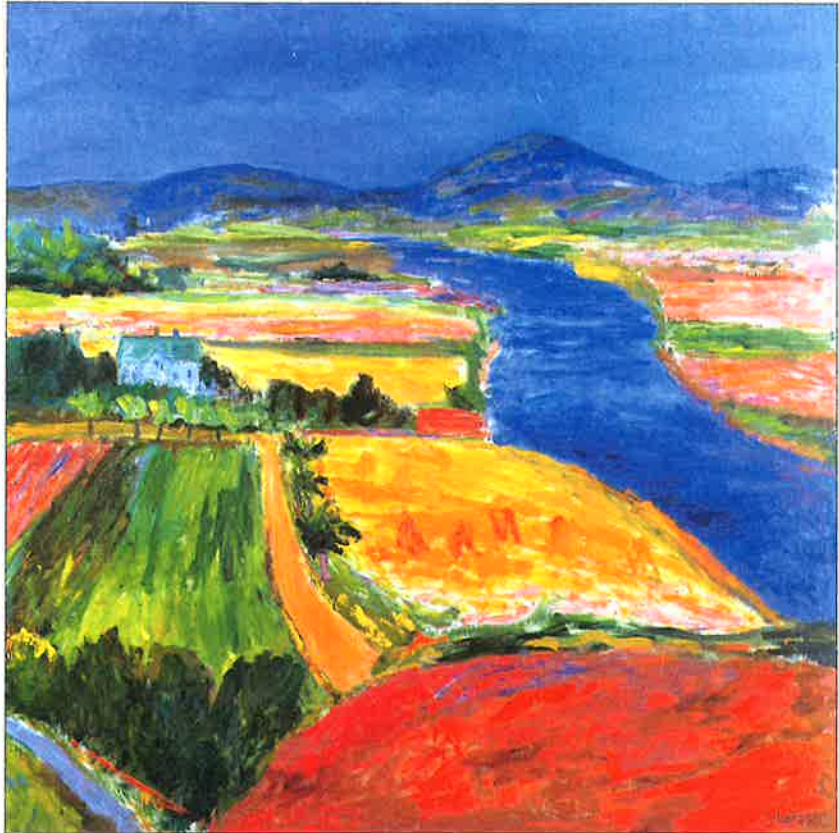


Fakta om Göta älv

1996



GÖTA ÄLVS 
VATTENVÅRDSFÖRBUND



GÖTEBORGS UNIVERSITET
Institutionen för tillämpad miljövetenskap

Omslagsbild:

Oljemålning av Ivan Ivarson, Göteborgs Konstmuseum

Göta älvs vattenvårdsförbund

c/o Göteborgsregionens kommunalförbund

Besök: Gårdavägen 2

Post: Box 5073

402 22 GÖTEBORG

Tel: 031-35 50 35 • Fax 031-35 51 17 • E-mail: lel@gbgreg.kommunalforbund.se

Förord

Göta älv är Sveriges största vattendrag och älven används av många olika intressen. Den viktigaste användningen är som vattentäkt för dricksvatten för nästan 700 000 personer. Men älven används också av industrin för kyl- och processvatten, som recipient för avloppsvatten, för elproduktion och som farled. Det är därför angeläget att "fakta" om älven och dess användning på olika sätt dokumenteras.

På initiativ av Miljöförvaltningen i Göteborg togs den första versionen av "Fakta om Göta älv" fram 1990. Ansvarig för arbetet var Bo Svärd. Sammanställningen har blivit mycket uppskattad och efterfrågad.

Huvudansvariga för framtagandet av denna version av "Fakta om Göta älv" har varit Sofia Hedberg vid Göta älvs vattenvårdsförbund och Åke Larsson vid Institutionen för tillämpad miljövetenskap vid Göteborgs Universitet. Dessa har biträttats av en arbetsgrupp bestående av Bo Svärd och Kåre Ström vid Göteborgs miljöförvaltning, Åke Mattsson och Mats Engdahl vid Göteborgs Va-verk samt Lennart Lagerfors vid Göta älvs vattenvårdsförbund. Göteborgs Va-verk och Miljösekretariatet i Göteborg har bidragit till finansieringen.

Sammanställningen gör inte anspråk på att vara heltäckande och fullständig. Vi hoppas dock att "Fakta om Göta älv" kan öka kunskapen om älven och därmed bidra till skyddet av älven.

Göteborg den 5 juni 1996



Sven Olofsson

Ordf i Göta älvs
vattenvårdsförbund



Åke Larsson

Institutionen för tillämpad miljövetenskap
vid Göteborgs Universitet



SAMMANFATTNING	1
1 ALLMÄNT	3
1.1 Nederbördsområde	3
1.2 Älvens lopp	3
1.3 Vänerregleringen	4
1.4 Vattenföring	4
1.5 Flyttider - strömningshastigheter	5
1.6 Saltvattenuppträngning	7
1.7 Biflöden	8
1.7.1 Påverkan från biflödena	9
1.8 Naturvärden	10
1.8.1 Fisk	10
1.8.2 Övriga naturvärden	10
2 ANVÄNDNING	11
2.1 Vattentäkt	11
2.2 Recipient	12
2.3 Farled	12
2.4 Fiske	13
2.5 Fiskodling	14
2.6 Kraftproduktion	14
3 SKREDRISKER (AHLBERG, 1995)	15
3.1 Skredhändelser	15
3.2 Förutsättningar för skred	16
3.3 Hotbilden	17
3.4 Förebyggande åtgärder	17
4 SLAMTRANSPORT	19
4.1 Muddring och muddertippning	20

5 INDUSTRIER	21
5.1 Större industrier med utsläpp till Göta älv	21
5.1.1 Holmen paper AB, Wargöns bruk & LignoTech Sweden AB	22
5.1.2 Saab Automobile AB (Trollhättan)	23
5.1.3 Volvo Aero Corporation	25
5.1.4 Eka Nobel Elektrokemi AB (Trollhättan, Akzo Nobelkoncernen)	26
5.1.5 Mölnlycke Tissue AB	27
5.1.6 Knauf Danogips GmbH, Inlands kartongbruk	28
5.1.7 Hercules AB	29
5.1.8 Neste Oxo AB	29
5.1.9 Tudor AB	30
5.1.10 Eka Nobel AB (Bohus, Akzo Nobelkoncernen)	31
5.1.11 Ferroprodukter AB	33
5.1.12 SKF (Göteborg)	33
5.1.13 Sävenäs avfallskraftvärmeverk	35
5.1.14 Stora Mölndal AB (Papyrus)	36
5.2 Kontaminerad industrimark	36
5.3 Lokalisering av verksamheter	37
5.4 Tabeller över industriutsläpp	38
6 KOMMUNALA AVLOPPSRENINGSVÄRK	45
7 AVFALLSUPPLAG	49
7.1 Avfallsupplag för industriavfall	49
7.2 Avfallsupplag för hushållsavfall	52
7.3 Byggnadsavfall, schaktmassor mm	55
7.4 Tabeller över utsläpp från avfallsupplag.	59
8 VATTENDRAGSKONTROLL	61
8.1 Göta älvs vattenvårdsförbund	61
8.2 Kontrollsystemet	61
8.3 Vattenvårdsförbundets vattendragskontroll i älven	63
8.3.1 Kvartalsblandprover (fram till 1990)	63
8.3.2 Stickprover 4 gånger per år (fram till 1990)	63
8.3.3 Stickprovtagningar 1 gång per månad	64
8.3.4 Stickprover 2 gånger per år	64
8.3.5 Kontinuerliga mätningar	65
8.3.6 Tidigare provtagningar	65
8.3.7 Göta älvs vattenvårdsförbunds vattenundersökningar 1958-64. Sammanställning utgiven 1965.	66
8.3.8 Särskilda undersökningar	67

8.4 PMK- Programmet för övervakning av MiljöKvalitet	68
8.5 Provtagningar i biflöden	69
8.6 Översikt över provtagningar i Göta-älvs huvudfåra	70
8.7 Vattenverkens råvattenkontroll	72
9 MILJÖKVALITETEN I GÖTA ÄLV	75
9.1 Bakgrund	75
9.2 Kontinuerliga mätningar på fasta stationer	76
9.2.1 Turbiditet (Grumlighet)	76
9.2.2 Konduktivitet	77
9.2.3 Redoxpotential	77
9.3 Försurningstatus (pH, alkalinitet)	78
9.4 Bakterier och mikrobiologisk kvalitet	79
9.5 Syreförbrukande ämnen (COD)	80
9.6 Närsalter	81
9.6.1 Kväve	81
9.6.2 Fosfor	83
9.7 Metaller	85
9.7.1 Metaller i vatten.	85
9.7.2 Metaller i sediment.	86
9.7.3 Metaller i biota.	88
9.8 Organiska ämnen	91
9.8.1 Organiska ämnen i vatten.	91
9.8.2 Organiska ämnen i sediment.	94
9.8.3 Organiska ämnen i biota.	95
9.8.4 Bekämpningsmedel	95
9.9 Sammanvägd bedömning av miljökvaliteten i Göta Älv	96
9.10 Kunskapsluckor	98
9.11 Förslag till åtgärder för att minska dagens miljöpåverkan och riskerna för framtida miljöstörningar	100
10 REFERENSER	101



SAMMANFATTNING

Göta älv är med sin medelvattenföring på ca 550 m³/s Sveriges vattenrikaste älv och flyttiden från Vänern till havet är i medeltal 3 dygn. Avrinningsområdet, som även innefattar Vänern, utgör ca en tiondel av Sveriges yta.

Älven och dess biflöden utgör en viktig nationell resurs. Den är vattentäkt för ca 700 000 personer och många industrier använder vattnet i sina processer eller som kylvatten. Älven också är recipient för omfattande industriell och samhällelig verksamhet. Utefter älven finns bland annat 15 större industrier, 10 avloppsreningsverk, 4 vattenverk och 37 avfallsupplag (industriavfall, hushållsavfall och byggnadsavfall). Göta älv är också en viktig farled med en årlig transport på ca 3,5 miljoner ton gods, framför allt olja och andra petroleumprodukter. Kraftproduktionen är betydande med cirka 4% av Sveriges sammanlagda vattenkraftproduktion av el. Vidare har älven ett stort naturvärde och även fisket och rekretationsvärdet är betydande.

Göta älvs dalgång utgör ett av landets mest skredfrekventa områden. Skreden orsakar en materialförlust på 20 000- 25 000 ton/år. Varje år transporteras det ungefär 150 000 ton oorganiskt suspenderat material i älven. För att farleden skall hållas farbar blir konsekvensen att underhållsmuddring sker i mynningsområdet med ungefär 20 000 ton/år.

Eftersom Vänern har den största påverkan på Göta älv bestäms miljökvaliteten i Göta älv i hög grad av det aktuella miljötilståndet i Vänern, men även av den tillförsel av olika miljöstörande ämnen som sker längs älvens och dess större biflödens lopp. Genom att älven är Sveriges vattenrikaste vattendrag så späds föroreningarna från industrier, jordbruk och tätorter i hög grad. Detta gör att älven har ett mycket gynnsamt utgångsläge att motstå dessa föroreningar.

Älvens miljötilstånd har förbättrats avsevärt under de 20 senaste åren. Detta har lett till att:

- Redoxpotential och konduktivitet visar på en minskad störningsfrekvens, det vill säga påverkan från punktutsläpp minskar.
- Halten syreförbrukande ämnen är, på grund av åtgärder inom industrin och sanering av avloppsutläpp från tätorter, nere på samma nivå som i början på 1900- talet.
- Försurningen utgör inget problem förutom i vissa biflöden.
- Den mikrobiologiska kvaliteten har förbättrats så mycket att kloreringen av intaget råvatten har kunnat minska under senare år.

- Kvävehalterna ligger på en hög nivå vilket i kombination med det stora vattenflödet leder till att Göta älv är den största enskilda svenska utsläppskällan av kväve till Västerhavet.
- Fosforhalterna har successivt minskat och målet för minskade halter är nått. Några av Göta älvs biflöden kan dock betecknas som mycket näringsrika på grund av höga fosforhalter.
- Metallhalter i vatten, sediment, vattenmossa och fisk indikerar i regel låg eller måttlig metallbelastning i älven. Ett kvarvarande problem är dock den omfattande metallkontamineringen av sediment, framför allt kvicksilver, i mynningsområdet.
- Ett annat påtagligt miljöproblem är att sedimenten i mynningsområdena även är kraftigt belastade med EOX, PCB, oljekolväten (PHC), polyaromatiska kolväten (PAH) och dioxiner.
- Undersökningar av så kallade prioriterade organiska ämnen (klassade som miljöfarliga) visar att de flesta inte förekommer i älven i påvisbara halter. Några organiska ämnen som hanteras i stora mängder inom industrin och samhället har dock påvisats. Även om det är fråga om relativt låga halter bör detta föranleda en fortsatt uppmärksamhet och en uppföljning av utsläppskällor.
- Ett annat hot mot vattenkvaliteten som bör uppmärksammas utgör lossning och lastning av miljöfarliga ämnen vid hantering av dessa inom industrin längs älven.

1 ALLMÄNT

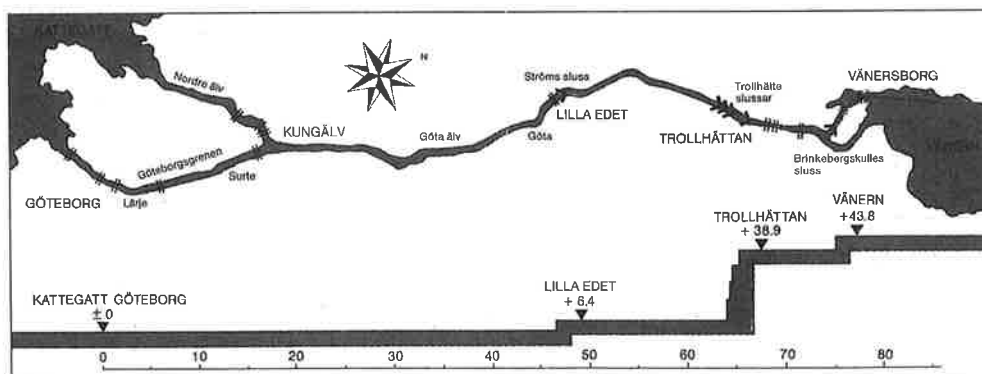
1.1 Nederbördsområde

Göta älv är med en medelvattenföring av ca 550 m³/s Sveriges vattenrikaste älv. Vid utloppet ur Vänern omfattar Göta älvs avrinningsområde 46 830 km². Vid mynningen i havet är avrinningsområdet 50 180 km². Totalt motsvarar detta ca en tiondel av Sveriges yta.

1.2 Älvens lopp

Göta älv har sitt lopp genom en 93 km lång dalgång från Vänern till utloppet i havet vid Göteborg. Dalgången avgränsas av karga berg som reser sig ca 100 m över dalbotten. I norra delen utbreder sig Tunhemsslätten åt öster. I söder är dalen mera trång och bergig. Vissa avsnitt har väl utbildade slutna dalsidor, t ex mellan Trollhättan och Hjärtum eller nedströms Älvängen. Den totala fallhöjden mellan Vänern och havet är ca 44 m.

Cirka 3 km nedströms Vänern bildar Göta älv; Vargöfallen med en naturlig fallhöjd av ca 5 m. Mellan Vargön och Trollhättan är älven relativt bred (ca 300 m) och vidgar sig kraftigt i jämnhöjd med Stallbacka till en nästan 1 km bred sjö. Vid Trollhättan sänker sig vattenytan omkring 33 m i en serie fall, de s k Trollhättefallen. Cirka 20 km nedströms Trollhättan finns fallen vid Lilla Edet med 4 m naturlig fallhöjd.



Figur 1.1 Profil över Göta älvs nivåskillnad mellan Vänern och havet. De sex slussarna finns markerade på bildens övre del. (Från broschyr över Trollhätte kanal av Sjöfartsverket.)

Nedströms Lilla Edet flyter älven utan forsar eller fall ända till utloppet i havet. Vid Älvängen delar sig älvfåran när älven omflyter den 5 km långa ön Tjurholmen. Söder om Tjurholmen blir älven bredare (300 - 400 m) med grunda strandområden.

Vid Kungälv delar sig älven i två grenar vilka omsluter ön Hisingen. Den norra grenen, Nordre älv, är vattenrikast. Nordre älv är ca 14 km lång och mynnar i Nordre älvs fjord som är en stor grund vik med 2-3 m djup. Den södra grenen, som behåller namnet Göta älv (även kallad Göteborgsgrejen) mynnar i havet vid Göteborg.

1.3 Vänerregleringen

För att bättre kunna utnyttja kraftstationerna vid Vargön, Trollhättan och Lilla Edet genomfördes Vänerens reglering 1938.

Vänern är inte bara Sveriges största insjö, utan volymmässigt också vårt största vattenmagasin. Den är extra värdefull genom att den kan utnyttjas för flerårsmagasinerings av vatten, dvs vattnet kan magasineras under regnriska år för att användas under vattenbristperioder (Nilsson, 1995).

Vattenstånden i Vänern finns uppmätta from 1807. Före Vänerens reglering 1937 var vattenståndsvariationerna avsevärda (43,18 - 45,68 möh). Den från Vänern avbördade vattenmängden stod före regleringen i direkt relation till vattenståndet (fast tröskel). Vattenståndets flerårsvariationer var stora och orsakade betydande skador på till Vänern angränsade flacka jordbruksområden samt på vägar och broar dock inte i någon större utsträckning utefter Göta älv, se nedan (Hultman, 1952).

Före regleringarna varierade vattenföringen mellan ca 200 och ca 850 m³/sek i Göta älv. Förhållandet mellan normal högvattenföring och normal lågvattenföring var så litet som 1,4. Vattenföringens variationer från dag till dag var små framför allt på grund av vänermagasinets utjämnande effekt (Sundborg & Norrman, 1963). Regleringsbestämmelserna tillåter högre vattenföringar än vad som tidigare förekom. Även lägre vattenföringar än tidigare kan förekomma. Efter regleringen förekommer vattenföringar på upp till 1 000 m³/sek. Dessutom har höga vattenföringar blivit vanligare. Att de höga vattenföringarna blivit vanligare och att högsta vattenföring ökat med nära 200 m³/sek har betydelse för erosionsprocesserna (Sundborg & Norrman, 1963). Före regleringen ändrades vattenföringen mycket långsamt med tiden. Genom regleringen fick man tillstånd till korttidsreglering med snabba förändringar av vattenföringen och denna möjlighet utnyttjas. Det är inte ovanligt med mycket kraftiga förändringar av vattenföringen från en timme till nästa tex halvering och fördubbling (Sundborg & Norrman, 1963). Korttidsregleringen har för Göta älv inneburit att en jämn vattenföring med långsamma förändringar i vattenflödet blivit betydligt mer ojämn med snabba förändringar i flödet. Dessutom har både högre och lägre vattenföringar blivit vanligare (Sundborg & Norrman, 1963).

Tabell 1.1 Varaktighet av höga vattenföringar (m³/sek). (Sundborg & Norrman, 1963).

	> 1000	>900	> 800	> 700	> 600
Före reglering	-	-	< 1%	8%	29%
Efter reglering	< 1%	4%	13%	21%	30%

1.4 Vattenföring

Innan kanalarbeten och regleringsåtgärder ändrade den naturliga avrinningen förde Nordre älv ca 85% av Göta älvs vatten. Numera går ca 75 % av den totala vattenföringen genom Nordre älv. De kraftiga variationerna upptas till största delen av Nordre älv medan vattenföringen via Göteborg på grund av regleringen med skärmen vid Ormo är jämnare.

Tabell 1.2 Vattenföring i Göta älv (m³/s). Värdena hämtade från diverse källor.

	Efter reglering	Före reglering ⁵⁾
	m ³ /s	m ³ /s
Högsta högvattenföring (HHQ)	1096 ¹⁾	840
Normal högvattenföring (MHQ)	900 ²⁾	626
Medelvattenföring (MQ) ³⁾	560 ⁴⁾	544
Normal lågvattenföring (MLQ)	140 ²⁾	457
Lägsta lågvattenföring (LLQ)	125 ²⁾	286

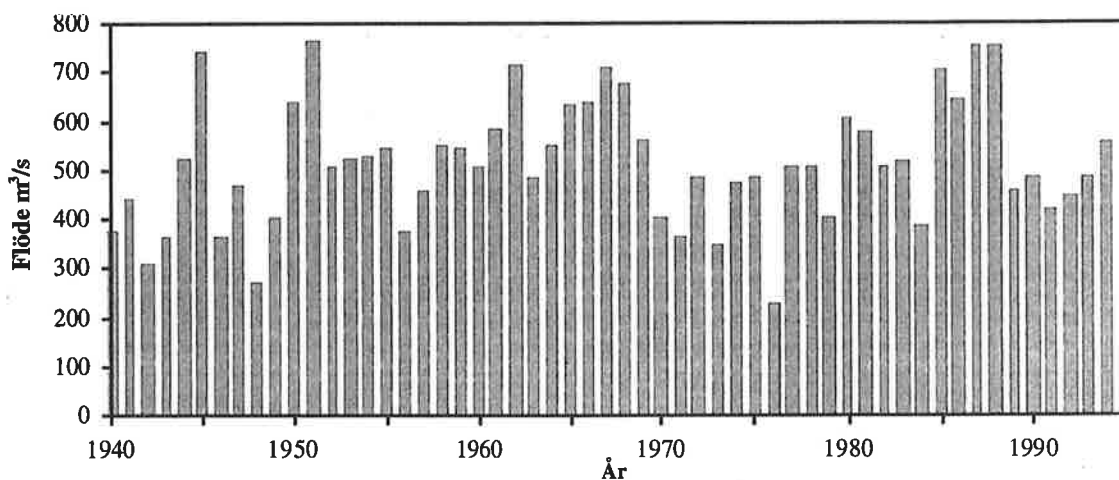
1) För perioden 1941-94. (Enligt Falkenmark, 1979) är HHQ 1050 m³/s under perioden 1941-70.

2) För perioden 1975-1994 (Lilla Edet). Från vattenföringsdiagram i Göta älvs vattenvårds årsrapporter.

3) Medelvattenföringen gäller två olika perioder, se 4 & 5 nedan.

4) Enligt (Falkenmark, 1979) för perioden 1941-1970.

5) Enligt (Sundborg & Norrman, 1963) för perioden 1807-1937 (Vänerns utlopp).



Figur 1.2 Vattenföringen i Göta älv som årsmedelvärden 1970-1994 (Göta älvs vattenvårds förbunds årsrapporter)

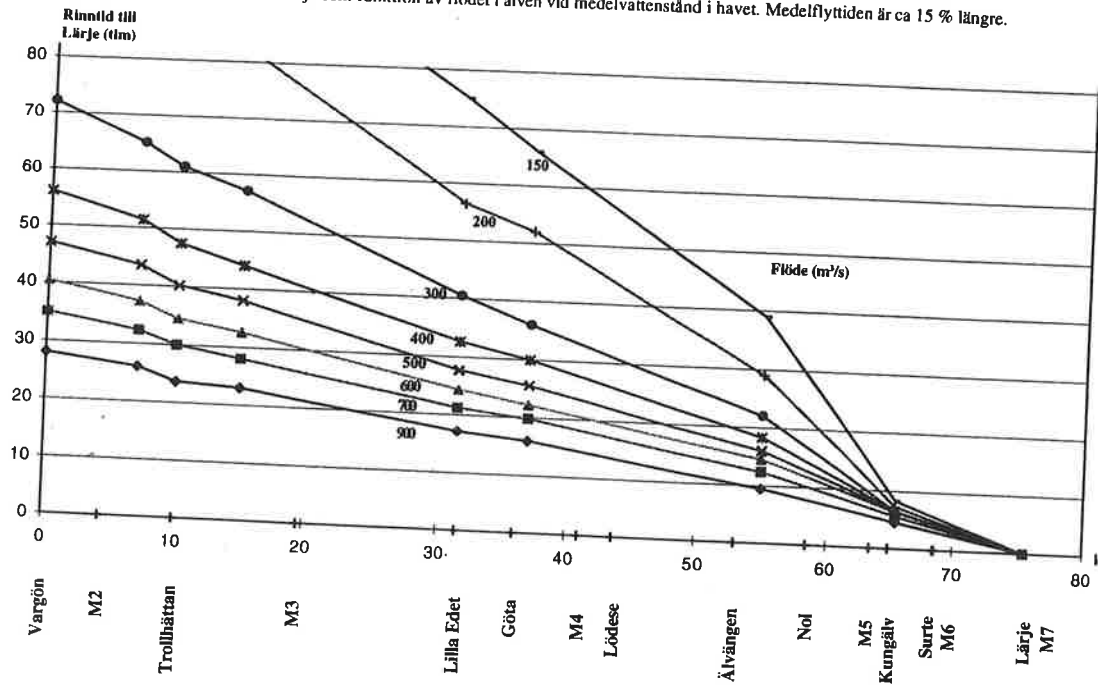
1.5 Flyttider - strömningshastigheter

Göta älvs vatten flyter från Vänern till havet på 1,5 - 5 dygn. Den genomsnittliga flyttiden är knappt 3 dygn. Flyttiderna varierar främst beroende på flödets storlek. Nedströms Lilla Edet påverkas flyttiderna dessutom av vattenståndet i havet. Flyttiden för huvudflödet ökar eller minskar med ca 3,5% av flyttiden per 10 centimeters nivåavvikelse (Ljunggren, 1995).

Strömningshastigheterna är olika för olika avsnitt och varierar även den med vattenföringen. Ovanstående flyttider motsvarar strömningshastigheter av ca 0.8 km/h vid låg vattenföring och ca 2,6 km/h vid hög vattenföring mitt i strömfåran. Ett genomsnittsvärde är 1,3 km/h. Figur 1.3 redogör för sambandet mellan flyttider och flödets storlek. Vid registrering av ett utsläpp representerar flyttiden den tid det tar för den första delen av ett utsläpp att nå en angiven punkt. Efter den första impulsen uppnås den maximala koncentrationen efter ca 15% av totala flyttiden.

