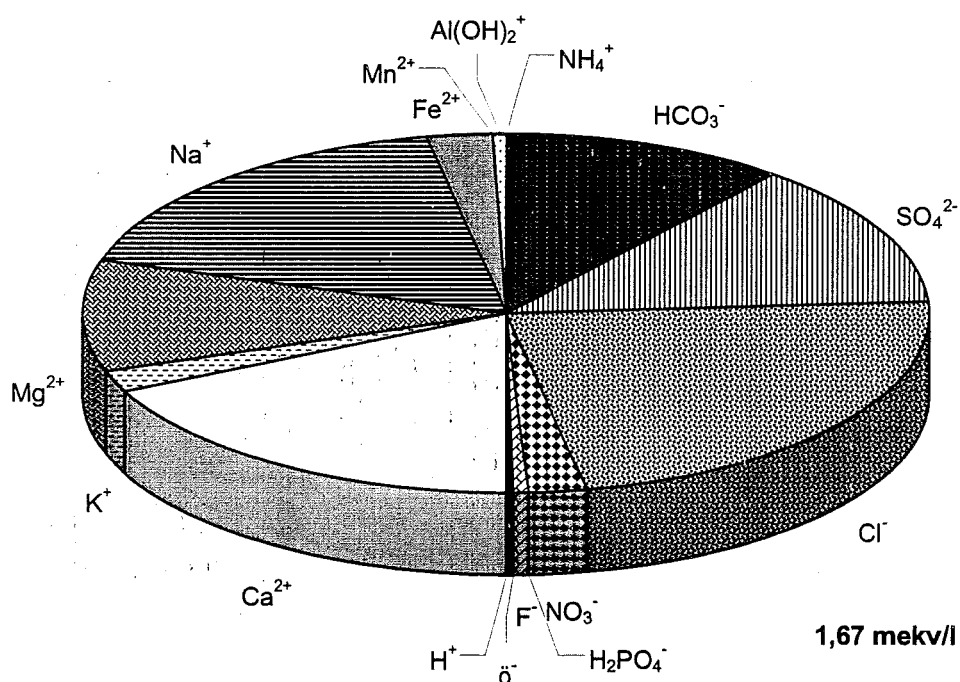
Figur 6. Joninnehåll i råvatten från Bäckebo.

#### Bedömning:

Vattnet är mycket starkt försurningspåverkat, surt och har låg buffertförmåga. Det tillsammans med det mjuka vattnet gör det korrosionsbenäget. Fluoridhalten ger ett begränsat karieskydd och kloridhalten är måttlig.

### 3.1.6. Orrefors

<b>Kommun:</b>	Nybro	<b>Skyddsomr/vattendom:</b>	Ja/ja
<b>Brunnsbeteckning:</b>	Brunn 2	<b>Topografi:</b>	167 m ö h
<b>Brunnstyp/djup:</b>	Grusfilter/9,3 m	<b>Normal grundvattennivå:</b>	2 m u marknivå
<b>Anläggningsår:</b>	1966	<b>Plusnivå:</b>	+ 165 m ö h
<b>Kapacitet/medeluttag:</b>	1700/350-400 m <sup>3</sup> /dygn	<b>Berggrund:</b>	Porfyr
<b>Pumpens nivå:</b>	6-7 m u markyta	<b>Jordart:</b>	Isälvsmaterial (morän)
<b>Driftförhållanden:</b>	8-10 h/dygn (uppsk)	<b>Markanv/omgivning:</b>	Tallskog
<b>Provtagningspunkt:</b>	Kran i brunnsöverbygg		



Figur 7. Joninnehåll i råvatten från Orrefors.

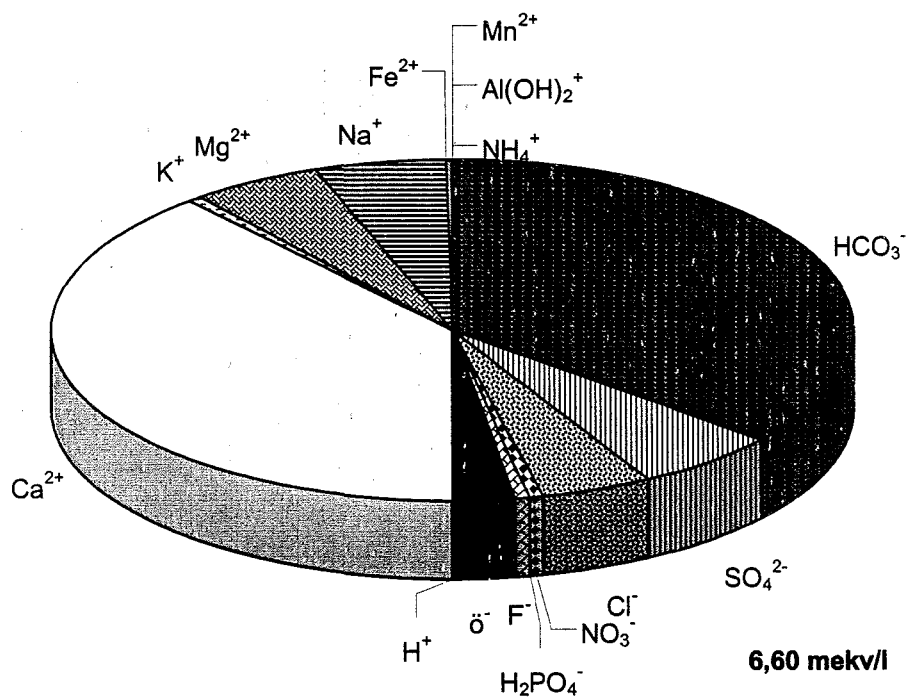
#### Bedömning:

Vattnet är mycket starkt försurningspåverkat med mycket låg buffertförmåga. Eftersom det är surt och mycket mjukt är det också korrosionsbenäget. Fluoridhalten ger endast ett begränsat kariesskydd.



### 3.1.7. Påryd

<b>Kommun:</b>	Kalmar	<b>Skyddsomr/vattendom:</b>	Nej/nej
<b>Brunnsbeteckning:</b>	Brunn 1	<b>Topografi:</b>	ca 75 m ö h
<b>Brunnstyp/djup:</b>	Bergborra/45 m	<b>Normal grundvattennivå:</b>	ca 5 m u markyta
<b>Anläggningsår:</b>	1967-1970	<b>Plusnivå:</b>	ca +70 m ö h
<b>Kapacitet/medeluttag:</b>	173/0 m <sup>3</sup> /dygn	<b>Berggrund:</b>	Troligen granit
<b>Pumpens nivå:</b>	ca 30 m	<b>Jordart:</b>	Troligen morän
<b>Driftförhållanden:</b>	Är 2:a brunn, används i princip inte	<b>Markanv/omgivning:</b>	Skogsmark, samhälle
<b>Provtagningspunkt:</b>	I vattenverk på ink ledn	<b>Övrigt:</b>	Vattenverket och brunnen tas ur ordinarie drift i maj 2002



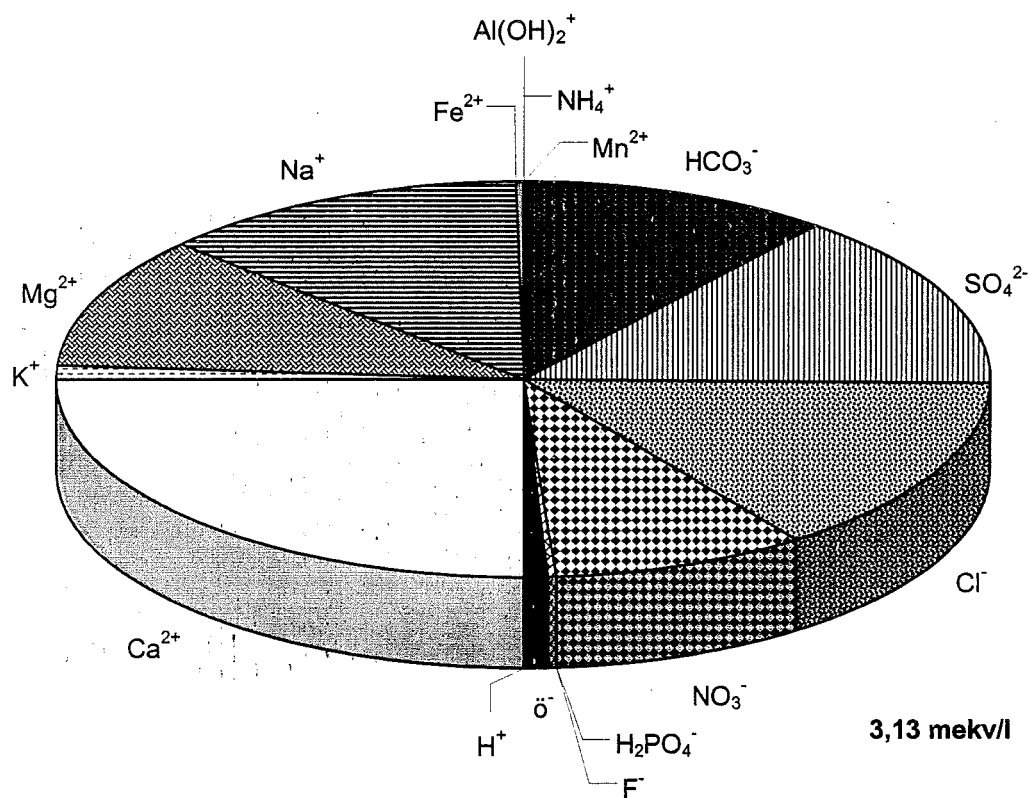
Figur 8. Joninnehåll i råvatten från Påryd.

#### Bedömning:

Buffertförmågan är hög vilket gör försurningspåverkan måttlig. Vattnet är neutralt och medelhårt vilket gör risken för korrosion liten. Den kariesförebyggande verkan är begränsad på grund av den låga fluoridhalten.

### 3.1.8. Tvärskog

<b>Kommun:</b>	Kalmar	<b>Skyddsomr/vattendom:</b>	Nej
<b>Brunnsbeteckning:</b>	Brunn 2	<b>Topografi:</b>	53 m ö h
<b>Brunnstyp/djup:</b>	Bergborra/113 m	<b>Normal grundvattennivå:</b>	-
<b>Anläggningsår:</b>	1980	<b>Plusnivå:</b>	-
<b>Kapacitet/medeluttag:</b>	260/75 m <sup>3</sup> /dygn	<b>Berggrund:</b>	-
<b>Pumpens nivå:</b>	89 m u marknivå	<b>Jordart:</b>	Grus ca 13 m
<b>Driftförhållanden:</b>	Intermittent	<b>Markanv/omgivning:</b>	Skogsmark
<b>Provtagningspunkt:</b>	På ink ledning i vattenverket		



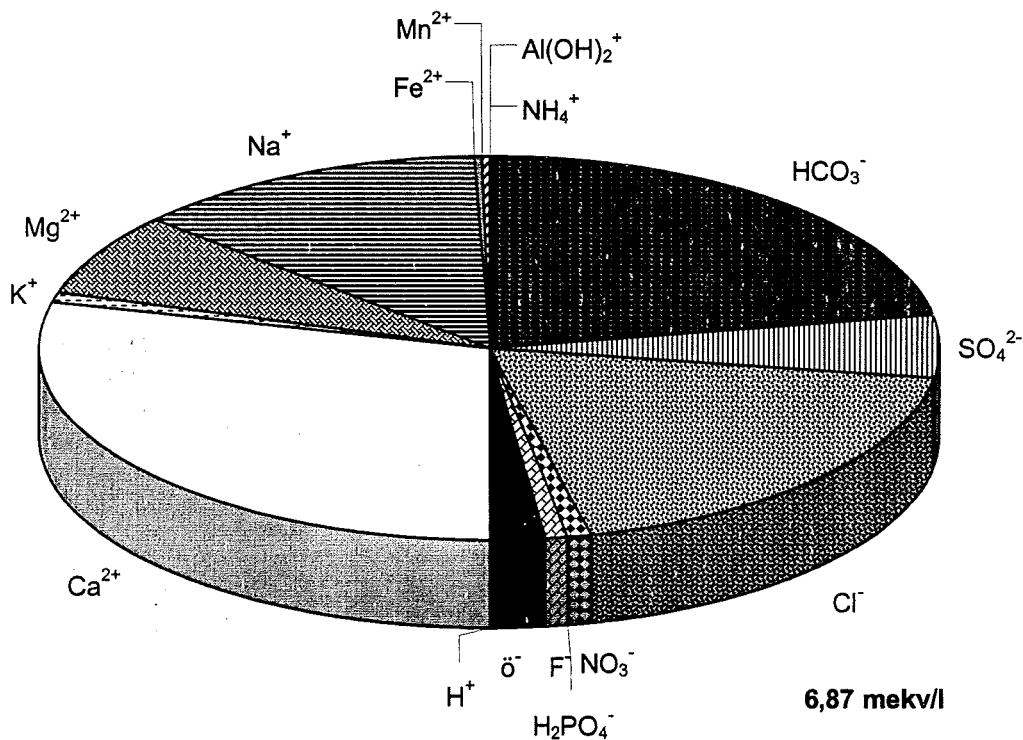
Figur 9. Joninnehåll i råvatten från Tvärskog.

#### Bedömning:

Buffertförmågan är låg vilket ger en stark försurningspåverkan. Vattnet är mjukt och surt vilket ger risk för korrosion. Fluoridhalten ger begränsat kariesskydd. Nitrathalten kan indikera påverkan från avlopp, gödsling eller annan föroreningskälla.

### 3.1.9. Björkshult

<b>Kommun:</b>	Högsby	<b>Provtagningspunkt:</b>	På ink ledning i vattenverket
<b>Brunnsbeteckning:</b>	Brunn 2	<b>Skyddsomr/vattendom:</b>	Yttre/nej
<b>Brunnstyp/djup:</b>	Bergborra/100 m	<b>Topografi:</b>	168,5 m ö h
<b>Anläggningsår:</b>	1962	<b>Normal grundvattennivå:</b>	-
<b>Kapacitet/medeluttag:</b>	120 (2 brunnar)/ca 15 m <sup>3</sup> /dygn	<b>Plusnivå:</b>	-
<b>Pumpens nivå:</b>	ca 80 m u markytan	<b>Berggrund:</b>	-
<b>Driftförhållanden:</b>	ca 5 h/dygn (uppsk)	<b>Jordart:</b>	Morän
		<b>Markanv/omgivning:</b>	Skogsmark



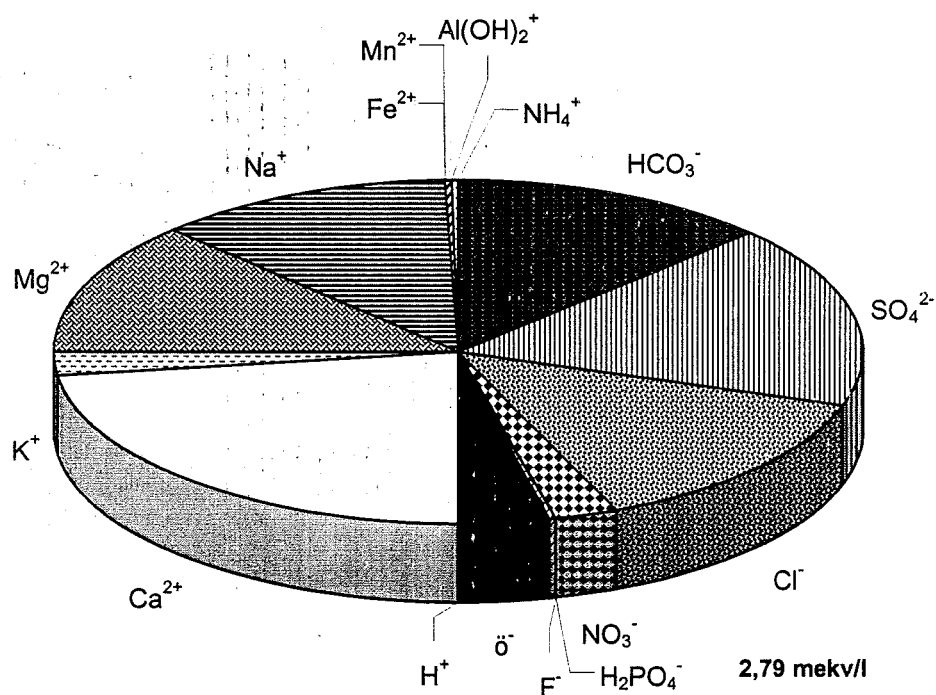
Figur 10. Joninnehåll i råvatten från Björkshult.

#### Bedömning:

Försumningspåverkan är måttlig, buffertförmågan hög och pH neutralt. Vattnet är medelhårt och risken för korrosion liten. Konduktiviteten och kloridhalten är måttlig och fluoridhalten har kariesförebyggande verkan.

### 3.1.10. Fågelfors

<b>Kommun:</b>	Högsby	<b>Provtagningspunkt:</b>	I vattenverk efter uppfodringspump
<b>Brunnsbeteckning:</b>	-	<b>Skyddsomr/vattendom:</b>	Brunnsomr+yttre/ Nej
<b>Brunnstyp/djup:</b>	Grävd (ringar)/6,5 m	<b>Topografi:</b>	106 m ö h
<b>Anläggningsår:</b>	1953	<b>Normal grundvattennivå:</b>	ca 4 m u markyta
<b>Kapacitet/medeluttag:</b>	690/150 m <sup>3</sup> /dygn	<b>Plusnivå:</b>	+ 101 m ö h
<b>Pumpens nivå:</b>	pump i vattenverket	<b>Berggrund:</b>	-
<b>Driftförhållanden:</b>	10 h/dygn (uppsk)	<b>Jordart:</b>	Sand/grus
		<b>Markanv/omgivning:</b>	Jordbruksmark



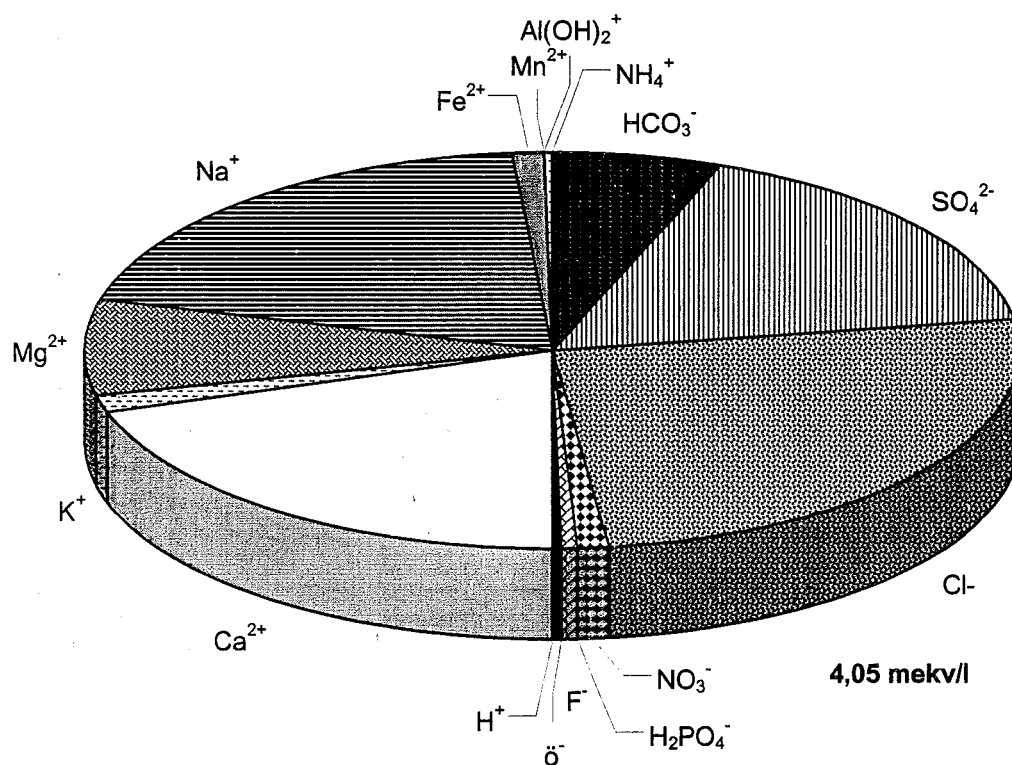
Figur 11. Joninnehåll i råvatten från Fågelfors.

#### Bedömning:

Grundvattnets försurningspåverkan är stark eftersom buffertförmågan är låg. Vattnet är surt och mjukt vilket gör det korrosionsbenäget. Fluoridhalten ger endast begränsat karieskydd.