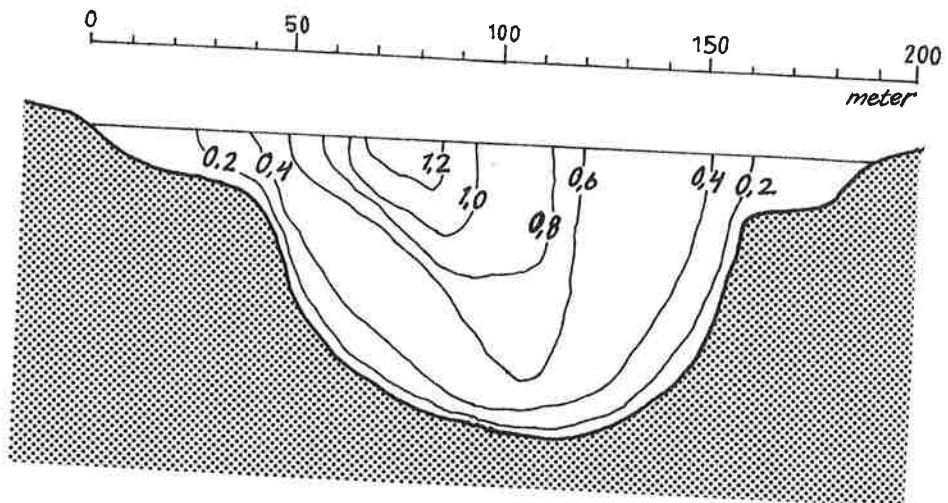
Göta älv

Kortaste flyttid mellan Vargön och Lärje som funktion av flödet i älven vid medelvattenstånd i havet. Medelflyttiden är ca 15 % längre.



Figur 1.3 Flyttider längs älven (Olle Ljunggren, 1995).

Flyttiderna i ovanstående diagram utgick från den maximala flythastigheten mitt i strömfåran. I verkligheten har vattnet mycket olika hastigheter i olika delar av ett sådant tvärsnitt. De lägsta hastigheterna finner man längs stränderna och botten, de högsta som regel vid och en bit under ytan någonstans i älvens mitt. Figur 1.4 är ett exempel på strömningshastigheter i ett visst tvärsnitt genom älven vid en viss tidpunkt. De betydande skillnaderna i strömningshastigheter har betydelse bland annat för hur utsläpp blandas in och sprids i älvvattnet.



Figur 1.4 Exempel på strömningshastigheter i ett tvärsnitt (Claesson & Larsson, 1972).

Ett utsläpps spridningsförlopp kan variera starkt. Ett utsläpp vid ena älvstranden följer oftast denna strand en längre sträcka. De utsläppta föroreningarna blandas efterhand in i älvvattenflödet och sprids även i strömningriktningen beroende på varierande strömhastigheter i älvens tvärsnitt. Groyt kan man räkna med att fullständig inblandning erhålls efter en flytsträcka av 10 km. Samtidigt sker en utspädning av föroreningarna. (Länstyrelserna i O, P, R & S län, 1980)

1.6 Saltvattenuppträngning

Före regleringen av Väneren innebar, för Göteborgs Va-verks del, vattenbristperioder med långvarigt lågt vattenstånd i Väneren och därmed låg vattenföring i Göta älv, mycket allvarliga olägenheter på grund av risk för saltvattenstörningar. Dessa blev efter hand alltmer besvärande. Detta förhållande sammanhängde med den fortgående uppmuddringen av segelleden i Göteborgsgrenen, särskilt inom hamnområdet. Förutsättningarna för saltvatteninströmning förändrades härigenom med tiden radikalt särskilt vid lågt vattenflöde då saltvattenfronten trängde allt längre upp i älven.

När vattentappningen vid Lilla Edet är lägre än 600 m³/s skall (enligt regleringsbestämmelserna) en skärm vid Ormo i Nordre älv reglera vattenföringen så att vattenföringen i göteborgsgrenen av Göta älv inte underskrider vissa minimivärden. Detta sker för att undvika att saltvatten tränger upp till Göteborgs kommuns vattenintag vid Lärjeholm. Trots detta sker ibland saltvattenuppträngning vilket leder till att råvattenintaget måste stängas.

Tabell 1.3 Antalet stängningar av råvattenintaget pga saltvattenuppträngning 1985-94 (Engdahl, 1995).

År	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994
Antal	1	11	2	2	37	29	32	32	29	8

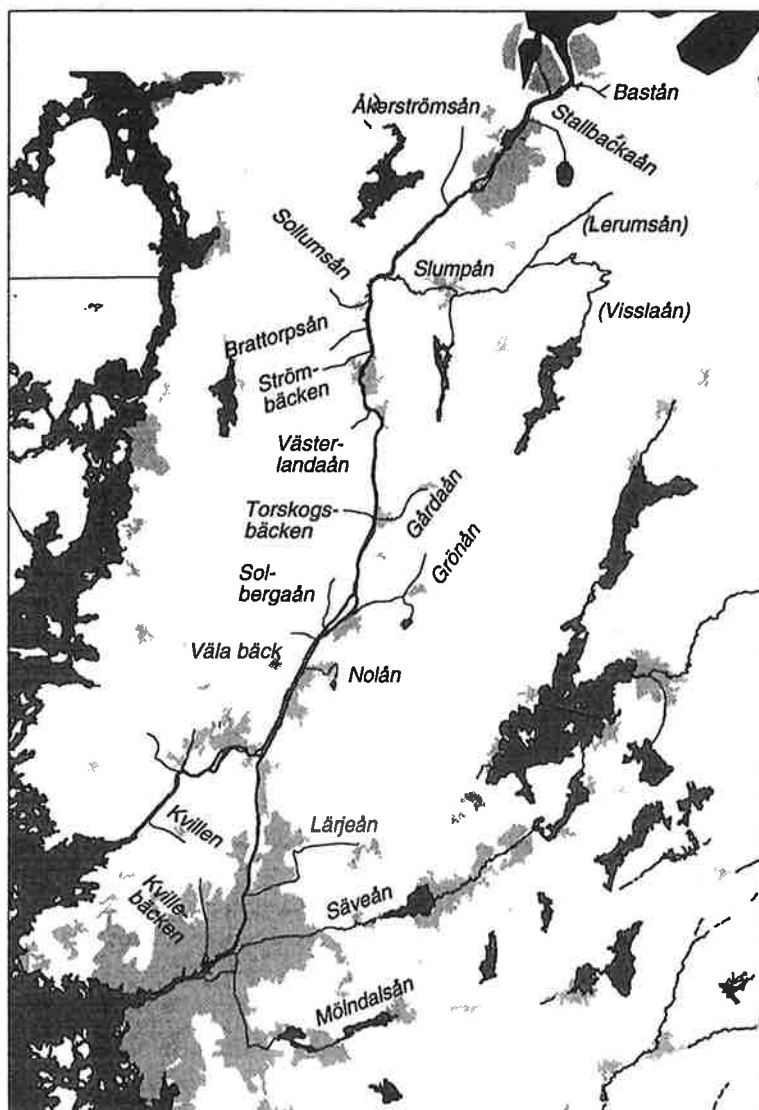
1.7 Biflöden

På sträckan mellan Vänern och havet har samtliga biflöden uppskattats tillföra sammanlagt ca 45 m³/s i medeltal. Avrinningsområdet är totalt 3 350 km².

Tabell 1.4 Biflöden till Göta älv med avrinningsområde större än 10 km² (SMHI, 1950).

Biflöde	Avrinningsområde area (km ²)	Mynning i Göta älv
Bastån	49	Söder om Vargön, Vänersborgs k:n
Stallbackaån	80	Stallbacka norr om Trollhättan
Ryrbäcken	10 ¹⁾	Nedströms Trollhättan
Åkersströmsån	20	Vid Åkersström, sydväst Trollhättan
Slumpån	395	Åsbräcka, Trollhättans k:n
Sollumsån	33	Norr om Hjärtum, Lilla Edets k:n
Brattorpsån	28	Söder om Hjärtum, Lilla Edets k:n
Sannersbybäcken	14 ¹⁾	Vid Sannersby, SSV Lilla Edet
Västerlandaån	25	Väster om Göta, Lilla Edets k:n
Ryrsjöbäcken	15 ¹⁾	Söder Göta, Lilla Edets k:n
Torskogsbäcken	18 ¹⁾	Mittemot Lödöse, Lilla Edets k:n
Gårdaån	61	Lödöse, Lilla Edets k:n
Grönån	198	Älvängen, Ale k:n
Solbergaån	21	Vid Solberg, Kungälvs k:n
Vallerån	17 ¹⁾	Söder Solberg, Kungälvs k:n
Väla bäck	15 ¹⁾	Nordost Romelanda, Kungälvs k:n
Nolån (Sköldsån)	53	Nol, Ale k:n
Hålldammsbäcken	17 ¹⁾	Nödinge, Ale k:n
Kvillen	30	Nordre älv, från Hisingen
Lärjeån	119	Lärjeholm, Göteborgs k:n
Kvillebäcken	16	Frihamnen, Göteborg
Säveån	1 475	Olskroken, Göteborg
Mölnålsån	268	Olskroken, Göteborg
Kungälvsbäcken	12	Kungälv, Kungälvs k:n
Ytterbybäcken	12	Ytterby, Kungälvs k:n

1) Beräknat av Bo Svärd, Ytorna är beräknade med elektronisk planimeter från topografisk karta 1:50 000.



Figur 1.5 Vissa biflöden till Göta älv.

1.7.1 Påverkan från biflödena

Biflödena till Göta älv bidrog under åren 1992-1994 med 15-30 % av den totala fosforbelastningen på Göta älv och runt 6% av den totala kvävebelastningen (Göta älvs vattenvårdsförbunds årsrapporter). Värdet för Lärjeån saknas 1994 (då värdet på flöde inte fanns att tillgå vid skrivande av årsrapport), men är inkluderade för de två tidigare åren.

Vänern har den största påverkan på Göta älv. I Vänern fastläggs stora mängder föroreningar som sedan inte transporteras ut i älven. Det mesta i Vänern av föroreningar har minskat förutom kväve. Kvävet är inget uppenbart problem för Vänern men kvävetransporten i Göta älv motsvarar idag cirka hälften av tillförseln från svenska källor till Västerhavet och bidrar där till övergödningssproblem. (Åtgärdsgrupp Vänern, 1995a). Skillnaden i bidrag av kväve, från Vänern till Göta älv, mellan ett nederbördsrikt och nederbördsfattigt år kan vara ca 10 000 ton. Detta på grund av vattenföringen, det vill säga ju mer vatten som tappas från Vänern desto större mängder blir det i älven. 70% av den totala kvävetransporten är av antropogent ursprung. (Åtgärdsgrupp Vänern, 1994).

1.8 Naturvärden

1.8.1 Fisk

Delar av Göta älv, tex avsnittet närmast uppströms Bohus, är mycket fiskrika med ett stort antal arter (Grönlund, 1990). De flesta i Sverige förekommande sötvattensfiskar finns i Göta älv. Totalt skall det finnas mellan 30- 40 stycken arter (Sportfiskarna, 1995).

Göta och Nordre älvar är mycket viktiga vandringsstråk för lax, havsöring och ål. I biflöden till Göta älv vandrar laxen och öringen upp till sina lekplatser och ålen fortsätter till källsjöarna. Uppvandringen i Göta älv begränsas av fallen i Trollhättan som utgör ett effektivt vandringshinder. (Arbetsgrupp för Göta älvs fiskevårdsplan, 1989).

Tidigare fanns lekplatser av betydelse både i älven och i biflödena. Genom kraftverksutbyggnaden och kanaliseringen för sjöfartens behov har de flesta av laxens naturliga lekområden i älvens huvudfåra förstörts (sedan ca 25 år tillbaka utplanteras därför odlade laxungar). De huvudsakliga lek- och uppväxtområdena för lax och öring finns idag i biflödena, framför allt i Sävån och Grönån. (Arbetsgrupp för Göta älvs fiskevårdsplan, 1989). Ett bra exempel på positiva förändringar är Mölndalsån. För 100 år sedan försvann laxbeståndet från ån och så småningom blev den helt fisktom på grund av de industriella utsläpp som skedde. Reningsprocesserna i industrierna plus att en del av industriernas utsläpp har kopplats till Ryaverket har nu gjort att lax leker och yngel kläcks bland annat inom Stora Mölndal, Papyrus fabriksområde i Mölndal (Sportfiskarna, 1995).

Se även under punkt 2.4 Fiske.

1.8.2 Övriga naturvärden

Göta älvs dalgång med strandängar utgör riksintresse för natur- och friluftsliv. Stora delar av strandängarna är naturreservat och inom en snar framtid kommer strandängarna från Angeredsbron ända till Ellesbo vara kommunalt naturreservat. Skötselplan och dylikt är under utarbetande. Lärjeåns dalgång är också under reservatsbildning. (Ström, 1995).

2 ANVÄNDNING

2.1 Vattentäkt

Cirka 600 000 får sin vattenförsörjning från Göta älv. Samtidigt utnyttjas vattentillgångarna som process- och kylvatten m m för ett stort antal industrier i området.

Det totala vattenuttaget från älven uppgår till ca 7,5 m³/s eller mindre än 1,5% av älvens vattenföring. En stor del av detta vatten tillgodoser industrins behov av kyl- och processvatten. Efter användning återförs vattnet till älven som behandlat avloppsvatten. (Länstyrelserna i O, P, R & S län, 1980)

De större kommunala vattenuttagen från Göta älv sker vid Trollhättan, Lilla Edet, Dösebacka (Kungälv) och Alelyckan (Göteborg m fl). Uttagen för kommunal vattenförsörjning uppgår till i medeltal ca 2,3 m³/s vilket är mindre än 0,5% av av älvens medelvattenföring.

Tabell 2.1 Kommunala vattenuttag 1994 (från respektive kommun, 1995)

Trollhättan	≈200 l/sek
Lilla Edet	≈40 l/sek
Kungälv	≈70 l/sek
Göteborg	≈2 000 l/sek

Trollhättan, Lilla Edet och Göteborg tar råvatten direkt från älven. Ale, Partille, Öckerö och Mölndal försörjs också helt eller delvis av Göteborg. Om ett utsläpp inträffar, som gör vattnet tillfälligt olämpligt som råvatten, måste intaget stängas. I en sådan situation har Göteborg Delsjöarna och Rådasjön som reserv. Dessutom kan Lärjeån och sjöarna Lövsjön och Skyrsjön m fl utnyttjas som reservvatten. Uthålligheten i ett sådant vattenförsörjningssystem beror på när avbrottet sker och varierar bland annat med tillgången på vatten i Mölndalsån och Lärjeån (Va-verket, Göteborg 1995). Trollhättan och Lilla Edet har för närvarande ingen liknande reserv eller annan vattenförsörjningsmöjlighet vid avstängning av vattenintaget från Göta älv, dock pågår diskussioner om reservvattentäkter.

Tabell 2.2 Fakta om vattenverk längs Göta älv (från respektive vattenverk 1995).

Kommun	Vattenverk	Antal abonenter (pe)	Producerad mängd (m ³ /år)	Reningsmetod
Trollhättan	Överby	47 000	6 205 000	kemisk fällning snabbfilter långsamfilter desinfektion
Lilla Edet	Lilla Edet	ca 8 500	1 200 000	sandfiltrering aktivt kol+kalkmassa desinfektion
Kungälv	Dösebacka	26 100	2 154 000 ¹⁾	förstärkt grundvatten konstgjord infiltration
Göteborg	Alelyckan + Lackarebäck	440 252	61 800 000 ²⁾	fördesinfektion ³⁾ kemisk fällning kolfilter slutdesinfektion

1) Varav 855 000 m³ till delar av Ale kommun.

2) 3 000 000 m³ går till grannkommunerna Öckerö, delar av Ale, Partille & Mölndal.

3) Lackarebäckverket har behovsanpassad fördesinfektion normalt endast sommartid.

2.2 Recipient

Älven utnyttjas som recipient för process- och kylvatten från industrierna. En del industrier har sitt processvatten kopplat till de kommunala reningsverken (se avsnitt 5.4 tabell 5.5-5.6).

Via de kommunala avloppsreningsverken sker utsläpp av avloppsvatten från hushåll och anslutna industrier¹⁾. Avloppsnet och reningsverk tillförs också dagvatten och inläckande grundvatten från otäta ledningar vilket kan orsaka bräddningar.

Vidare sker utsläpp från hushåll med egna avloppsanläggningar.

1) Ca 565 000 personer är anslutna till Ryaverket (GRYAAB:s årsrapport 1994)

2.3 Farled

Göta älv har sedan gammalt utgjort en viktig vattenväg både för yrkestrafik och fritidsbåtar. En slussled förbi Lilla Edet öppnades 1607 och övre delen av Göta älv blev segelbar 1752 genom utgrävning av den s k Karls grav med tillhörande sluss vid Brinkebergskulle. Trollhätte kanal, med slussar vid Lilla Edet, Trollhättan och Vänersborg, blev färdig år 1800.

Godstransporterna genom Trollhätte kanal utgjorde 1994, 3,6 miljoner ton gods vilket innebär 3 500 fartygsresor. Detta motsvarar cirka 184 000 järnvägsvagnar eller 121 300 långtradare. (Sjöfartsverket 2, 1995).

Det dominerande godsslaget är olja och andra petroleumprodukter (ca 1/3 av den totala godsmängden), nästan uteslutande raffinerade oljeprodukter från raffinaderierna i Göteborg och Brofjorden. Till största delen är det frågan om lätta oljor som innehåller giftigare och mer svårbekämpade komponenter än de tyngre oljorna. (Länsstyrelserna i O, P, R & S län, 1980 och Länsstyrelserna i R, S & P län, 1989).

Transporterna på Vänern och Göta älv utgörs av olja och metanol, skogsprodukter, jordbruksprodukter och malmer. Olja är det dominerande. Av oljan utgörs nästan 75% av dieselolja och 20 % bensin och resten av metanol.

Fartyg som skall trafikera Göta älv kontrolleras innan tillstånd ges för genomfart. I korthet kan sägas att enligt kungörelse av Sjöfartsverket 1994:25 skall oljetankfartyg på minst 600 dödviktston (DW) för att få trafikera Göta älv (Trollhätte kanal), Vänern och Mälaren under hela sin tanklastlängd vara försett med dubbel botten för förvaring av balastvatten eller andra utrymmen än tankar för olja eller kemikalier. Är fartyget större än 5000 DW så skall fartyget längs hela sin lasttanklängd i sidan vara försedd med vingtankar för förvaring av balastvatten eller andra utrymmen än tankar för olja eller kemikalier (föreskrifter om storlek i kungörelse 1994:25, träder i kraft 96 06 01). Fartyg levererat före Sjöfartsverkets kungörelse 1994:25 trädde i kraft och som uppfyller vissa konstruktionskrav kan få föra olja.

Tidigast 24 timmar innan fartyget ämnar gå in i Trollhätte kanal skall fartyget ha genomgått en egenkontroll där besättning får fylla i en checklista, som innefattar kondition av fartyg, utrustning plus besättningens förmåga att använda utrustningen. Med utgångspunkt från denna lista bedömer Sjöfartsverket sedan om fartyget är lämpligt att trafikera kanalen eller ej. Ligger fartyget still under mer än 48 timmar skall kontrollen upprepas innan resan fortsätter eller åter påbörjas. (Sjöfartsverket 1994:7) Är fartyget större än längd 87 meter, bredd 12,60 meter och djupgående större än 4,70 meter, så krävs särskild prövning och speciella krav ställs för att genomfart skall få ske. (Sjöfartsverket 1, 1995)

Dessutom finns trafikföreskrifter som fartyget måste följa för att få färdas på älven. På det lokala planet, det vill säga inom sjötrafikområdet, finns också ett antal bestämmelser som reglerar säkerheten. Den innehåller bland annat bedömningsunderlag för fartyg innan beslut om fartyget tillåts trafikera Göta älv (Trollhätte kanal). (Sjöfartsverket 1993:28)

2.4 Fiske

Laxfiske har sedan mycket lång tid ägt rum i Göta älv. I takt med vattenkraftutbyggnaden och kanaliseringen av älven förlorade den sin betydelse som laxfiskevatten. Efter utbyggnaden och fram till 1970-talet fiskades mest gädda och abborre, samt på sina håll även gös, sik och siklöja. (Arbetsgruppen för Göta älvs fiskevårdsplan, 1989)

Stora smoltutsättningar och fiskevårdande åtgärder i biflödena har medfört att Göta älv och Nordre älv åter blivit vatten med stor uppvandring av lax och öring. (Arbetsgruppen för Göta älvs fiskevårdsplan, 1989)

Fisket utnyttjas numera nästan uteslutande av sportfiskare och husbehovsfiskare. Göta älv med biflöden och Nordre älv utgör mycket betydelsefulla vattenområden för sportfisket. De är klassade som riksintressen för fritidsfiske enligt naturresurslagen och skall åtnjuta särskilt skydd. Men även för yrkesfisket är vattnen mycket viktiga eftersom lax och öring från Göta älvs vattensystem fångas yrkesmässigt ute till havs. (Arbetsgruppen för Göta älvs fiskevårdsplan, 1989)

Sammantaget kan konstateras att älvarna med sina biflöden redan idag är ett av Västsveriges bästa fiskevatten. Laxfisket är och bedöms bli mycket attraktivt även i framtiden. En förutsättning är att älvarna med sina biflöden skyddas mot miljöförstörelse. (Arbetsgruppen för Göta älvs fiskevårdsplan, 1989)

Säveån är det naturvattnen som har störst förutsättningar att utvecklas till ett sportfiskevatten av högsta nationella och internationella klass.

Genom tidigare miljöpåverkan har älven varit svartlistad på grund av kvicksilver nedströms Göta till mynningen av Göta älv och Nordre älv. Vandringsfisk som lax och öring var undantagen från sådan svartlistning. Detta medförde att fisket efter annan fisk än lax och öring haft liten betydelse. Utsläpps- och föroreningssituationen är nu avsevärt bättre. Svartlistning av sjöar eller vattensystem upphörde vid utgången av 1991.

Nu finns mer kostinriktade råd där fisk såsom abborre, gädda, gös och ål inte får ha högre värden av kvicksilver än 1,0 mg/kg för att få saluföras. Övriga fiskvaror får inte ha högre värden än 0,5 mg/kg för att få saluföras. (Olin, 1995. Ström, 1995)

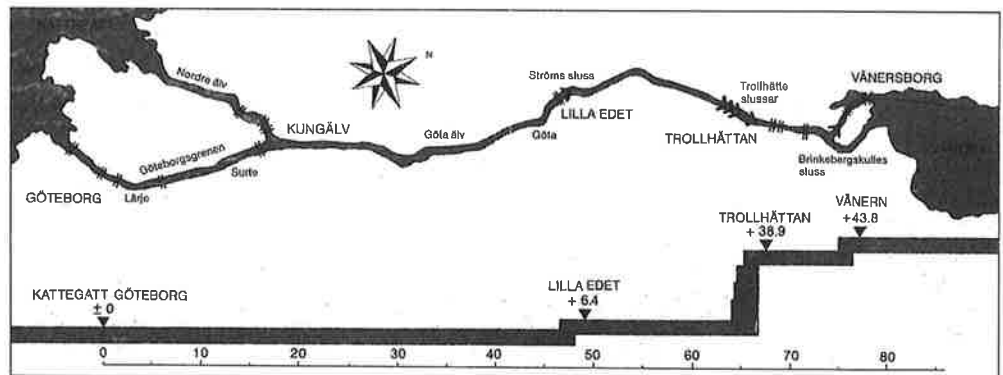
2.5 Fiskodling

Vid Trollhättan odlas sättfisk, främst lax, öring och regnbåge för utplantering. Vid Vargön finns två kassodlingar där det odlas regnbåge. Fosforutsläppet från Vargöns fiskodlingar beräknas vara ca 350 kilo/år (beräkning enligt Persson, 1987).

2.6 Kraftproduktion

Under 1900-talet har kraftiga ingrepp helt förändrat de hydrologiska förhållandena i Göta älv. Det mest betydande ingreppet är Vänerens reglering från och med år 1937.

Olidans kraftstation i Trollhättan togs i bruk år 1910. Sedan dess har Göta älv efter successiv utbyggnad av kraftverk svarat för en betydande del av landets elenergiförsörjning. (Länstyrelserna i O, P, R & S län, 1980). Cirka 4% av Sveriges vattenkraftproduktion kommer från Göta älv (Vattenfall Vattenkraft AB Trollhättan, 1995).



Figur 2.1 De sex slussarnas läge utefter Göta älv (från broschyr över Trollhätte kanal av Sjöfartsverket).

3 SKREDRISKER (Ahlberg, 1995)

3.1 Skredhändelser

Göta älvdalen anses vara landets mest skredfrekventa område. Detta styrks av en inventering redovisad 1982 (Viberg, 1982). Genom tolkning av flygbilder har identifierats ca 150 skredärr i dalgången med anslutande vattendrag. I den s.k. Götaälvsutredningen (SOU, 1962) beskrivs några dokumenterade stora, historiska skred. Jordfallet ca 1150 (strax norr om Bohus) och Intagan 1648 (söder om Åkerström vid Trollhättan).

Skredet vid Intagan är den största skredkatastrofen i historisk tid. Skredmassorna dämde upp älven, vilket orsakade en översvämning som kostade minst 85 människors livet. Norr om Intagan förstördes ett stort antal hus och fartyg. När vattenmassorna sedan plötsligt bröt igenom fördämningen, uppkom en flodvåg som orsakade stora skadeverkningar miltals nedströms.



Figur 3.1 Götaskredet (foto: Per Ahlberg).

I modern tid har skred inträffat vid Surte 1950, vid Göta 1957 och vid Agnesberg 1993. Skreden i Surte och Göta täppte till hela älvfåran, Agnebergsskredet var ett undervattensskred. Dessa skred, och sannolikt också de historiska skreden har inträffat plötsligt och utan förvarning. Man har heller aldrig kunnat förutsäga med säkerhet var de skall inträffa.