### 3.1.11. Sandbäckshult

<b>Kommun:</b>	Mönsterås	<b>Provtagningspunkt:</b>	Direkt i brunnen
<b>Brunnsbeteckning:</b>	Brunn 3	<b>Skyddsomr/vattendom:</b>	Inre+yttre/ja
<b>Brunnstyp/djup:</b>	Grävd/5 m	<b>Topografi:</b>	40,8 m ö h
<b>Anläggningsår:</b>	1972-73	<b>Normal grundvattennivå:</b>	2,8 m u marknivå
<b>Kapacitet/medeluttag:</b>	-/280 m <sup>3</sup> /dygn	<b>Plusnivå:</b>	+ 38 m ö h
<b>Pumpens nivå:</b>	0,8 m ö botten	<b>Berggrund:</b>	-
<b>Driftförhållanden:</b>	16 h/dygn (uppsk)	<b>Jordart:</b>	Isälvsgrus
		<b>Markanv/omgivning:</b>	Schaktad grusås



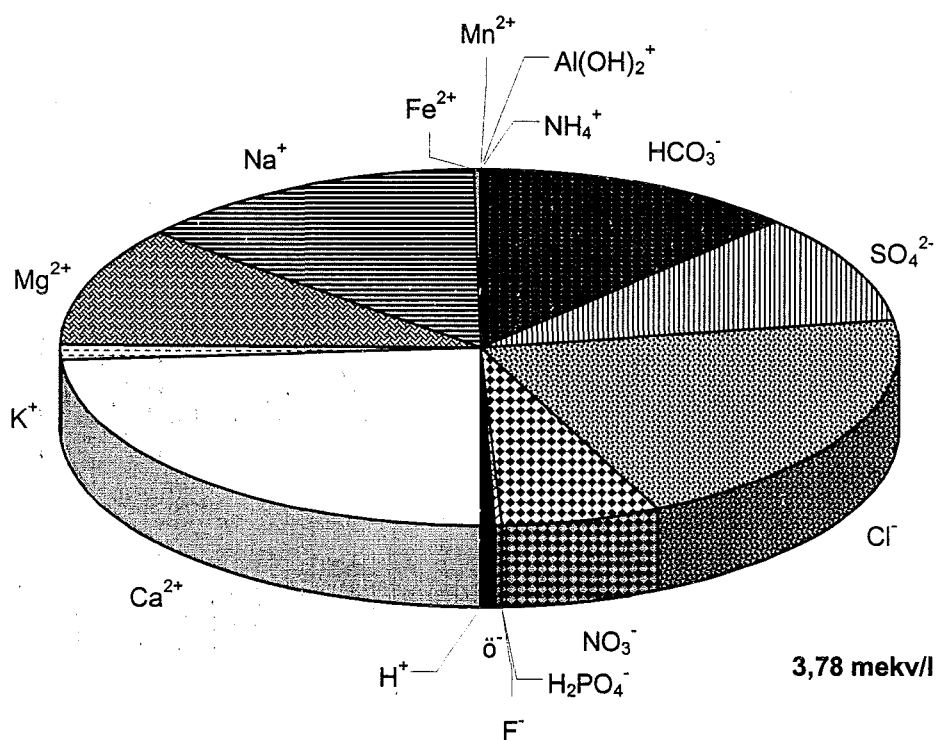
Figur 12. Joninnehåll i råvatten från Sandbäckshult.

#### Bedömning:

Försurningspåverkan är mycket stark. Buffertförmågan är låg och grundvattnet bedöms som surt. Det och att vattnet är mjukt ger hög korrosionsbenägenhet. Kloridhalten är måttlig och fluoridhalten ger ett begränsat kariesskydd.

### 3.1.12. Bockara

<b>Kommun:</b>	Oskarshamn	<b>Skyddsomr/vattendom:</b>	Inre+yttre/-
<b>Brunnsbeteckning:</b>	Brunn 1	<b>Topografi:</b>	85 m ö h
<b>Brunnstyp/djup:</b>	Grusfilter/8 m	<b>Normal grundvattennivå:</b>	ca 5 m u marknivå
<b>Anläggningsår:</b>	1978	<b>Plusnivå:</b>	+ 79-80 m ö h
<b>Kapacitet/medeluttag:</b>	1400/200 m <sup>3</sup> /dygn	<b>Berggrund:</b>	Granit
<b>Pumpens nivå:</b>	6 m u markyta	<b>Jordart:</b>	Isälvsmaterial
<b>Driftsförhållanden:</b>	3-8 h/dygn (uppsk)	<b>Markanv/omgivning:</b>	Odlad mark/skogsmark
<b>Provtagningspunkt:</b>	Kran i brunnsöverbygg		



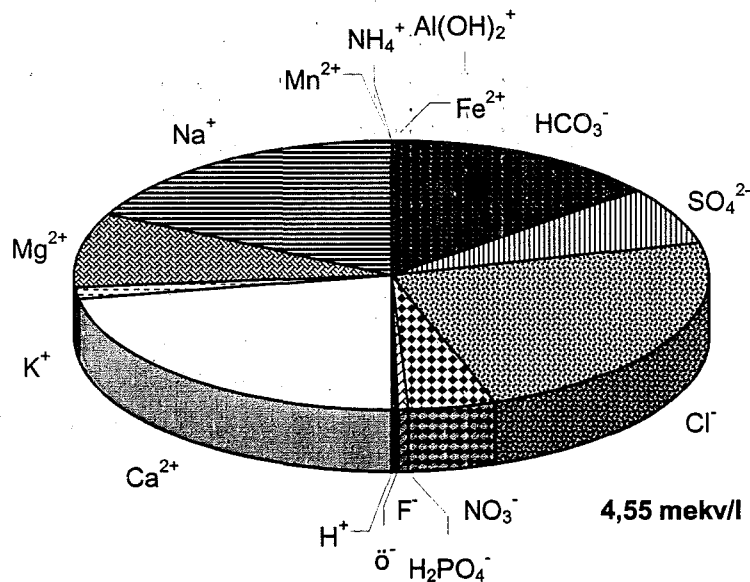
Figur 13. Joninnehåll i råvatten från Bockara.

#### Bedömning:

Försurningspåverkan är stark, buffringsförmågan låg och vattnet surt. Korrosionsbenägenheten bedöms som hög eftersom vattnet dessutom är mjukt. Fluoridet i vattnet ger ett begränsat kariesskydd. Nitrathalten indikerar påverkan från avlopp, gödsling eller annan föroreningskälla.

### 3.1.13. Fårbo

<b>Kommun:</b>	Oskarshamn	<b>Topografi:</b>	-
<b>Brunnsbeteckning:</b>	Brunn 1	<b>Normal grundvattennivå:</b>	+ 25 m
<b>Brunnstyp/djup:</b>	Rörfilterbr/16 m	<b>Plusnivå:</b>	+ 16,90 är brunnens botten
<b>Anläggningsår:</b>	1977	<b>Berggrund:</b>	-
<b>Kapacitet/medeluttag:</b>	410 m <sup>3</sup> /dygn	<b>Jordart:</b>	Sand
<b>Pumpens nivå:</b>	13 m	<b>Markanv/omgivning:</b>	Skog och jordbruksmark berörd av skyddsområdet
<b>Driftförhållanden:</b>	Används varannan månad	<b>Övrigt:</b>	Vattenv förses varannan månad med vatten från en närliggande brunn – Brunn 2
<b>Provtagningspunkt:</b>	På ledn i vattenv		
<b>Skyddsomr/vattendom:</b>	Skyddsomr fastställt 1971 men ett förslag är under prövning. Dom A39/1954, A26/1968		



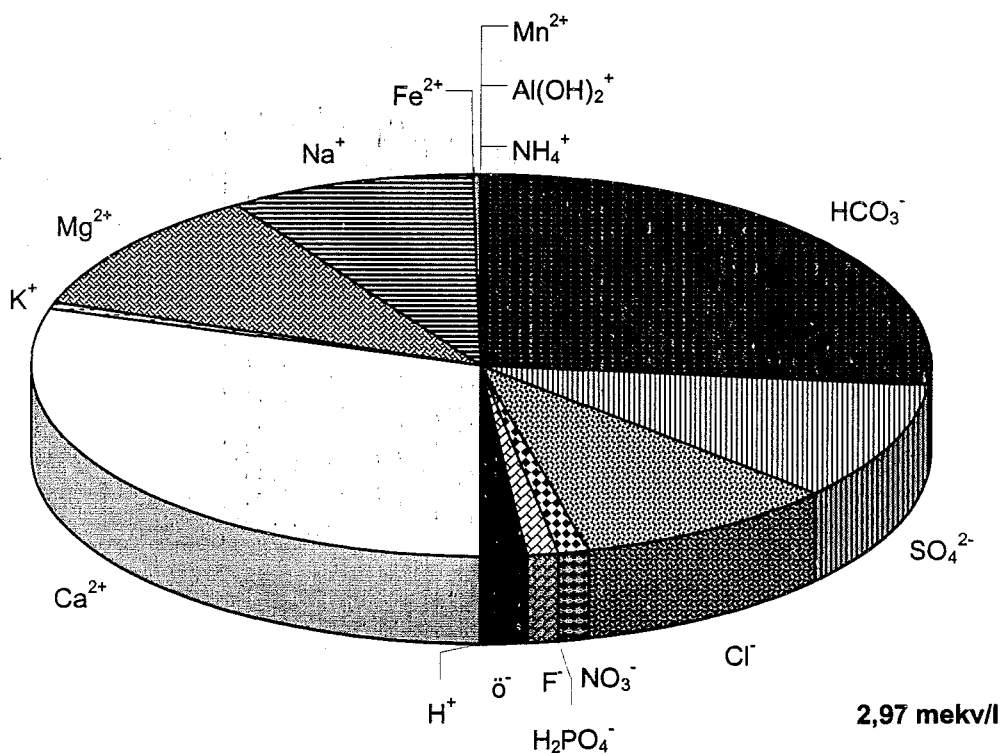
Figur 14. Joninnehåll i råvatten från Fårbo.

#### Bedömning:

Försurningspåverkan är påtaglig och vattnet bedöms som surt. Buffringsförmågan är måttlig och vattnet mjukt. Risken för korrosion är hög. Kloridhalten är måttlig och nitrathalten indikerar påverkan från avlopp, gödsling eller annan föroreningskälla. Fluoridhalten ger endast ett begränsat kariesskydd.

### 3.1.14. Nya Nedsjön

<b>Kommun:</b>	Hultsfred	<b>Skyddsomr/vattendom:</b>	Inre+yttre/ja
<b>Brunnsbeteckning:</b>	8801	<b>Topografi:</b>	104 m ö h
<b>Brunnstyp/djup:</b>	Grusfilter/32 m	<b>Normal grundvattennivå:</b>	ca 4 m u marknivå
<b>Anläggningsår:</b>	1988	<b>Plusnivå:</b>	+ 100 m ö h
<b>Kapacitet/medeluttag:</b>	4300/2000 m <sup>3</sup> /dygn	<b>Berggrund:</b>	-
<b>Pumpens nivå:</b>	12 m u markyta	<b>Jordart:</b>	Isälvsmaterial
<b>Driftförhållanden:</b>	10-12 h/dygn	<b>Markanv/omgivning:</b>	Tallskog
<b>Provtagningspunkt:</b>	Kran i brunnsöverbygg		



Figur 15. Joninnehåll i råvatten från Nya Nedsjön.

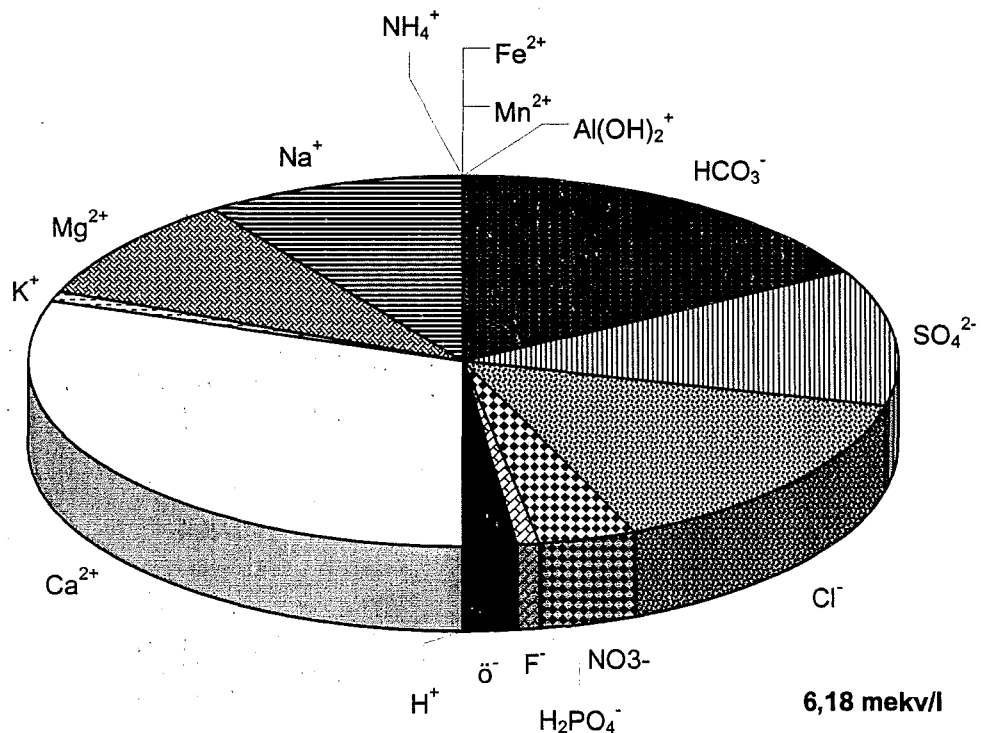
#### Bedömning:

Försurningspåverkan i grundvattnet är påtaglig och buffertförmågan måttlig. Vattnet är neutralt och mjukt och det kan finnas en liten risk för korrosion. Kloridhalten och konduktiviteten är låg och fluoridhalten ger endast ett begränsat karieskydd.



### 3.1.15. Skillingarum

<b>Kommun:</b>	Vimmerby	<b>Provtagningspunkt:</b>	I pumprum
<b>Brunnsbeteckning:</b>	BR 5	<b>Skyddsomr/vattendom:</b>	Ja 1978
<b>Brunnstyp/djup:</b>	Bergborra (sprängd)/18 m	<b>Topografi:</b>	+108 m ö h
<b>Anläggningsår:</b>	1966	<b>Normal grundvattennivå:</b>	6 m u marknivå
<b>Kapacitet/medeluttag:</b>	760/450m <sup>3</sup> /dygn	<b>Plusnivå:</b>	+102 m ö h
<b>Pumpens nivå:</b>	16,5 m	<b>Berggrund:</b>	Sprucket berg
<b>Driftförhållanden:</b>	Nivåstyrd	<b>Jordart:</b>	Grus, pinnmo
		<b>Markanv/omgivning:</b>	Inre industriomr



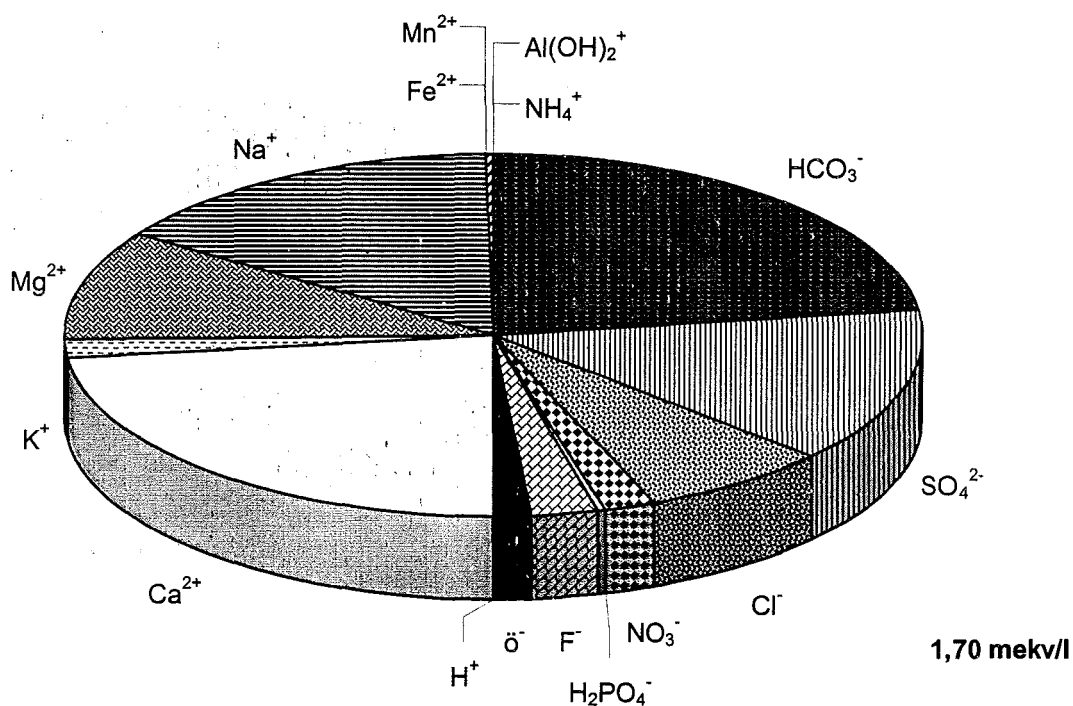
Figur 16. Joninnehåll i råvatten från Skillingarum.

#### Bedömning:

Försurningspåverkan är måttlig men buffertförmågan är fortfarande hög. Korrosionsbenägenheten är låg eftersom vattnet är neutralt och medelhårt. Konduktiviteten och kloridhalten är måttlig och fluoridhalten har kariesförebyggande verkan. Nitrathalten indikerar påverkan från avlopp, gödsling eller annan föroreningskälla.

### 3.1.16. Rumskulla

<b>Kommun:</b>	Vimmerby	<b>Skyddsomr/vattendom:</b>	Ja
<b>Brunnsbeteckning:</b>	-	<b>Topografi:</b>	139 m ö h
<b>Brunnstyp/djup:</b>	Grävd m ringar/-	<b>Normal grundvattennivå:</b>	2 m u marknivå
<b>Anläggningsår:</b>	1964	<b>Plusnivå:</b>	+ 137 m ö h
<b>Kapacitet/medeluttag:</b>	90/35 m <sup>3</sup> /dygn	<b>Berggrund:</b>	-
<b>Pumpens nivå:</b>	Torruppställd Uttag: 4 m u mark	<b>Jordart:</b>	Isälvsmaterial
<b>Driftförhållanden:</b>	Kontinuerlig	<b>Markanv/omgivning:</b>	Skogsmark (tallskog)
<b>Provtagningspunkt:</b>	Kran på ink ledn i vattenverket	<b>Övrigt:</b>	ca 15 m ledning brunn-vattenverk



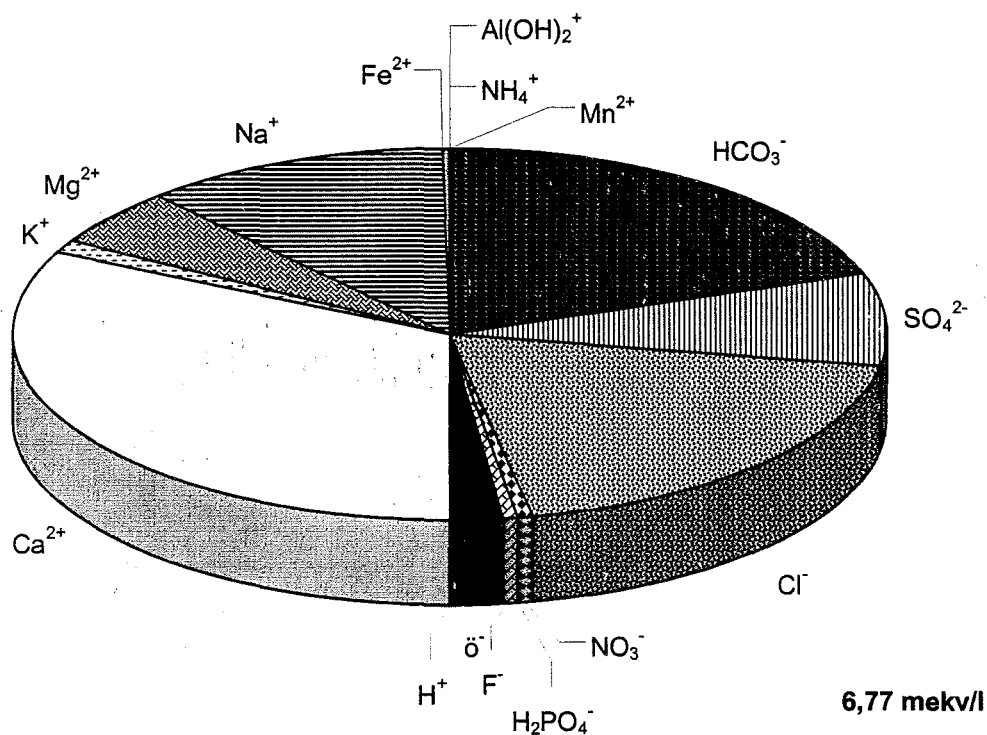
Figur 17. Joninnehåll i råvatten från Rumskulla.

#### Bedömning:

Buffertförmågan är låg och försurningspåverkan stark, vattnet är dock fortfarande neutralt. Eftersom vattnet är mjukt finns det en viss risk för korrosion. Fluoridhalten har kariesförebyggande verkan.

### 3.1.17. Överum

<b>Kommun:</b>	Västervik	<b>Skyddsomr/vattendom:</b>	Ja
<b>Brunnsbeteckning:</b>	Brunn 2	<b>Topografi:</b>	-
<b>Brunnstyp/djup:</b>	Grusfilter/6 m	<b>Normal grundvattennivå:</b>	+ 33 m ö h
<b>Anläggningsår:</b>	1978	<b>Plusnivå:</b>	+ 33 m ö h
<b>Kapacitet/medeluttag:</b>	500/380 m <sup>3</sup> /dygn	<b>Berggrund:</b>	-
<b>Pumpens nivå:</b>	5 m u marknivå	<b>Jordart:</b>	Isälvsmaterial
<b>Driftsförhållanden:</b>	Intermittenta	<b>Markanv/omgivning:</b>	Lövskog/ Hagmark, 15 m till sjö
<b>Provtagningspunkt:</b>	Kran i brunnsgrop		



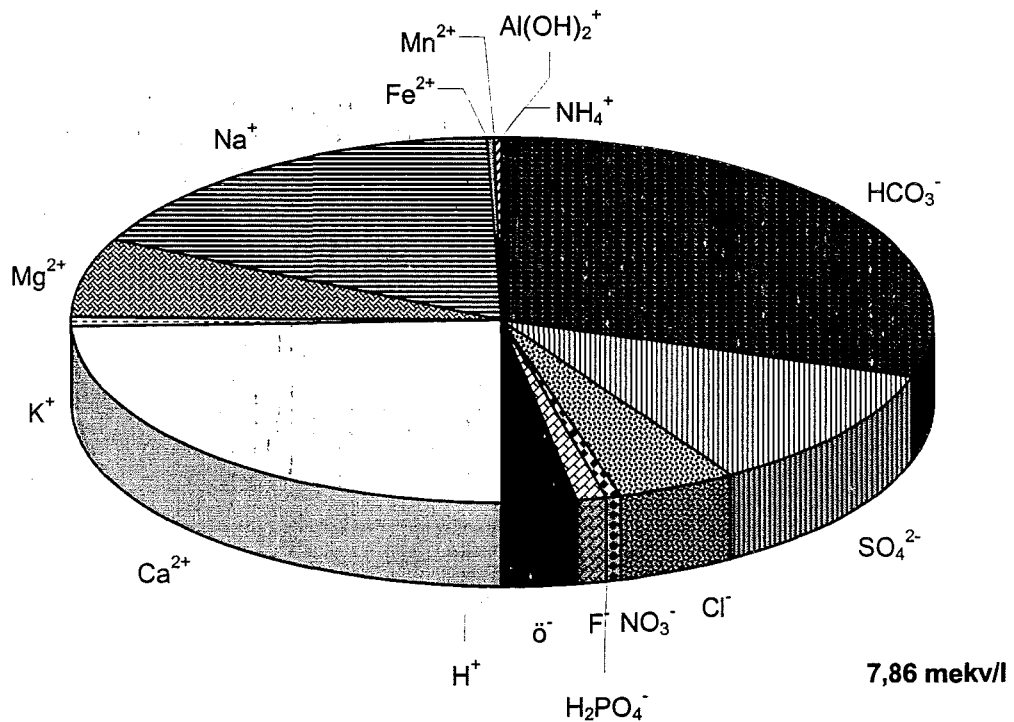
Figur 18. Joninnehåll i råvatten från Överum.