De betydligt vanligare och mindre utglidningarna brukar inkräkta på farleden och ge temporär grumling av vattnet.

Under perioden 1946-1958 orsakade skred en markförlust av 100 000 hektar mellan Åkerström och Lilla Edet (ca 15 km längs älven). Detta motsvarar en materialförlust av i genomsnitt 20 000-25 000 ton/år.

3.2 Förutsättningar för skred

Ras och skred ingår i en naturlig process som strävar efter att utjämna höjdskillnaderna i landskapet. Göta älvdalen har mäktiga lerlager som avsatts i den sprickdal i berggrunden som format älvdalen. Lermäktigheter på 30-50 m är vanliga. I Göteborg har uppmätts lerdjup på omkring 100 m. Vattnet i Göta älv har under årtusendenas lopp skurit sig ner i lersedimenten och format strandbrinkar. Processen har pågått sedan den senaste istiden för ca 10 000 tusen år sedan och pågår alltjämt. Lermäktigheten utgör en av förutsättningarna för skredriskförhållandena.

En annan förutsättning är strandbrinkarnas höjd över vattenytan och vattendjupet i älven. I södra delen av älvdalen är strandbrinkarna låga eller saknas helt. I närheten av Lödöse är strandbrinken mer utpräglad med krön på någon meter över vattenytan. Ju längre mot norr man kommer desto högre blir strandbrinkarna. Vid Lilla Edet är höjden ca 7 m och vid Vesten, ca 3 km söder Intagan, når höjden ca 20 m över vattenytan. Släntlutningen är i regel tämligen brant. Den totala höjdskillnaden mellan släntkrön och älvbotten kan uppgå till ca 30 m för sträckan norr om Lilla Edet och till ca 20 m för delen söderut. Tyngdkraften och höjdskillnaderna ger upphov till skjuvspänningar i slänterna, slänterna blir "ansträngda". När "ansträngningen" i slänten överstiger lerans hållfasthet utlöses skredet.

Lerlagrens egenskaper, främst hållfasthets- och kvickleregenskaperna, samt porvattentrycken i jorden är andra viktiga förutsättningar för skred. Om leran dessutom är kvick och blir flytande, kan skredet sprida sig och få mycket stor omfattning. Skreden i Surte, Göta och Agnesberg är exempel på kvicklereskred.

Storleken av ett skred beror främst av slänthöjden, "ansträngningen" i slänten samt förekomsten av kvicklera.

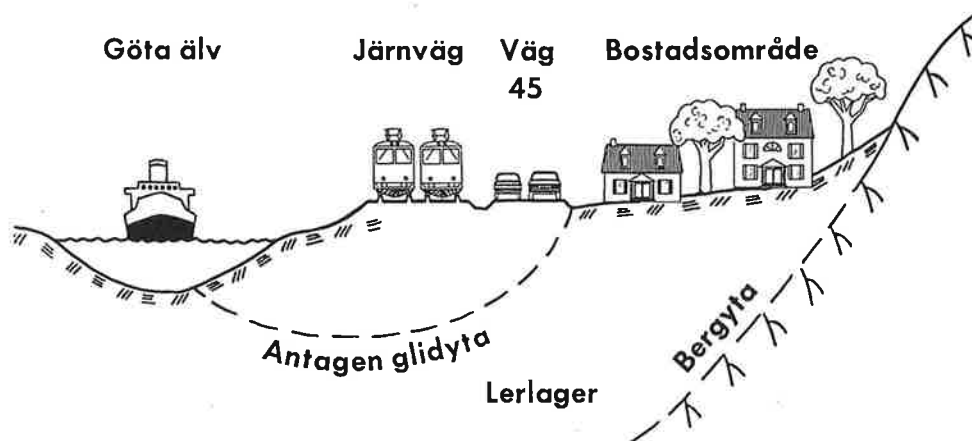
Mänskliga ingrepp i naturen kan påskynda eller fördröja de naturliga processerna. Väneregleringen är ett exempel på sådan, då denna medförde en ökning av vattnets strömhastighet i älven nedströms Lilla Edet. De högre vattenhastigheterna samt de hastiga förändringarna i flödet innebär en ökad tendens till erosion. Fartygstrafiken bidrar till erosion och småras i de leriga strandbrinkarna (Göta älvs vattenvårdsförbund 25 år). Vågor från fartyg har större betydelse för stranderosion än vindsvågor. Däremot anses den av fartyg orsakade bottenerosionen vara obetydlig (Sundborg och Norrman, 1963).

3.3 Hotbilden

Hotet mot vattendraget Göta älv utgörs primärt av de jord- och lermassor som kan glida ut i älven vid ett skred och som därmed påverkar fartygstrafiken, vattenförsörjningen och kraftproduktionen. Götaälvsutredningen konstaterade ett antal kvicklereförekomster utmed älven. Dessa kvicklereområden utgör ett potentiellt hot med avseende på stora skred.

Sannolikheten för skred som griper längre in minskar med ökande avstånd från stranden. Därför är sannolikheten mycket liten för att befintlig bostadsbebyggelse skall involveras i ett skred, såvida den inte är belägen på kvicklera.

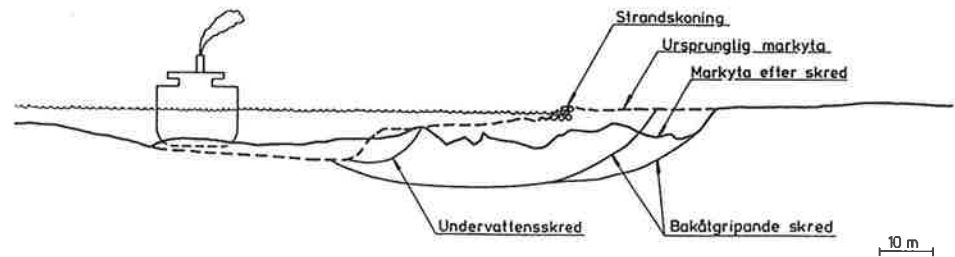
Generellt återfinns den största skredsannolikheten vid undervattensslätten, antingen i älven närmast farleden eller där undervattensslätten ligger nära land. Det största hotet mot älvvattnet härrör därför från de talrika industriområden som är belägna utmed älven, flerstädes alldeles intill älvstranden, inom Göteborgs och Ale kommuner (t.ex. industriområdena vid Agnesberg, Surte, Eka Nobel, Stora Viken, Nol, Älvängen) samt några på östra stranden inom Lilla Edets kommun. Industrimarken kan vara förorenad. Inom t.ex. Eka Nobels område har konstaterats att de översta marklagren är kontaminerade med miljöskadliga ämnen. Skredsannolikheten beräknas och bedöms på grundval av stabilitetsberäkningar.



Figur 3.2 Principskiss för stabilitetsberäkningar (Per Ahlberg 1994).

3.4 Förebyggande åtgärder

Inom ramen för Götaälvsutredningen (SOU rapport nr 48, 1962) undersöktes stabilitetsförhållandena i älv dalen från nedströms slusstrappan i Trollhättan och söderut till Lärjeån. Förstärkningar kom till stånd inom ett 10-tal ansträngda områden. Dessutom utlades ett antal erosionsskydd bland annat i form av sprängstensvallar. Sedan dess har Trollhätte Kanalverk (numera Sjöfartsverket) i samråd med SGI årligen kompletterat erosionsskydden på långa sträckor av båda älvstränderna. SGI har också som myndighetsuppgift ett övervakningsansvar för skredriskförhållandena i älv dalen. Verksamhetens syfte är att genom kontroller, mätningar och remissförfaranden se till att olika former av exploatering inte försämrar stabilitetsförhållandena.



Figur 3.3 Principskiss på undervattensskred (Per Ahlberg 1994).

Agnesbergsskredet, som började i den branta undervattensslänten vid farledskanten och sedan fortplantade sig inåt land, initierade en särskild utredning samt omfattande förstärkningsåtgärder (Agnebergsutredningen, 1993). Uppmätningar norr och söder om skredplatsen påvisade fler sträckor med branta undervattensslänter som borde förstärkas. De utförda förstärkningarna kom därför att omfatta en betydligt längre sträcka än själva skredområdet. Skredet visade på undervattenssläntens betydelse för förutsättningarna av ett initialscred och utvecklingen av större eller mindre följdskred.

I en rapport från SGI om skredrisker i älv dalen (SGI proj.nr 2-605/92, 1994) redovisas en skredriskanalys för östra älvstranden från Lärjeholm i söder genom Ale kommun till ungefär Alvhem i norr. Här sammanvägs sannolikheten för skred med konsekvenserna därav till en skredriskfaktor (risknivå). Höga risknivåer har konstaterats vid Agnesberg, strax söder om Surte, vid industriområdena i Surte och Eka Nobel, vid småbåtshamnen i Tollerred samt längs Älvängens industriområde. Agnesbergområdet har enl. ovan förstärkts till godtagbar risknivå och även inom Eka Nobels område har förstärkningar skett.

4 SLAMTRANSPORT

På grund av vattnets eroderande effekt så tillförs älven material och älvvattnets halt av oorganiskt material ökar därför nedströms i älven. Dessutom tillförs material från biflöden. Vid en undersökning 1958-59 var medianvärdet för halten av oorganiskt suspenderat material 1,5 mg/l vid Vargön och 4,0 mg/l vid Lilla Edet. (Sundborg och Norrman, 1963)

Norr om Lilla Edet har materialtillförseln tillskrivits strandprocesserna. För sträckan nedströms Lilla Edet kommer det huvudsakliga bidraget från erosion i själva huvudströmfåran. Ca 10% av slammängden i älven har bedömts komma från tillflödena. (Sundborg och Norrman, 1963)

Enstaka dagar förekommer extremt höga koncentrationer av slam. Dessa toppar i slamhalten är delvis svårtolkade. Förmodligen sammanhänger de med tillfälliga störningar i form av slätskred, stark nederbörd, snösmältning eller stark vågverkan vid utloppet ur Väneren. (Sundborg och Norrman, 1963)

Tabell 4.1 *Transport av oorganiskt suspenderat material i Göta älv, april 1958 - april 1959. (Sundborg och Norrman, 1963)*

	ton/år	ton/dygn
Vargön	45 000	125
Hjulkvarn	50 000	139
Lilla Edet	70 000	193
Göteborgsgrenen	50 000	142
Nordre älv	80 000	231

Ovanstående undersökning anger den totala slamtransporten i Göta älvs nedre del till 130 000 ton/år. Enligt en annan undersökning anges ett värde på mellan 130 000 - 200 000 ton/år oorganiskt suspenderat material som avsätts i älvens utlopp. Ca 40% avsätts i Göta älvdelen och resten i Nordre älv (Stadsbyggnadskontoret i Göteborg, 1993).

Från tillflödena	ca 10 %
Utflödet av oorganiskt material från Väneren	ca 30 %
Från stranderosion (mest uppströms Lilla Edet)	ca 20 %
Från djuperosion (mest nedströms Lilla Edet)	ca 40 %

När suspenderade partiklar i Göta älvs vatten når saltvattnet i mynningen så sker en flockuleringsprocess vilket gör att det suspenderade materialet sjunker ned till botten och sedimenterar. Många metaller är partikelbunda och effekten blir att metallerna sedimenterar med partiklarna (Danielsson et al).

4.1 Muddring och muddertippning

Redan under 1800-talet utfördes muddringsarbeten i Göta älv. Särskilt inom Göteborgs hamnområde har omfattande muddringar utförts. Betydande mängder muddar har tippats inom djupare delar av älven. Numera läggs muddermassor på tre olika platser beroende på giftighet och mängd. Oberoende av mängd så placeras de giftigaste massorna i Torsviken. Är halterna för kadmium (Cd), PCB och Kvicksilver (Hg) lägre än nedanstående gränser så avgör mängden muddermassor var de läggs. (Göteborgs Hamn AB, 1995)

	Torsviken	Vinga	Hakefjorden
>3 ppm Cd eller >0.05 ppm PCB eller 1-20 ppm Hg	X	-	-
Lägre halter än ovan men >5 000m ³	-	X	-
Lägre halter än ovan men <5 000m ³	-	-	X

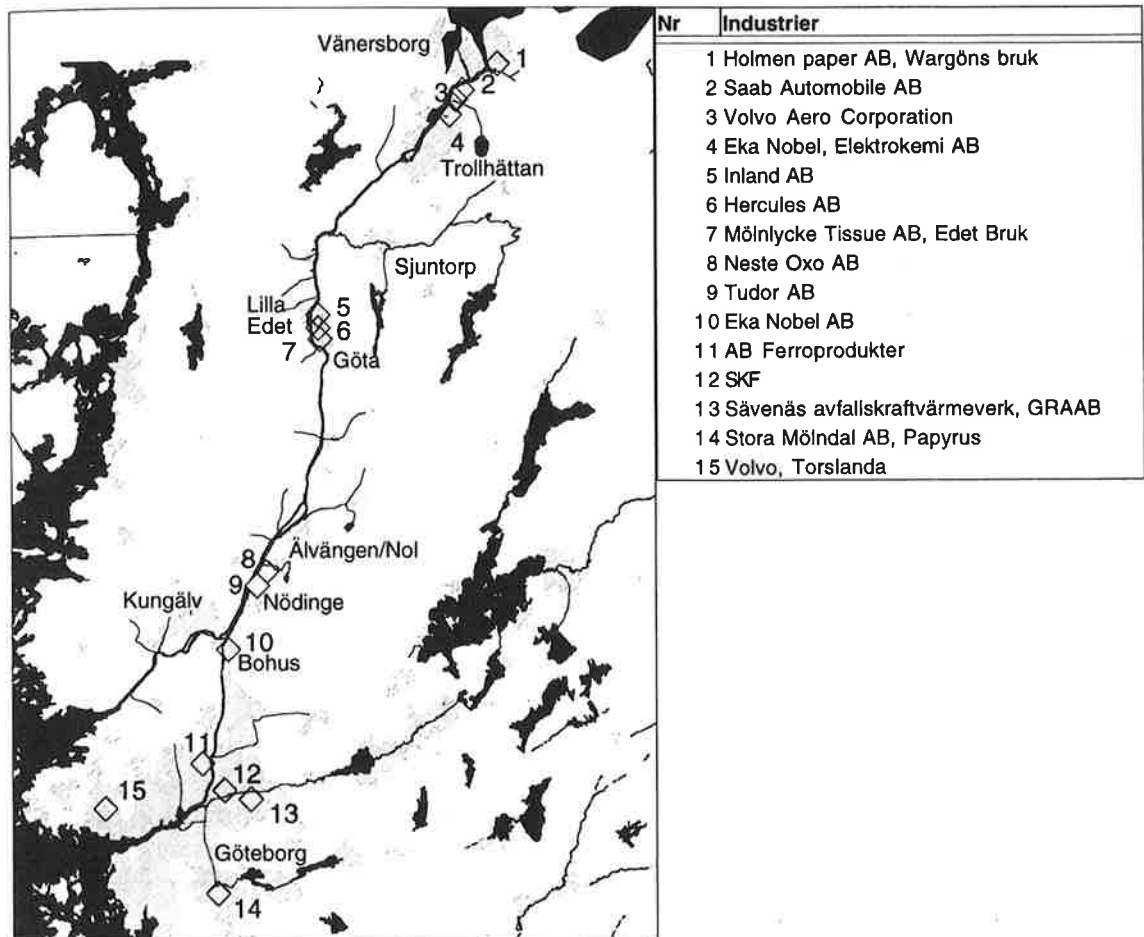
En del undersökningar visar att muddersmassor av lerigt material kan ligga kvar på tippningsplatsen under mycket lång tid (Sundborg och Norrman, 1963) medan andra påvisat tydliga tendenser till erosion och borttransport av tippade lösa massor (Länstyrelsen i P-län, beslut, 1977).

Under perioden 1990-95 har muddring i form av underhållsmuddring skett i Göta älv. Underhållsmuddring innebär borttagande av sediment som avsätts i Göta älv inom det område där salt- och sötvatten möts. Ca 20 000 ton /år borttages vid underhållsmuddring dvs ungefär lika mycket som avsätts här. Underhållsmuddring är tillståndspliktigt och görs för att hålla farled och ankringsplatser farbara för sjöfart. Sträckan Marieholmsbron - Tingstadstunneln muddrades 1992 på ca 58 000 m³ sediment och området kring Frihamnspiren 1992/93 på ca 17 000 m³. (Sjöfartsverket 2, 1995)

5 INDUSTRIER

Uppgifter i detta avsnitt är i huvudsak hämtade från respektive företags miljörapporter för 1994.

5.1 Större industrier med utsläpp till Göta älv



Figur 5.1 Större industrier med utsläpp till Göta älv.

5.1.1 Holmen paper AB, Wargöns bruk & LignoTech Sweden AB

Wargöns bruk ingår i Holmen Paper AB som är ett affärsområde inom MoDo-koncernen. Inom Wargöns bruks fabriksområde bedriver LignoTech AB (som ingår i Borregardkoncernen) ligninförädling.

Årlig tillåten produktion och produktionsutfall:

	Tillståndsgiven produktion (ton)	Produktion 1994 (ton)
Bestruket journalpapper	115 000	105 700
Peroxidblekt slipmassa	35 000	28 500
Peroxidblekt sulfitmassa	46 000	45 400

Efter 1994 får 48 000 ton blekt sulfitmassa tillverkas då omläggning av avlopssystemet och införandet av biologisk rening skall vara färdigt.

Förutom ovan nämnda så finns tillstånd att tillverka 70 000 ton ligninprodukter varav 55 000 ton torkade produkter.

Koncessionsnämndsbeslut rörande vattenutsläpp samt utsläppt mängd till Göta älv 1994:

Fram till slutet av december 1996 gäller provisoriska riktvärden för BOD₇ och suspenderat material.

	Riktvärde månadsmedelvärde ton/dygn	Gränsvärde årsmedelvärde (ton/dygn)	Utsläpp 1994 (ton/dygn)
Crom (trevärt)		5 kg/dygn	-
BOD ₇	12	12	11,3
Suspenderat mtrl	3,5	3,5	1,4

- Rejekt från skakfilter efter slipstolarna skall omhändertas och får inte tillföras avlopp.
- Bolaget skall installera uppsamlingssystem för tillfälliga utsläpp och spill.
- Bolaget skall hålla föroreningsmängder till luft och vatten på lägsta möjliga nivå.

Avlopp och reningsanläggningar:

Holmen Paper AB har tre avlopp:

1. Avlopp 1, som huvudsakligen avleder fiberförande processavloppsvatten
2. Avlopp B, som huvudsakligen avleder processavloppsvatten från ligninproduktfabriken inklusive lutindunstning samt vatten från svaveldioxidskrubber i sulfitfabriken.
3. Avlopp G, som huvudsakligen avleder kylvatten

Sanitärt avloppsvatten överförs till Vänersborgs reningsverk.

Enligt beslut från koncessionsnämnden 1990 skall bolaget senast vid årsslutet 1994 vidtagit omläggning av avloppsnätet och utbyggnad av reningsanläggning. Detta innebär att i huvudsak indunstningkondensat, renseriavlopp, sulfitblekeriavlopp, avlopp från hartsavskiljning i sulfitfabriken och vatten från svaveldioxidskrubbern i sulfitfabriken efter neutralisering och försedimentering renas biologiskt i en biobädd för att därefter avledas till anläggning för kemisk fällning.

Avfalls- och restproduktshantering

Slammet som bildas vid sedimentering avvattnas och antingen bränns eller deponeras på Trestadsregionens Avfallsaktiebolags (TRAAB:s) avfallsupplag Häljestorp och Munkebo. Spillolja tas omhand av destruktionsföretag.

Kalkstensavfall har använts till intern utfyllning.

Övrigt avfall (industrisopor, lysrör, lösningsmedelsavfall, sot och aska) har transporterats till Häljestorps- och Munkebotippen.

5.1.2 Saab Automobile AB (Trollhättan)

Verksamheten utgörs av utveckling och tillverkning av bilar.

Produktionsavdelningarna i Trollhättan kan uppdelas i pressfabrik, karosfabrik, målerifabrik och monteringsfabrik.

Årlig tillåten produktion och produktionsutfall:

	Tillståndsgiven produktion	Produktion 1994
bilar	120 000	84 269

Koncessionsnämndsbeslut rörande vattenutsläpp samt utsläppt mängd till Göta älv 1994:

Utsläppet av föroreningar till vatten från bolagets reningsanläggningar får ej överskrida följande mängdvärden. Överskrider utsläppet angivna haltvärden skall bolaget vidta åtgärder för att förhindra ett förnyat överskridande.

	Riktvärde månadsmedelvärde (mg/l)	Gränsvärde årsmedelvärde (kg/år)	Utsläpp 1994 (kg/år)
Pb	0,10	35	<22
Fe	2,0	-	143
Cr	0,10	35	<11
Ni	0,50	200	59
Zn	0,50	200	<18
tot-P	1,0	350	147
fluorid ¹⁾	10	3 500	83
opolära alif. ämn.	5,0	1750	<55

pH skall ligga inom intervallet 6,5 - 9,5.

1) Koncessionsnämnden tog nytt beslut angående utsläppsvillkor för fluorid 950906. SAAB övergick till fluoridinnehållande fosfateringskemikalie .

Avlopp och reningsanläggningar:

Göta älv är recipient för dagvatten, kylvatten samt vatten från det centrala reningverket. Sanitärt spillvatten liksom vatten från alla oljeavskiljare utom en leds till det kommunala avloppsreningverket Arvidstorp. Vatten från den återstående oljeavskiljare leds till Göta älv via en larmad oljeavskiljare.

Det centrala reningverket får ta emot samtligt processpillvatten, det vill säga från kromreduceringsanläggningen och koaguleringsanläggningen. Under mitten av 1995 kompletterades reningverket med en kalkfällningsprocess vilket antas öka reningseffekten.

Kromreduceringsanläggning reducerar Cr⁶⁺ till Cr³⁺. I koaguleringsanläggningen flockas blyacetat och fälls. Vattnet skickas inte vidare till det centrala reningverket om inte grumligheten i utgående vatten från koaguleringsanläggningen motsvarar en resthalt av bly som är mindre än 1 mg/l vilket garanterar att den slutliga reningen i centrala reningverket för processpillvatten medför utgående blyhalter understigande riktvärdet.

Avfalls- och restproduktshantering:

Verksamheten ger upphov till många avfallstyper. En avfallskodlista upprättad i samförstånd med tillsynsmyndighet och Trestadsregionens Avfalls AB uppdateras kontinuerligt. I avfallskodlistan återfinns information om klassning enligt SNV AR 85:7 och SNV AR 1991:1, hämtadress, innehåll, transportör och mottagare.

5.1.3 Volvo Aero Corporation

Verksamheten består i huvudsak av utveckling, tillverkning, montering och översyn av flygmotorer. Dessutom sker utveckling och tillverkning av komponenter till bland annat raketmotorer och dieselmotorer.

Från 1992 bedrivs hydraulmaskintillverkning inom ett hälftenägt bolag, VOAC Hydraulics AB, beläget inom industriområdet.

Årlig tillåten produktion och produktionsutfall:

	Tillståndsgiven produktion	Produktion 1994
ekvivalenta flygmotorer ¹⁾	240	90
ekvivalenta dieselmotorer	100 000	67 000
hydraulmaskiner	200 000	73 400

1) Produktionsmättet "ekvivalenta flygmotorer" inrymmer all tillverkning, montering, kontroll, provning och översyn inom divisionerna civilt flyg, brännkammare, militärt flyg, civila översyner och rymd.

Koncessionsnämndsbeslut rörande vattenutsläpp samt utsläppt mängd till Göta älv 1994:

- Från årsskiftet 1995/96 får flödet från reningsverket som riktvärde uppgå till högst 300 m³/dygn och föroreningarna till följande halter respektive mängder.

	Riktvärde ¹⁾ månadsmedelvärde (mg/l)	Gränsvärde årsmedelvärde (kg/år)	Utsläpp 1994 (kg/år)
fri cyanid	0,1	-	-
total cyanid	0,5	-	<1,2
fluorid	10	-	284
Fe	1,0	-	12
Cd	0,01	0,5	<0,41
Co	0,1	10	<2,1
Cu	0,1	10	<2,1
tot- Cr	0,2	20	<2,1
Cr6+	0,1	10	<0,83
Ni	0,3	30	<3,3
Ag	0,1	5	<2,1
tot- P	1,0	-	34

pH skall som riktvärde ligga inom intervallet 8,5 - 10.

1) Riktvärde och gränsvärde gäller från 1995.

- Årutsläppen av krom och nickel får från och med år 1997 högst uppgå till 15 kg/år vardera.
- Utsläppet från ultrafilteranläggningen av minealolja får uppgå till 2 mg/l som riktvärde.
- Oljehaltigt processvatten som nu behandlas i ultrafilteranläggningen skall renas i ny reningsanläggning som skall tas i drift senast 31 december 1995.

Avlopp och reningsanläggningar:

Från verksamheten avleds spillvatten och dagvatten. Spillvattnet som leds till Trollhättans kommuns reningsverk består av sanitärt avloppsvatten, vatten som behandlats i bolagets ultrafilteranläggning, samt vatten från sex av tio oljeavskiljare. Till Göta älv leds yt- och takvatten från området, vatten som behandlats i ytbehandlingsverkstadens avloppsreningsverk, kylvatten och vatten från jetmotorprovrigger, dessutom vatten från oljeavskiljare.

Avfalls- och restproduktshantering:

Volvo Aero Corporation källsorterar sitt avfall. Miljöfarligt avfall slutbehandlas av destruktionsföretag.

5.1.4 Eka Nobel Elektrokemi AB (Trollhättan, Akzo Nobelkoncernen)

Eka Nobel framställer här natriumklorat och kaliumperklorat samt har en avdelning för energiåtervinning. Överskottet av energi levereras till det kommunala fjärrvärmebolaget (TEAB).

Årlig tillåten produktion och produktionsutfall:

	Tillståndsgiven produktion	Produktion 1994
	(ton)	(ton)
klorat	35 000	30 320
perklorat	5000	1343

I maj månad 1994 avslutades elektrolytproduktionen av kaliumperklorat nästan helt. Från och med september har perklorat framställts från upparbetningar av restprodukter (slam). Eka Nobel Elektrokemi har en ansökan inne att få börja tillverka 7 000 ton alkyl-keten-dimer vax. Detta används i pappersindustrin som hjälpkemikalie.

Koncessionsnämndsbeslut rörande vattenutsläpp samt utsläppt mängd till Göta älv 1994:

Utsläppen via avloppsvatten får ej överskrida:

	Riktvärde månadsmedelvärde	Gränsvärde årsmedelvärde	Utsläpp 1994
klorat	-	90 ton /år	65,93 ton
perklorat	-	30 ton/år	23,38 ton
dikromat	-	350 kg/år	264,25 kg/år

Avlopp och reningsanläggningar:

Kyl- och dagvatten samt kondensorvatten från den nya fabriken avleds direkt till Göta älv. Övriga vatten och processavloppsvatten från de äldre fabrikena avleds till en markförlagd tunnel, som mynnar i Göta älv nedströms Trollhättan.

Eka Nobel Elektrokemi AB har interna reningsanläggningar i form av neutralisationstankar.

Till vatten släpps från kloratfabriken ut koksalt, kalcium, magnesium och järn. Kondensorvatten kan i princip innehålla elektrolytstänk (klorat, koksalt och dikromatperklorat). Från perkloratfabriken släpps behandlat slam från uppbearbetning, och kondensorvatten kan innehålla perklorat- och kloridstänk.

Avfalls- och restproduktshantering:

Enligt koncessionsnämndens beslut får 30 m³ klorhaltigt avfall årligen förbrännas öppet inom fabriksområdet. I stället för att brännas omhändertogs klorathaltiga sopor i en mängd av 270 m³ utav destruktionsföretag.

Spillolja samt hushållsavfall uppsamlas och tas om hand av destruktionsföretag.

Eka Nobel Elektrokemi AB:s anläggning är belägen på förorenad mark. Det samlade dagvattnet leds till Göta älv. Mätningar av dagvattnet utförs regelbundet, flödesmätningen är dock mycket osäker och provtagningen är endast stickprovstagning. Mätningarna indikerar stora föroreningsmängder, där förekomsten av kromat bedöms som allvarligast.

Sanering sker för tillfället genom att grundvatten förorenat med sexvärt krom pumpas upp för att ingå i processen. Markåterställning har ännu inte påbörjats.

5.1.5 Mölnlycke Tissue AB

Vid Mölnlycke Tissue AB, Edet bruk sker tillverkning av mjukpapper huvudsakligen baserad på returfiber.

Årlig tillåten produktion och produktionsutfall:

	Tillståndsgiven produktion (ton)	Produktion 1994 (ton)
papper	100 000	75 903
returfibermassa	83 000	57 776

Koncessionsnämndsbeslut rörande vattenutsläpp samt utsläppt mängd till Göta älv 1994:

	Riktvärde månadsmedelvärde (kg/dygn)	Gränsvärde månadsm.värde (kg/dygn)	Utsläpp medelv. 1994 (kg/dygn)
COD ₇₀	3 800	4 200	2 301
Susp. ämnen	200	300	82,1

- Om utsläppen av COD₇₀ resp SÄ₇₀ annat än tillfälligt överstiger 3,8 ton resp 200 kg per dygn skall bolaget vidta åtgärder för att förhindra upprepanande.
- Bolaget har tillstånd att deponera 100 000 m³ avfall/år på bolagets egen tipp.
- Oförbrukade kemikalierester eller kemikaliespill får ej tillföras avloppsvatten systemet.
- Länsstyrelsen äger rätt att påfodra rening av lakvattnet eller andra åtgärder om avfallets sammansättning ändras så att lakvattnet får miljöfarliga egenskaper.

Avlopp och reningsanläggningar:

Göta älv används som recipient för process- och dagvatten. Sanitärt avloppsvatten går till Lilla Edets kommunala reningsverk. Söder om fabriken ligger brukets deponi för fiberrejekt. Under 1994 har 23 036 ton TS fiberslam innehållande lera, fibrer och trycksvårta deponerats på brukets tipp.

Varje produktionsenhet har sin egen reningsanläggning bestående av olika filter eller liknande. Som slutrening av utgående processvatten finns dessutom en sedimentationsbassäng där kemisk fällning sker. Slammet som bildas avvattnas och läggs på brukets egen tipp. Även fiberslam innehållande lera, fibrer och trycksvårta deponeras på tippen.

Avfalls- och restproduktshantering:

Spillolja och transformatorolja har tagits om hand av destruktionsföretag i Vänersborg.

5.1.6 Knauf Danogips GmbH, Inlands kartongbruk

Inlands kartongbruk tillverkar kartong för gipsskivor. Vid produktionen används nästan uteslutande returpapper.

Årlig tillåten produktion och produktionsutfall:

	Tillståndsgiven produktion	Produktion 1994
	(ton)	(ton)
kartong	35 000	34 864

Beslut rörande vattenutsläpp samt utsläppt mängd till Göta älv 1994:

	Gränsvärde månadsmedelvärde	Gränsvärde månadsm.värde	Utsläpp medelv. 1994
	(mg/l)	(ton/år)	(ton/år)
Susp. ämnen	20	34	15,7

- Innehållet av suspenderade ämnen får ej överstiga 20 mg/l räknat som månadsmedelvärde och mängden processavloppsvatten till Göta älv får ej väsentligt överstiga 3,5 m³/min.

Avlopp och reningsanläggningar:

Inland har intern reningsanläggning.

Avfalls- och restproduktshantering:

Slam och spillolja har lämnats till destruktion.

1993 har utsläppet av suspenderade ämnen varit 19,5 ton. Bolaget avser att under 1995 komma in med ansökningshandlingar till koncessionsnämnden, varefter tidsenliga miljöskyddsvillkor kommer att fastställas för verksamheten. Produktionen kommer då också att förändras.

5.1.7 Hercules AB

Hercules AB tillverkar hydrofoberingsmedel och våtstyrkemedel som båda används inom pappersindustrin. Hydrofoberingsmedel används för att göra papper skrivbart och våtstyrkemedel för att göra papper mera hållbart.

Årlig tillåten produktion och produktionsutfall:

	Tillståndsgiven produktion (ton)	Produktion 1994 (ton)
hydrofoberingsmedel	30 000	5 756
våtstyrkemedel	25 000	4 646

Koncessionsnämndsbeslut rörande vattenutsläpp samt utsläppt mängd till Göta älv 1994:

Företaget har endast tillfälliga villkor. Under provotiden skall bolaget utreda och vidtaga åtgärder för att minska sina utsläpp till bland annat vatten.

Avlopp och reningsanläggningar:

Vid produktionen genereras ett formaldehydhaltigt avloppsvatten (1994 genererades 160 ton) som sänds till destruktion.

Avfalls- och restproduktshantering:

Avfall indelas i sju grupper och behandlas utifrån respektive gruppens innehåll.

5.1.8 Neste Oxo AB

Neste Oxo AB i Nol tillverkar ftalsyraanhydrid.

Årlig tillåten produktion och produktionsutfall:

	Tillståndsgiven produktion (ton)	Produktion 1994 (ton)
ftalsyraanhydrid	30 000	28 090

Koncessionsnämndsbeslut rörande vattenutsläpp samt utsläppt mängd till Göta älv 1994:

- Verksamheten skall bedrivas med åtgärder för att minska vatten- och luftföroreningar och andra störningar för omgivningen.

- Från och med halvsårsskiftet 1994 förbränns allt processkontaminerat vatten i den katalytiska förbränningsanläggningen. När förbränningsanläggningen inte är i drift skall buffertkapacitet för lagring av processavloppsvatten, vara installerad och tagen i drift senast 1/1 1995. Efter denna tidpunkt får inget avloppsvatten släppas ut i Nolbäcken.
- Sanitärt avloppsvatten skall avledas till kommunalt reningsverk.
- Kyl- och dagvatten skall undergå effektiv oljeavskiljning innan det släpps ut i Nolbäcken. Kylvatten som innehåller algicid eller korrosionsinhibitor får inte släppas ut i Nolbäcken.
- Lagringstankarna i hamnen skall vara invallade för att förhindra läckage till vatten.

Avfalls- och restproduktshantering

Bygg- och rivningsavfall (495 m³) deponeras på Sörmossen. Järnskrot går till återvinning i Trolhättan. Lysrör, oljeavfall, lösningmedelsavfall, färg- och lackavfall tas om hand av destruktionsföretag.

Utsläppsmängder till luft och vatten mäts inte då detta inte uttryckligen anges i koncessionsnämndens villkor och kontrollprogrammet. Däremot sker kontinuerlig kontroll av aktuella utsläpp till luft och vatten men ej mätningar av flöden.

5.1.9 Tudor AB

Tudor tillverkar blybatterier för bilar, truckar, reservkraft och ubåtsbatterier. Vid Tudors anläggning i Nol tillverkas industribatterier, startbatterier och ubåtsbatterier.

Tillståndsgiven produktion och produktionsutfall:

	Tillståndsgiven produktion	Produktion 1994
Industribatteriplattor	4 500 000 st	2 464 000
Startbatterier	600 000 st	513 183
Blyförbrukning	17 500 ton	12 209

Koncessionsnämndsbeslut rörande vattenutsläpp samt utsläppt mängd till Göta älv 1994:

	Riktvärde årsmedelvärde (mg/l)	Utsläpp medelv. 1994 (mg/l)	Utsläpp medelv. 1994 (kg/år)
Bly	1,4	1,05	128

- Utsläppet av bly i industrivatten får som riktvärde, beräknat som årsmedelvärde uppgå till högst 1,4 mg/l.
- Dagvatten med hög blyhalt skall föras till reningsverket, medan ej blyhaltigt kylvatten, som nu förs till reningsverket, ej längre skall föras dit.

Avlopp och reningsanläggningar:

Från verksamheten avleds dagvatten och industrivatten till Göta älv. Intern reningsanläggning finns för industrivatten och en del av dagvattnet vilket alltså renas innan utsläpp till Göta älv. Det uppkomna blyslammet sänds iväg för återvinning.

Nedlagt avfallsupplag vid anläggning beräknas avge 1-2 kg Pb/år till Göta älv. Enligt koncessionsnämndsbeslut rörande vattenutsläpp samt utsläppt mängd till Göta älv 1994 får maximalt 30 kg/år släppas ut från det nedlagda avfallsupplaget.

Avfalls- och restproduktshantering:

Blyhaltigt avfall (t ex slam) transporteras till Boliden Bergsöe för uppbearbetning och återanvändning. Övrigt miljöfarligt avfall omhändertas av destruktionsföretag. Icke miljöfarligt avfall har transporterats dels till återanvändning dels för deponering.

5.1.10 Eka Nobel AB (Bohus, Akzo Nobelkoncernen)

Eka Nobel AB Bohus har flera olika produktionsenheter. Man framställer kloralkali, saltsyra, hypoklorit, alkaliindunstning, järnklorid, silikat, perborat, väteperoxid, zeolit, kiselsyrasol och kiseldioxidpulver (kromasil).

Årlig tillåten produktion och produktionsutfall:

	Tillståndsgiven produktion	Produktion 1994
	(ton)	(ton)
klor	100 000	67 100
lut	113 000	92 000
saltsyra	75 000	40 300
hypoklorit	30 000	11 400
väteperoxid	70 000	<35 000
alkaliindunstn.	25 000	<25 000
järnklorid	20 000	<20 000
metasilikat	45 000	<45 000
vattenglas	25 000	<25 000
perborat	15 000	<15 000
väteperoxid	70 000	<35 000
perättiksyra	500	<500
zeolit	600	<600
kiselsyrasol	10 000	<10 000
kromasil	10	<10

Koncessionsnämndsbeslut rörande vattenutsläpp samt utsläppt mängd till Göta älv 1994:

	Gränsvärde årsmedelvärde (kg/år)	Utsläpp 1994 (kg/år)
Kvicksilver	5	0,47

- Kvicksilverutsläpp med avloppsvatten från anläggningen får ej överskrida 15 kg/år varav högst 5 kg till Göta älv. 1994 hade Eka Nobel AB ett utsläpp av 0,47 kg kvicksilver till Göta älv plus 170 ton salter framför allt koksalt.
- Allt processavloppsvatten från anläggningen skall avledas via Ale kommuns avloppsanläggning till Ryaverket
- Processavloppsvatten från anläggningen får ej vid något tillfälle avledas till Göta älv.
- För dag-, kyl- och processvatten gäller att företaget skall ha vidtagit sådana åtgärder vid industrianläggningen för att minska ej godtagbara föroreningsutsläpp med dessa avloppsvattenströmmar eller risken för sådana utsläpp.

Avlopp och reningsanläggningar:

Eka Nobel AB har olika fabriksinterna reningsanläggningar. Dessutom finns en central reningsanläggning för processavloppsvatten som har följande enheter:

- flockning och sedimenteringsenhet
- slambehandlingsenhet inklusive avvattningsutrustning
- pH- justeringsenhet

samt en

- katastrofcistern för lagring av processavloppsvatten

Avfalls- och restproduktshantering:

Avfallet som uppkommit under året har i huvudsak deponerats på Sörmossetippen. Det miljöfarliga avfallet, så som oljehaltigt- eller lösningsmedelsavfall, har omhändertagits och borttransporterats av destruktionsföretag. Återvinning sker bland annat av blandskrot (järn), elskrot och papper. Dessutom lagras 400 m³ kvicksilverförorenat avfall inom industriområdet. Eka Nobel vill deponera kvicksilver- och dioxinkontaminerad jord i en specialdeponi invid avfallsupplaget Sörmossen. Koncessionsnämnden har beslutat 960208 att de 5000 m³ jord, som redan har grävts upp och mellanlagrats inom industriområdet, inte skall få tillföras Sörmossetippen utan skall destrueras av SAKAB. Eka Nobel får däremot tillstånd att tillföra 20 000 m³ jord till Sörmossen, förutsatt att halten kvicksilver inte överskrider 40 mg/kg torrs substans.

5.1.11 Ferroprodukter AB

Ferroprodukter är ett ytbehandlingsföretag. Den största volymen förnicklas och förkromas men även förzinkning förekommer. Ferroprodukter har ansökt om tillståndsbeslut hos Länsstyrelsen för sin verksamhet då de tidigare haft ett dispensbeslut. Det nya beslutet kommer att innebära att Ferroprodukter startar upp en ny reningsanläggning som ger lägre utsläpp till vatten.

Tillståndsgiven produktion och produktionsutfall:

	Produktion 1994
trumzink	ca 280 ton
fosfatering	ca 11 ton
hängzink	ca 1,6 Mdm ³
nickel och kromanl.	ca 2,4 Mdm ³

Förslag till riktvärde & gränsvärde:

	Riktvärde (mg/l)	Gränsvärde (kg/år)	Utsläpp 1994 (kg/år)
Susp. ämnen	10	1 200	1000
Fe	2,0	240	ca 100
Cyanid fri	0,1	-	-
Cyanid tot	1,0	120	9,6
Ni	1,0	120	136
Zn	2,0	240	154
Cr sexvärt	0,1	-	11,5
Cr tot	1,0	120	108

pH skall ligga mellan 7-11.

5.1.12 SKF (Göteborg)

Vid SKF i Göteborg tillverkas kul- och rullager respektive lagerkomponenter i olika varianter och storlek upp till mer än 2 meter i diameter. Dessutom monteras och färdigställs vissa specialprodukter för leveranser.

Tillståndsgiven produktion och produktionsutfall:

	Tillståndsgiven produktion (ton)	Produktion 1994 (ton)
Bearbetad mängd stålvara inklusive mässing	70 000	34 770

Koncessionsnämndsbeslut rörande vattenutsläpp samt utsläppt mängd till Göta älv 1994:

- Etanolhaltig etsvätska får inte släppas ut i Sävån. Bolaget skall i samråd med länsstyrelsen utarbeta rutiner för omhändertagande av nämnda vätska.
- Om utsläppet av opolära kolväten i vatten till Sävån via något av avloppen K1, K4, D3, D5 och D10 överskrider 3 mg/l som månadmedelvärde (kalendermånad) skall bolaget vidta åtgärder för att förhindra att förnyat överskridande.
- Utsläppet från reningsstationen till Sävån får ej överskrida följande värden:

	Riktvärde (mg/l)	Gränsvärde (kg/år)	Utsläpp 1994 (kg/år)
totalt extraherbara	5,0	75	<3,2
opolära kolväten	1,0	15	<1,1
tot-Cr	0,1	1,5	<0,1
Ni	1,0	15	<0,5
Cu	1,0	15	<0,1
Zn	1,0	15	<0,1
Mn	2,0	30	<0,3
tot-P	3,0	45	0,8
nitrit	2,0	30	0,3

Överskrids riktvärde skall bolaget vidta åtgärder för att förhindra ett förnyat överskridande. SKF klarar gränsvärdena med god marginal

Avlopp och reningsanläggningar:

Det enda förekommande processvattenutsläppet är anslutet till en reningsanläggning som fäller fosfor och tungmetaller ur sköljvatten från manganfosfatering. Dag-, kylvatten- och processvattenavlopp går till Sävån som genomflyter fabriksområdet. Som sista hinder för utsläpp på tre avloppsledningar för kylvatten/dagvatten/grundvatten finns gravimetriska oljeavskiljare.

Spillvatten i form av sanitärt avloppsvatten är anslutet till det kommunala nätet.

Avfalls- och restproduktshantering:

Avfallet indelas i miljöfarligt avfall respektive vanligt industriavfall. Vanligt industriavfall omhändertas och sorteras i en inom företaget belägen anläggning, men avfallshanteringen har mer och mer gått över till direkt källsortering i varje fabriksavdelning.

Miljöfarligt avfall såsom slam, oljehaltigt vatten (tvättvatten, emulsioner, skärvätskelösningar), syror samt etsvätskor etc omhändertas och lämnas till extern slutbehandling.

5.1.13 Sävenäs avfallskraftvärmeverk

Avfallskraftvärmeverket Sävenäs förbränner ca 300 000 ton sopor per år. Av denna mängd är ca 70% hushållsavfall och 30% industriavfall.

Tillståndsgiven förbränning:

	Tillståndsgiven förbränning (ton)	Förbränning 1994 (ton)
Hushålls- och industriavfall	400 000	275 246

Sävenäs har tillstånd att förbränna hushålls- och industriavfall samt bränslekross och kremering av döda djur och liknande vid befintlig specialugn.

Koncessionsnämndsbeslut rörande vattenutsläpp samt utsläppt mängd till Göta älv 1994:

Vid en avloppsvattenmängd av högst ca 24 m³/h får utsläppet till vatten inte överskrida följande värden:

	Riktvärde (µg/l)	Gränsvärde (kg/år)	Utsläpp 1994 (kg/år)
Hg	5	1,5	0,01
Pb	10	10	0,14
Cd	10	2	0,69
Cr	10	10	0,34
Ni	10	10	0,44
Zn	200	100	1,00
Co	10	10	0,48
Dioxin	-	0,1 ng/l	-

Dioxinhalten mättes i det renade processvattnet vid ett tillfälle under 1994 och en halt av < 0,05 ng/l kunde konstateras.

Avlopp och reningsanläggningar:

Reningsanläggning för processvatten finns och efter genomförd rening leds det renade vattnet till ledning i Sävån för vidare utsläpp i Göta älv.

5.1.14 Stora Mölndal AB (Papyrus)

Årlig tillåten produktion och produktionsutfall:

	Tillståndsgiven produktion (ton)	Produktion 1994 (ton)
slipmassa	35 000	21 070
papper & kartong	130 000	102 182

Koncessionsnämndsbelut:

- Vid överledning av vatten från fabriken till Ryaverket via kommunens ledningsnät får utsläpp av BOD₇ från anläggningen direkt till Göta älv ej överskrida 420 kg/dygn räknat som månadsmedelvärde.

Avlopp och reningsanläggningar:

	Riktvärde	Gränsvärde månadsmedlv. (kg/dygn)	Utsläpp 1994 (ton/år)
BOD ₇		420	132

De förorenade vattnet renas vid respektive tillverkning. Sedan går vattnet så som kylvatten, vakumpumpsvatten och avloppsvatten från kartongmaskin till sedimenteringsbassäng för kemisk fällning och därefter till Mölndalsån (ca 55%).

Avloppsvatten från sliperi och pappersmaskiner förutom kylvatten och vakumpumpsvatten avleds till kommunalt reningsverk, Ryaverket, via det kommunala avloppsnätet (ca 45% av avloppsvattnet).

Sanitära avlopp är anslutna till det kommunala nätet via separata ledningar.

Avfalls- och restproduktshantering:

Avfall indelas i miljöfarligt och inte miljöfarligt avfall. Miljöfarligt avfall tas om hand för destruktion. Övrigt avfall källsorteras och tas om hand av respektive intressent.

5.2 Kontaminerad industrimark

Naturvårdsverket har i samarbete med Länsstyrelserna genomfört en första kartläggning av förorenade markområden och dessutom inventerat kostnader för efterbehandling. Kartläggningsarbetet fortgår på kommunal basis. (Malcus, 1995)

Spill och läckage kan leda till förorening både i mark och i grundvatten. Föroreningen behöver inte ge sig till känna omedelbart då markens olika fysikaliska, kemiska och biologiska egenskaper kan fördröja transporten genom marken. Dessutom påverkar områdets hydrologiska och geohydrologiska status. Olika föroreningar kan också variera i uppträdande trots att föroreningskällan är densamma. (Malcus, 1995)

Efter Göta älv finns flera exempel på kontaminerad industrimark. Ett exempel på ett förorenat markområde i Ale kommun är där Höganäs-Bohusverken bedrev verksamhet fram till 1992. Höganäs -Bohusverken hade tillstånd att tillverka atomiserat järnpulver. Beslut väntas från koncessionsnämnden angående markåterställning och efterföljande kontroll av marken. Kompletterande utredning angående dioxin och kvicksilver i massorna skall först genomföras.

Ett liknande område är Neste Polyesters industritomt i Ale kommun där det tillverkades polyestrar, färgpulver och dispersioner. Verksamheten upphörde 1988 på grund av de miljöfarliga utsläppen till vatten och luft. Neste Polyester hade ett avfallsupplag med rester från plasttillverkningen. Undersökning och sanering av området är delvis utförd. Kontroll av dagvatten förekommer och lakvatten samlas upp för destruktion. (Blechingberg, 1993)

Kontaminerad industrimark finns även inom idag existerande industriers område. Dessa tas då upp under respektive industri (Eka Nobel i Trollhättan och Bohus).

En inventering av industrimark gjord på Hisingen och västra Göteborg 1994 visar på att industrimark på Hisingens östra sida (mot Göta älv) misstänks vara förorenad från gamla etableringar. Det rekommenderas en grundligare undersökning av marken vid ändrad markanvändning.(Malcus, 1995)

5.3 Lokalisering av verksamheter

I regeringens direktiv till utredningen VÄN TUR (Länsstyrelserna i O, P, R & S län, 1980) anges bland annat att naturvårdsintressen i Göta älvs dalgång talar för att de kvarvarande orörda områdena längs älvstranden i huvudsak undantas från exploatering. I det fortsatta planeringsarbetet bör vidare älvens funktion som vattentäkt beaktas. Endast sådan industriell verksamhet som har ett stort behov av nära anknytning till hamn eller vatten och som inte innebär risker för ökade föroreningar av Göta älvs vatten bör därför komma ifråga längs älven.(Länsstyrelserna i O, P, R & S län, 1980)

Göta älv som vattenmiljö och vattentäkt kan skyddas på flera sätt (Svärd, 1995) som förstärker och kompletterar varandra till exempel genom:

- klassning som område av riksintresse enligt 2 kap 8§ Naturresurslagen
- prövning av nya verksamheter enligt miljöskyddslagen
- bestämmelser i detaljplan eller områdesbestämmelser
- skyddsområde för vattentäkt enligt vattenlagen

Prövning av nya verksamheter enligt miljöskyddslagen ger ett visst men inte tillräckligt skydd. Alla typer av verksamheter är dessutom inte prövningspliktiga. Enligt §4a i miljöskyddslagen får dock tillstånd inte meddelas i strid mot detaljplan eller områdesbestämmelser. (Svärd, 1995)

Detta innebär att detaljplan och områdesbestämmelser är kraftfulla verktyg som kommunerna kan använda för att förhindra att miljöverksamhet eller miljöfarlig verksamhet av visst slag etablerar sig i ett visst område. Det är dock viktigt att syftet med bestämmelser klart framgår i planen. (Svärd, 1995)

5.4 Tabeller över industriutsläpp

Tabell 5.1 Industriutsläpp direkt till Göta älv

Industri	Holmen	Volvo	SAAB	
	paper	Aero Co	Automobile	
Kommun	Vänernborg	Trollhättan	Trollhättan	
År	1994 (85-87)	1994 (85-87)	1994 (85-87)	
Susp. ämnen (SÄ)	510 (2 000)	0,24(<1,5)	1,99 (8,5)	ton/år
COD	10 840 (20 000)	<1,2	99,3 (100)	
BOD ₇	4 120 (4 900)	<0,12	46,5	
Totalfosfor	3,8	0,034 (0,3)	0,147 (1,4)	
Totalkväve	49	-	-	
Torrsubstans	-	-	-	
Klorat (NaClO ₃)	-	-	-	
Perklorat (KClO ₄)	-	-	-	
Tot. extrah. ämnen	-	<0,008 (0,06)	3,1 (4,7)	
Opolära alif. ämn.	-	<0,55	-	
Mineralolja	-	<0,008 (0,04)	(<0,5)	
AOX	1	-	-	
Järn (Fe)	-	12 (117)	143 (660)	kg/år
Mangan (Mn)	-	-	-	
Zink (Zn)	-	-	<18 (<70)	
Koppar (Cu)	-	<2,1 (<20)	-	
Krom (Cr)	(1 500)	<2,1 (200)	<11 (<30)	
Krom (Cr 6+)	-	<0,83	-	
Kobolt (Co)	-	<2,1 (<10)	-	
Molybden (Mo)	-	-	-	
Nickel (Ni)	-	<3,3 (80)	59 (<50)	
Silver (Ag)	-	<2,1 (<20)	-	
Bly (Pb)	-	-	<22 (20)	
Kvicksilver (Hg)	-	-	-	
Kadmium (Cd)	-	<0,41 (<10)	-	
Vanadin (Va)	-	-	-	
Cyanid (CN ⁻)	-	<1,2 (<20)	-	
Fluorid (F ⁻)	-	284 (1 490)	83 (250)	

Tabell 5.2 Industriutsläpp direkt till Göta älv

Industri	Eka		Mölnlycke		Inlands	
	Nobel E. AB		Tissue AB		kartongbruk	
Kommun	Trollhättan		Lilla Edet		Lilla Edet	
År	1994	(85-87)	1994	(85-87)	1994	(85-87)
Susp. ämnen (SÄ)	-	-	29 (90)	-	15,7 (12)	ton/år
COD ₇₀	-	-	808 (740)	-	-	
COD _{Cr}	-	-	-	-	360 (220)	
BOD ₇	-	-	395 (335)	-	169 (100)	
Totalfosfor	-	-	0,4	-	0,198	
Totalkväve	-	-	6,2	-	1,86	
Torrsubstans	-	-	-	-	-	
Klorat (NaClO ₃)	66 (135)	-	-	-	-	
Perklorat (KClO ₄)	23 (34)	-	-	-	-	
Tot. extah. ämnen	-	-	-	-	-	
Mineralolja	-	-	-	-	-	
AOX	-	-	-	-	0,114	
Järn (Fe)	-	-	-	-	-	kg/år
Mangan (Mn)	-	-	-	-	-	
Zink (Zn)	-	-	-	-	-	
Koppar (Cu)	-	-	-	-	-	
Krom (Cr)	264 ¹⁾ (400)	-	-	-	-	
Kobolt (Co)	-	-	-	-	-	
Molybden (Mo)	-	-	-	-	-	
Nickel (Ni)	-	-	-	-	-	
Silver (Ag)	-	-	-	-	-	
Bly (Pb)	-	-	-	-	-	
Kvicksilver (Hg)	-	-	-	-	-	
Kadmium (Cd)	-	-	-	-	-	
Vanadin (Va)	-	-	-	-	-	
Cyanid (CN ⁻)	-	-	-	-	-	
Fluorid (F ⁻)	-	-	-	-	-	

1) Värdet avser kromatmängden. Motsvarar 118 kg krom.