#### Bedömning:

Försurningspåverkan på grundvattnet är måttlig, buffertförmågan är dock hög och vattnet svagt basiskt och medelhårt. Det gör att det inte finns någon risk för korrosion. Kloridhalten och konduktiviteten är måttlig och fluoridhalten har kariesförebyggande verkan.

### 3.1.18. Blankaholm

<b>Kommun:</b>	Västervik	<b>Skyddsomr/vattendom:</b>	Nej
<b>Brunnsbeteckning:</b>	P 4	<b>Topografi:</b>	-
<b>Brunnstyp/djup:</b>	Bergborra/64 m	<b>Normal grundvattennivå:</b>	+ 19 m ö h
<b>Anläggningsår:</b>	1981	<b>Plusnivå:</b>	+ 19 m ö h
<b>Kapacitet/medeluttag:</b>	130-160/80 m <sup>3</sup> /dygn	<b>Berggrund:</b>	Röd granit
<b>Pumpens nivå:</b>	48 m u marknivå	<b>Jordart:</b>	Sand
<b>Driftsförhållanden:</b>	Intermittenta	<b>Markanv/omgivning:</b>	Åkermark, berg/skogsmark
<b>Provtagningspunkt:</b>	Kran i brunnsgrop		



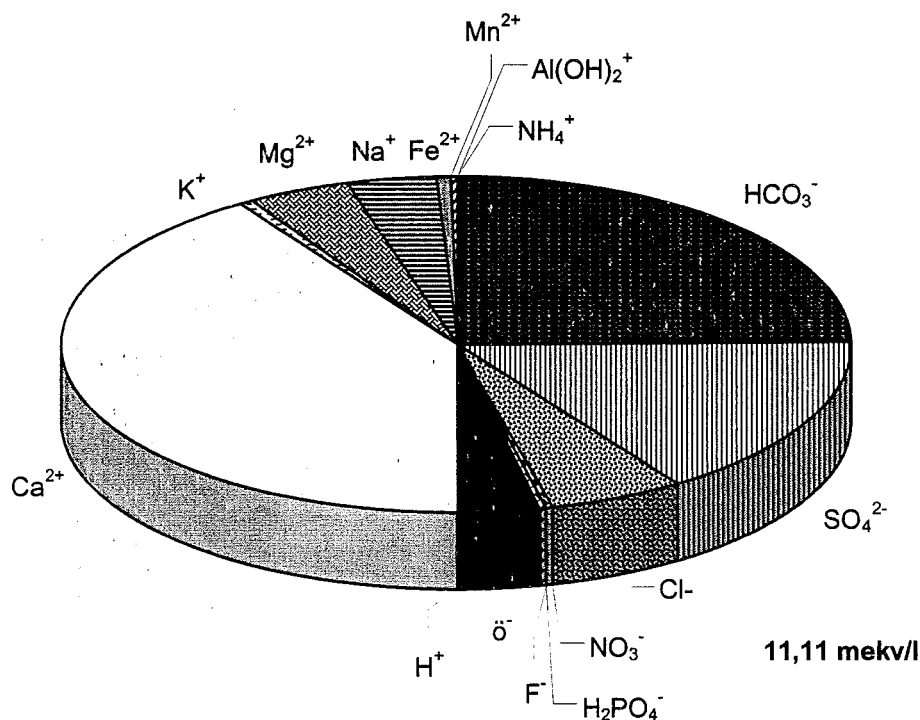
Figur 19. Joninnehåll i råvatten från Blankaholm.

#### Bedömning:

Försumningspåverkan är måttlig men eftersom buffertförmågan är hög är vattnet svagt basiskt. Vattnet är medelhårt och det finns ingen risk för korrosion. Konduktiviteten är måttlig, kloridhalten låg medan fluoridet i vattnet kan ge tandemaljfläckar och bör endast i begränsad omfattning ges till barn under 1 ½ års ålder.

### 3.1.19. Köpingsvik

<b>Kommun:</b>	Borgholm	<b>Skyddsomr/vattendom:</b>	Ja/-
<b>Brunnsbeteckning:</b>	FB 4	<b>Topografi:</b>	29,5 m ö h
<b>Brunnstyp/djup:</b>	Filterbrunn/-	<b>Normal grundvattennivå:</b>	ca 3,5 m u marknivå
<b>Anläggningsår:</b>	1974	<b>Plusnivå:</b>	+ 26 m ö h
<b>Kapacitet/medeluttag:</b>	500/150 m <sup>3</sup> /dygn	<b>Berggrund:</b>	-
<b>Pumpens nivå:</b>	5 m ö botten	<b>Jordart:</b>	Sand
<b>Driftsförhållanden:</b>	Kontinuerlig	<b>Markanv/omgivning:</b>	Skogsmark
<b>Provtagningspunkt:</b>	Kran i nedstigningsbrunn		



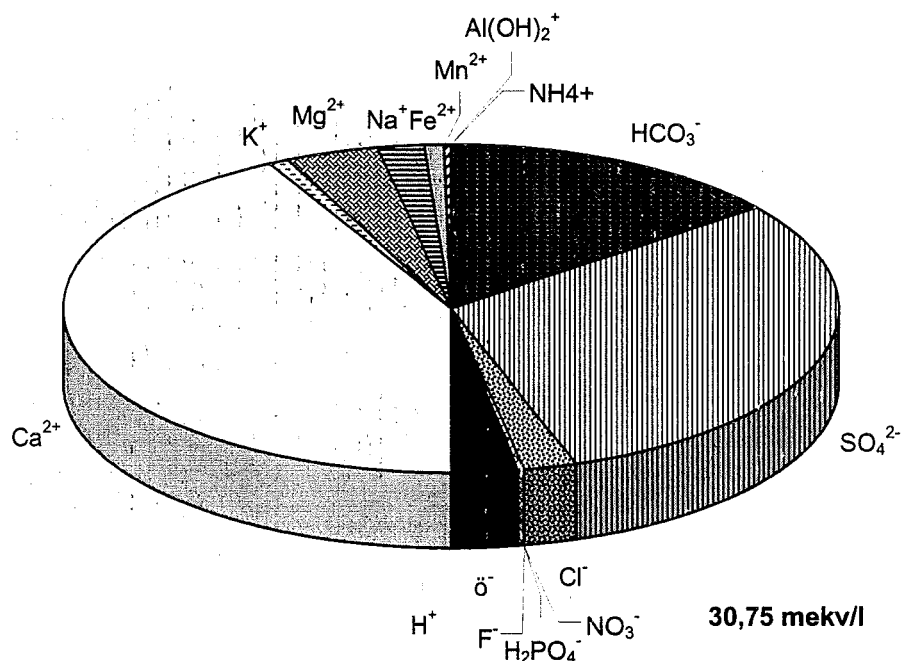
Figur 20. Joninnehåll i råvatten från Köpingsvik.

#### Bedömning:

Buffringsförmågan är hög, vattnet neutralt och försurningspåverkan måttlig. Vattnet är hårt och är inte korrosionsbenäget. Konduktiviteten är relativt hög och fluoridhalten ger ett begränsat kariesskydd.

### 3.1.20. Löttorp

<b>Kommun:</b>	Borgholm	<b>Skyddsomr/vattendom:</b>	Ja/-
<b>Brunnsbeteckning:</b>	FB 1	<b>Topografi:</b>	6 m ö h
<b>Brunnstyp/djup:</b>	Filterbrunn/-	<b>Normal grundvattennivå:</b>	2 m u marknivå
<b>Anläggningsår:</b>	1984	<b>Plusnivå:</b>	+ 4 m ö h
<b>Kapacitet/medeluttag:</b>	1032/250-300 m <sup>3</sup> /dygn	<b>Berggrund:</b>	-
<b>Pumpens nivå:</b>	- 1,5 m	<b>Jordart:</b>	Sand-morän
<b>Driftförhållanden:</b>	Dagligen	<b>Markanv/omgivning:</b>	Skogsmark (åker)
<b>Provtagningspunkt:</b>	Kran i brunnsöverbygg		



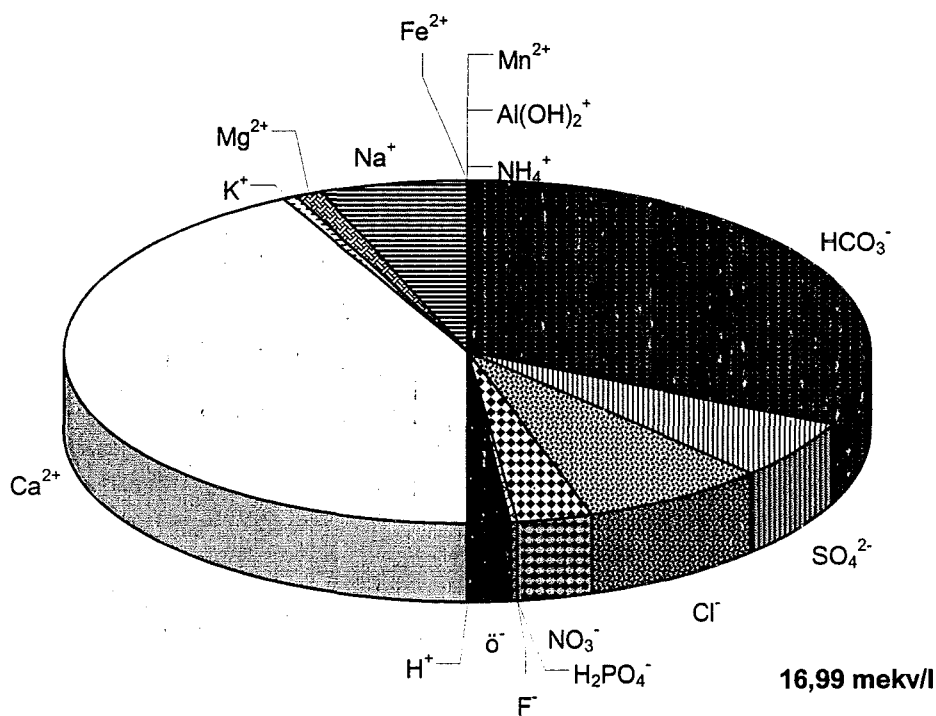
Figur 21. Joninnehåll i råvatten från Löttorp.

#### Bedömning:

Eftersom buffertförmågan är mycket hög är försurningspåverkan ingen eller obetydlig. Vattnet är neutralt och mycket hårt och inte korrosionsbenäget. Konduktiviteten är mycket hög och kloridhalten måttlig. Färgtalet är relativt högt troligen på grund av den höga järnhalten. Fluoridet i vattnet har kariesförebyggande verkan. Sulfathalten är så hög att den kan ge övergående diarré hos känsliga barn.

### 3.1.21. Tveta

<b>Kommun:</b>	Mörbylånga	<b>Skyddsomr/vattendom:</b>	Ja
<b>Brunnsbeteckning:</b>	320	<b>Topografi:</b>	37 m ö h
<b>Brunnstyp/djup:</b>	Grävd/5 m	<b>Normal grundvattennivå:</b>	1 m u marknivå
<b>Anläggningsår:</b>	1969	<b>Plusnivå:</b>	+ 34-36 m ö h
<b>Kapacitet/medeluttag:</b>	900/500 m <sup>3</sup> /dygn	<b>Berggrund:</b>	Kalksten
<b>Pumpens nivå:</b>	+ 32 m	<b>Jordart:</b>	Sandig-moig morän
<b>Driftsförhållanden:</b>	12 h/dygn	<b>Markanv/omgivning:</b>	Betesmark/ lövskog
<b>Provtagningspunkt:</b>	Kran vid uppfodringsledn		



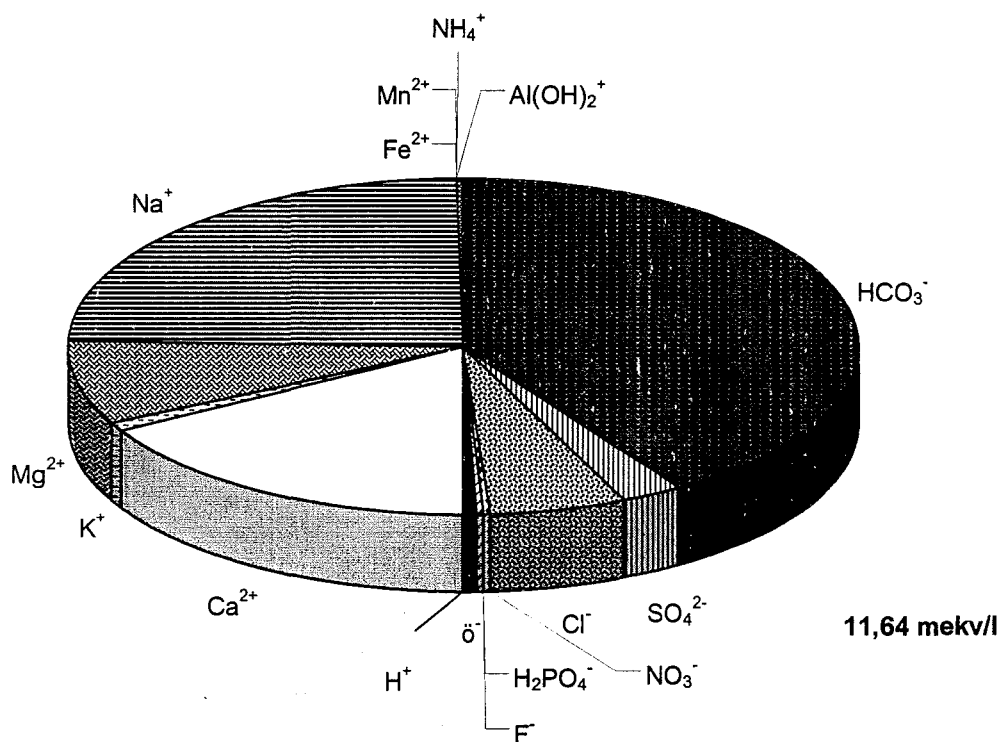
Figur 22. Joninnehåll i råvatten från Tveta.

#### Bedömning:

Försurningspåverkan är ingen eller obetydlig på grund av den mycket höga buffringsförmågan. Vattnet är neutralt och hårt vilket gör att korrosionsrisken är mycket liten. Konduktiviteten är hög och kloridhalten måttlig. Fluoridet ger endast begränsat kariesskydd och nitrathalten indikerar påverkan från avlopp, gödsling eller annan föroreningskälla.

### 3.1.22. Grönhögen

<b>Kommun:</b>	Mörbylånga	<b>Topografi:</b>	7 m ö h
<b>Brunnsbeteckning:</b>	Borra 1	<b>Normal grundvattennivå:</b>	2 m u marknivå
<b>Brunnstyp/djup:</b>	Borrad brunn/40m	<b>Plusnivå:</b>	+ 5 m ö h
<b>Anläggningsår:</b>	1940	<b>Berggrund:</b>	Kalksten
<b>Kapacitet/medeluttag:</b>	230/100 m <sup>3</sup> /dygn	<b>Jordart:</b>	-(kalkberg)
<b>Pumpens nivå:</b>	-30 m	<b>Markanv/omgivning:</b>	Kalkbrott/ industriomr
<b>Driftsförhållanden:</b>	Kontinuerlig	<b>Övrigt:</b>	Problem med svavelväte
<b>Provtagningspunkt:</b>	-		
<b>Skyddsomr/vattendom:</b>	Nej		



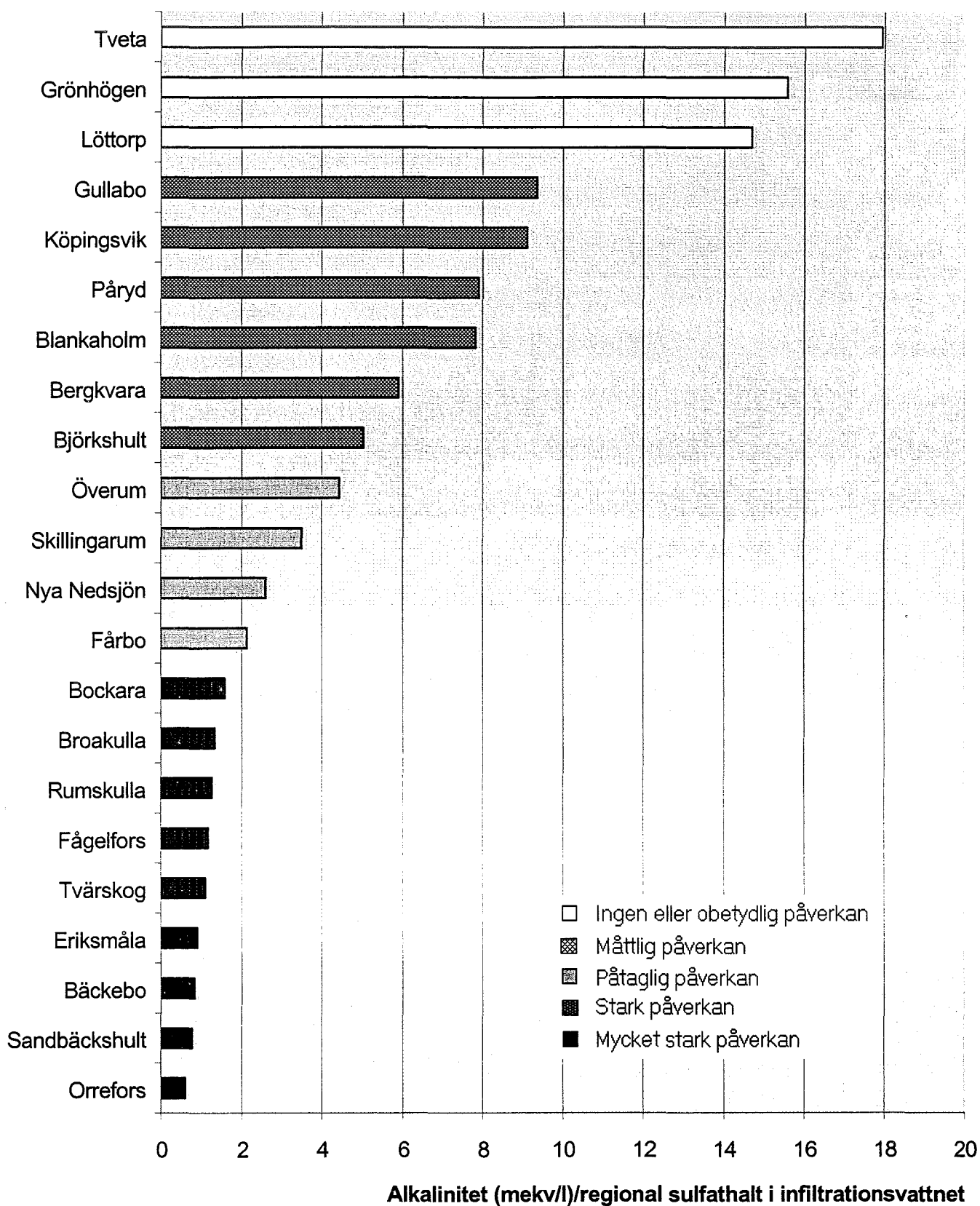
Figur 23. Joninnehåll i råvatten från Grönhögen.

#### Bedömning:

Grundvattnets försurningspåverkan är ingen eller obetydlig, buffringsförmågan mycket hög och vattnet neutralt. Korrosionsbenägenheten är mycket låg och vattnet medelhårt. Konduktiviteten är relativt hög och kloridhalten måttlig. Fluoridhalten ger endast ett begränsat kariesskydd.