Tabell 5.3 Industriutsläpp direkt till Göta älv

Industri	Tudor		Eka		Neste		Ferro-	
	AB		Nobel AB		Oxo AB		prod. AB	
Kommun	Ale		Ale		Ale		Göteborg	
År	1994	(85-87)	1994 ⁴⁾	(85-87 ²⁾)	1994	(85-87)	1994	(86-87)
Susp. ämnen (SÄ)	-	-	-	-	-	-	-	1
COD	-	-	-	-	(0,42)	-	-	6,5
BOD ₇	-	-	-	-	-	-	-	3,2
Totalfosfor	-	-	-	-	-	-	-	-
Totalkväve	-	-	-	-	-	-	-	-
Torrsubstans	-	-	-	-	-	-	-	-
Klorat (NaClO ₃)	-	-	-	-	-	-	-	-
Perklorat (KClO ₄)	-	-	-	-	-	-	-	-
Tot. extah. ämnen	-	-	-	(<0,66) ³⁾	-	-	-	-
Mineralolja	-	-	-	-	-	-	-	-
AOX	-	-	-	-	-	-	-	-
Järn (Fe)	(4,4) ¹⁾	-	-	-	-	-	-	ca 100
Mangan (Mn)	-	-	-	-	-	-	-	-
Zink (Zn)	-	-	-	(<110)	-	-	-	154 (20)
Koppar (Cu)	(2)	-	-	(<70)	-	-	-	(2)
Krom (Cr)	-	-	-	(<170)	-	-	-	108 (11)
Kobolt (Co)	-	-	-	-	-	-	-	-
Molybden (Mo)	-	-	-	-	-	-	-	-
Nickel (Ni)	-	-	-	(<170)	-	-	-	136 (32)
Silver (Ag)	-	-	-	-	-	-	-	-
Bly (Pb)	128 (140)	-	-	(<350)	-	-	-	-
Kvicksilver (Hg)	-	-	-	0,47 (1,1)	-	-	-	-
Kadmium (Cd)	-	-	-	(<35)	-	-	-	-
Vanadin (Va)	-	-	-	-	-	-	-	-
Cyanid (CN ⁻)	-	-	-	-	-	-	-	9,6
Fluorid (F ⁻)	-	-	-	-	-	-	-	-
Fenol	-	-	-	(<1,6)	-	-	-	-

1) 22 kg järn 1984, annars inget.

2) Värdena för 1985-87 är mätta på icke kontaminerat vatten och ligger under detektionsgränsen.

3) Petroleumkolväten, fett och övriga kolväten.

4) Eka Nobel har 1994 släppt ut med kyl- och dagvatten 170 ton salter varav >95 % utgörs av NaCl och KCl.

Tabell 5.4 Industriutsläpp direkt till Göta älv

Industri	Sävenäs avfallskr.	SKF	Stora Mölnadal AB, Papyrus	
Kommun	Göteborg	Göteborg	Mölnadal	
År	1994 ⁽¹⁾	1994 (86-87)	1994 ³⁾ (85-87)	
Susp. ämnen (SÄ)	2 (1,6)	-	41 (17)	ton/år
COD _{Cr}	-	0,145	318	
BOD ₇	-	<0,0145	132	
Totalfosfor	-	0,0008 (0,06)	0,11	
Totalkväve	-	0,3 ²⁾	4,4	
Torrsubstans	-	-	-	
Klorat (NaClO ₃)	-	-	-	
Perklorat (KClO ₄)	-	-	-	
Tot. extah. ämnen	-	<0,003	-	
Mineralolja	-	<0,001 (0,004)	-	
AOX	-	-	0,08	
Järn (Fe)	-	<0,8	-	kg/år
Mangan (Mn)	-	<0,3	-	
Zink (Zn)	1,0 (160)	<0,1 (17)	-	
Koppar (Cu)	-	<0,1 (8,5)	-	
Krom (Cr)	0,36 (80)	<0,1 (<0,1)	-	
Kobolt (Co)	0,5 (16)	-	-	
Molybden (Mo)	-	-	-	
Nickel (Ni)	0,4 (40)	<0,5 (2,2)	-	
Silver (Ag)	-	-	-	
Bly (Pb)	< 0,1 (40)	<0,5	-	
Kvicksilver (Hg)	< 0,01 (0,15)	<0,0005	-	
Kadmium (Cd)	0,6 (0,4)	<0,05	-	
Vanadin (Va)	-	-	-	
Cyanid (CN ⁻)	-	-	-	
Fluorid (F ⁻)	-	-	-	

1) Enligt koncessionsansökan

2) Värdet avser nitritmängden.

3) Värdena är beräknade utifrån medelhalt/driftsdygn.

Tabell 5.5 Industriavlopp till kommunala reningsverk

Industri	Trestads	Sjuntorp	
	ytbehandling	band AB	
Kommun	Trollhättan	Trollhättan	
Reningsverk	Arvidstorp	Arvidstorp	
År	1994 (85-87)	(85-87)	
Susp. ämnen (SÄ)	(7,5)	-	ton/år
COD	-	(0,5)	
BOD ₇	-	(0,16)	
Totalfosfor	-	(16)	
Totalkväve	-	-	
Torrsubstans	-	-	
Klorat (NaClO ₃)	-	-	
Perklorat (KClO ₄)	-	-	
Tot. extah. ämnen	-	-	
Mineralolja	-	(0,01 ¹⁾)	
AOX	-	-	
Järn (Fe)	-	-	kg/år
Mangan (Mn)	-	-	
Zink (Zn)	0,26 (1)	(1 ¹⁾)	
Koppar (Cu)	9,1	(3,2 ¹⁾)	
Krom (Cr)	1,36 (0,4)	(0,2 ¹⁾)	
Kobolt (Co)	-	-	
Molybden (Mo)	-	-	
Nickel (Ni)	0,27 - 0,39	-	
Silver (Ag)	-	-	
Bly (Pb)	-	(<0,2 ¹⁾)	
Kvicksilver (Hg)	-	-	
Kadmium (Cd)	-	(<0,2 ¹⁾)	
Vanadin (Va)	-	-	
Cyanid (CN ⁻)	(0,3)	-	
Fluorid (F ⁻)	-	-	

1) Endast 1985

Tabell 5.6 Industriavlopp till kommunala reningsverk

Industri	Volvo	SAAB	Flera ²⁾	
	Aero Co	Automobile		
Kommun	Trollhättan	Trollhättan	³⁾	
Reningsverk	Arvidstorp	Arvidstorp	Ryaverket	
År	1994 (85-87)	1994 ¹⁾ (85-87)	1994 (85-87)	
Susp. ämnen (SÄ)	-	-	3 427 (3600)	ton/år
COD	28	30	5 245 (2000)	
BOD ₇	16	-	2 697 (970)	
Totalfosfor	-	-	10 (20)	
Totalkväve	-	-	118	
Torrsubstans	-	-	-	
Klorat (NaClO ₃)	-	-	-	
Perklorat (KClO ₄)	-	-	-	
Tot. extah. ämnen	0,45 (0,75)	1,8 (0,38)	51 (0,065)	
AOX	-	-	-	
Aromat IR	-	0,07	-	
Opolära kolväten	-	0,35	3,1	
Mineralolja	<0,003 (0,18)	(0,3)	(0,032)	
Järn (Fe)	-	160	-	kg/år
Mangan (Mn)	-	-	-	
Zink (Zn)	-	45	713 (1300)	
Koppar (Cu)	<0,19	-	168 (99)	
Krom (Cr)	<0,19	<7	67 (60-200)	
Kobolt (Co)	<0,87	-	-	
Molybden (Mo)	-	-	-	
Nickel (Ni)	<0,9	<7	206 (355)	
Silver (Ag)	<0,19	-	-	
Bly (Pb)	-	<13	49 (2-80)	
Kvicksilver (Hg)	<0,003	-	2,9 (5)	
Kadmium (Cd)	0,02	<1,3	2,2 (1,4-1,6)	
Vanadin (Va)	-	-	-	
Cyanid (CN ⁻)	-	-	-	
Fluorid (F ⁻)	-	-	-	

1) Värden från 1994 beräknat från samlingsprov taget vid besiktning.

2) 39 industrier och avfallsupplag med kontrollprogram, anslutna till Ryaverket.

3) Göteborg, Ale, Mölndal med flera.

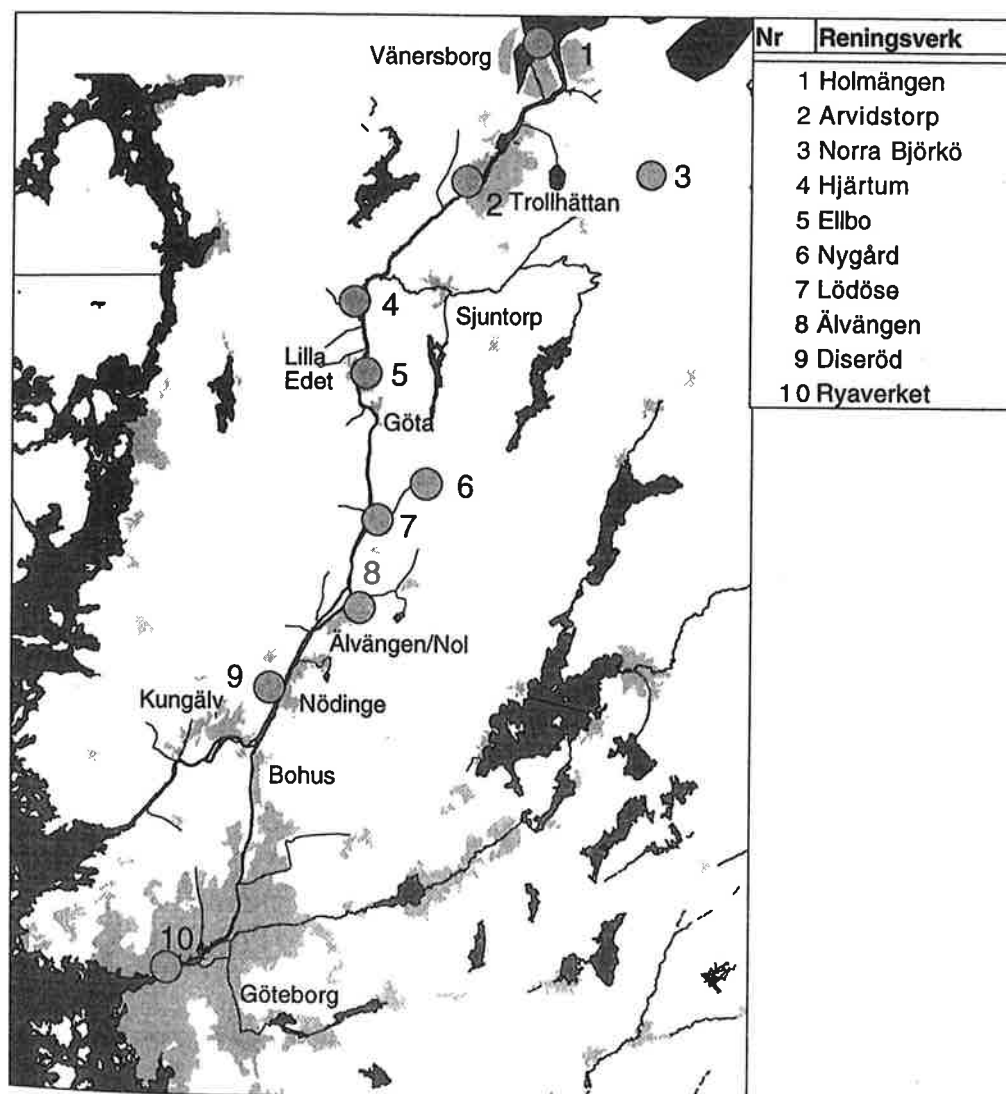
6 KOMMUNALA AVLOPPSRENINGSVERK

Upströms Göteborg finns 8 kommunala avloppsreningsverk med mer än 200 anslutna personekvivalenter och utsläpp till Göta älv eller till åar som mynnar i älven. I Göta älvs mynning sker det stora utsläppet från Ryaverket. Uppgifter är hämtade från respektive avloppsreningsverks årsrapport. Reningsverk med utsläpp till Säveån och Mölndalsån redovisas inte i denna rapport.

Antal anslutna personer, reningssteg mm framgår av tabell 6.1 och 6.2.

Vid belastningstoppar förekommer bräddningar på ledningsnätet och/eller vid avloppsreningsverken (efter olika grad av rening).

Vid samtliga avloppsreningsverk mäts suspenderade ämnen (SÄ, redovisas normalt inte i miljörapporter), BOD, COD och totalfosfor på in- och utgående vatten. Från och med 1989 skall totalkväve mätas vid samtliga avloppsreningsverk. Slammet analyseras med avseende på tungmetaller och PCB. Avloppsreningsverken tar emot avloppsvatten från hushåll och industrier samt dagvatten och till ledningarna inläckt grundvatten.



Figur 6.1 Större avloppsreningsverk längs Göta älv (mer än 200 anslutna pe)

Tabell 6.1 Avloppsreningsverk med mer än 200 anslutna personekvivalenter (1994)

Kommun	Avloppsreningsverk	Dimension. belastning (pe)	Aktuell belastning (pe)	Reningstyp	Recipient
Vänersborg	Holmängen	51 500	26 300	Bb + K _{Al}	Göta älv
Trollhättan	Arvidstorp	62 000	47 000	Ba + K _{Fe}	Göta älv
Trollhättan	N Björke	-	470	-	Björkeån
Lilla Edet	Ellbo	9 000	4 100	Ba + K _{Al}	Göta älv
Lilla Edet	Lödöse	-	1 600	Ba + K _{Al}	Göta älv
Lilla Edet	Nygård	-	450	Ba + K _{Al}	Gårdaån
Lilla Edet	Hjärtum	-	375	Ba + K _{Al}	Göta älv
Ale	Älvängen	8 000	6 000	Ba + K _{Al}	Göta älv
Kungälv	Diseröd	1 260 ¹⁾	1 250-1 300	Ba + K _{Al}	Göta älv
Göteborg	Rya	680 000	565 025	Ba + K _{Fe} + N	Mynningen

1) Under omprovning till 1500 pe

Anm: Ba = Biologisk rening med aktivt slam
 Bb = Biologisk rening med biobädd
 K_{Al} = Kemisk fällning med aluminiumsulfat
 K_{Fe} = Kemisk fällning med järnklorid/järnsulfat
 N = Kväverening

Tabell 6.2 Reningskrav och rening (1994)

Avloppsreningsverk	Reningskrav mg/l ¹⁾	Reningskrav % ²⁾	Rening 1994 mg/l ¹⁾	Rening 1994 %
	BOD/P-tot/N-tot	BOD/P-tot/N-tot	BOD/P-tot/N-tot	BOD/P-tot/N-tot
Holmängen	- / - / -	80 / 90 / -	- / - / -	91 / 93 / 11
Arvidstorp	20 / 0,5 / -	- / - / -	7,8 / 0,4 / 18	92 / 88 / 31
N Björke	15 / 0,5 / -	90 / 90 / -	-	-
Ellebo	15 / 0,5 / -	- / - / -	9-11,3 / 0,4 / -	- / - / -
Lödöse	15 / 0,5 / -	90 / 90 / -	6,7 / 0,4 / 16	47 / 96 / -
Nygård	15 / 0,5 / -	90 / 90 / -	3,2 / 0,3 / 2,2	- / 92 / 75,5
Hjärtum	15 / 0,5 / -	90 / 90 / -	0,4-3 / 0,11/19	- / 98 / 41
Älvängen	15 / 0,5 / -	90 / 90 / -	5 / 0,3 / 24	97 / 95 / 20
Diseröd	15 / 0,5 / -	90 / 90 / -	3,6-49 / 0,1 / -	98 / 98 / -
Ryaverket ³⁾	15 / 0,5 / 15	- / - / -	12 / 0,6 / 19	91 / 89 / 35

1) Medelhalt i utgående vatten från avloppsreningsverk (1994)

2) Reduktion i avloppsreningsverket

3) Reningskraven gäller provisoriskt under det att Ryaverket bygger ut sin kväve rening. Länsstyrelsen har rätt att medge överskridande av riktvärden under denna tiden.

Tabell 6.3 Utsläpp från avloppsreningsverk 1994. Som jämförelse används 1985 - 87.

Avlopps reningsverk	Holmängen	Arvidstorp	N Björke ¹⁾	Ellbo
Kommun	Vänersborg	Trollhättan	Trollhättan	Lilla Edet
År	1994 (85-87)	1994 (85-87)	1994	1994 (85-87)
Susp. ämnen (SÄ)	(120)	(130)	0,31	(28) ton/år
COD	< 274 (260)	662 (440)	11,3	50,7 (70)
BOD ₇	59,5 (64)	160 (77)	0,25	12,3 (22)
Tot-P	1,50 (3,40)	7,60 (6,30)	0,006	0,40 (1,0)
Tot-N	128	248	0,60	14,9

1) Värdena är beräknade från 9 stickprov under 1994.

Tabell 6.4 Utsläpp från avloppsreningsverk 1994. Som jämförelse används 1985 - 87.

Avlopps reningsverk	Lödöse	Nygård	Hjärtum	Älvängen ¹⁾
Kommun	Lilla Edet	Lilla Edet	Lilla Edet	Ale
År	1994 (85-87)	1994 (85-87)	1994 (85-87)	1994 (85-87)
Susp. ämnen (SÄ)	(1,8)	(0,2)	0,13-0,2 (0,3)	(9) ton/år
COD	5,4 (5,7)	1,8 (0,5)	0,95 (0,7)	23,1 (47)
BOD ₇	1,2 (1,4)	0,19 (0,15)	0,01 - 0,09 (0,2)	2,8 (15)
Tot-P	0,07 (0,2)	0,02 (0,01)	0,003 (0,02)	0,23 (0,70)
Tot-N	2,9	0,13	0,6	13,6

1) Bräddat vatten ingår ej. Bräddning kan ske efter försedimentering eller efter enbart mekanisk rening. Total mängd bräddat vatten 1994 = 64 759 m³

Tabell 6.5 *Utsläpp från avloppsreningsverk 1994. Som jämförelse används 1987 & 85-87.*

Avlopps reningsverk	Diseröd	Ryaverket ¹⁾	Arvidstorp ²⁾	Holmängen ³⁾
Kommun	Kungälv	Göteborg	Trollhättan	Vänersborg
År	1994 (87)	1994 (87)	1994 (85-87)	1994 (85-87)
Susp. ämnen (SÄ)	0,6-8,2	2 350 (2 800)	(130)	(120)
COD	2,0-3,8	6 170 (12 000)	662 (440)	<274 (260)
BOD ₇	0,4-5,4 (0,7)	1 290 (2 700)	160 (77)	59,5 (64)
Tot-P	0,015 (0,025)	61 (120)	7,6 (6,3)	1,5 (3,4)
Tot-N	-	2 030 (2 1009)	248	128
Tot extrah. ämnen	-	99 (300)	-	-
Op. kolv.(Min.olj)	-	20 (50)	-	-
AOX	-	8,9	-	-
Järn (Fe)	-	(200 000)	-	-
Mangan (Mn)	-	(15 000)	-	-
Zink (Zn)	-	900<>2 600 (10 000)	1 208	188
Koppar (Cu)	-	1 300 (1 800)	288	97
Krom (Cr)	-	170<>280 (700)	129	29
Kobolt (Co)	-	-	-	-
Molybden (Mo)	-	-	-	-
Nickel (Ni)	-	1 200 (1 700)	112	15
Silver (Ag)	-	-	-	-
Bly (Pb)	-	80<>330 (600)	86	7
Kvicksilver (Hg)	-	4< >22 (<10)	1,4	2
Kadmium (Cd)	-	17< >21 (25)	6,8	1

1) Bräddning sker efter försedimentering. Total mängd bräddat vatten 24 600 000 m³

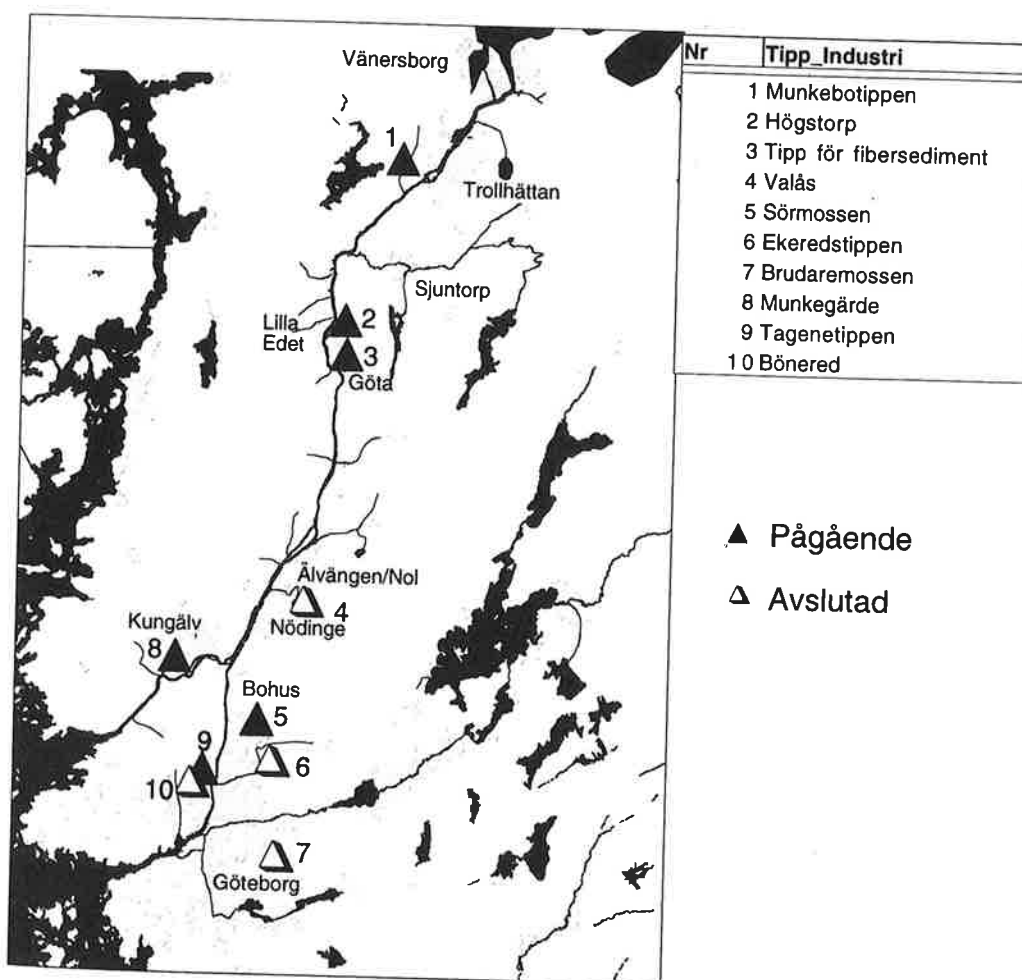
2) Bräddat vatten ingår i analysen av utgående vatten. Bräddning sker efter försedimentering och förfällning. Totalt bräddat 3 021 000 m³ = 19%.

3) Bräddat vatten ingår. Bräddning sker efter försedimentering och biologisk rening.
Tot bräddat 889 m³ 1993.

7 AVFALLSUPPLAG

7.1 Avfallssupplag för industriavfall

Material är hämtat från Göteborgs Miljöförvaltnings häfte "Äldre avfallssupplag" (1992) av Kåre Ström och Sverker Thurén. Material är även hämtat från olika avfallssupplags kontrollprogram och inventeringar gjorda i kommunerna.



Figur 7.1 Avfallssupplag för industriavfall, kan även innehålla miljöfarligt avfall av äldre karaktär.

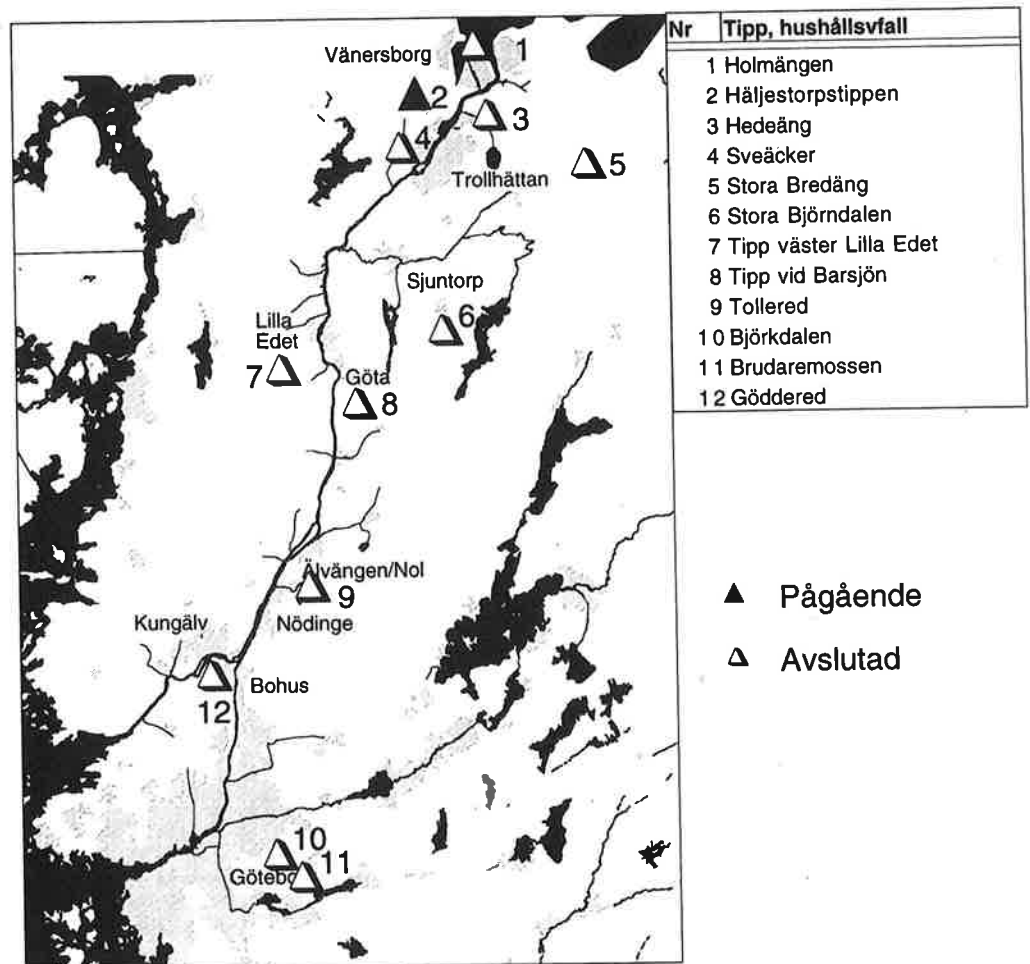
Tabell 7.1 Tabell över avfallsupplag med industriavfall.

Nr	Namn	Innehåll	Storlek	Kontroll	Lakvatten
1	<u>Munkebotippen</u> Trollhättans kommun, 4 km västsydväst Trollhättan Pågående.	Jord, sten, byggnadsavfall och industriavfall.	Cirka 20 000-30 000 ton deponeras/år (tillstånd 40 000 ton/år varav högst 3 000 ton specialavfall).	Koncession 1983 och kontrollprogram 1993. Tillstånd av länsstyrelsen 1992.	Lakvattnet luftas i lakvattenmagasin, går via utjämningsdamm till Åkerströmsån och Göta älv.
2	<u>Högstorp</u> , Lilla Edets kommun ca 1 km nordost om Lilla Edet. Pågående.	Schaktmassor, byggnadsavfall, fast industriavfall och reningsverks slam	Länets näst största tipp.	Enligt kontrollprogram analyseras prover tagna i bäcken från mossen.	Lakvattnet luftas i lakvattenmagasin, avrinningen sker till Rörmossen via ett dike till Göta älv.
3	<u>Lilla Edets</u> kommun, omedelbart nordväst om sulfittfabriken i Göta, nära Göta älv. Pågående.	Tipp för fibersediment från Mölnlycke Tissue AB, Edet bruk. Fibermassorna bildar en tät massa.	70 000 - 80 000 ton per år deponeras (under 1994 ca 24 000 ton).	Har tillstånd att deponera 100 000 m ³ enligt koncessionsnämnden.	Lakvatten analyseras kontinuerligt.
4	<u>Sörmossen</u> , Ale Kommun. 2,5 km nordost Surte. Pågående.	Deponering av industri och byggavfall, avloppsslam från Älvängens reningsverk. Dessutom grovavfall från hushållen.	Det läggs ca 12 000 ton per år (tillstånd 20 000 ton /år). total mängd 380 000 m ³ .	Tillstånd och kontrollprogram 1991.	Lakvattnet luftas i lakvattenmagasin avleds, sedan till Ryaverket i Göteborg. BOD, reduktionseffekt 45%.
5	<u>Valås</u> ligger 250 meter nordost om vattenreservoaren i Älvängen, väster om vägen Älvängen - Ålebräcke. Nedlagt 1974.	Industriavfall från Neste Polyester. Även hushållsavfall & byggavfall. Fortfarande tippas schaktmassor & sand.	12 730 m ² .	Lakvattenprov.	
6	<u>Ekeredstippen</u> , Angered, Göteborg. Belägen norr om Gråbovägen, strax nordväst om Åspereds industriområde. Högt beläget. 1977-1987	Ett fd sandtag som utnyttjats för tippning av rivnings- och schaktmassor samt byggnadsavfall och slam. Dessutom industriavfall, skrot, vitvaror och mindre mängd hushållsavfall.	Total volym ca 1 miljon m ³ .	Tillsyn Länsstyrelsen.	Dränering mot Lärjeån.

Tabell 7.2 Avfallsupplag för industriavfall fortsättning.

7	<u>Brudareossen</u> , Göteborg. Delsjöområdet strax söder om Härlanda tjärn och norr om Stora Delsjön. 1938-78	En fd mosse som utnyttjades för uppläggning av sopor, industriavfall, döda djur, slam från reningsverk, byggnadsavfall, latrin, olja och kemiskt avfall, fettavskiljar slam, slagg och icke brännbart avfall från Sävenäs förbränningsanläggning.	Total volym utgör ca 10 milj m ³ på ca 25 ha areal.	Omfattande program avseende lak- yt- och grundvattenkontroll för tippområdet.	Dräneringssystem åt norr leds till Ryaverket. Diffust läckage via Finngösa-bäcken till Sävån.
8	<u>Munkegärde</u> , Kungälv kommun.	Byggavfall, ej brännbart industriavfall samt schaktmassor. Mindre mängder avloppsslam tillförs som täckmaterial. Även hushållsavfall har tippats.	Tillstånd att deponera högst 30 000 m ³ komprimerat avfall/ år.	Åtgärdsprogram finns.	Avrinning i huvudsak till Nordre älv, men även en del till Göta älv.
9	<u>Tagenetippen</u> , 1 km söder om Kärra, östra Hisingen, Göteborg.	Togs i bruk 1974, främst avsedd för restprodukter från avfallsförbränningen vid Sävenäs samt reservuppläggning vid driftavbrott.	Ca 1.8 miljoner m ³ har deponerats på Tagene. 1990 deponerades ca 200 000 ton på Tagene varav 69 000 ton slam från Ryaverket.		Ligger inom Göta älvs avrinningsområde. Avrinning sker via bland annat Böneredsbäcken.
10	<u>Böneredstippen</u> , Hisingen, Göteborg (1971-1973).	Avfallsupplag, industriavfall, miljöfarligt avfall, byggavfall, skrot, schaktmassor m m.	65 000 m ³		Ligger inom Göta älvs avrinningsområde. Avrinning sker via bland annat Böneredsbäcken.

7.2 Avfallsupplag för hushållsavfall



Figur 7.2 Avfallsupplag för hushållsavfall.

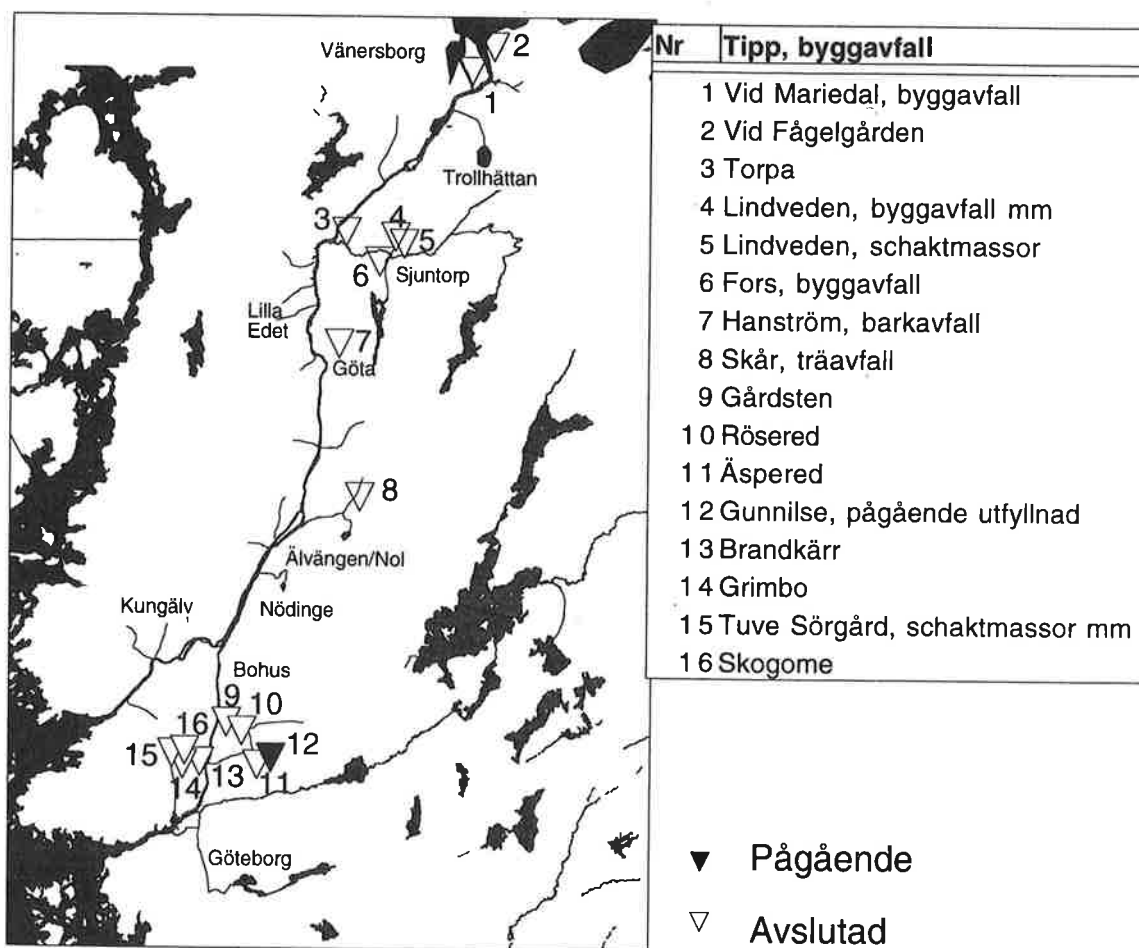
Tabell 7.3 Tabell över avfallsupplag för hushållsavfall.

Nr	Namn	Innehåll	Storlek	Kontroll	Lakvatten
1	<u>Holmängen</u> . Vid Vänersborgs reningsverk. Avslutad.	För hushållsavfall. Övertäckt med täta massor.			Avrinning till Vänern vid utloppet.
2	<u>Häljestorp</u> Vänersborgs kommun. Regional tipp (trestadsregionen). Cirka 3 km sydsydväst Öxnered station. Pågående.	Hushållsavfall. Byggavfall, slam och även lite miljöfarligt avfall.	På tippen läggs ca 60 000 ton/år (tillstånd 78 800 ton/år).	Tillstånd (1987) och kontrollprogram (1993).	Lakvattnet luftas i lakvattenmagasin med en volym av 155 000 m ³ (ca 14 dagars uppehållstid). Därefter pumpas lakvattnet till reningsverket i Vänersborg.
3	<u>Hedeäng</u> Trollhättans kommun, 50 m från Stallbackaån. Avslutad.	Hushållsavfall (-1960), schaktmassor och trädgårdsavfall (-1981).	Ca 320 000 m ³ .		Avrinning via Stallbackaån-Göta älv.
4	<u>Svenäcker</u> Trollhättans kommun, 3 km väster om Trollhättan. Avslutad.	Hushållsavfall (-1975), latrin och avloppsslam (-1981).	Ca 100 000 m ³ .		Lakvatten pumpas till reningsverket Arvidstorp.
5	<u>Stora Bredäng</u> , Trollhättans kommun, 2,5 km sydsydväst Norra Björke k:a Avslutad (-1973)	Alla typer av avfall, främst hushållsavfall	Ca 10 000 m ³ .		Lakvatten till Björkeån-Lerumsån-Slumpån-Göta älv.
6	<u>Stora Björndalen</u> i Trollhättans kommun, ca 1/2 km sydsydost Upphärad station, mellan Vågsjön och vägen till Prässebo, nära sjön. Avslutad (-1973)	Hushållsavfall, slam, byggnadsavfall, schaktmassor, trädgårdsavfall.	Ca 50 000 m ³ .		Lakvatten till Vågsjön-Lillån-Slumpån-Göta älv.

Tabell 7.4 Fortsättning tabell över avfallsupplag för hushållsavfall.

7	ca 3 km väster om Lilla Edet vid <u>Grinden</u> , Lilla Edets Kommun. Avslutad.	Hushållsavfall.			Avrinning via Sannersbybäcken till Göta älv.
8	1.5 km nordost Tunge k:a, vid <u>Barsjön</u> , Lilla Edets Kommun. Avslutad före 1970.	Hushållsavfall.			Lakvatten till Vallbyån-Gårdaån-Göta älv.
9	<u>Tollered</u> , Älvängen, Ale kommun. Avslutad kommunal tipp på en mosse.	Hushållsavfall och byggnadsavfall har tippats till en mäktighet av ca 20 m.			Avrinningen går via dike till kulvert som går norrut via Älvängen till Göta älv.
10	<u>Björkdalen</u> , Göteborg. Delsjöområdet. 1926 - 1938.	I huvudsak hushållsavfall			Avrinning genom Delsjöbäcken till Mölndalsån.
11	<u>Brudaremossen</u> , Göteborg	Se under avfallsupplag för industriavfall.			Diffust läckage via Finngösbäcken till Sävån.
12	<u>Göddered</u> avslutad tipp i Göddered, Rödbo, norra Hisingen, Göteborg	Tipp för Kungälv stad 1951-65. Hushållsavfall, rivningsavfall, schaktmassor mm.			Lakvatten till bäck som mynnar i Nordre älv.

7.3 Byggnadsavfall, schaktmassor mm



Figur 7.3 Figur över avfallsupplag med byggnadsavfall, schaktmassor mm.

Tabell 7.5 Avfallsupplag med byggnadsavfall, schaktmassor med mera.

Nr	Namn	Innehåll	Storlek	Kontroll	Lakvatten
1	Vid <u>Mariedal</u> , tegelbruket. Vänersborgs kommun	Avslutat upplag för byggavfall.			Avrinning till Karls grav.
2	Vid <u>Fågelgården</u> nordväst Vargön. Vänersborgs kommun	Avslutat upplag.			
3	<u>Torpa</u> vid Göta älv, ca 500 m uppströms Slumpåns utlopp i Göta älv, Trollhättans kommun (-1973).	Avslutat upplag för jord- och slammassor, byggnads- och trädgårdsavfall.			
4	<u>Lindveden</u> , Trollhättans kommun, 3,5 km nordost Sjuntorp, i nordöstra delen av Glösemosse. Avslutad (1981)	Upplag för sten och byggnadsavfall.			Avrinning dels till Ryrbäcken-Göta älv och dels till Stallbackaån-Göta älv.
5	<u>Skanskas tipp</u> , Trollhättans kommun.	För schaktmassor. Pågående.			Avrinning till Stallbackaån-Göta älv.
6	<u>Fors</u> vid Sjuntorp i Trollhättans kommun, ca 400 m västsydväst textilfabriken, i strandbrinken till Syltebäcken. Avslutad 1981.	För byggnads- och trädgårdsavfall.			Avrinning till Syltebäcken-Slumpån-Göta älv.
7	<u>Göta bruks tipp</u> vid Hanström norr om Göta, Lilla Edets kommun. Avslutad	Barkavfalls-upplag.			Avrinning till Hanströmsbäcken-Göta älv.
8	<u>Skår</u> , Ale kommun. 4 km nordnordost Skeplanda, nära Grönån.	Träavfall (bark och flis) i liten omfattning. Avslutad.			Avrinning till Grönån-Göta älv.

Tabell 7.6 Fortsättning på tabell över avfallsupplag med byggnadsavfall etc.

9	<u>Gårdstenstippen</u> , Angered, Göteborg. Fd mosse mellan Korpås och Gårdsten. (1973-1982).	Avslutat upplag för byggnadsavfall och fyllnadsmassor	Ca 250 000 m ³ på 45 000 m ² areal.		Diffus avrinning.
10	<u>Röseredstippen</u> , Angered, Göteborg. (1971-1981).	Utfyllnad av sandtag i Rösered. Byggnadsavfall, schaktmassor mm.	Ca 700 000 m ³ .		Avrinning via bäck-Lärjeån-Göta älv.
11	<u>Åspereds industriområde</u> , Angered, Göteborg. (1967-1971).	Schaktmassor, rivningsvirke med mindre tillskott av diverse avfall.	Volym ca 220 000 m ³ , areal ca 225 000m ² .		Området är dränerat och hårdgjort och mynnar i en bäck- Lärjeån-Göta älv.
12	Utfyllnad av ett flertal <u>sandtag i Gunnilse</u> , Angered, Göteborg. 1) Söder om Skintorna (1968-1979). Avslutad. 2) Sydost Skintorna (1977-). Avslutad. 3) Stora sandtaget väster om tegelbruket, nordvästra delen (1961-1970). 4) Stora sandtaget väster om tegelbruket, återstående del, Angered, Göteborg. Pågående sedan 1977.	1) Schaktmassor, rivningsvirke, virkesavfall samt tjuvtippning av diverse. 2) Schaktmassor med mera. 3) Schaktmassor och rivningsvirke men även fat och skrotbilar. 4) Rivningsavfall men även skrot, vitvaror och fat.	1) Volym ca 300 000 m ³ . 2) Yta ca 35 000 m ² 3) Yta 16 000 m ² .		1) Avrinning mot Lärjeån-Göta älv. 2) Avrinning till dike-Lärjeån-Göta älv.

Tabell 7.7 Fortsättning på tabell över avfallsupplag med byggnadsavfall etc.

13	<u>Brandkärr</u> , Backa, östra Hisingen, Göteborg. (1967-1971).	Fd bergtäkt, Schaktmassor, byggnadsavfall, skrot, fat, vitvaror mm.			Tippen ligger högt med avrinning till grundvattnet. Ytavrinning via dagvattensystem eller diken-Göta älv.
14	<u>Grimbo</u> <u>industriområde</u> , Tuve, Hisingen, Göteborg. (Återfylldes under 1950- och 60 talet samt 1973-75).	Rivnings- massor, byggavfall, schaktmassor, skrot.	Två områden om sammanlagt 250 000 m ²		Avrinning till Kvillebäcken- Göta älv.
	<u>Tuve Sörgård</u> , Hisingen, Göteborg. (1972-1976).	Fd mosse. Schaktmassor mm.			Avrinning via dike-Kvillen- Nordre älv.
16	<u>Skogome</u> , Hisingen, Göteborg. Två områden: 1) Vid Kvillen (1969). 2) Längre österut (-1976)	Fd grustäkt. Byggavfall, schaktmassor, industriavfall, skrot.	Samlad tippvolym 5 000 - 10 000 m ³ på en areal av ca 40 000 m ² .		Avrinning till Skogomebäcken -Kvillen-Nordre älv.

7.4 Tabeller över utsläpp från avfallsupplag.

Tabell 7.8 Utsläpp från avfallsupplag uppströms Kungälv. Som referens används värden hämtade från första upplagan av "fakta om Göta älv".

Upplag	Häljestorp ¹⁾	Munkebo	Högstorp	Sörmossen ²⁾
Kommun	Vänersborg	Trollhättan	Lilla Edet	Ale
År	1994 (85-87)	1994 (85-87)	1994 (85-87)	1994
Susp ämn (SÄ)	-	-	-	- ton/år
COD	71 (40)	20,5 (0,08)	2,2 (24)	20
BOD ⁷	5,9 (5,4)	0,6	0,4	0,7
Tot-P	0,13 (58)	0,03	0,003 (0,03)	0,02
Tot-N	27 (7,7)	3,2	2,5 (6)	1,9
Klorid	79	36	(25)	-
Tot extrah ämnen	-	-	-	-
Mineralolja	-	-	-	-
AOX	0,1	0,04	-	0,03
Järn (Fe)	2 070 (1 000)	178 (1,6)	(4 750)	380 kg/år
Mangan (Mn)	226 (125)	127 (0,5)	(202)	19
Zink (Zn)	18	6,7 (0,06)	1,34 (31)	2,9
Koppar (Cu)	1,1	0,53 (0,01)	0,078 (<1,3)	0,4
Krom (Cr)	4,5	3,43 (0,06)	0,24	1,5
Kobolt (Co)	-	-	-	-
Molybden (Mo)	-	(0,04)	-	-
Nickel (Ni)	-	-	(<3,2)	0,7
Silver (Ag)	-	-	-	-
Bly (Pb)	0,38 (0,35)	< 0,20 (0,004)	0,029	0,3
Kvicksilver (Hg)	(0,01)	<0,01	0,002	< 0,007
Kadmium (Cd)	(0,02)	<0,01	0,004	0,04
Vanadin (Va)	-	(0,01)	(0,01)	-
Arsenik (As)	0,91 (0,22)	0,31	-	0,2
Cyanid (CN-)	-	-	-	-
Fenol	0,33 (1)	0,20	-	0,2
Fluorid (F-)	-	-	-	-

1) Avleds till Holmängens avloppsreningsverk.

2) Avleds till Ryaverket.

Tabell 7.9 *Utsläpp från avfallsupplag Kungälv - Göteborg 1994. Som referens används värden i första upplagan av "fakta om Göta älv".*

Upplag	Mungärde ¹⁾	Tagene ²⁾	Brudaremossen ²⁾
Kommun	Kungälv	Göteborg	Göteborg
År	1994 (85-87)	1994 (83-87)	1994 (87-89)
Susp ämn (SÄ)	-	-	- ton/år
COD	5,3	217 (>75)	30 (8)
BOD ₇	-	(70)	(3)
Tot-P	0,004	0,3 (0,9)	62 (0,04)
Tot-N	1,1	61 (80)	16 (14)
Klorid	-	-	(44)
Tot extrah ämnen	-	-	(0,33)
Mineralolja	-	-	(0,06)
AOX	-	-	-
Järn (Fe)	-	(>400)	(1,79) kg/år
Mangan (Mn)	-	(>135)	-
Zink (Zn)	0,4	55	-
Koppar (Cu)	-	62 (37)	(0,5)
Krom (Cr)	-	8,7 (10)	(1,5)
Kobolt (Co)	-	-	-
Molybden (Mo)	-	-	-
Nickel (Ni)	-	22	(3)
Silver (Ag)	-	-	-
Bly (Pb)	-	2,3	(<0,5)
Kvicksilver (Hg)	-	0,05 (0,05)	(0,01)
Kadmium (Cd)	<0,005	0,4 (0,4)	(<0,03)
Vanadin (Va)	-	-	-
Arsenik (As)	-	5,5	-
Cyanid (CN-)	-	-	-
Fenol	-	(5)	-
Fluorid (F-)	-	-	-
PCB	-	< 0,04	-

1) Värdena innefattar både avlopp till Ryaverket och till Göta älv.

2) Avleds till Rysverket.

8 VATTENDRAGSKONTROLL

8.1 Göta älvs vattenvårdsförbund

I syfte att klarlägga vattenhygieniska förhållanden och främja vattenvården i Göta älv och de vattenområden som påverkar eller påverkas av älven bildades år 1958 Göta älvs vattenvårdsförbund. I förbundet ingår kommuner, industriföretag m fl innehavare av vattentäkter eller avloppsutsläpp av betydelse i berörda vattenområden.

Göta älvs vattenvårdsförbund är en frivillig sammanslutning och medlemmarna utgjordes under 1995 av 12 kommuner, 25 företag samt 13 st övriga medlemmar. Av de senare är 3 fiskevårdsområden. Den programlagda kontrollen sker sedan 1974 genom kontinuerlig provtagning i ett antal fasta mätstationer - tidigare var dessa åtta, men är sedan 1993 sju stycken (stationen vid Ormo är borttagen). Dessutom tas prov för specialundersökningar i olika delavsnitt.