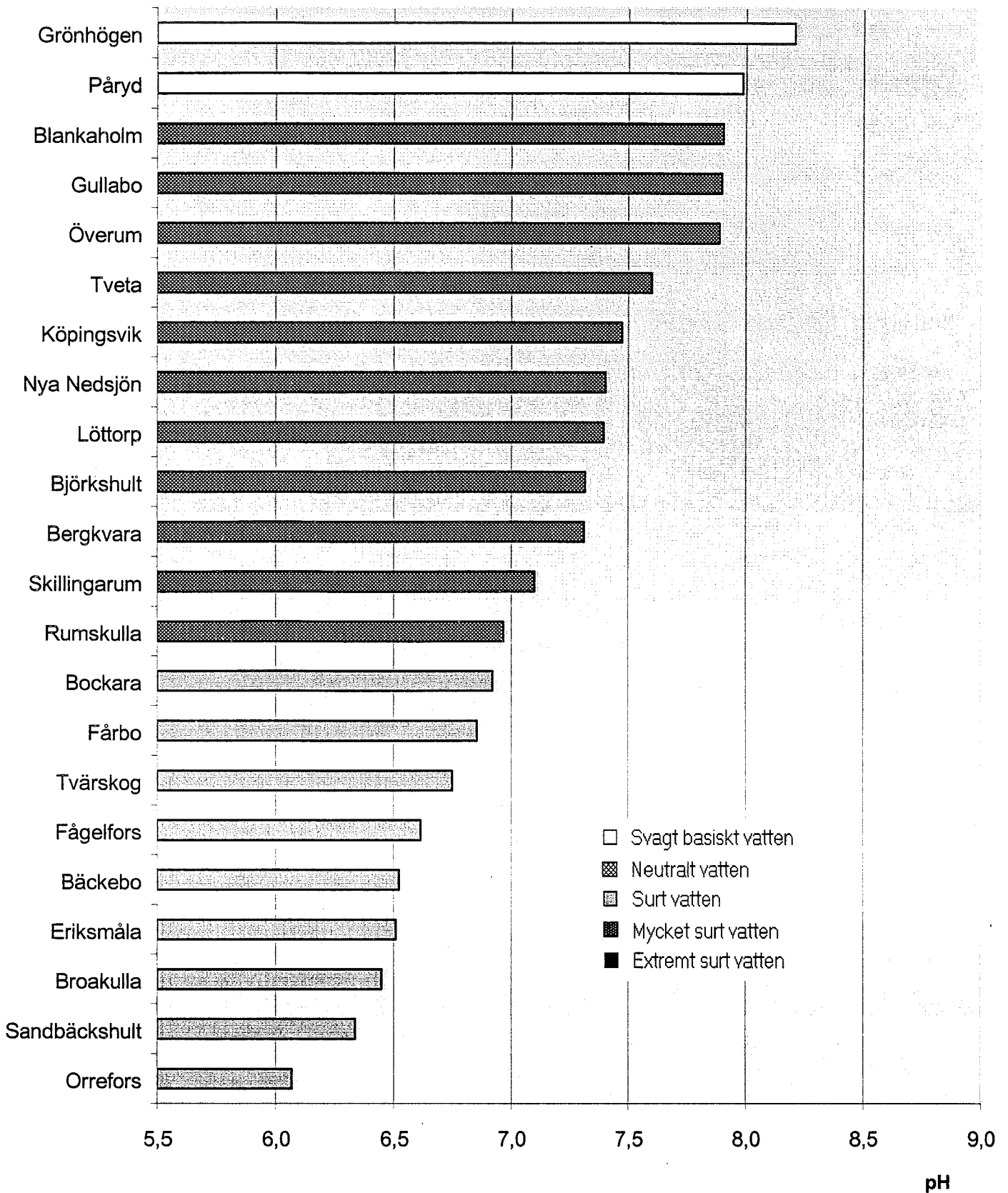


### 3.1.23. Försurningspåverkan



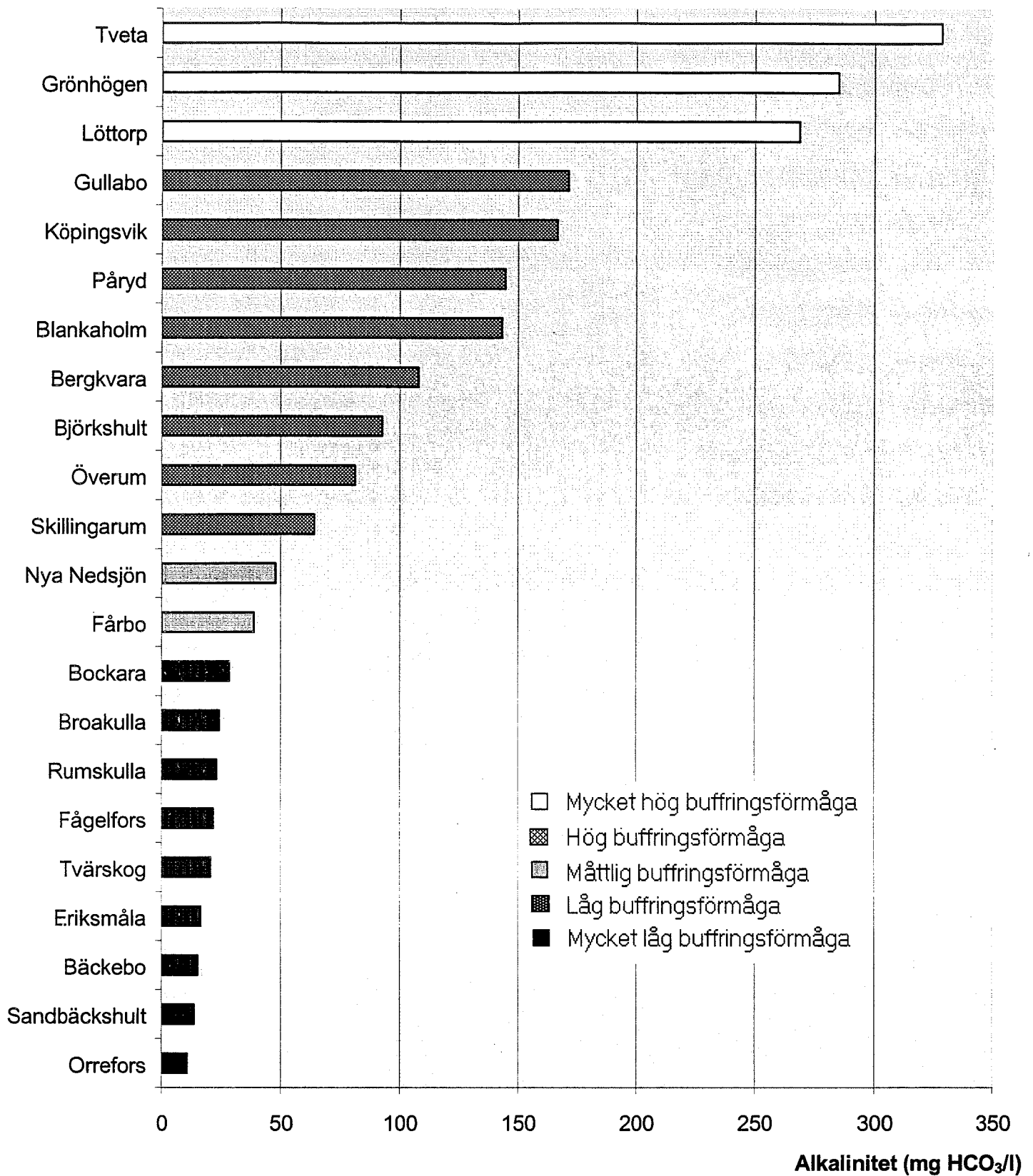
Figur 24. Försurningspåverkan i de olika brunnarna. Bedömningen enligt Naturvårdsverket (1999) (se diskussion).

3.1.24. pH-värde



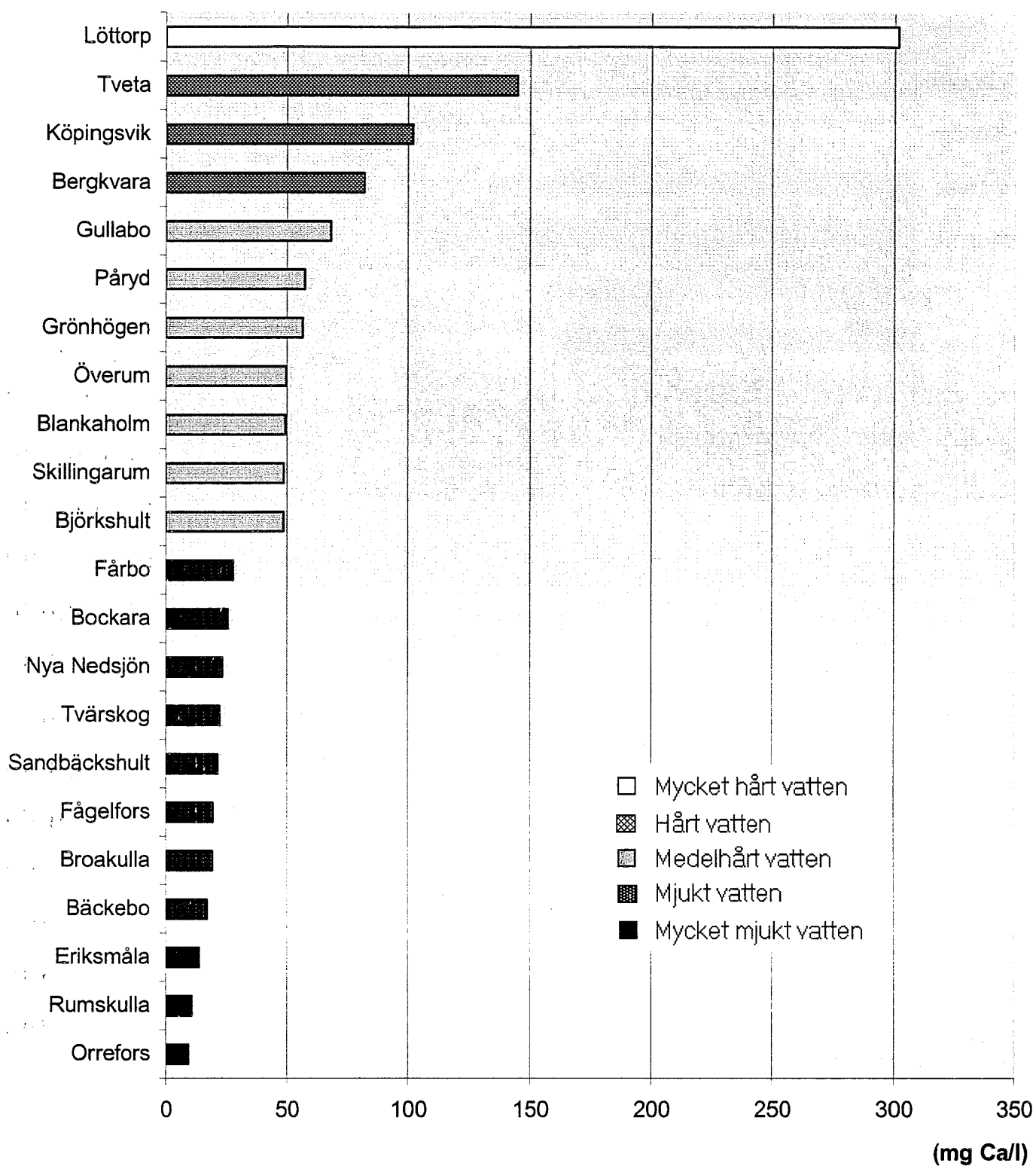
Figur 25. Surhetsgraden (pH) i de olika brunnarna (se diskussion).

### 3.1.25. Buffringsförmåga



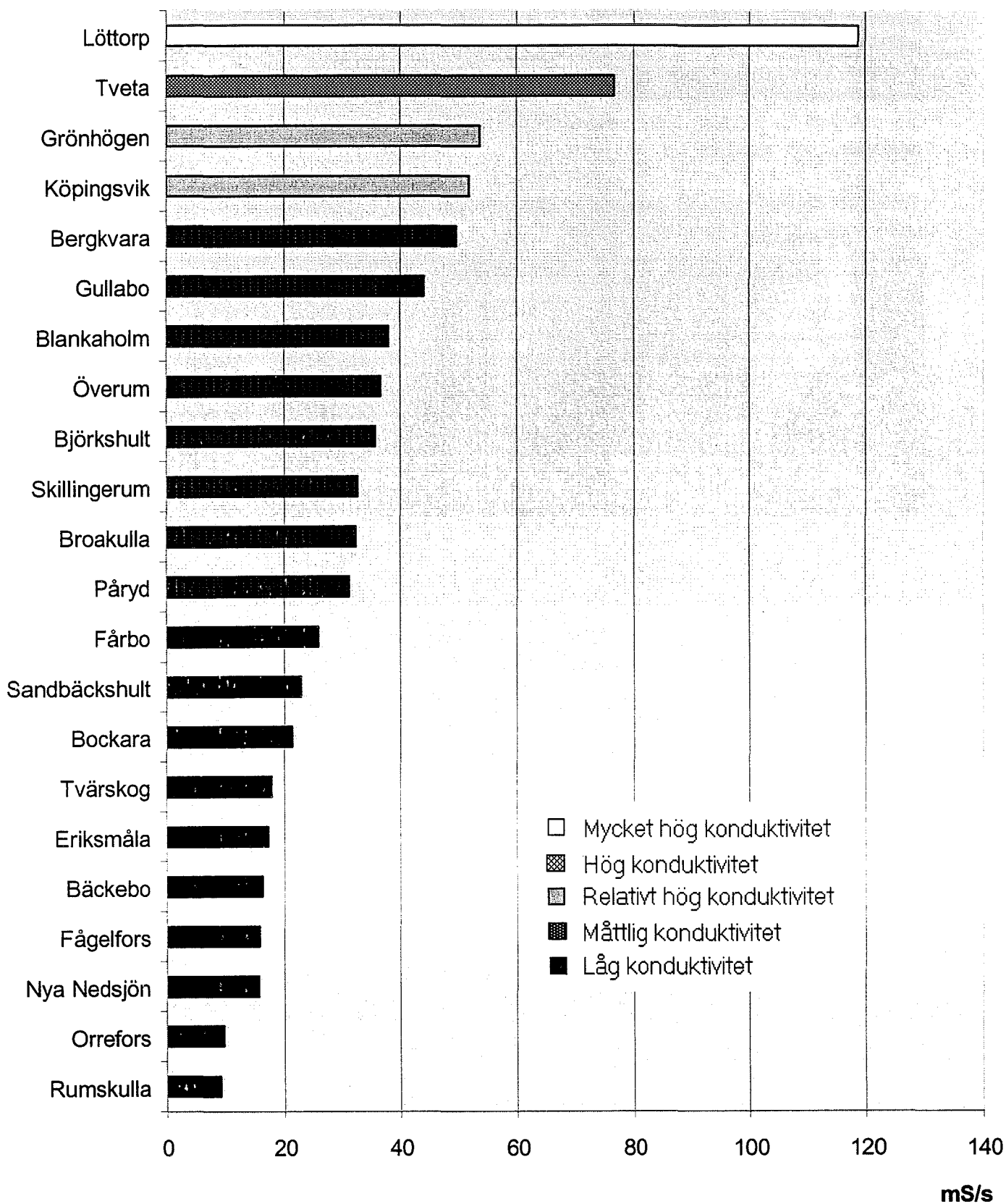
Figur 26. Buffringsförmågan i de olika brunnarna. Bedömningen enligt Naturvårdsverket (1999) (se diskussion).

### 3.1.26. Totalhårdhet



Figur 27. Hårdheten på vattnet i de olika brunnarna. Bedömningen enligt Knutsson & Morfeldt (1995) (se diskussion).

### 3.1.27. Konduktivitet



Figur 28. Konduktiviteten i de olika brunnarna. Bedömning enligt Naturvårdsverket (1999).

### 3.2. Årstidsjämförelse

Det gick inte att påvisa någon årstidsvariation i den kemiska sammansättningen av grundvattnen i vattentäkterna. Av de 484 tester som utfördes visade färre än 5 % skillnad mellan årstider, vid  $p = 0,05$ . Det kan inte uteslutas att funna skillnader är ett resultat av slumpen. (Vid  $p = 0,01$  och  $0,05$  visade 3 respektive 15 stationer signifikanta årstidsskillnader). I 21 fall var analysen icke genomförbar på grund av för få värden eller att alla siffrorna låg på eller under detektionsgränsen (tabell 10). Normalfördelning förelåg för de parametrar som testades.

Tabell 10. De stationer och parametrar som uppvisar  $p < 0,05$  (p-värden) och de fall när analys inte var möjlig (Ej) i årstidsjämförelsen.

Station	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	F <sup>-</sup>	H <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Fe <sup>2+</sup>	Mn <sup>2+</sup>	Al(OH) <sub>2</sub> <sup>+</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	sum+	sum-	Summa	Avvik
Bergkvara		Ej														
Gullabo				0,025												
Broakulla						0,022										
Eriksmåla									Ej			Ej				0,031
Bäckebo					0,045											
Orrefors		Ej														
Påryd		Ej									Ej	Ej				
Tvärskog	0,011										Ej		0,021	0,019	0,006	
Björkshult			Ej													
Fågelfors		0,017	Ej													
Bockara					0,018											
Fårbo										Ej		Ej				
Nya Nedsjön									Ej							
Skillingarum			Ej						Ej							
Rumskulla		Ej							Ej							
Överum		Ej		0,003			0,041									0,005
Blankaholm		Ej										0,025				
Tveta								0,012								
Grönhögen		Ej								Ej						

### 3.3. Salthaltsökning

Det var endast fem stationer som inte hade någon signifikant förändring i salthalt. Nio brunnar hade signifikanta ökning i alla de testade parametrarna. Tre stationer hade signifikanta ökning i två av parametrarna och fyra brunnar hade ökning i en parameter. Fågelfors hade tvärt emot alla andra brunnar en signifikant minskning i parametrarna klorid och konduktivitet. (Tabell 11)

Tabell 11. Visar de olika brunnarnas p-värden, korrelationskoefficient  $r^2$ - värden för de tre olika parametrarna. Grå fyllning betyder att det är en signifikant skillnad.

Stationer	Na <sup>+</sup> (mekv/l)		Cl <sup>-</sup> (mekv/l)		Konduktivitet (mS/s)	
	p-värde	r <sup>2</sup> -värde	p-värde	r <sup>2</sup> -värde	p-värde	r <sup>2</sup> -värde
Bergkvara	<0,0001	0,5012	0,0016	0,2229	<0,0001	0,3276
Gullabo	<0,0001	0,5316	0,0098	0,1520	<0,0001	0,3667
Broakulla	<0,0001	0,4201	0,0005	0,2505	0,0008	0,2221
Eriksmåla	0,2091	0,03731	0,5236	0,009754	0,0503	0,09025
Bäckebo	<0,0001	0,6055	<0,0001	0,3418	<0,0001	0,3777
Orrefors	0,0001	0,3118	0,0095	0,1602	0,0035	0,1985
Påryd	0,2100	0,08139	0,8027	0,003369	0,2149	0,09438
Tvärskog	0,0020	0,2477	<0,0001	0,4133	0,3647	0,02657
Björkshult	0,2951	0,02670	0,9347	0,0001655	0,0302	0,1122
Fågelfors	0,3824	0,01739	0,0006	0,2442	0,001	0,2243
Sandbäckshult	0,0246	0,1073	0,7789	0,001769	0,4632	0,01229
Bockara	<0,0001	0,4477	<0,0001	0,6658	<0,0001	0,4315
Fårbo	0,5593	0,01382	0,2291	0,05967	0,4561	0,02241
Nya Nedsjön	0,0003	0,2846	<0,0001	0,3552	<0,0001	0,6900
Skillingarum	0,5838	0,01269	0,3981	0,03123	0,3603	0,0365
Rumskulla	0,4128	0,01463	0,1475	0,04605	0,0055	0,159
Överum	0,7211	0,004462	0,8859	0,0007216	0,6332	0,008554
Blankaholm	<0,0001	0,5578	<0,0001	0,5518	0,6375	0,007498
Köpingsvik	<0,0001	0,7118	0,0297	0,1352	<0,0001	0,3720
Löttorp	0,0862	0,08659	0,0134	0,1873	0,0002	0,3435
Tveta	0,0067	0,1658	0,3377	0,02243	0,0635	0,08147
Grönhögen	<0,0001	0,4066	<0,0001	0,6815	<0,0001	0,4603

Det gick inte att med de statistiska test jag använde se om den ökande salthalten berodde på närheten till kust eller saltade vägar (se diagram bilaga 3).

## 4. Diskussion

### 4.1. Försurning

I Sverige har vi under lång tid haft tillgång till bra vatten. Risken är att vi ser det som en självklarhet och inte gör något åt de hot och problem som dyker upp förrän det är för sent. Ett stort hot mot grundvattnet är försurningen och Skandinavien drabbas hårdare än många andra länder i Europa eftersom berggrunden på många håll är sur och svårvittrad.

Många grundvattentäkter i den samordnade råvattenkontrollen är mer eller mindre påverkade av försurningen. Av de 22 brunnarna är det bara tre stycken som visar ingen eller obetydlig försurningspåverkan, de övriga visar på måttlig till mycket stark påverkan. De flesta brunnar som är starkt påverkade är grunda grävda brunnar men det finns undantag åt båda håll. Anledningen till att de tre brunnarna (Tveta, Löttorp och Grönhögen) inte visar någon eller obetydlig påverkan kan vara att de ligger på Öland där den kalkrika marken kan motstå försurningen. Det visas genom att de brunnarna även har den bästa buffringsförmågan. Två av dem (Tveta och Löttorp) har dessutom de högsta kalciumhalterna av alla brunnar medan Grönhögen är en ganska djup bergborrad brunn som förmodligen inte hunnit bli påverkad av försurningen än.

De brunnarna med bäst buffertsystem är också minst försurningspåverkade. Nio brunnar har låg buffringsförmåga. De är grunda brunnar (undantag Tvärskog) där grundvattnet förmodligen har kort omsättningstid med kort neutraliseringsgrad.

De flesta brunnarna har neutralt eller svagt basiskt vatten medan nio brunnar har vatten som kan räknas som surt. Av de nio är alla utom Fårbo starkt till mycket starkt försurningspåverkade. Rumskulla har neutralt vatten men är starkt försurningspåverkat så risken finns att grundvattnet i framtiden kommer att bli surare.

#### **4.2. Årstidsjämförelse**

Eftersom det inte går att påvisa några skillnader i när på året man tar proverna kan man förmodligen gå ner till en provtagning/år, vilket kommer att spara både tid och pengar. Den återstående provtagningen skulle i så fall tas i början av höstperioden, helst i september, beroende på att förhållandena ofta är stabilast då innan höstregnen börjar. Det blir dock svårare (tar längre tid) att upptäcka trender och om en täkt förorenas kan det upptäckas sent vid låg provtagningsfrekvens. Man bör tänka över syftet med övervakningen innan man beslutar sig för hur den skall genomföras.

Anledningen till att det inte fanns några påvisbara årstidsvariationer kan vara att alla akvifärens i programmet är ganska stora. I dem blir det inte så stora årstidsfluktuationer utan förhållandena blir mer utjämnade. Vad som saknas i råvattenskontrollen är mätningar ifrån små akvifärer. Eftersom årstidsfluktuationerna sannolikt är större i små akvifärer räcker det förmodligen inte med en provtagning/år i dem.

21 stycken av proverna var ej statistiskt testbara på grund av för få mätvärden eller att värdena låg på eller under analysernas detektionsgräns (parametrarna  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_3^-$  och  $\text{Mn}^{2+}$ ).

#### **4.3. Salthaltsökning**

Det gick inte att se någon skillnad i sträckan till saltade vägar eller kusten mellan brunnar som hade signifikanta ökning i salthalt och de som inte hade det. Det går alltså inte att med säkerhet säga att den ökade salthalten i en del av brunnarna beror på vägsalt eller havsvatten men man kan heller inte utesluta att det är så. Det finns många andra faktorer som kan påverka till exempel typen av brunn, avrinningsområdet i förhållande till vägen/kusten och hur stort uttag som tas ur brunnen. Den ökade salthalten kan ställa till en hel del andra problem. Förutom att saltet påskyndar korrosion av pumpar, rör, värmepannor och hushållsmaskiner kan det öka mängden giftiga metaller i vattnet. Eftersom kloridjoner från bland annat vägsalt ökar rörligheten av en del tungmetaller som till exempel koppar, nickel och kadmium kan det hända att det sker en ökning av dem i grundvattnet i framtiden. Risken finns också om ökningen fortsätter att en del av brunnarna kommer att bli otjänliga på grund av för höga koncentrationer av klorid och natrium.

#### **4.4. Övrigt**

Bergkvara och Löttorp hade höga färgtal vilket troligen beror på den höga järnhalten i vattnet. Bergkvara har dessutom så hög sulfathalt att det kan ge övergående diarré hos känsliga barn. Det kan bero på sur nederbörd men även på den sedimentära berggrunden eftersom höga koncentrationer av sulfat kan förekomma i sedimentära bergarter.

Resultaten i den samordnade råvattenkontrollen antyder att vissa parametrar är överflödiga i fortsatta provtagningar men det saknas också en del viktiga analyser. Man borde till exempel ha med mätningar av tungmetaller, vissa organiska miljögifter och bekämpningsmedel. Detta är förmodligen något som kommer att krävas enligt de nya EU-direktiven.



## 5. Litteraturförteckning

- ✓ Aqua System AB hemsida. Förklaringar till de kemiska analysresultaten.  
[www.aquasystem.se/kemianal.html](http://www.aquasystem.se/kemianal.html) (020402)
- ✓ Knutsson, G. och Morfeldt, C-O. 1995. *Grundvatten teori & tillämpning* – svensk byggtjänst, Solna. 304 sid.
- ✓ Kungliga Tekniska Högskolan, forskningsprojekt. Regional påverkan av kloridkoncentration i vatten till följd av vägsaltning.  
[www.lwr.kth.se/forskningsprojekt/vagsalt/clmet7sv.htm](http://www.lwr.kth.se/forskningsprojekt/vagsalt/clmet7sv.htm) (020402)
- ✓ Ljungberg, M. 2001. Väg - och Transportforskningsinstitutet. *Meddelande 902. Vinterväghållning och expertsystem – en kunskapsöversikt*. – VTI, Linköping
- ✓ Länsstyrelsen i Kalmar län informerar 1987:7. *Försurningssituationen i grundvatten inom Kalmar län 1962-1987*
- ✓ Länsstyrelsen i Kalmar län informerar 1993:7. *Samordnad råvattenkontroll i Kalmar län 1990-1992*.
- ✓ Naturvårdsverket 1999. *Bedömningsgrunder för miljö kvalitet, grundvatten, Rapport 4915* – Naturvårdsverket förlag, Stockholm. 140 sid.
- ✓ Naturvårdsverket informerar. 1986. *Monitor 1986. Sura och försurade vatten*. – Statens naturvårdsverk, Solna. 180 sid.
- ✓ Naturvårdsverket och Sveriges Geologiska Undersökning. 1995. *Grundvattnets kemi i Sverige. Rapport 4415*. – Naturvårdsverket förlag, Stockholm. 52 sid.
- ✓ Sveriges Geologiska Undersökning. Grundvattensituationen i Sverige 1995-2001.  
[www.sgu.se/geologi/grundvat\\_index.htm](http://www.sgu.se/geologi/grundvat_index.htm) (020515)
- ✓ Vägverket hemsida. Förklaringar av presentationsbegrepp.  
[www.vv.se/vdb/Begrepp.html](http://www.vv.se/vdb/Begrepp.html) (020503)
- ✓ Vägverket hemsida. Vart leder vägen? Fakta om vägtrafikens miljöpåverkan. Förorening av mark och vatten.  
[www.vv.se/publ\\_blank/bokhylla/miljo/1995\\_31/vart\\_leder/frorenin.htm](http://www.vv.se/publ_blank/bokhylla/miljo/1995_31/vart_leder/frorenin.htm) (020403)

## Bilageförteckning

- Bilaga 1:** Medelvärde för brunnarnas olika mätparametrar
- Bilaga 2:** De brunnar som har signifikanta förändringar med tiden av klorid, natrium och konduktivitet
- Bilaga 3:** Brunnarna i förhållande till saltade vägar och kusten.



De analyserade jonernas medelvärde på de olika stationerna med jonsumman och konduktiviteten.

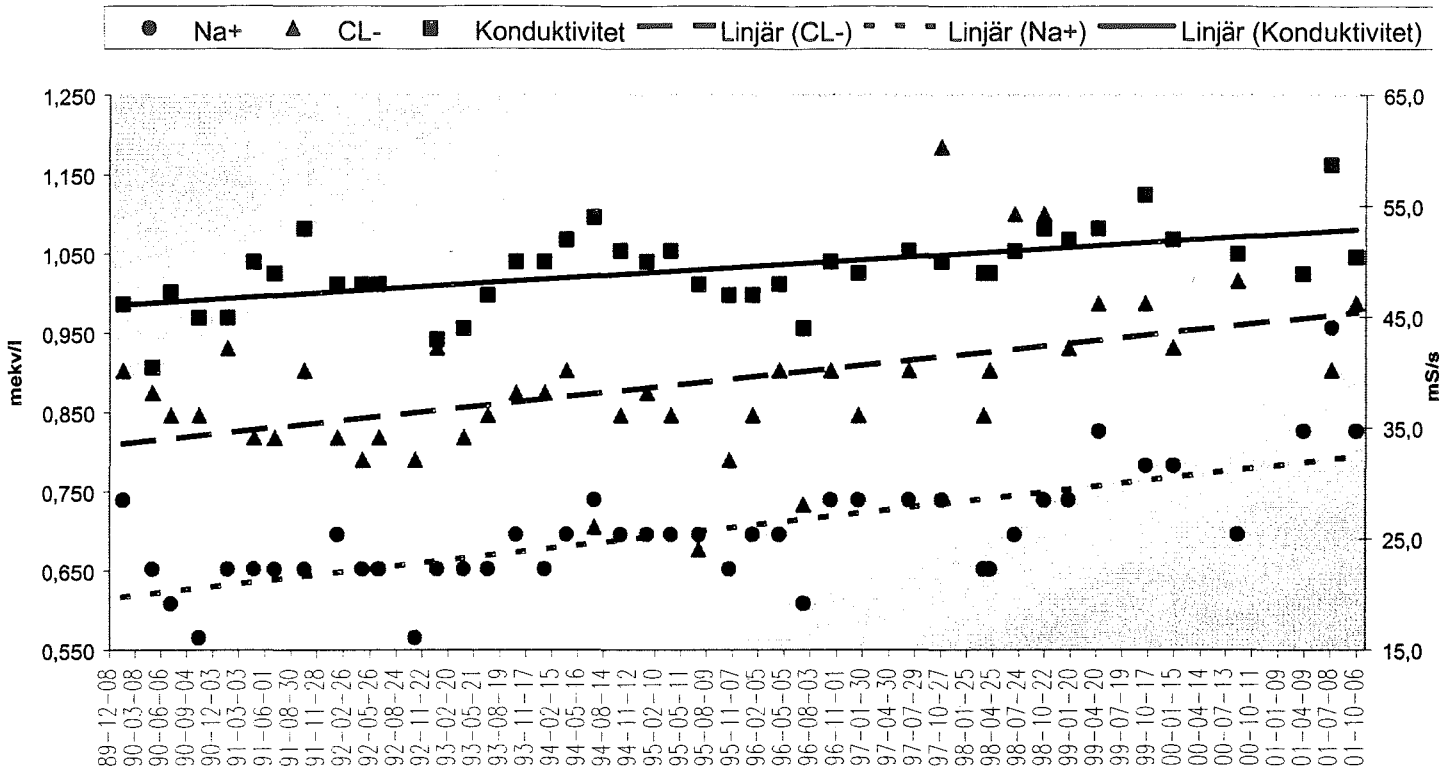
Stationer	Ca <sup>2+</sup> (mekv/l)	Mg <sup>2+</sup> (mekv/l)	K <sup>+</sup> (mekv/l)	Na <sup>+</sup> (mekv/l)	H <sup>+</sup> (mekv/l)	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mekv/l)	Fe <sup>2+</sup> (mekv/l)	Mn <sup>2+</sup> (mekv/l)	Al(OH) <sub>2</sub> <sup>+</sup> (mekv/l)	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mekv/l)	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (mekv/l)	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mekv/l)	Cl <sup>-</sup> (mekv/l)	F <sup>-</sup> (mekv/l)	PO <sub>4</sub> <sup>-</sup> (mekv/l)	ö- (mekv/l)	Summa (mekv/l)	Kond (mS/s)
1. Bergkvara	3,297	0,791	0,124	0,698	0	0,011	0,134	0,031	0,002	1,768	2,053	0,036	0,885	0,026	0	0,336	10,211	49,7
2. Gullabo	2,968	0,422	0,060	1,006	0	0,007	0,016	0,012	0,001	2,807	0,339	0,036	1,088	0,078	0	0,178	9,052	44,1
3. Broakulla	0,601	0,376	0,101	1,648	0	0,002	0,006	0,001	0,002	0,396	0,250	0,092	1,881	0,010	0	0,131	5,522	32,4
4. Erikemåla	0,476	0,216	0,077	0,659	0	0,001	0,002	0,001	0,001	0,269	0,317	0,139	0,697	0,007	0	0,042	2,944	17,2
5. Bläckebo	0,584	0,274	0,037	0,465	0	0,001	0,008	0,003	0,001	0,252	0,321	0,087	0,681	0,011	0	0,039	2,784	16,3
6. Orrefors	0,290	0,164	0,030	0,283	0	0,002	0,036	0,003	0,006	0,177	0,212	0,036	0,375	0,011	0	0,025	1,672	9,6
7. Påryd	2,535	0,346	0,044	0,355	0	0,001	0,002	0,005	0,001	2,368	0,390	0,036	0,302	0,036	0	0,168	6,598	31,2
8. Tvärskog	0,774	0,342	0,030	0,395	0	0,001	0,002	0,001	0,001	0,333	0,447	0,279	0,454	0,008	0	0,043	3,130	17,8
9. Björkshult	1,960	0,479	0,055	0,863	0	0,002	0,007	0,024	0,002	1,515	0,349	0,053	1,284	0,066	0	0,166	6,867	35,7
10. Fågelfors	0,636	0,348	0,057	0,331	0	0,002	0,002	0,004	0,009	0,354	0,481	0,069	0,374	0,009	0	0,110	2,794	15,7
11. Sandbäckshult	0,791	0,304	0,053	0,761	0	0,003	0,051	0,002	0,004	0,226	0,658	0,040	1,013	0,021	0	0,071	4,051	22,9
12. Bockara	0,885	0,402	0,052	0,513	0	0,001	0,002	0,001	0,001	0,466	0,370	0,228	0,759	0,018	0	0,047	3,776	21,3
13. Fårbo	0,998	0,399	0,065	0,774	0	0,001	0,002	0,001	0,001	0,637	0,313	0,204	1,052	0,020	0	0,049	4,551	25,8
14. Nya Nedsjön	0,867	0,302	0,022	0,266	0	0,001	0,002	0,001	0,001	0,784	0,286	0,036	0,276	0,027	0	0,074	2,968	15,5
15. Skillingarum	1,864	0,569	0,045	0,590	0	0,001	0,002	0,001	0,001	1,047	0,733	0,216	0,902	0,059	0	0,133	6,180	32,6
16. Rumskulla	0,383	0,162	0,027	0,254	0	0,001	0,002	0,001	0,001	0,378	0,230	0,036	0,120	0,043	0	0,043	1,699	9,1
17. Överum	2,163	0,328	0,076	0,775	0	0,003	0,002	0,004	0,001	1,328	0,531	0,036	1,293	0,040	0	0,162	6,775	36,6
18. Blankaholm	1,920	0,539	0,066	1,359	0	0,007	0,028	0,009	0,001	2,346	0,875	0,036	0,364	0,095	0	0,213	7,857	38,0
19. Köpingsvik	4,536	0,458	0,061	0,406	0	0,002	0,064	0,016	0,001	2,731	1,763	0,036	0,625	0,032	0	0,370	11,115	51,9
20. Löttorp	12,792	1,190	0,235	0,553	0	0,008	0,279	0,077	0,006	4,401	9,108	0,053	0,680	0,048	0	1,085	30,748	118,7
21. Tveta	7,135	0,228	0,078	0,954	0	0,001	0,002	0,001	0,001	5,382	0,938	0,525	1,247	0,009	0	0,392	16,990	76,6
22. Grönhögen	1,902	0,921	0,106	2,744	0	0,043	0,002	0,001	0,001	4,670	0,281	0,036	0,635	0,020	0	0,180	11,644	53,7

## Medelvärden av försurningsparametrarna för de olika stationerna.

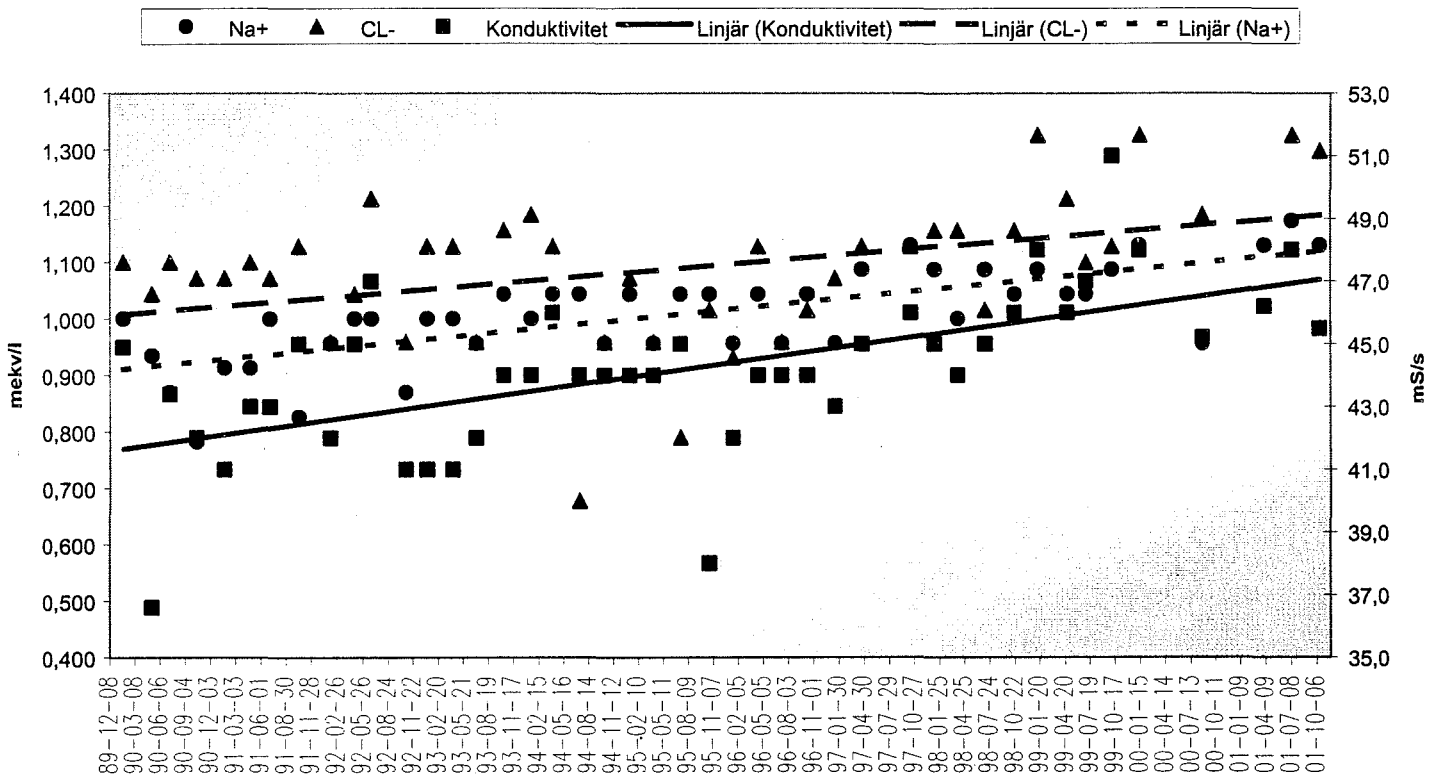
Station	pH	Alkalinitet (mg HCO <sub>3</sub> /l)	Försurningspäv. (Alkalinitet/ SO <sub>4</sub> -halt)	Hårdhet (mg Ca/l)	Sulfathalt (mg SO <sub>4</sub> /l)	CO <sub>2</sub> -fri (mg CO <sub>2</sub> /l)
1. Bergkvara	7,3	107,9	5,9	81,9	98,6	16,0
2. Gullabo	7,9	171,3	9,4	68,2	16,3	6,8
3. Broakulla	6,4	24,2	1,3	19,6	12,0	36,8
4. Eriksmåla	6,5	16,4	0,9	14,0	15,2	25,2
5. Bäckebo	6,5	15,4	0,8	17,3	15,4	20,7
6. Orrefors	6,1	10,8	0,6	9,3	10,2	36,0
7. Pärud	8,0	144,5	7,9	57,7	18,7	6,6
8. Tvärskog	6,7	20,3	1,1	22,5	21,5	21,5
9. Björkshult	7,3	92,4	5,0	48,6	16,8	19,8
10. Fågelfors	6,6	21,6	1,2	19,7	23,1	27,6
11. Sandbäckshult	6,3	13,8	0,8	21,8	31,6	25,5
12. Bockara	6,9	28,4	1,6	25,7	17,8	18,6
13. Fårbo	6,9	38,9	2,1	28,0	15,0	30,1
14. Nya Nedsjön	7,4	47,8	2,6	23,6	13,7	11,4
15. Skillingarum	7,1	63,9	3,5	48,7	35,2	18,4
16. Rumskulla	7,0	23,0	1,3	10,8	11,0	13,3
17. Överum	7,9	81,0	4,4	49,8	25,5	6,8
18. Blankaholm	7,9	143,2	7,8	49,4	42,0	12,0
19. Köpingsvik	7,5	166,6	9,1	102,0	84,7	13,8
20. Löttorp	7,4	268,5	14,7	301,4	437,4	12,1
21. Tveta	7,6	328,4	17,9	144,5	45,1	13,8
22. Grönhögen	8,2	285,0	15,6	56,7	13,5	8,3