8.2 Kontrollsystemet

Sedan 1974 finns mätstationer utmed Göta älv. De är 7 stycken från Vänern och längs älven ned till utloppet.

Vid stationerna sker kontinuerlig mätning och automatisk provtagning. Från älven pumpas vattnet i en grov horisontell ledning. Elektrodena hänger ned i vattnet. Provtagaren hämtar vatten från samma ledning. Man kan ta dygnsprover med enstaka sekunders intervall eller händelseprover med till exempel 1 liters provvolym i timmen. Driftsäkerhet och tillgänglighet är mycket hög (VA-verket, 1995).

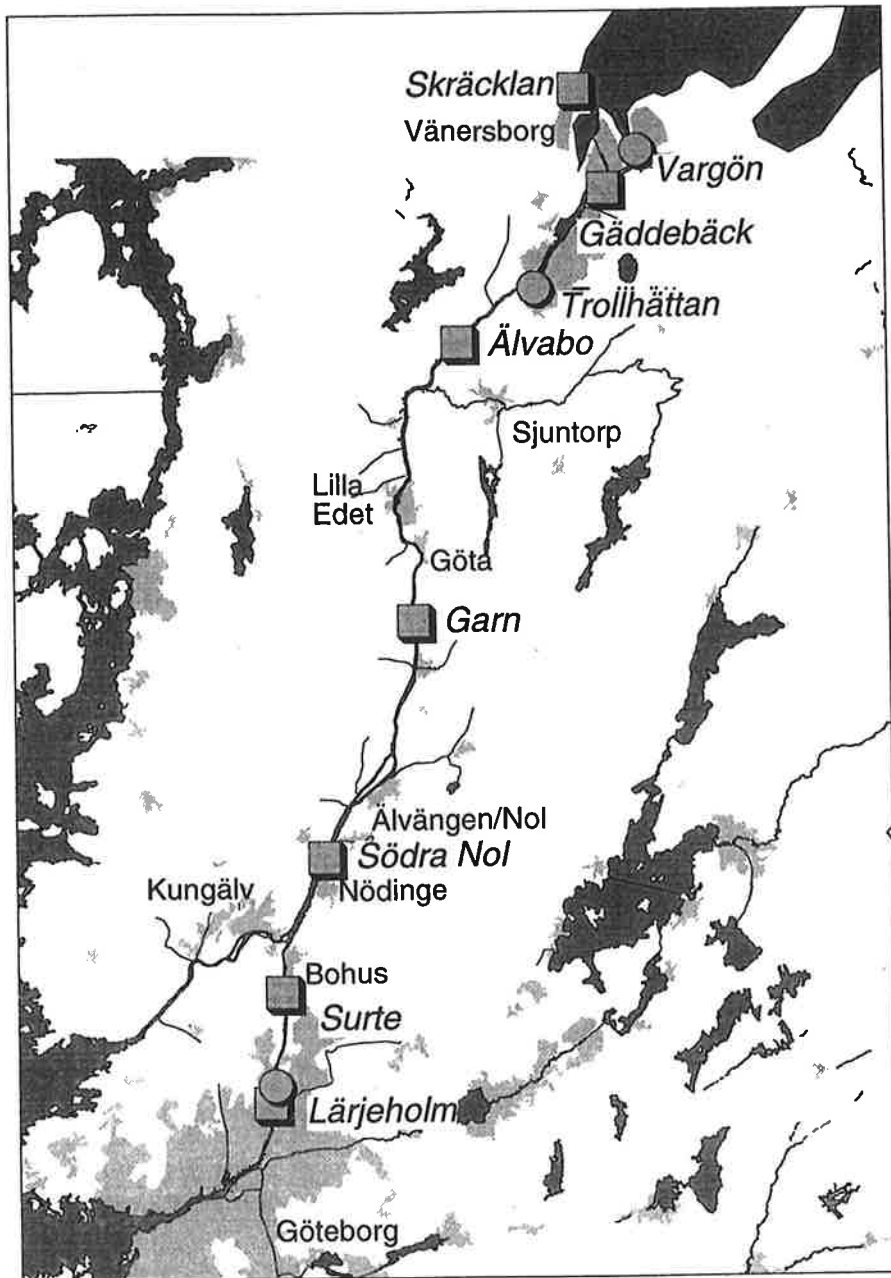
6 av 7 mätstationer är datoriserade och står i ständig teleförbindelse med kontrollrummet vid Alelyckeverket. Från och med 1996 kan även företag och andra vattenverk med vattenintag ansluta sig (VA-verket, 1995).

Mätstationerna ingår i ett system för kontroll av Göta älv men utnyttjas också som ett säkerhetssystem för kvaliteten av råvattnet. Vid ett utsläpp som registreras av mätinstrumenten vid stationerna larmas direkt till personsökare på anslutna företag och vattenverk. Genom en vanlig PC hämtas aktuella värden hem och man får direkt uppgifter om aktuella förändringar i vattenkvaliteten (VA-verket).

Det finns instrument för mätning av följande parametrar:

- **temperatur**
- **turbiditet** - suspenderade ämnen, fasta partiklar
- **konduktivitet** - mått på vattnets innehåll av joner, salter
- **redoxpotential** - mått på jämviktsläget mellan oxiderade/reducerade joner
- **pH-värde** - vattnets surhetsgrad

Redoxpotential, konduktivitet, pH-värde och turbiditet lämpar sig för kontinuerlig registrering. Dessa parametrar påverkas av många olika ämnen. Vid kraftigare avvikelser från normalvärdet kan särskilda åtgärder vidtas till exempel avstängning av vattenintaget eller särskild provtagning (så kallad händelseprovtagning). När sedan instrumentet indikerar normal vattenkvalitet, kan intaget åter öppnas.



- Göta älvs vattenvårdsförbunds stationer
- PMK:s stationer längs Göta älv

Figur 8.1 Mätstationer längs Göta älv.

8.3 Vattenvårdsförbundets vattendragskontroll i älven

8.3.1 Kvartalsblandprover (fram till 1990).

Analyserna skedde på mätstationernas dygnsblandprov, vilka i sin tur sammansätts till kvartalsblandprov.

pH		1975-
Färgtal	mgPt/l	1987-
Grumlighet	FTU	1975-
Torrsubstans (TS)	mg/l	1975-
Glödgningsförlust	mg/l	1975-
Glödgningsrest	mg/l	1975-
Konduktivitet (25°C)	µS/cm	1975-
Permangattal	mg/l	1975-
Kemisk syreförbrukning	COD (Mn) mgO ₂ /l	1975-
Kalcium	mgCa ²⁺ /l	1976-
Magnesium	mgMg ²⁺ /l	1976-
Natrium	mg Na ⁺ /l	1976-
Kalium	mgK ⁺ /l	1976-
Vätekarbonat	mg HCO ₃ ⁻ /l	1982-87
Alkalinitet	mmol OH ⁻ /l	1987-
Klorid	mg Cl ⁻ /l	1976-
Sulfat	mg SO ₄ ²⁻ /l	1976-
Ammoniumkväve	mg N/l	1975-
Nitratkväve	mg N/l	1975-
Totalkväve	mgN/l	1975-
Totalfosfor	mg P/l	1975-
Järn	mg Fe/l	1975-
Bly	mg Pb/l	1975-
Kadmium	mg Cd/l	1976-
Koppar	mg Cu/l	1975-
Krom	mg Cr/l	1975-
Nickel	mg Ni/l	1975-
Zink	mg Zn/l	1975-

8.3.2 Stickprover 4 gånger per år (fram till 1990)

Totalfosfor mgP/l (från 1975)

Kvicksilver µgHg/l (Vid Bohus och Surte 1974-78. Från 1979 vid Lärjeholm)

Totalt antal bakterier (22°C)/ml (från 1973)

Totalt antal koliforma bakterier (44°C, MF)/ml (från 1973)

Antal termostabila koliforma bakterier (44°C, MF)/100 ml (från 1973)

8.3.3 Stickprovtagningar 1 gång per månad

Från och med 1990 läggs de ordinarie mätningarna ned och endast ett fåtal stationer blir kvar. Under 1995 tillkommer en mätstation i Nordre älv, Kornhalls färja.

Ämne	Ormo	Garn	Stenpiren	Kornhalls färja	Älvsborgsbron ¹⁾
Temperatur (°C)	-	-	-	1995-	1990-
Salinitet (psu)	-	-	-	1995-	1990-
Syre (ml/l)	-	-	-	1995-	1990-
Kisel (SiO ₃ -Si umol/l)	-	-	-	1995-	1990-
POC (umol/l)	-	-	-	1995-	1990-
PON (umol/l)	-	-	-	1995-	1990-
Klorofyll-a (ug/l)	-	-	-	1995-	1990-
Ammoniumkväve (umol/l)	-	-	-	1995-	1990-
Nitritkväve (umol/l)	-	-	-	1995-	1990-
Nitratkväve (umol/l)	-	-	-	1995-	1990-
Totalkväve (umol/l)	-	-	-	1995-	1990-
Fosfatfosfor (umol/l)	-	-	-	1995-	1990-
Totalfosfor (umol/l)	-	-	-	1995-	1990-
Totalkväve (ug/l)	1975-1995	1975-	1975-		
Totalfosfor (ug/l)	1997-1995	1975-	1975-		

1) Ingår i kustvattenprogrammet.

8.3.4 Stickprover 2 gånger per år

Priority pollutants (Lärjeholm 1 ggr/år, 1991-, Lärjeholm & Vargön 2 ggr/år, 1995-)

Metaller i vattenmossa (1994-)

8.3.5 Kontinuerliga mätningar

- Konduktivitet Δ mS/m dygnsvariationer
- Redoxpotential Δ mV dygnsvariationer
- pH- värde Δ pH dygnsvariationer
- Grumlighet, FTU maximivärde/dygn med varaktighet 1 timma
- Temperatur

	Konduktivitet	Redox-potential	Grumlighet/turbiditet	pH- värde	Temperatur
1. Holmängen	1976-84	1976-84	1976-84	-----	-----
1. Skräcklan	1985-	1985-	1985-	-----	-----
2. Gäddebäck	1976-	1975-	-----	1991	-----
3. Älvabo	1978-	1975-	-----	1995	-----
4. Garn	1994-	1994-	1994-	1994-	1994-
5. St Viken	1977- 93	1974-93	-----	-----	-----
5. S Nol	1995-	1995-	1995-	1995-	1995-
6. Surte	1976-	1974-	1994-	1974-	-----
7. Lärjeholm	1976-	1974-	1974-	1974-	1986-

Mätstationen vid Holmängen slopades 1985 och har ersatts med Skräcklan vid Vänersborgs vattenverk. Mätstation Stora Viken har slopats 1994 och ersatts med Södra Nol.

8.3.6 Tidigare provtagningar

1. Fysikalisk-kemiska analyser på Göta älv finns i årsberättelser från 1896. Bakteriologiska analyser finns från 1894. Va- verket, Göteborg.
2. Fysikalisk-kemisk undersökning på olika punkter i Göta älv under tiden 1935-1937. Va- verket, Göteborg.
3. Laboratoriet, Alelyckan har diagram över fysikalisk-kemiska analyser på råvattnet under tiden 1937-1955. Va- verket, Göteborg.
4. Vänersborgs vattenverk
5. Trollhättans reningsverk
6. I samband med projektering av vattenverk vid Lilla Edet gjordes omfattande fysikalisk-kemisk kontroll. Protokoll 11/7 1960.
7. Sedan 1935 (ca) har Elektrokemiska AB analyserat sitt råvatten 1-2 ggr per år.
8. Grumlighetsundersökningar 1974-75.

	pH-värde	Grumlighet
Vänersborgs vattenverk	1974	1974-75
Vargöns kraftstation	-----	1974-75
Trollhättan vid Olidan	1974	1974-75
Lilla Edet	1974	1974-75
Nol	1974	-----
Göteborg, Göta älvbron	-----	1974-75

8.3.7 Göta älvs vattenvårdsförbunds vattenundersökningar 1958-64. Sammanställning utgiven 1965.

Samtliga prover analyserades med avseende på

Temperatur, °C
Färgstyrka, mg Pt/l
Grumlighet, abs enheter
Konduktivitet
pH
Ammonium, NH₄ mg/l
Klorid mg/l
Kaliumpermanganatförbrukning mg/l
Syrehalt O₂ mg/l
Syremättning %
Biokemisk syreförbrukning BS mg/l
Bakterier (totalantal, koliforma, termostabila koliforma)

1. Vänern och Göta älv

V1	Vänern ca 10 kilometer NO Vänersborg (1m och 8 m djup)
V2	Vänern, Vänersborgs vattenverk (4 m djup)
G1	Göta älv, Nybro, Vargön (1 m djup)
G2	Göta älv, Onsjö (1 m djup)
G3	Göta älv, Assarebo (1 m djup)
G4	Göta älv, uppströms Lilla Edet (1 m djup)
G5	Göta älv, Ballebo. Nedströms Lills Edet (1 m djup)
G6	Göta älv, Bredungen. Kungälv (1 m djup)
G7	Göta älv, Alelyckan. Lärjeholm (1 m djup)
G8	Göta älv, Göteborg. Kämpegatan (1 m djup)

Totalt som regel 12 provtagningsomgångar inom tidsperioden. Vid samtliga prover analyserades enligt lista A. Vid 3 provomgångar dessutom siktdjup och vid 3 provomgångar förutom siktdjup även totalkväve och totalfosfor.

2. Göta älvs utlopp		antal
G9	Göta älv, Göteborg, Rya nabbe	27
G10	Älvsborgsfjorden	18

Vid G9 analyserades därutöver siktdjup vid två provomgångar och siktdjup, totalkväve och totalfosfor vid tre tillfällen.

3. Nordre älvs utlopp		antal
N1	Nordre älv, Ormo	7
N2	Nordre älv, syd Korseberga	8
N3	Nordre älv, Älvefjorden	8

Vid ett tillfälle analyserades dessutom totalkväve och totalfosfor.

4. Biflöden		antal
GSI	Slumpåns utlopp	9
Ggr	Grönåns utlopp	9
Gsk	Sköldsåns (Nolåns) utlopp	9
Glä	Lärjeåns utlopp (1m djup)	9

Vid 2- 3 tillfällen analyserades dessutom totalkväve och totalfosfor.

Sammanställningen från 1965 innehåller dessutom bland annat en limnologisk undersökning av Göta älv och dess biflöden nedströms Lilla Edet den 14- 15 juli 1951, Artur Almestrand.

Under perioden 1965- 73 analyserades åtminstone vissa år t ex 1968 (8 provomgångar) och 1970 (6 provomgångar) vid:

1. Nybro ovan Vargön
2. Omedelbart nedan Vargön
3. Onsjö

Proverna analyserades med avseende på temperatur, färg mg Pt/l, grumlighet zP, konduktivitet $\mu\text{S/cm}$, pH, kaliumpermanganatförbrukning, syrehalt, syremättnad, torrsbstans och glödgningsförlust.

8.3.8 Särskilda undersökningar

- Kvicksilverundersökning vid Bohus och Surte 1974
- Klorerade och bromerade kolväten i Göta älv 1974
- Specialundersökningar av älvdike vid Trollhättan
 - 1982- 84 (en vecka varje år)
 - 1985 Se Naturvårdverkets rapport 3275 (1987)
 - 1986 Se vattendragskontroll 1986. En vecka. Prover från älvdiket, Stallbackaan, älven och processvatten från SAAB och Volvo flygmotor.
- Bakteriell undersökning i Göta älv och mynningsområdet 1987
- Sedimentundersökningar av metaller och stabila organiska föreningar i Göta älv vid Bohus och Älvsborgsbron samt från O-läns kustvattenstationer 1990
- Sedimentundersökning av metaller och stabila organiska föreningar i Göta älvs övre lopp 1990
- Undersökning av bekämpningsmedelsrester i ytvatten i Göteborgs och Bohuslän 1990, Gårdaån, Slumpån, Lärjeån
- Kvicksilverundersökning vid Eka Nobel, Bohus (Naturvårdsverket) 1990
- Dioxinundersökning i Göta älv (Naturvårdsverket) 1990
- Dioxinundersökning i Göta älv (Naturvårdsverket) 1991
- Undersökning av metaller och organiska ämnen 1992
- Undersökning av metaller och organiska ämnen 1993
- Metaller i vattenmossa i Göta älv 1993
- Kvicksilver i Gädda i Göta och Nordre älv, Sävåån, Mölndalsån samt Rådasjön 1993
- Miljögifter (Org miljögifter, DDT, PCB, Pb, Cd & Bly) i Gädda 1994
- Sedimentundersökning av metaller och stabila org. miljöför. i Göta älv 1995
- Bakteriell undersökning i Göta älv plus mynningspunkten i Gårdaån & Slumpån 1995- 1997

8.4 PMK- Programmet för övervakning av MiljöKvalitet

PMK (Naturvårdsverket) har stationer vid Vargön, Trollhättan och Alelyckan. Stationerna vid Vargön tas under 1995 över av Göta älvs vattenvårdsförbund och Vänerkansliet. Naturvårdsverket övertar mätpunkten i Nordre älv, Kornhalls färja. I Vänern finns 10 stationer, varav Mergrundet S ligger närmast utloppet.

Stationerna vid Göta älv provtas en gång per månad. Stationerna vid Vänern (t ex Mergrundet S i Dalbosjön) provtas 1 gång/månad under maj-oktober.

Vargön	1968-
Trollhättan	1965-
Alelyckan	1985-
Mergrundet S	1973-

Följande parametrar analyseras på samtliga stationer:

pH	
Konduktivitet (mS/m)	
Permanganattal (mg KMnO ₄ /l)*	
Kisel (mg Si/l)	
Absorbans (420/50)	ofiltrerat
	filtrerat
	differens

Salter (positiva och negativa joner)

Kalcium Ca ²⁺	mekv/l
Magnesium Mg ²⁺	mekv/l
Natrium Na ⁺	mekv/l
Kalium K ⁺	mekv/l
Alkallinitet HCO ₃ ⁻	mekv/l
Sulfat SO ₄ ²⁻	mekv/l
Klorid Cl ⁻	mekv/l

Närsalter

Ammoniumkväve NH ₄ -N	µg NH ₄ -N /l
Nitritkväve NO ₂ -N	µg NO ₂ -N /l
Nitratkväve NO ₃ -N	µg NO ₃ -N /l
Organiskt kväve	µg N/l
Totalkväve	mg N/l
Fosfatfosfor	mg P/l
Övrig fosfor	mg P/l
Totalfosfor	mg P/l

*Kan omräknas till kemisk syreförbrukning COD (Mn) mgO₂/l genom att dela med 3,95.

Därutöver tillkommer:

	Vargön	Trollhättan	Alelyckan	Dalbosjön
Suspenderande ämnen mg/l	nej	nej	nej	ja
Totalt organiskt kol TOC mg/l	1986-	1986-	1986-	
Järn Fe mg/l	1973-		1985-	1985-*
Mangan Mn mg/l	1973-		1985-	1985-*
Koppar Cu mg/l	1982-		1985-	1985-*
Zink Zn mg/l	1982-		1985-	1985-
Kadmium Cd µg/l			1985-	
Bly Pb µg/l			1985-	

* t ex vid Mergrundet N

8.5 Provtagningar i biflöden

Under åren kring 1960 undersöktes vissa tillflöden till Göta älv. **Slumpån** var vid Sjuntorp tydligt påverkad av föroreningar. **Grönån** med utlopp norr om Älvängen var mindre påverkad. **Sköldsåns** (Nolån) nedre lopp vid Alafors norr om Nol var förhållandevis starkt förorenad.

Säveån och **Mölnålsån** har från början ingått i vattenvårdsförbundets kontrollprogram.

Lärjeån har provtagits sedan lång tid av Göteborgs VA-verk. En undersökning 1982-1984 (Länstyrelsen i Gbgs och Bohus län) redovisas delvis i rapport ISSN 0281-9732. Sedan 1986 ingår Lärjeån i Göta älvs vattenvårdsförbunds årsredovisning.

Miljökontoret i Trollhättan har sedan 1975 tagit prover från Slumpån (vid riksväg 45) (ledningsförmåga, grumlighet, färg, totalkväve, totalfosfor, COD och bakterier har analyserats).

Lilla Edets kommun redovisar i sin vattenresursplan 1983 provtagningsprogram med provtagning bland annat **Gårdaån** (AB), **Sollumsån** (B), **Brattorpsån** (ABC), **Västerlandaån** (ABC), **Ryrsjöbäcken** (AC), **Sannersbybäcken** (ABC) och **Strömbäcken** (ABC).

- | | | |
|----------------------------|--------------|---|
| A. Allmän påverkan | 2 ggr/3:e år | pH, temp, färg,
ledningsförmåga,
alkalinitet, grumlighet,
cod, syre, fosfat, nitrat,
ammonium och bakterier |
| B. Bakteriologisk påverkan | 2 ggr/år | |
| C. Försurningspåverkan | 4 ggr/år | pH, temp, färg,
ledningsförmåga,
alkalinitet |

Sedan april 1988 tas prover 6 ggr/år i **Slumpån**, **Gårdaån** och **Grönån**. Analyser av färgtal, grumlighet, konduktivitet, pH-värde, syrehalt, COD, alaklinitet, nitratkväve, totalkväve, fosfatfosfor, totalfosfor (även centrifugat) och kadmium. Proverna tas av vattenvårdsförbundet men bekostas av Länsstyrelsen i P-län.

8.6 Översikt över provtagningar i Göta älvs huvudfåra

	Göta älvs vattenvårds förbund	Naturvårds verket PMK	Göteborgs VA-verk Lärjeholm
pH-värde	Kont	MS	Kont, S3
Temperatur (°C)	Kont	-	Kont, S3
Färgtal (mgPt/l)	-	-	S1
Grumlighet/Turbiditet (FNU)	Kont	-	Kont, S3
Absorbans ofiltrerat (420/50)	-	MS	-
Absorbans filtrerat (420/50)	-	MS	-
Absorbans differens (420/50)	-	MS	-
Suspenderande ämnen (mg/l)	-	MS ¹⁾	-
Konduktivitet (mS/m)	Kont	MS	Kont, S3
Permanganattal (mg KMNO ₄ /l)	-	MS	-
Kemisk syreförbr. COD (mg O ₂ /l)	-	-	S1
Biologisk syreförbr. BOD (mg O ₂ /l)	-	-	MS
Syrehalt (mg O ₂ /l)	-	-	MS
Redoxpotential	Kont	-	-
Totalt organiskt kol TOC (mg C/l)	-	MS ⁴⁾	-
Totalhårdhet (mg Ca/l)	-	-	MS
Kisel mgSi/l	-	MS	MS
Kalcium (mg Ca ²⁺ /l)	-	MS	MS
Magnesium (mg Mg ²⁺ /l)	-	MS	MS
Natrium (mg Na ⁺ /l)	-	MS	MS
Kalium (mg K ⁺ /l)	-	MS	MS
Alkalinitet Vätekarb (mmolHCO ₃ ⁻ /l)	-	MS	S3
Klorid (mg Cl ⁻ /l)	-	MS	S3
Sulfat (mg SO ₄ ²⁻ /l)	-	MS	MS
Ammoniumkväve (µg NH ₄ -N /l)	-	MS	MS
Nitritkväve (µg NO ₂ -N/l)	-	MS	MS
Nitratkväve (µg NO ₃ -N/l)	-	MS	MS
Organiskt kväve (µg N/l)	-	MS	-
Totalkväve (µg N/l)	MS	MS	MS
Fosfatfosfor (µg PO ₄ -P/l)	-	MS	MS
Övrig fosfor (µg P/l)	-	MS	-
Totalfosfor (µg P/l)	MS	MS	MS
Järn (mg Fe/l)	-	MS ²⁾	S1
Mangan (µg Mn/l)	-	MS ²⁾	S1
Bly (µg Pb/l)	-	-	KvS
Kadmium (µg Cd/l)	-	MS ³⁾	KvS
Koppar (µg Cu/l)	-	MS ³⁾	KvS
Krom (µg Cr/l)	-	-	KvS
Nickel (µg Ni/l)	-	-	KvS
Aluminium (µg Al/l)	-	-	MS
Zink (µg Zn/l)	-	MS ³⁾	KvS
Kvicksilver (µg Hg/l)	-	-	S1

Fekala streptok. PFS (CFU/100 ml)	-	-	35 ggr/år
Fekala streptok. CFS (CFU/100 ml)	-	-	21 ggr/år
Heterotrofa bakt (antal /100 ml)	-	-	S2
Tot antal koliforma (antal /100 ml)	-	-	S2
Termotabila koliform (ant /100 ml)	-	-	S2
E coli (CFU/100 ml)	-	-	S2
AOX (µg/l)	-	-	MS
GC, totalkonc., internstandard (µg)	-	-	MS
TOC (mg)	-	-	9 ggr/år
Cyanid (µg Cn/l)	-	-	1 ggr/år
Antimon (µg Sb/l)	-	-	1 ggr/år
Arsenik µg As/l)	-	-	1 ggr/år
Barium (µg Ba/l)	-	-	1 ggr/år
Bor (mg B/l)	-	-	1 ggr/år
Selen (µg Se/l)	-	-	1 ggr/år
Silver (µg Ag/l)	-	-	1 ggr/år
Tensider anjon (mg/l)	-	-	1 ggr/år
Tot extr alif ämn (mg/l)	-	-	1 ggr/år
Tot extr arom ämn (mg/l)	-	-	1 ggr/år
Opol alif kolväten (mg/l)	-	-	1 ggr/år
Opol arom kolväten (mg/l)	-	-	1 ggr/år
Flouranten (µg/l)	-	-	1 ggr/år
Benso (k) flouranten (µg/l)	-	-	1 ggr/år
Benso (b) flouranten (µg/l)	-	-	1 ggr/år
Benso (a) pyren (µg/l)	-	-	1 ggr/år
Indeno (1, 2, 3-cd) (µg/l)	-	-	1 ggr/år
Benso (ghi) percylen (µg/l)	-	-	1 ggr/år
Radon (Bq)	-	-	1 ggr/år

Kont = kontinuerlig mätning

KvS = Stickprover 4 gånger/7år

MS = Stickprov 1 gång/månad

S1 = Stickprov 1 gång/vecka

S2 = Stickprov 2 gånger/vecka

S3 = Stickprover 3 gånger/vecka

1) Endast Vänern

2) Vid Vargön från 1973 och Alelyckan från 1985

3) Vid Vargön från 1982 och Alelyckan från 1985

4) Vid Vargön från 1987 och Alelyckan från 1987

8.7 Vattenverkens råvattenkontroll

Dricksvattenkontroll och hantering regleras av Livsmedelsverkets kungörelse om dricksvatten (1993). Dricksvatten klassas som livsmedel och därav följer att det är viktigt att det är av god kvalitet när det når konsumenten.