## De olika stationernas medelvärde för övriga parametrar.

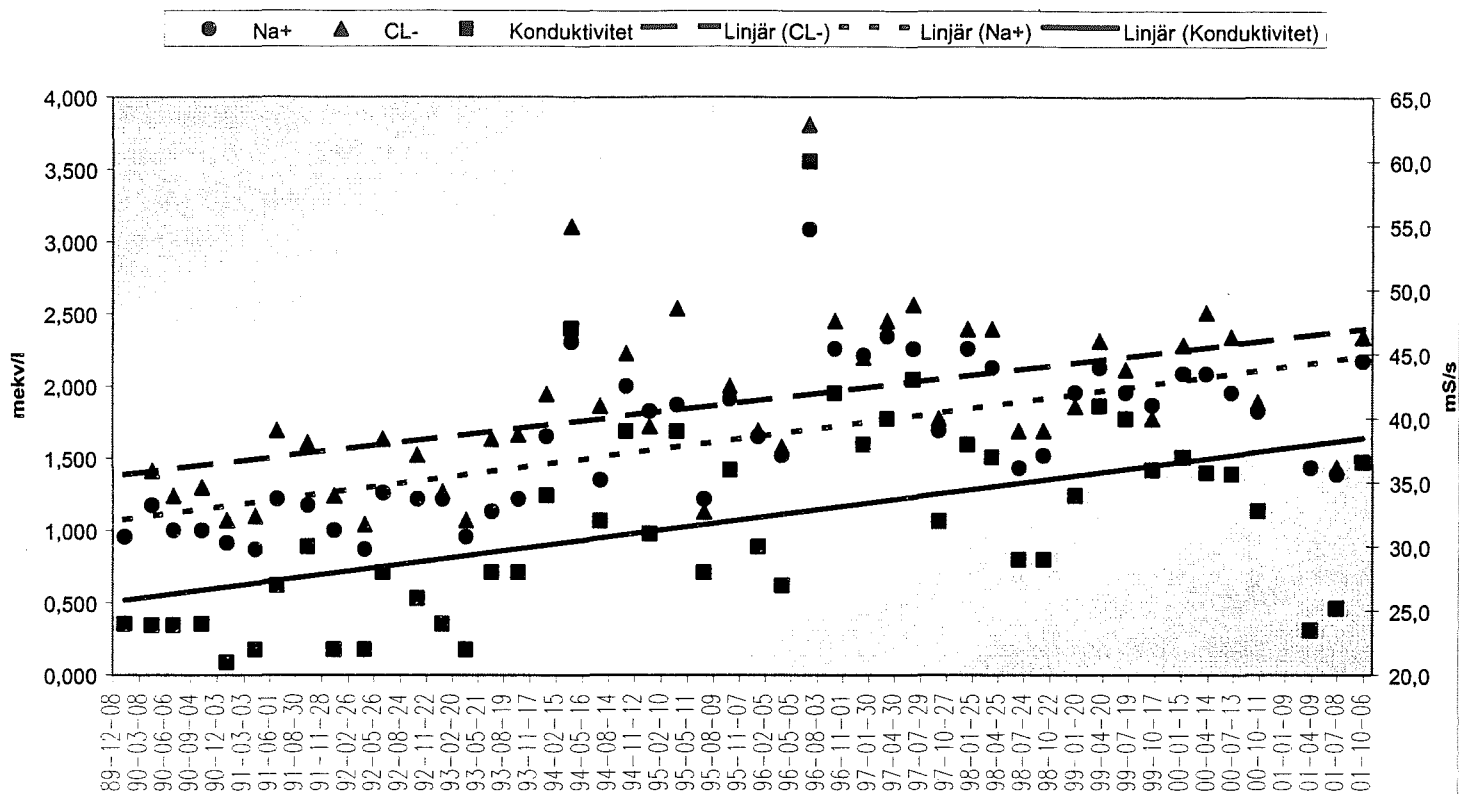
Nr	Kond (mS/m)	Färgtal (mg Pt/l)	Järnhalt (mg/l)	Manganhalt (mg/l)	Kloridhalt (mg/l)	Nitrat-nitrit NO <sub>3</sub> -N + NO <sub>2</sub> -N (mg/l)	Fluoridhalt (mg/l)	Al-halt (mg/l)	Turbiditet (FNU)	COD-Mn (mg/l)
1.	49,7	52,4	3,74	0,85	31,4	2,21	0,50	0,04	8,2	2,1
2.	44,1	19,5	0,46	0,34	38,6	2,21	1,49	0,03	1,4	2,4
3.	32,4	6,6	0,17	0,03	66,7	5,72	0,20	0,05	0,9	2,0
4.	17,2	5,1	0,05	0,03	24,7	8,61	0,13	0,02	0,2	1,1
5.	16,3	5,8	0,23	0,07	24,2	5,41	0,22	0,02	0,5	1,1
6.	9,6	24,4	1,02	0,09	13,3	2,21	0,22	0,16	3,1	2,0
7.	31,2	13,8	0,06	0,15	10,7	2,21	0,68	0,02	0,4	4,0
8.	17,8	5,0	0,05	0,03	16,1	17,32	0,15	0,02	0,3	1,1
9.	35,7	8,9	0,19	0,66	45,5	3,27	1,26	0,05	1,3	2,6
10.	15,7	27,9	0,06	0,10	13,3	4,27	0,17	0,24	0,3	7,1
11.	22,9	16,3	1,41	0,06	35,9	2,49	0,40	0,10	3,4	1,9
12.	21,3	5,0	0,05	0,03	26,9	14,11	0,34	0,02	0,2	1,0
13.	25,9	5,7	0,05	0,03	37,3	12,67	0,38	0,02	0,1	1,6
14.	15,5	5,0	0,05	0,03	9,8	2,25	0,52	0,02	0,2	1,1
15.	32,6	5,0	0,05	0,03	32,0	13,41	1,12	0,02	0,3	1,0
16.	9,1	5,2	0,05	0,03	4,3	2,22	0,82	0,02	0,2	1,1
17.	36,6	9,8	0,07	0,10	45,8	2,21	0,75	0,02	0,2	3,4
18.	38,0	21,7	0,77	0,24	12,9	2,21	1,81	0,03	3,2	2,8
19.	51,9	24,3	1,78	0,44	22,1	2,21	0,62	0,03	10,6	1,5
20.	118,7	36,9	7,80	2,11	24,1	3,27	0,91	0,15	38,4	3,4
21.	76,6	5,8	0,06	0,04	44,2	32,54	0,17	0,02	0,5	2,0
22.	53,7	5,2	0,05	0,03	22,5	2,21	0,37	0,03	8,8	2,2



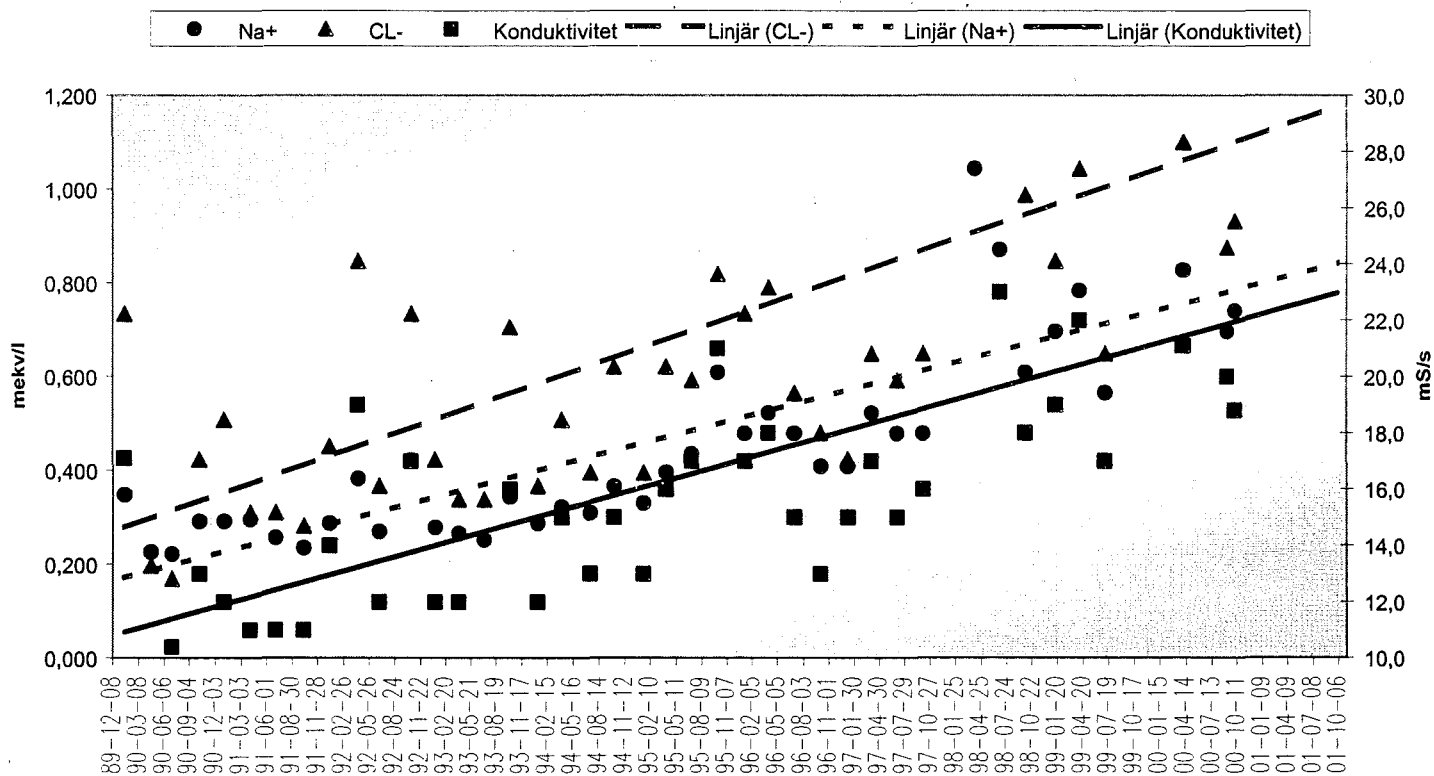
Visar ökningen av klorid, natrium och konduktivitet i Bergkvara.



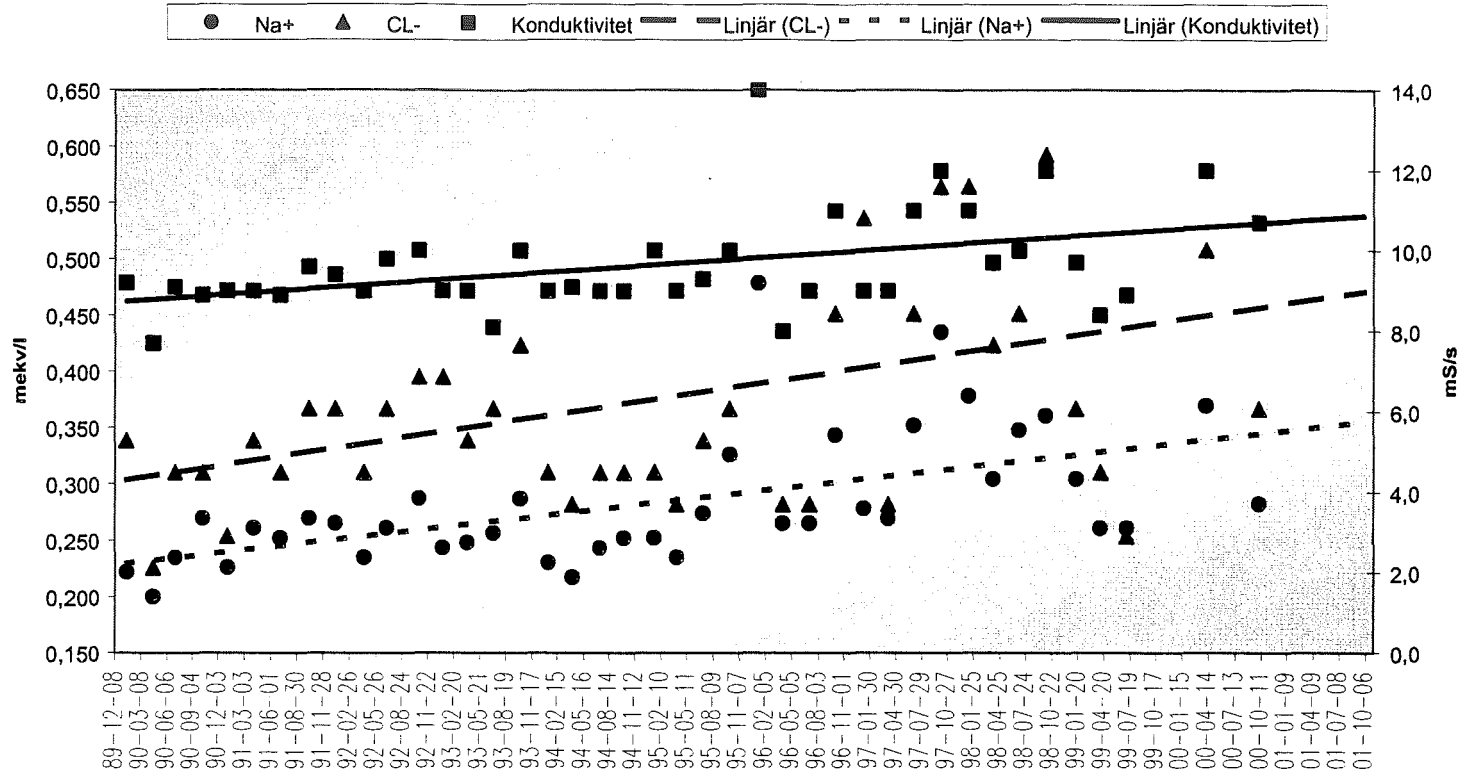
Visar ökningen av klorid, natrium och konduktivitet i Gullabo.



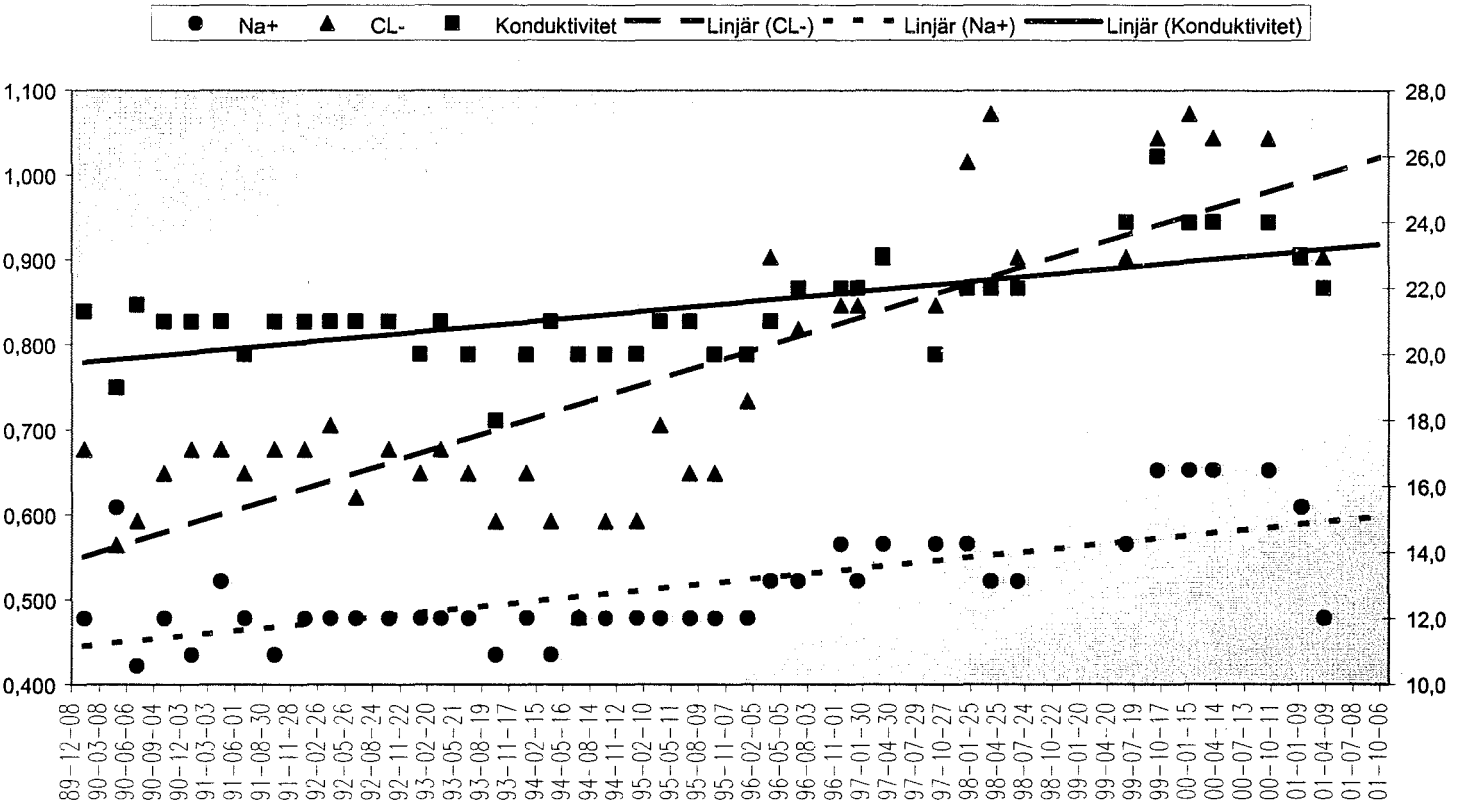
Visar ökningen av klorid, natrium och konduktivitet i Broakulla.



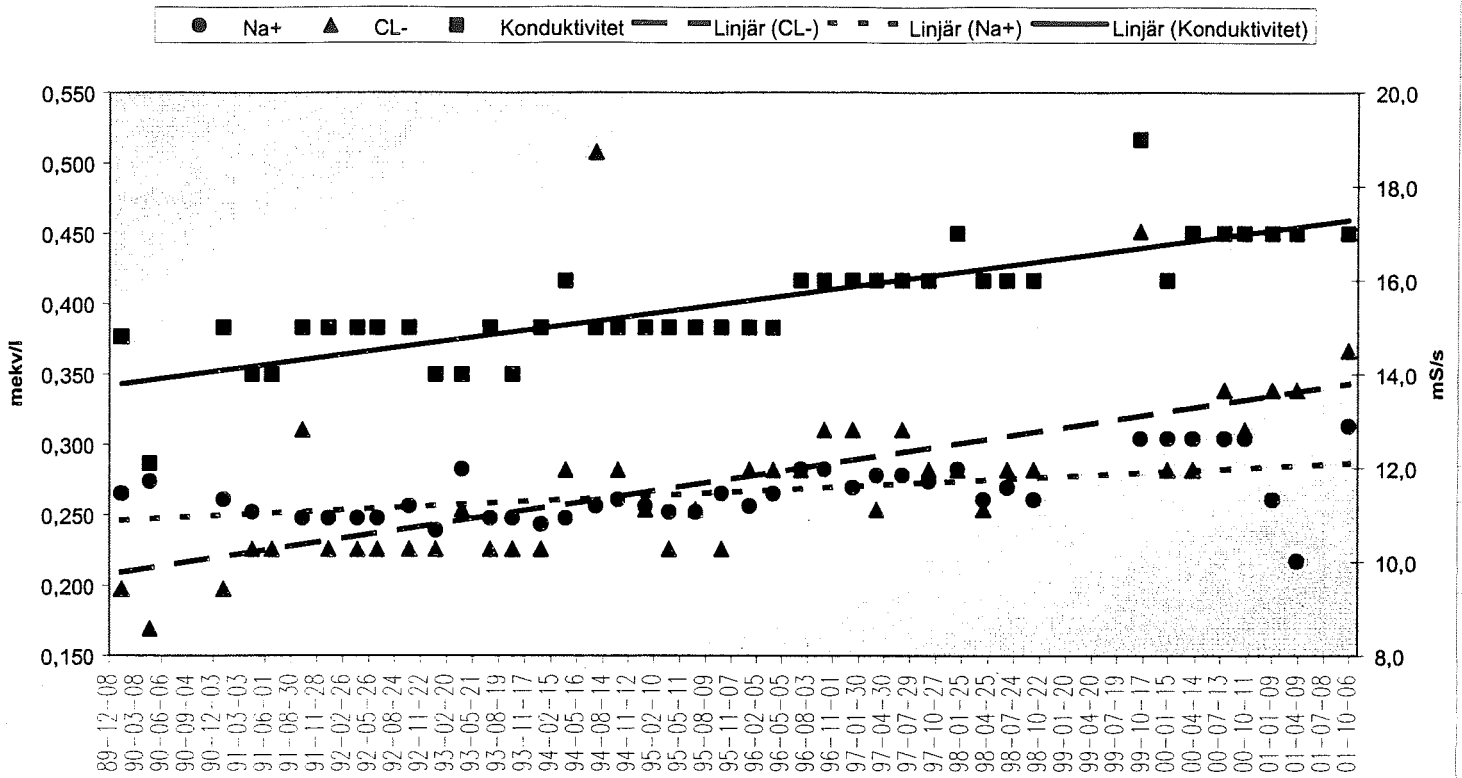
Visar ökningen av klorid, natrium och konduktivitet i Bäckebo.



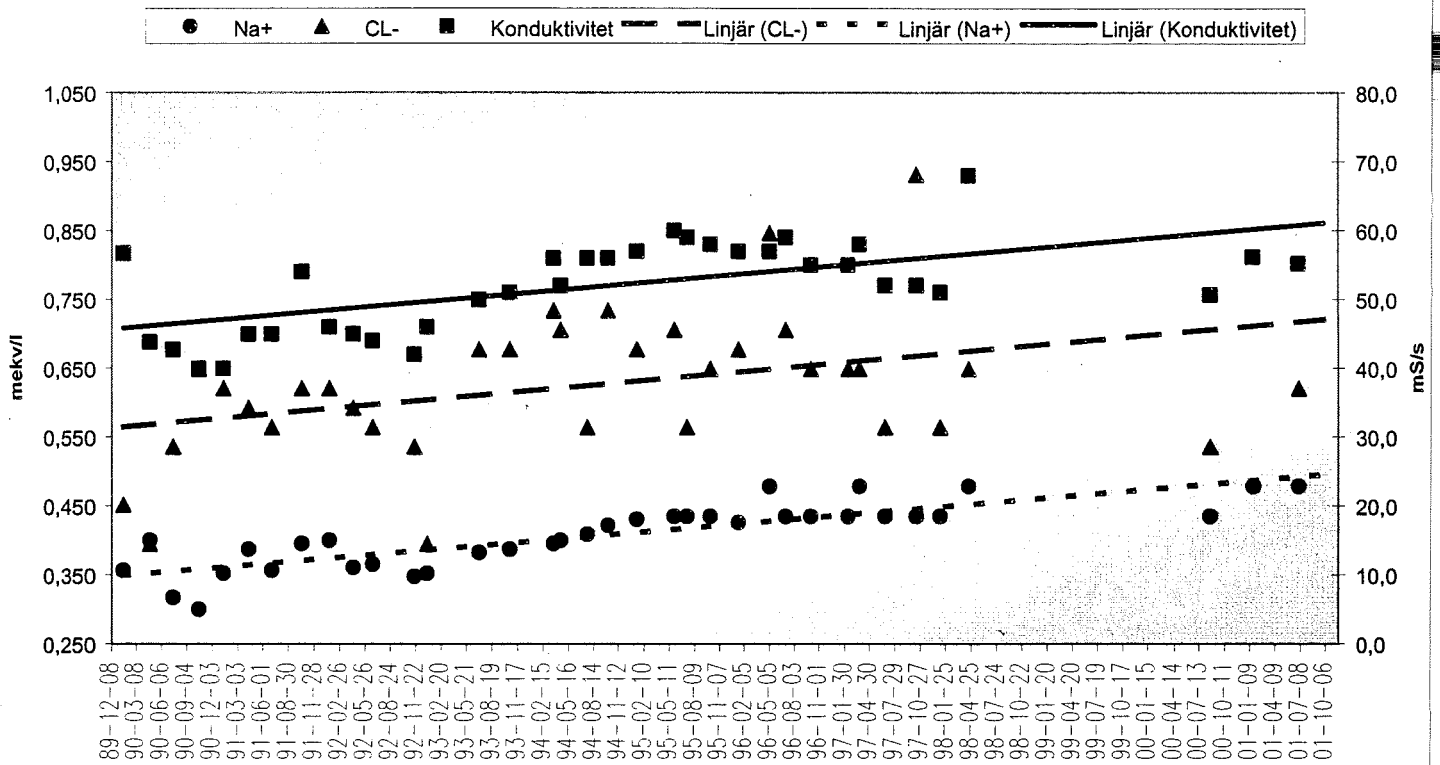
Visar ökningen av klorid, natrium och konduktivitet i Orrefors.



Visar ökningen av klorid, natrium och konduktivitet i Bockara.



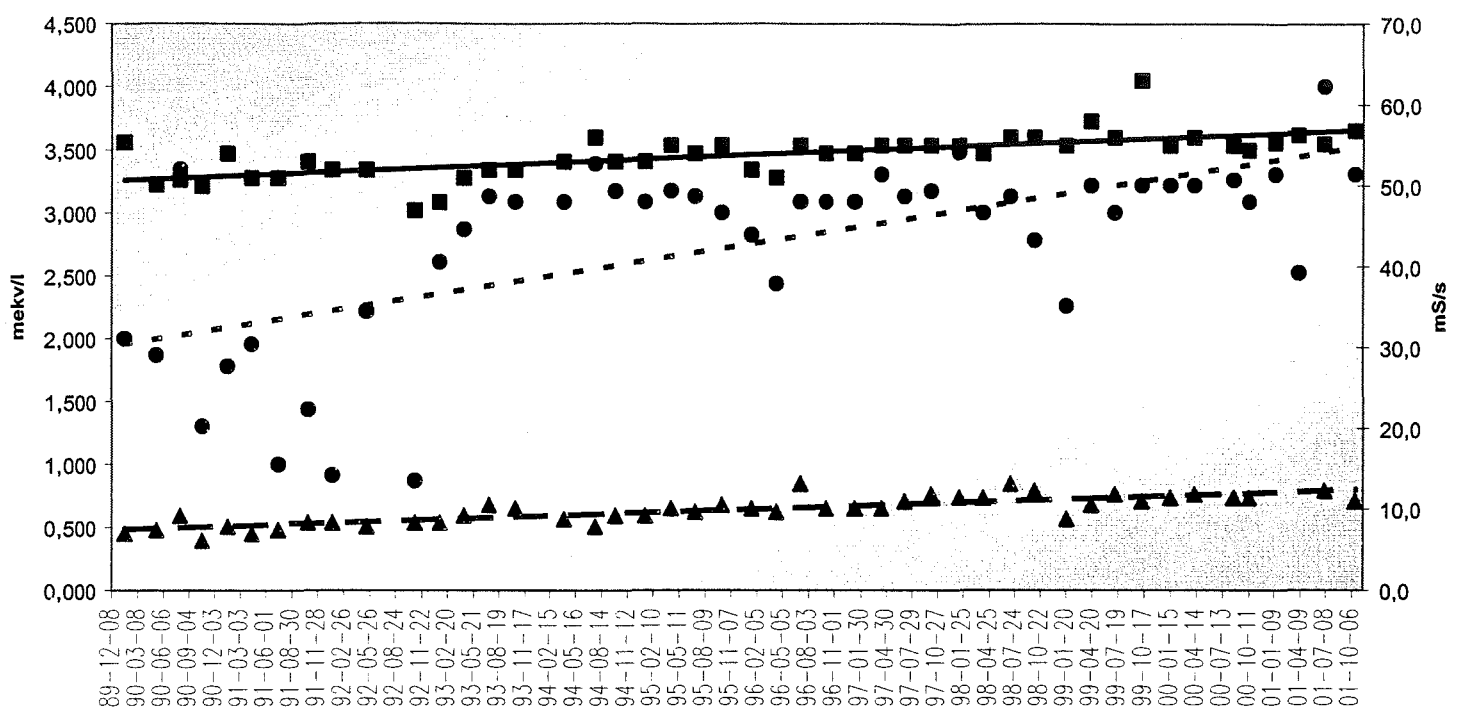
Visar ökningen av klorid, natrium och konduktivitet i Nya Nedsjön.



Visar ökningen av klorid, natrium och konduktivitet i Köpingsvik.

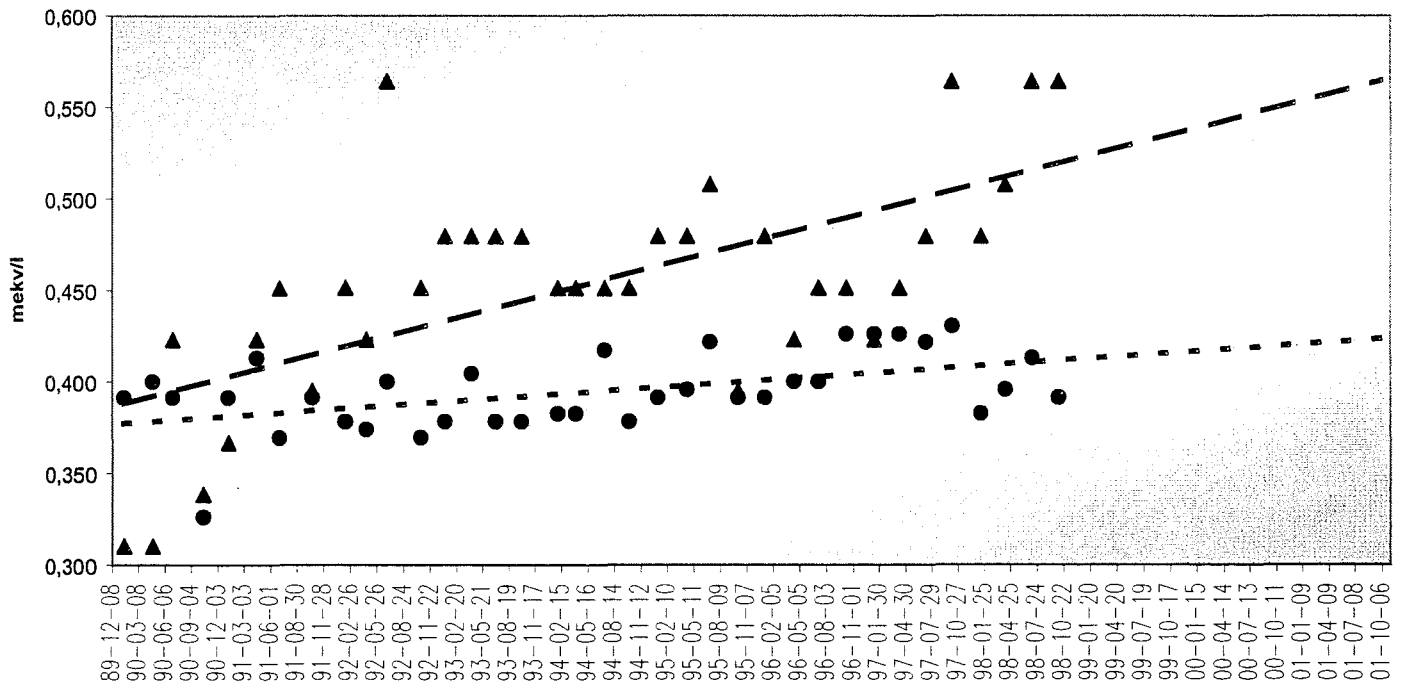


● Na+ ▲ CL- ■ Konduktivitet - - - Linjär (Na+) — — Linjär (CL-) — — Linjär (Konduktivitet)

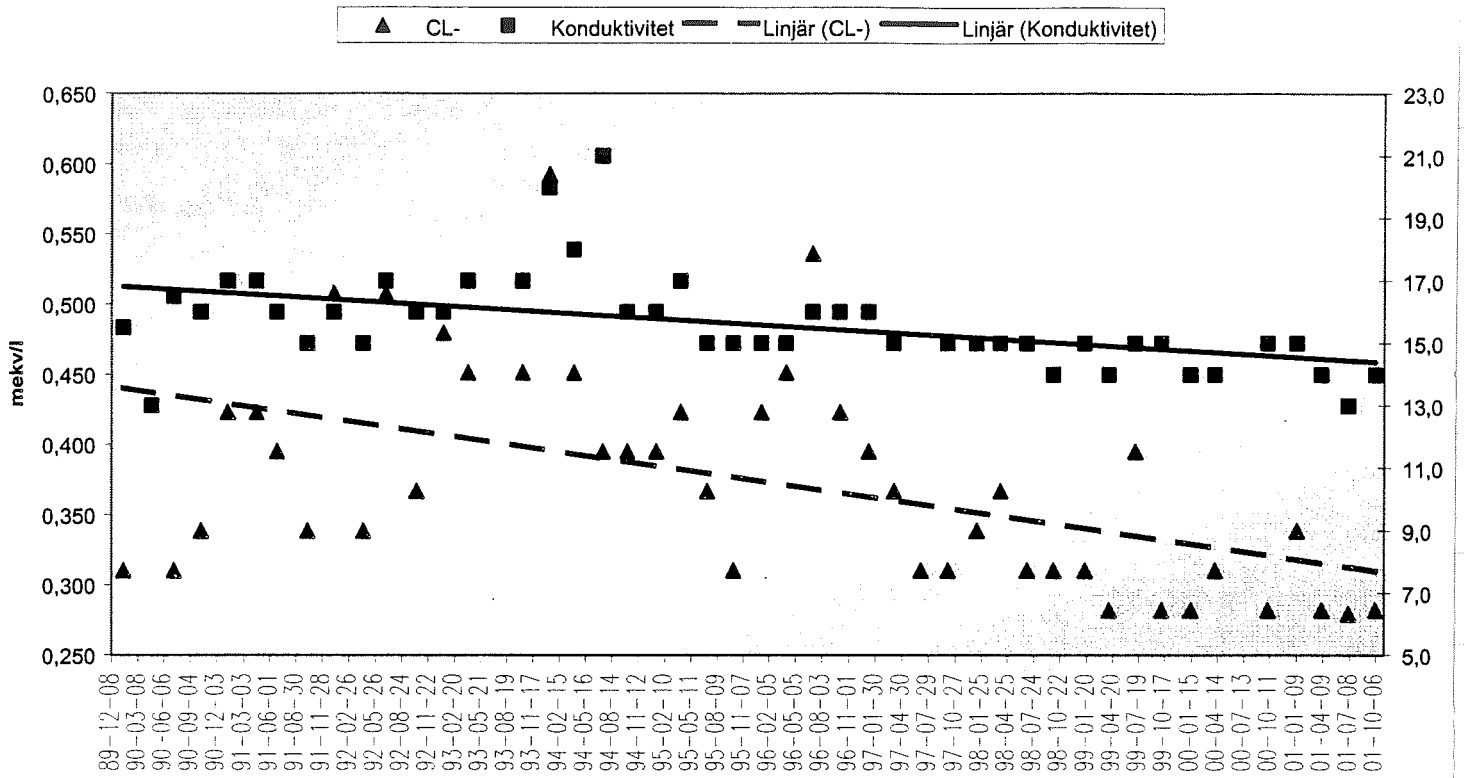


Visar ökningen av klorid, natrium och konduktivitet i Grönhögen.

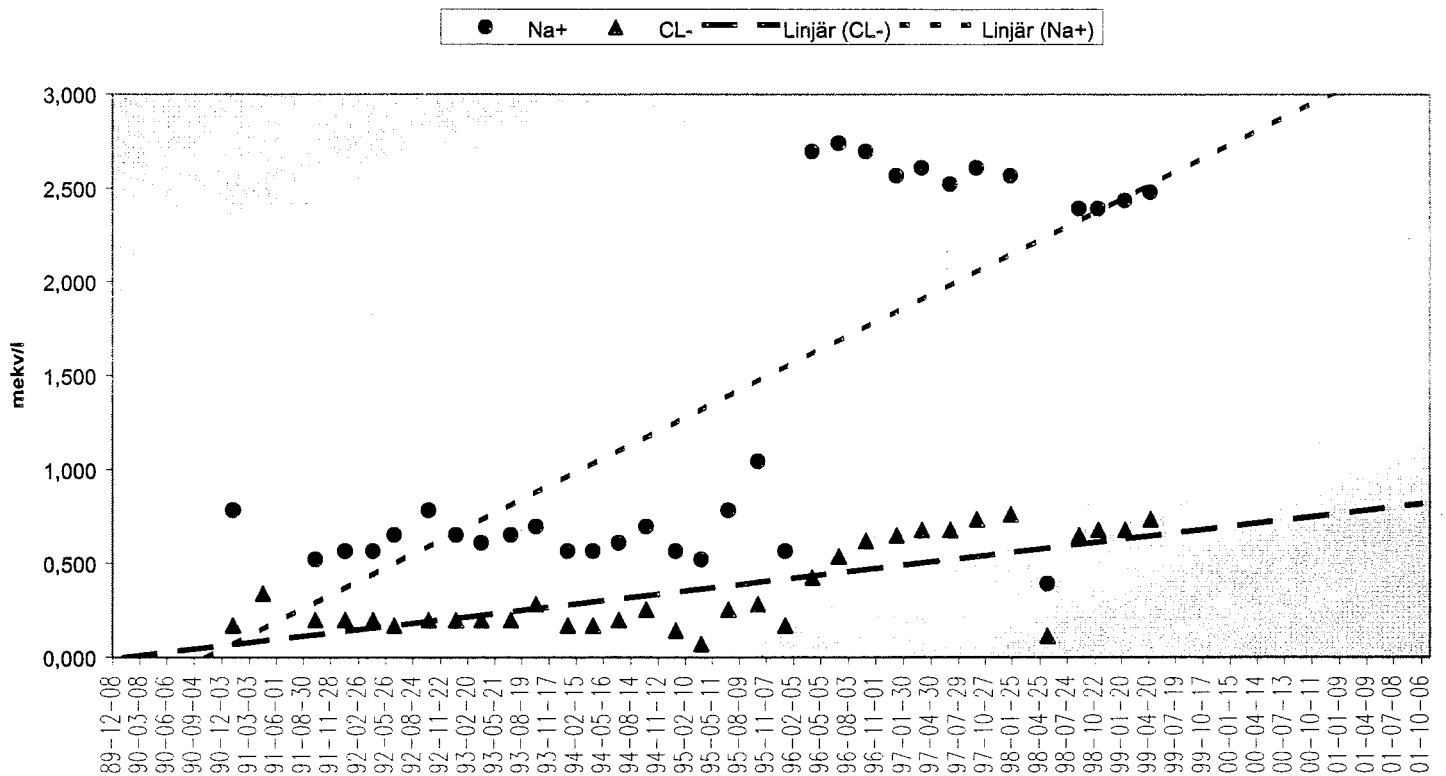
● Na+ ▲ CL- — — Linjär (CL-) - - - Linjär (Na+)



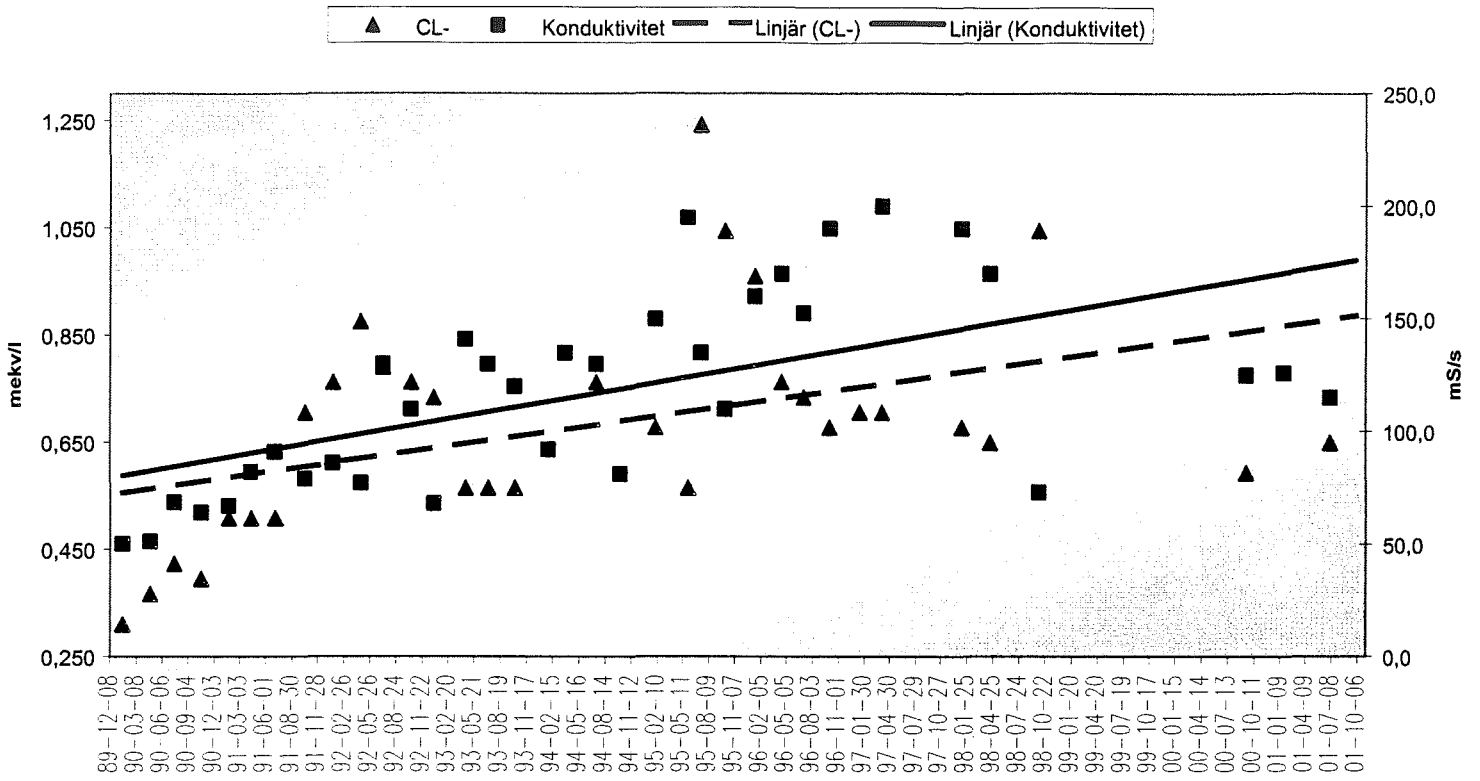
Visar ökningen av klorid och natrium i Tvärskog.



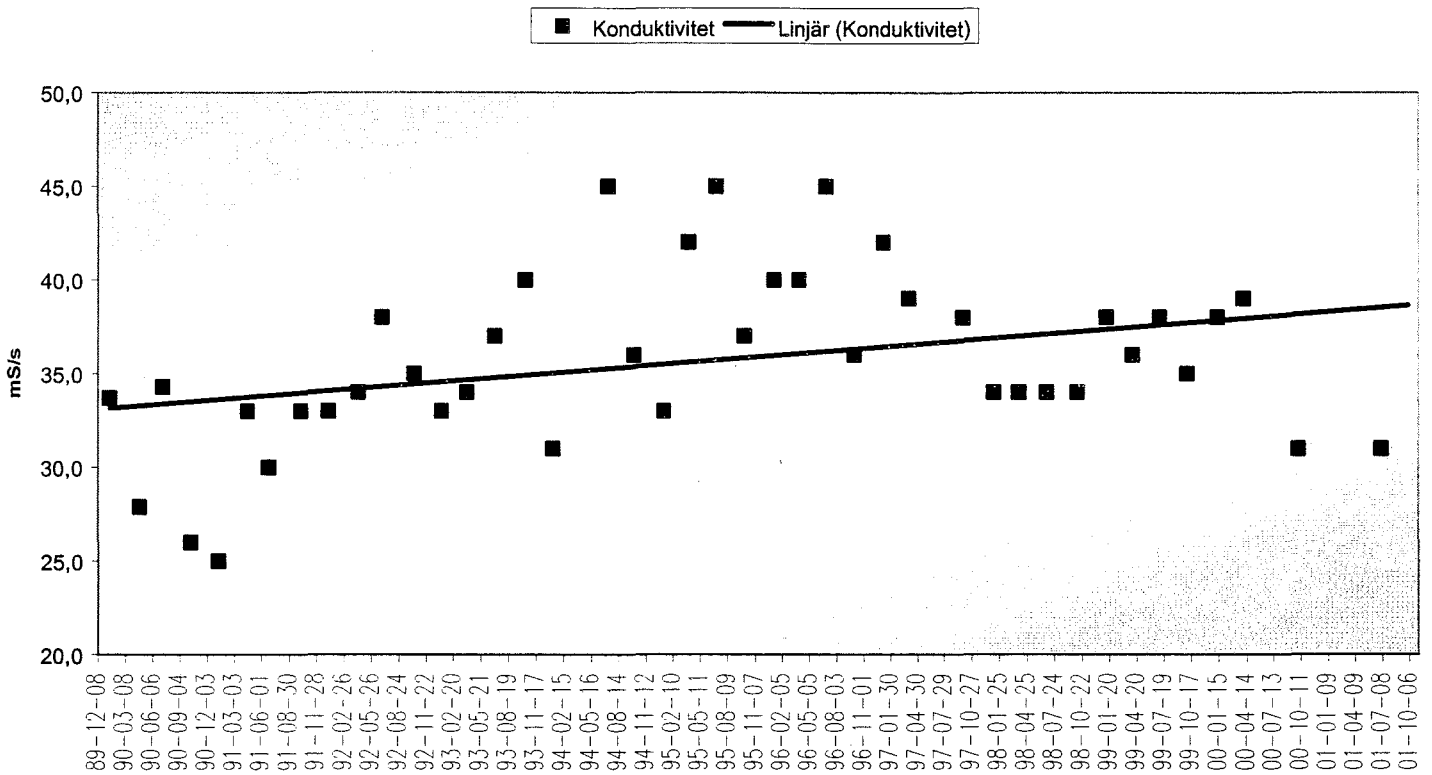
Visar minskningen av klorid och konduktivitet i Fågelfors.



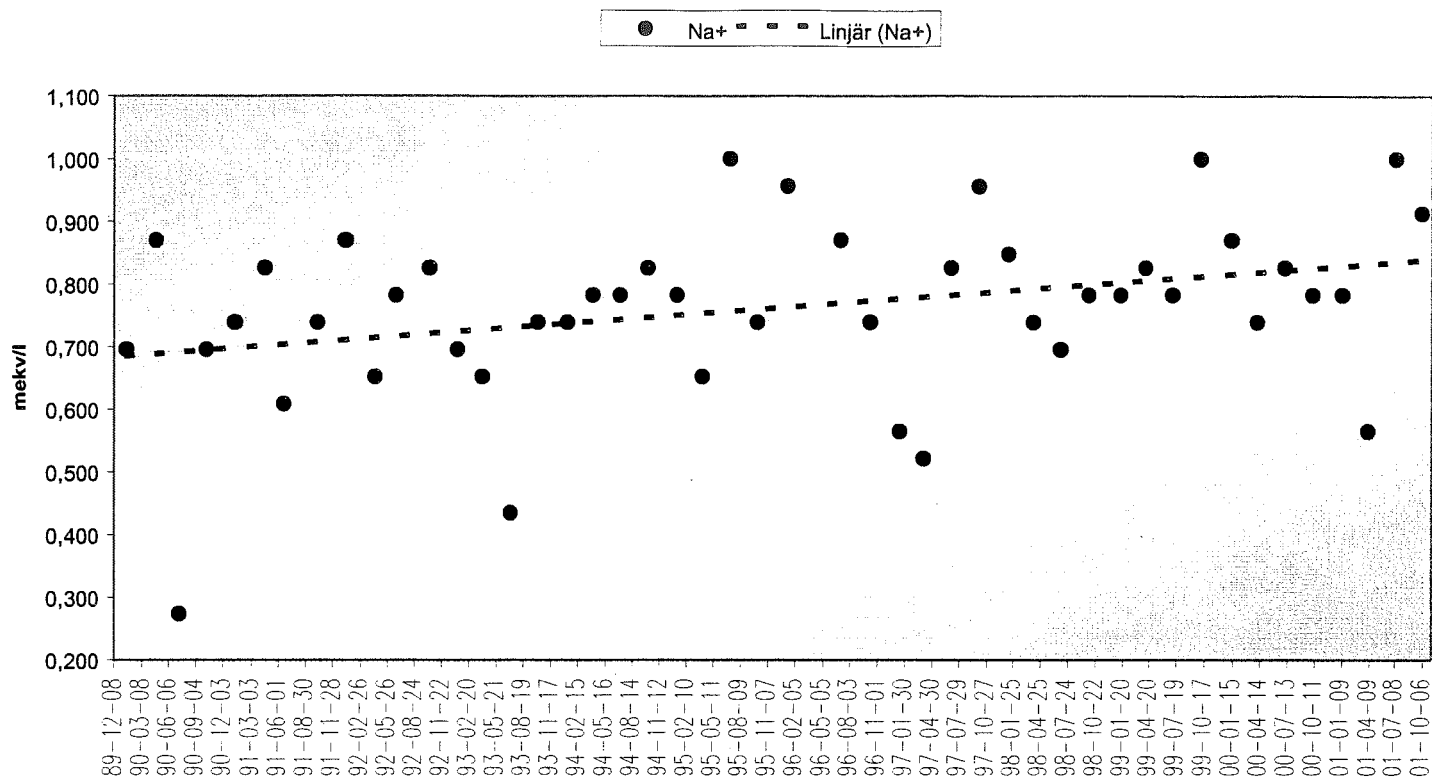
Visar ökningen av klorid och natrium i Blankaholm.



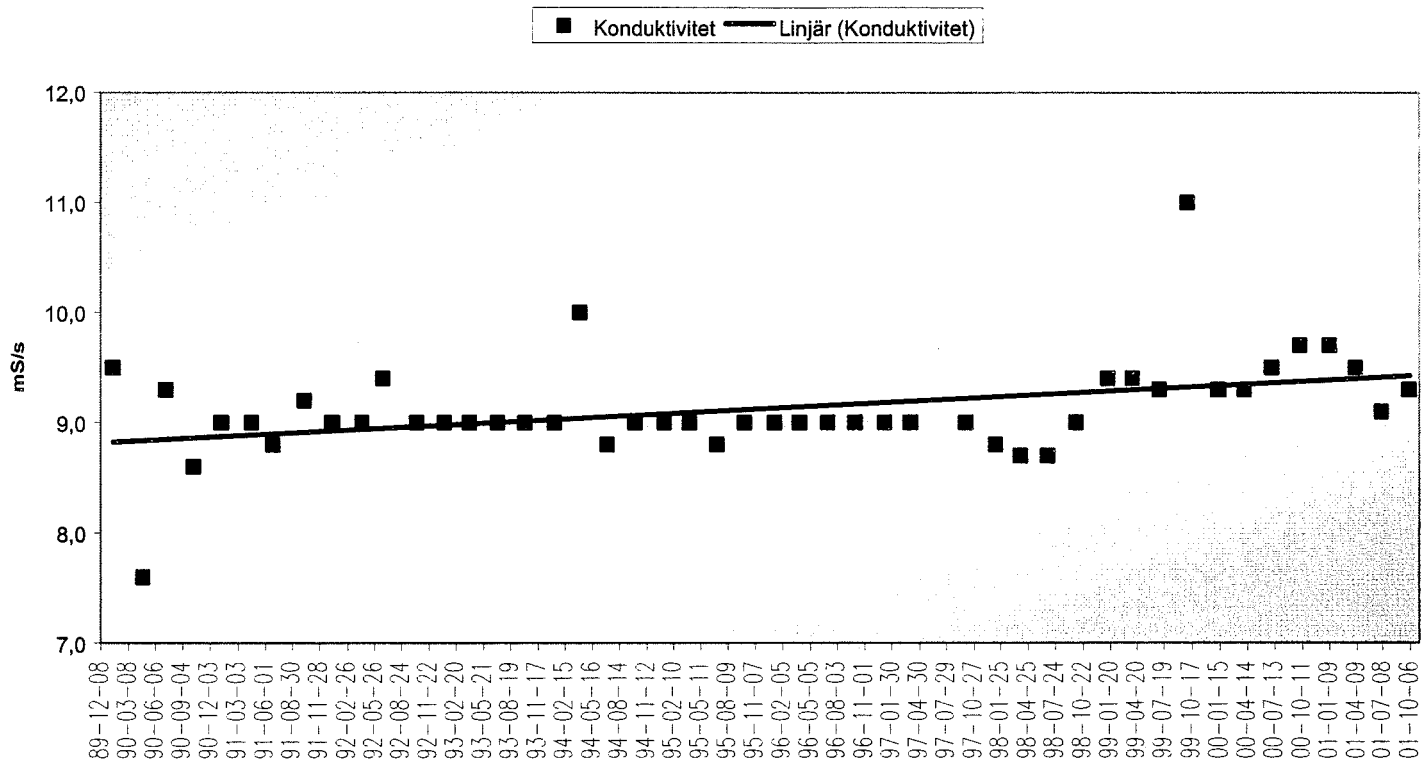
Visar ökningen av klorid och konduktivitet i Löttorp.



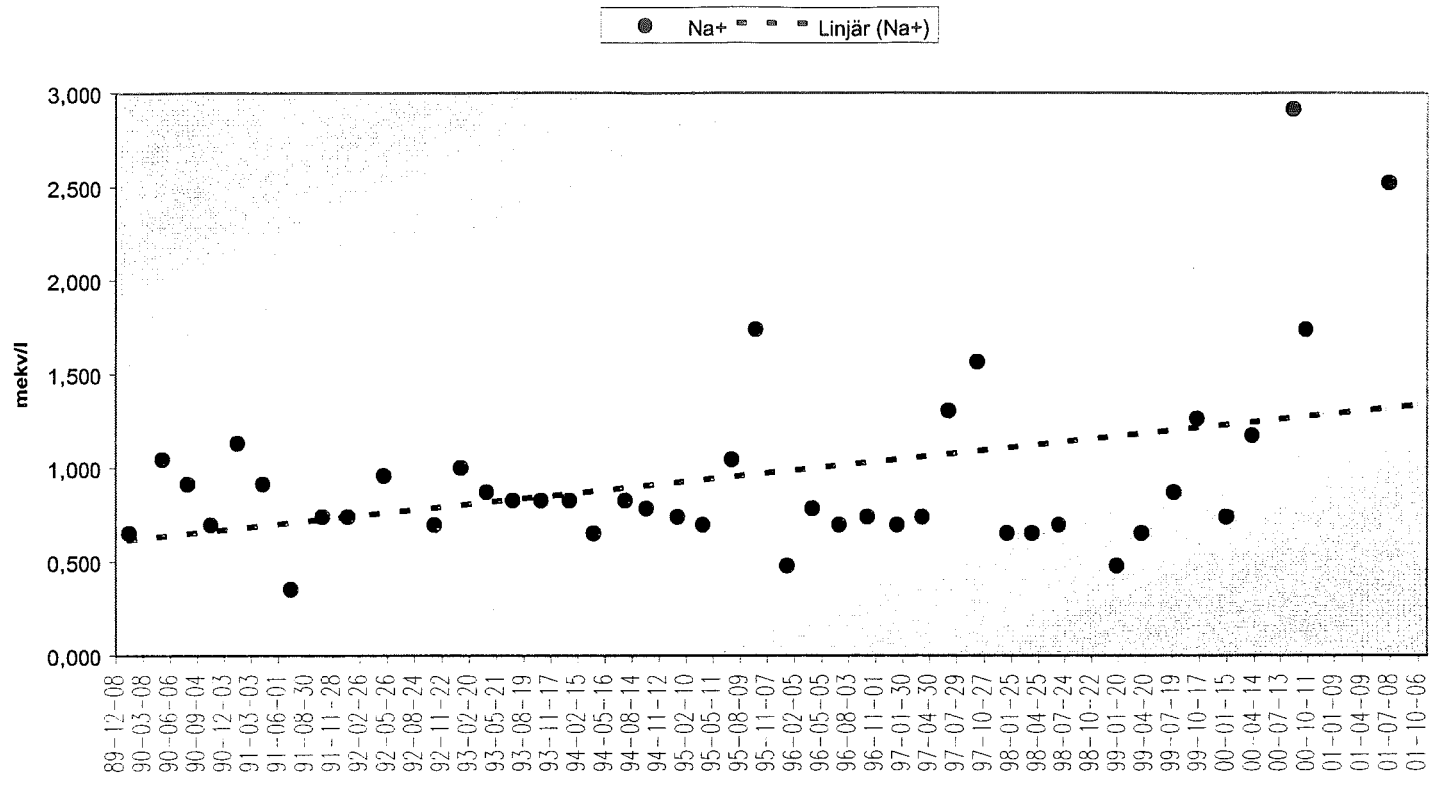
Visar ökningen av konduktivitet i Björkshult.



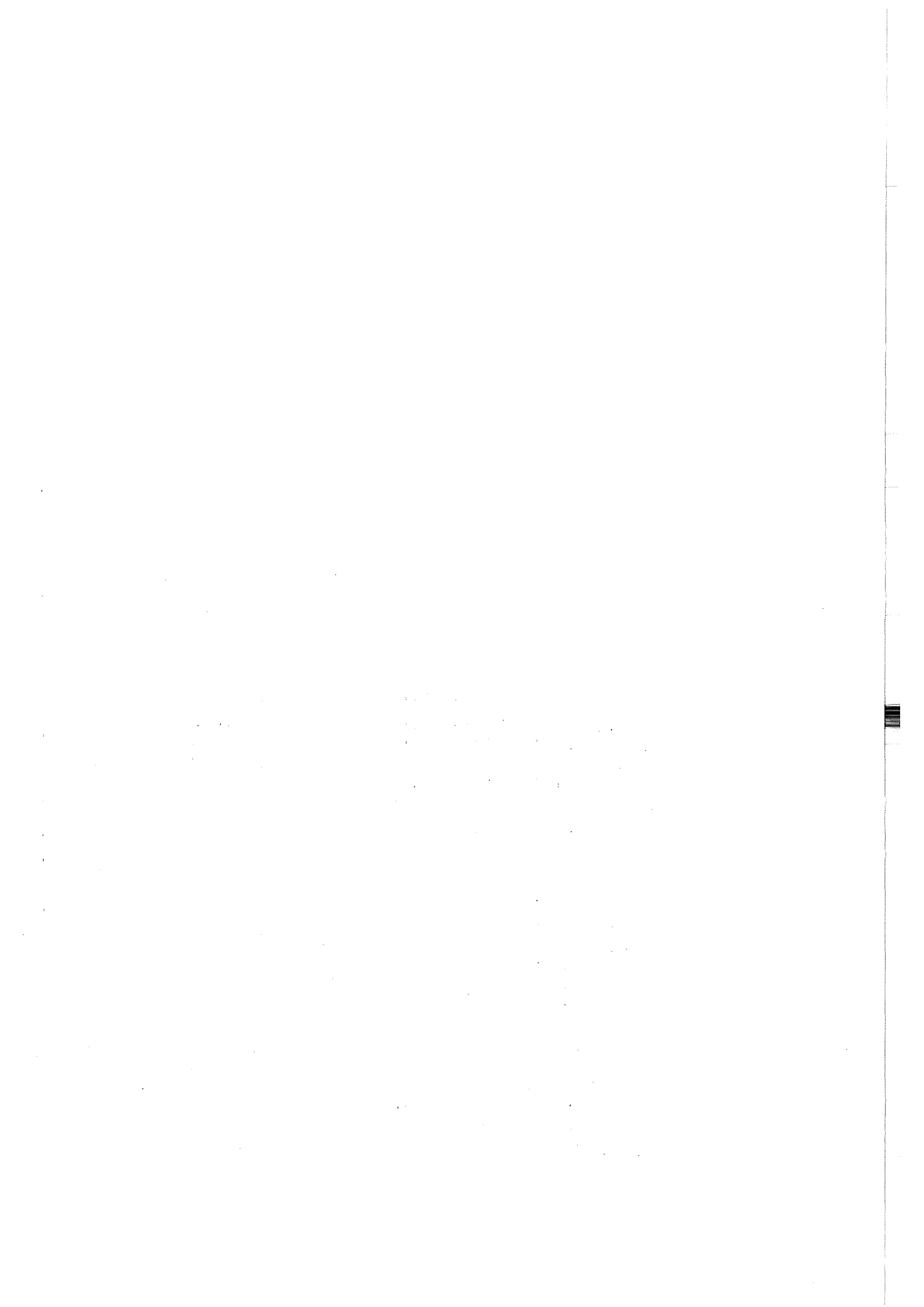
Visar ökningen av natrium i Sandbäckshult.



Visar ökningen av konduktivitet i Rumskulla.



Visar ökningen av natrium i Tveta.



## Avståndet från varje brunn till den närmaste saltade vägen och kusten.

Station	Väg (nr)	Avstånd väg (m)	Avstånd kust (m)
Bergkvara	E22	263	1638
Björkshult	23	5428	46863
Blankaholm	E22	2302	242
Bockara	23	337	23510
Broakulla	28	61	43475
Bäckebo	125	138	21593
Eriksmåla	28	112	47328
Fågelfors	23	7091	36813
Fårbo	E22	866	5183
Grönhögen	943	33868	832
Gullabo	504	84	18090
Köpingsvik	136	1571	2028
Löttorp	136	35457	2169
Nya Nedsjön	129	64	41553
Orrefors	31	58	40888
Påryd	520	56	16738
Rumskulla	33	4595	53879
Sandbäckshult	34	240	9407
Skillingarum	34	632	41219
Tveta	136	2486	4600
Tvärskog	520	513	11462
Överum	35	514	7999

## Information om de saltade vägar som ligger närmast de olika brunnarna.

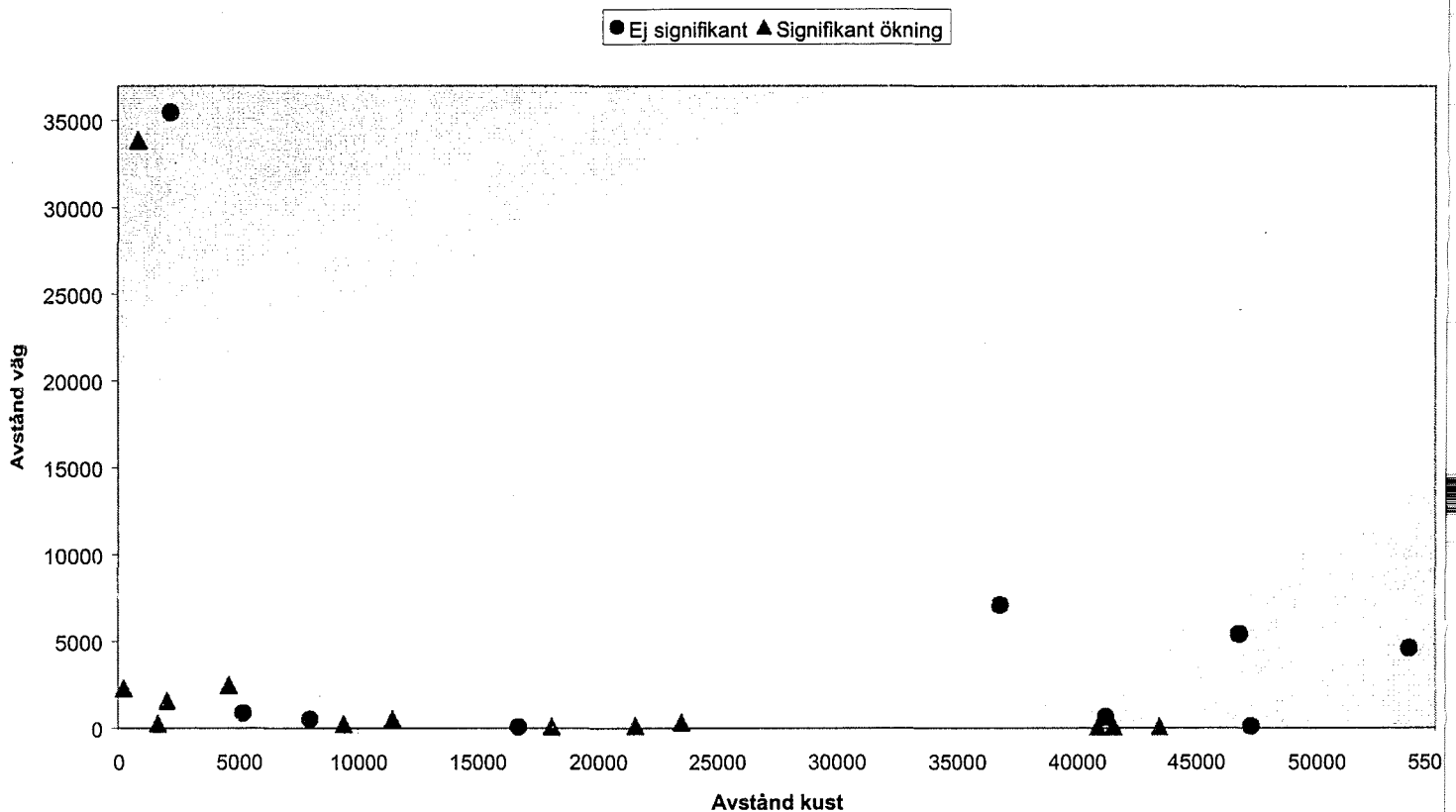
Station	Vägnr.	Vinterväglag	Hastighet	ADTaxel	ADTfordon	ADTlastbil	Bredd	Vägkategori
Bergkvara	E22	A3	50	4120	3710	330	7	Europaväg
Björkshult	23	A4	90	1310	1030	190	8	Riksväg
Blankaholm	E22	A3	90	3140	2750	300	12	Europaväg
Bockara	23	A3	50	3400	2730	440	10	Riksväg
Broakulla	28	A3	90	2780	2520	210	8	Riksväg
Bäckebo	125	A4	50	1120	1050	70	6	Primär länsväg
Eriksmåla	28	A3	70-90	1700	1500	160	8	Riksväg
Fågelfors	23	A4	90	1180	930	180	8	Riksväg
Fårbo	E22	A3	70	6840	6230	530	13	Europaväg
Grönhögen	943	A3	90	3010	2910	130	6	Sekundär länsväg
Gullabo	504	A4	50	920	860	60	5,2	Sekundär länsväg
Köpingsvik	136	A3	50	6040	5880	230	9	Primär länsväg
Löttorp	136	A3	50	6040	5880	230	9	Primär länsväg
Nya Nedsjön	129	A4	70	1870	1590	190	6,5	Primär länsväg
Orrefors	31	A3	90	2240	1990	190	9	Riksväg
Påryd	520	A4	50	1700	1570	110	7,2	Sekundär länsväg
Rumskulla	33	A3	90	1980	1720	200	10,8	Riksväg
Sandbäckshult	34	A3	90	1380	1210	150	6,5	Riksväg
Skillingarum	34	A3	90	3840	3380	340	9	Riksväg
Tveta	136	A3	70	1480	1410	80	9	Primär länsväg
Tvärskog	520	A4	90-70	2000	1780	280	7	Sekundär länsväg
Överum	35	A3	90	1810	1710	130	6,2	Riksväg

- Vägnr:** Avser nummer på statliga vägar
- Vinterväglag:** Sex olika driftstandardklasser beroende på trafikmängd och vägkategori. Klasserna är A1-A4, B1-B2 där A1 har mest trafik och B2 minst. A-vägarna saltas.
- Hastighet:** Avser tillåten hastighet i vägens båda riktningar. (Även vägens motriktning)

Trafikflödet på vägarna mäts i ÅDT..., där ÅDT står för ÅrsmedelDygnsTrafik, vilket är det genomsnittliga trafikflödet mätt under ett helt år under ett dygn på en mätpunkt på vägnätet.

- ÅDTaxel:** ÅDT för axelpar. (Antalet axelpar per årsdygn)
- ÅDTfordon:** ÅDT för fordon. (Antalet fordon per årsdygn)
- ÅDTlastbil:** ÅDT för lastbilar. (Antalet lastbilar per årsdygn)
- Bredd:** Avser vägens bredd i meter. Den belagda bredden för belagda vägar och bärig bredd för grusvägar
- Vägkategori:** Avser vägens "status". Vägkategori indelas i Europa- och riksvägar, primära, sekundära och tertiära länsvägar

(Källa: Vägverket hemsida 020515)



**Visar de brunnar som har icke signifikant eller signifikant ökning för parametern natrium i förhållande till avståndet till saltade vägar eller kusten.**