Vattenverket har ansvaret att se till att dricksvatten från allmän anläggning är tjänligt när det når konsumenten. Ett bra råvatten ger förutsättning för ett bra dricksvatten, vilket gör att det har stor betydelse vilken kvalitet råvattnet har. Därför ställs krav på råvattenkvaliteten i form av rikt- och gränsvärden för bakterier och fysikalisk-kemiska parametrar. Genom vattenverkens råvattenkontroll följs kvaliteten på det vatten som skall användas för beredning av dricksvatten upp mycket noggrant. Kraven på råvattenkontroll är inte lika för alla vattenverk. Kraven på provtagningsfrekvens och omfattning av analyser beror av antalet konsumenter som förses med dricksvatten från vattenverken.

Om vattenverkens råvattenintag måste stängas på grund av tillfälliga försämringar av råvattenkvaliteten måste det finnas reserver så att konsumenterna kan förses med tjänligt dricksvatten trots störningar i råvattenförsörjningen.

För Göteborgs vattenverks kontroll vid Lärjeholm se avsnitt 8.6.

	Skräcklan	Överby	Lilla Edet
Temperatur	MS1/2	MS	D1, S1
Turbiditet	MS1/2	MS	S1
Redoxpotential	-	-	D1
Lukt	MS1/2	MS	2 ggr/år
Smak	MS1/2	2 ggr/år	2 ggr/år
Färgtal	MS1/2	MS	2 ggr/år
COD (Mn)	MS1/2	MS	2 ggr/år
Konduktivitet	MS1/2	MS	2 ggr/år
pH	MS1/2	MS	D1, 2 ggr/år
Alkalinitet	MS1/2	MS	2 ggr/år
Totalhårdhet	MS1/2	MS	2 ggr/år
Kalcium	MS1/2	2 ggr/år	2 ggr/år
Magnesium	MS1/2	2 ggr/år	2 ggr/år
Natrium	MS1/2	2 ggr/år	2 ggr/år
Kalium	MS1/2	2 ggr/år	2 ggr/år
Järn	MS1/2	MS	2 ggr/år
Aluminium	MS1/2	MS	S1
Mangan	MS1/2	MS	2 ggr/år
Koppar	MS1/2	MS	2 ggr/år
Ammonium-nitrogen	MS1/2	MS	2 ggr/år
Nitrat-nitrogen	MS1/2	2 ggr/år	2 ggr/år
Nitrit-nitrogen	MS1/2	MS	2 ggr/år
Fosfat-fosfor	MS1/2	2 ggr/år	2 ggr/år
Fluorid	MS1/2	2 ggr/år	2 ggr/år
Klorid	MS1/2	2 ggr/år	2 ggr/år
Sulfat	MS1/2	2ggr/år	2 ggr/år
Aktiv klor	MS1/2	MS	2 ggr/år

Heterotr bakterier (20°C, 2d)	S1/2	S1	S1
Heterotr bakterier (20°C, 7d)	-	-	S1
Tot antal koliforma bakt	S1/2	S1	S1
Termostabila koliforma	S1/2	-	-
Escherichia coli	S1/2	S1	S1

D1 = 1 stickprov/dag

MS = Stickprov 1 gång/månad

S1 = Stickprov 1 gång/vecka

MS1/2 = Stickprov 1 gång/varannan månad

S1/2 = Stickprov 1 gång/varannan vecka

De krav som ställs genom gränsvärdena är bindande och får inte överskridas (se nedan) Riktvärden ska helst ej heller överskridas. När hänsyn är tagen till årstidsväxlingar, enstaka extremvärden och dylikt så är kvalitetskraven uppfyllda om 95% av proverna har halter som klarar rikt- och gränsvärdena och om halterna i de prov som inte klarar värdena avviker från dessa med högst 50%. För de mikrobiologiska parametrarna, liksom för pH och syrgasmättnad, får den procentuella avvikelserna vara större.

	Enhet	Riktvärde	Gränsvärde
Escherichia coli	antal/100 ml	500	-
Tot antal koliforma bakt	antal/100 ml	5000	-
Fekala streptok.	antal/100 ml	1000	-
Salmonella	antal/1000 ml	Ej påvisad	-
Temperatur	°C	12	20
Lukt	-	Stark	-
Färgtal	-	50	100
COD Mn	mg O ₂ /l	10	-
pH	-	5,5 9,0	-
Oxygenmättnad	% O ₂	50	-
Kalcium	mg Ca/l	100	-
Magnesium	mg Mg/l	30	-
Natrium	mg Na/l	100	-
Kalium	mg Na/l	12	-
Järn	mg Fe/l	1,0	2,0
Mangan	mg Mn/l	0,3	-
Aluminium, Syralösl.	mg Al/l	0,10	-
Koppar	mg Cu/l	0,05	-
Ammonium.nitrogen	mg N/l	0,05	1,2
Nitrat-nitrogen	mg N/l	5,0	10,0
Nitrit-nitrogen	mg N/l	0,005	-
Fosfat-fosfor	mg p/l	0,05	-
Flourid	mg F/l	-	1,3
Klorid	mg Cl/l	-	100
Sulfat	mg SO ₄ /l	-	100
Fenoler	mg/l	0,001	0,005
Antimon	mg Sb/l	-	0,010
Arsenik	mg As/l	-	0,010
Barium	mg Ba/l	-	1,0
Bly	mg Pb/l	-	0,010
Bor	mg B/l	1,0	-

Cyanid, lättillgänglig	mg CN/l	-	0,050
Kadmium	mg Cd/l	0,0001	0,001
Krom	mg Cr/l	0,010	0,050
Kvicksilver	mg Hg/l	0,0001	0,001
Nickel	mg Ni/l	0,010	0,050
Selen	mg Se/l	-	0,010
Silver	mg Ag/l	-	0,010
Zink	mg Zn/l	-	1,0
Bekämpningsm. emulg el. upplöst	-	-	*
PAH	mg/l	-	0,2
Anjoniska ytaktiva ämnen	mg/l	-	0,0002

*Får ej förekomma i påvisbara halter.

9 MILJÖKVALITETEN I GÖTA ÄLV

9.1 Bakgrund

Göta älv och dess avrinningsområde är en viktig nationell resurs. Cirka 700 000 personer får sitt dricksvatten från älven och ytterligare ett par hundratusen personer får sin vattenförsörjning från Vänern och dess tillflöden. Samtidigt är övrig användning av Göta älvs vatten mycket mångskiftande (se tidigare avsnitt) och i relativt stor utsträckning miljöpåverkande. Den utbyggda vattenkraften i Göta älv har stor betydelse för landets elförsörjning, men har också inneburit kraftiga ingrepp i älvens hydrologiska situation (ex: Vänern-regleringen). Vidare utgör älven, dess biflöden och Vänern viktiga recipienter för industriell och samhällelig verksamhet. Regionalt är Göta älv en viktig farled för transporter till och från orter längs älven och vid Vänern. Vattensystemets naturvärde och värde för fiske, fritid och rekreation är också betydande. Samspelet mellan alla dessa nyttjandeintressen i hela avrinningsområdet, inkl Vänern och dess tillflöden, är av avgörande betydelse för miljö kvaliteten i Göta älvs vattensystem.

Göta älv och Vänern har under hela 1900-talet varit utsatt för en stark miljöpåverkan från olika samhällliga och industriella verksamheter. Den samordnade kontrollen av älvens och dess biflödens vattenkvalitet, som fortfarande sker genom Göta älvs vattenvårdsförbunds verksamhet och genom andra nationella och regionala miljöövervakningsinsatser, tyder dock på att en god förbättring av miljö kvaliteten har ägt rum under de senaste två decennierna.

Fortfarande sker dock en betydande miljöpåverkan på Göta älv och dess biflöden från jord- och skogsbruket (ex. diffusa utsläpp/markläckage av näringsämnen), industriella utsläpp (se avsnitt 5) och olika aktiviteter i tätbefolkade samhällen i regionen (ex på källor: avloppsreningsverk, dagvatten, tippor, trafik). Atmosfäriskt nedfall av förorenande ämnen och persistenta miljögifter bidrar också till miljöbelastningen i hela avrinningsområdet. Erosionen längs älven spelar en viktig roll både för vattenkvaliteten (ex. ökad slamhalt och grumlighet) och för transporten av partikelbundna miljöföroreningar till mynningsområdena och den närmaste kustregionen. Riskerna för utsläpp i samband med transport, lossning och lastning av miljöfarliga ämnen, samt vid hantering inom industrier längs vattensystemen är också påtagliga.

Sammantaget bestäms vattenkvaliteten i Göta älv främst av miljö tillståndet i Vänern och dess större tillflöden, samt av de tillskott av miljö störande ämnen som sker från olika verksamheter längs älvens och olika biflödens lopp. Det stora vattenflödet i Göta älv och Vänerns stora volym medför att älven har goda förutsättningar att motstå kraftig miljö påverkan och att hålla en god vattenkvalitet. Ett väsentligt miljöproblem är dock den mycket stora mängd av näringsämnen och andra miljö störande ämnen som Göta älv och dess biflöden transporterar ut till mynningsområdena och till havet, där de bidrar till övergödning och andra miljö störningar.

Nedan presenteras en kort sammanfattning och en översiktlig bedömning av den stora mängd mätdata som årligen tagits fram inom vattenvårdsförbundets programlagda basundersökningar och från olika specialundersökningar, och som löpande redovisats i förbundets årsrapporter avseende vattendragskontroll sedan nära 40 år. Sammanfattningen baseras på och uppdaterar de genomarbetade faktasammanställningar om vattenkvaliteten i älven som Bo Svärd, Miljöförvaltningen, Göteborg, redovisat i två tidigare rapporter om Göta älv (Fakta om Göta älv, 1990; Göta älv- Påverkan och vattenkvalitet, 1990).

För en mer detaljerad information om miljö kvalitetsdata hänvisas till årsrapporterna och ett stort antal specialrapporter som utgivits (se referenslista). Utöver en sammanfattning av kartlagd miljö påverkan och miljö kvalitet redovisas viktiga kunskapsluckor som rör Göta älv och dess miljö tillstånd. Dessutom ges förslag till prioriterade åtgärder för att minska dagens miljö påverkan och riskerna för framtida miljö störningar.

9.2 Kontinuerliga mätningar på fasta stationer

Vid sju fasta mätstationer längs Göta älv sker kontinuerlig provtagning och mätning av fyra parametrar: turbiditet (grumlighet), konduktivitet, redoxpotential och pH-värde. Dessa kontinuerliga mätningar ingår naturligtvis som ett led i den programlagda kontrollen av älvens allmänna vattenkvalitet, men de är samtidigt ett viktigt säkerhetssystem för råvattenkvaliteten. Vid stora avvikelser från normalvärden kan omedelbara åtgärder vidtas, såsom stängning av råvattenintagen vid vattenverken eller speciella provtagningar och analyser. I detta avsnitt kommenteras kortfattat kontrollen av turbiditet, konduktivitet och redoxpotential, medan resultaten av pH-mätningarna behandlas i avsnitt 9.3 (Försurningsstatus).

9.2.1 Turbiditet (Grunlighet)

Vänerns vatten har normalt en låg turbiditet och bidrar därför i mycket ringa grad till den periodvis förhöjda turbiditeten i Göta älv. Grumligheten i älven beror till övervägande del på slam och partiklar som tillförs genom erosion. En ökad turbiditet kan ofta spåras redan i Vänersborgsviken/Vargön vid utloppet ur Vänern, sannolikt som ett resultat av botterosion på grund av kraftiga vindar och stark vågverkan. Därefter ökar grumligheten ytterligare nedströms i Göta älv i takt med att erosionen och biflödena tillför mer slam och partiklar (Figur 9.1). I jämförelse med andra svenska och nordeuropeiska vattendrag har Göta älvs vatten en normal turbiditet. Under ett år förekommer turbiditetstoppar som kan variera avsevärt i antal och amplitud mellan åren. Dessa toppar kan i regel hänföras till tillfälliga lokala störningar i form av släntskred och stora nederbördsmängder.

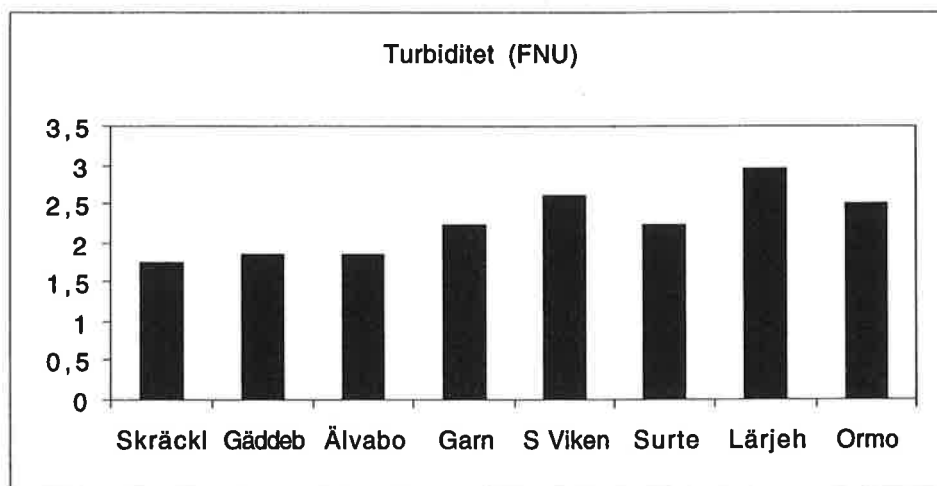
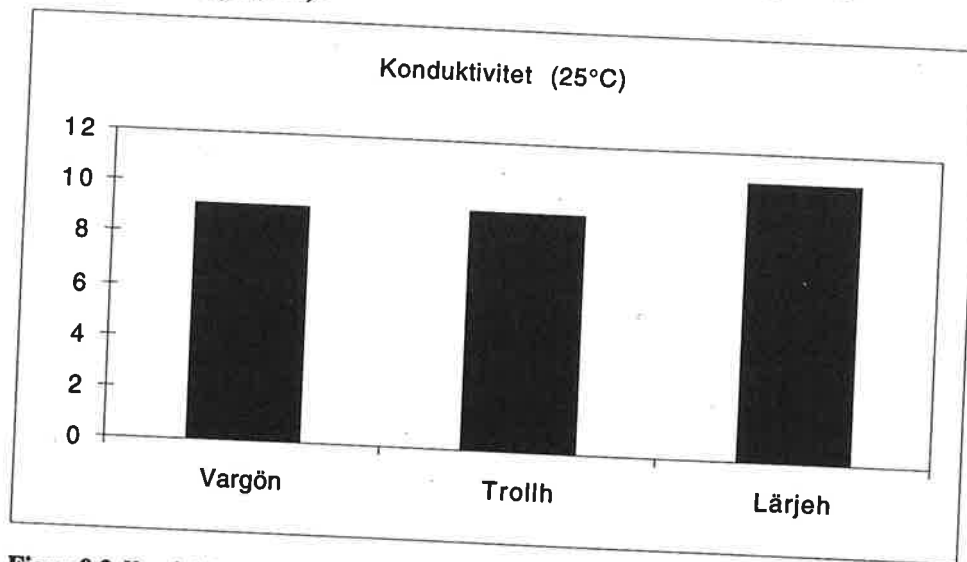


Fig. 9.1 Turbiditeten vid olika mätstationer i Göta älv 1980-1990.

9.2.2 Konduktivitet

Konduktiviteten eller ledningsförmågan återspeglar vattnets innehåll av elektriskt ledande ämnen (joner, lösta salter) och kan också ses som ett approximativt mått på vattnets salthalt. Avvikelser från normala konduktivitetsvärden (oftast ökning) orsakas vanligen av tillförsel av främmande ämnen genom utsläpp från industrier eller annan miljöstörande verksamhet, samt av kraftig nederbörd som ökar utlakningen från mark i avrinningsområdet. Vattnets konduktivitet kan också vara förhöjd i de delar av älven som ligger nära kusten på grund av tillskott av havssalt som transporteras med vinden in över land eller genom att havsvatten tränger upp i älvens nedre lopp.

Konduktiviteten i älvens vatten ökade under perioden från 1960-talet till mitten av 1980-talet och har därefter minskat. Såväl mätningar vid tre PMK-stationer som vid vattenvårdsförbundets fasta stationer (Figur 9.2) tyder på en viss ökning från utloppet från Vänern (Vargön/Skräcklan) till mynningen (Alelyckan/Lärjeholm).



Figur 9.2 Konduktiviteten i Göta älv under en femårsperiod (1990-1994)

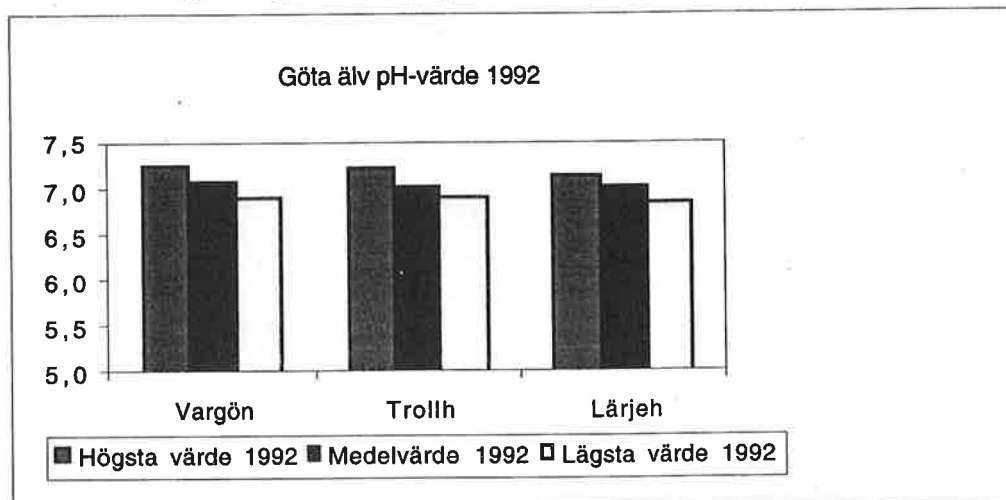
Frekvensen konduktivitetsökningar varierar stort mellan olika år och mellan olika provtagningsstationer. De övre delarna av älven har i regel en låg frekvens av konduktivitetsökningar och de har blivit mindre vanliga under senare år. I älvens nedre delar är störningsfrekvensen avsevärt högre, men även här finns en tendens till minskad frekvens under de senaste åren (Årsrapporterna 1992-94), vilket tyder på färre fall av lokal påverkan från olika punktkällor. Det minskade antalet avvikelserna vid Lärjeholm under senaste åren hänger delvis samman med färre incidenter med uppsträngning av saltvatten i älven.

9.2.3 Redoxpotential

Denna mätparameter, som registreras kontinuerligt vid de fasta stationerna, är ett mått på jämviktsläget mellan oxiderade och reducerade joner. Den utgör ett grovt, men mycket användbart, mått på momentant inträffade avvikelser från den normala vattenkvaliteten. De vanligaste orsakerna till avvikelser är stötbelastningar från kommunala reningsverk och utsläpp från industriell verksamhet. Under senare år finns en tydlig tendens mot allt färre avvikelser i redoxpotentialen (se Årsrapport 1994), vilket indikerar en positiv utveckling med bättre säkerhet mot tillfälliga utsläpp och mindre påverkan från punktkällor.

9.3 Försurningstatus (pH, alkalinitet)

Stora delar av Göta älvs totala avrinningsområde, främst delar av Dalsland och Värmland, är väl dokumenterade försurningsområden. Trots detta har varken Väneren eller Göta älv visat några tecken på försurning. Förklaringen är sannolikt de naturligt kalkrika områdena som omger södra och östra Väneren. Värdena för pH är mycket jämna (medelvärde runt eller strax över 7,0) i både Väneren och Göta älv (Figur 9.3), och alkaliniteten är betryggande hög (Årsrapport 1992). Såväl Göta älv som de stora biflödena kan enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder för sjöar och vattendrag (Allmänna Råd 90:4) betecknas som vattendrag med god buffertkapacitet (klass 2).



Figur 9.3 pH-värde (högsta, medel- och lägsta värde) vid de tre PMK-stationerna längs Göta älv 1992.

Däremot förekommer klara försurningstendenser inom delar av avrinningsområdena för vissa biflöden. Exempel på detta är Mölndalsåns övre lopp där källområdena under ett tiotal år ingått i Göteborgsregionens kommunalförbunds kalkningsprogram. Buffertkapaciteten i dessa vattenområden kan enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder klassificeras som svag till mycket svag (klass 3-4) och områdena är därför beroende av kalkningsåtgärder. Även flera små försurningskänsliga vattendrag i Sävveåns vattensystem är föremål för regelbunden kalkning.

Momentant registrerade störningar i pH-värdet kan förekomma till följd av utsläpp av exempelvis syra eller lut. Denna typ av incidenter, som har minskat under senare år, framförallt vid Surte (Årsrapport 1994), utgör i sig endast ett lokalt och oftast tillfälligt hot för vattenkvaliteten i älven eller för älvens status som råvatten. Dock bör en registrerad större avvikelse i pH-värdet tas på allvar eftersom det kan vara tecken på ett större utsläpp med annan typ av miljöpåverkan än enbart pH-förändring.

En sekundär effekt på vattenkvaliteten av den pågående försurningen av miljön är ett ökat utläckage av metaller från försurad skogsmark. Sådana observationer har gjorts i vissa små skogssjöar inom avrinningsområdet (muntliga uppgifter från Länsstyrelsen i P-län), men detta utläckage slår ej igenom i form av förhöjda metallhalter i älvens huvudfåra. Även studier av materialflöden till och i Göta älv (Bo Svärd, 1990) gör gällande att markläckage från skogsmark kan vara en betydande källa för flera metaller, såsom kadmium, zink, bly och nickel.

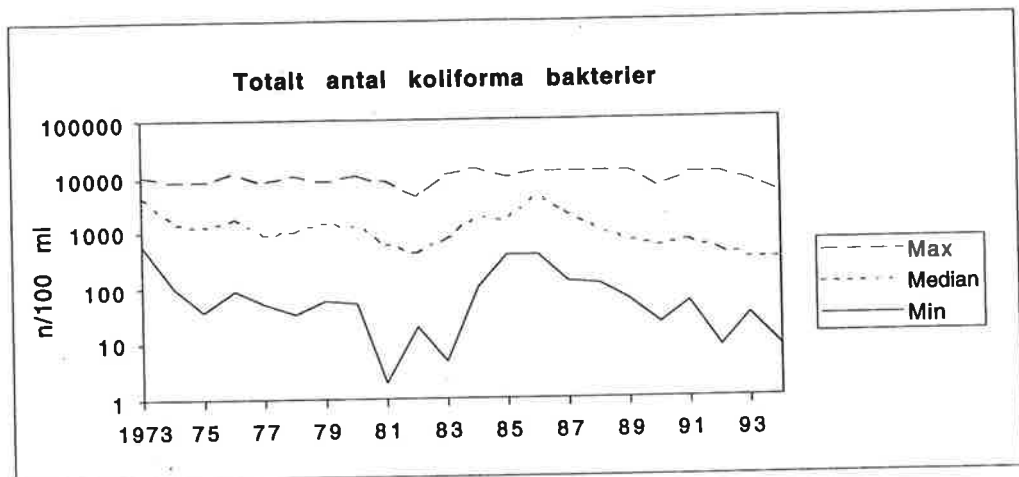
9.4 Bakterier och mikrobiologisk kvalitet

De mycket låga bakteriehalterna i Vänerns vatten och det stora vattenflödet i Göta älv medför att den tillförsel av mikroorganismer som sker från kommunala reningsverk vid normaldrift, samt från utsläpp från enskilda hushåll, inte bedöms ge upphov till några höga halter av bakterier eller bristande sanitär kvalitet på älvvattnet. De bakteriologiska analyserna visar också oftast låga värden för kolifager och fekala streptokocker i älven (Miljö o Hälsa 1990:3). Nedströms utloppet från Vänern sker en viss ökning av bakteriehalterna som en följd av tillförsel från ovannämnda källor, men också på grund av avrinning från mark vid kraftig nederbörd och från utsläpp från pappers- och massaindustrin.

En kartläggning av de betydande bakterieutsläppen (termotabila koliforma bakterier) från pappers- och massafabriker längs älven skedde 1986/87 (Fakta om Göta älv, 1990). Vidare gjordes under 1991 och 1992 en fördjupad utvärdering av koliformfloran i Göta älv av Statens Bakteriologiska Laboratorium (Stenström m fl., 1992). Den visade att koliforma bakterier av olika typ förekom i utsläppt processvatten från Wargöns Bruk, Lilla Edets Bruk och Inlands Kartongbruk. Bakterierna kunde också spåras nedströms utsläppen, men de slog inte igenom populationsmässigt vid vattenintaget vid Lärjeholm vid de mätningar som gjordes och bedömdes därför ha en mycket begränsad påverkan vid dessa tillfällen. Andra föroreningskällor kan sannolikt ha en stor inverkan på den mikrobiologiska kvaliteten i Göta Älv. En förnyad studie som beräknas vara klar våren 1996 görs därför för att få en bättre bild av olika föroreningskällors potential för att påverka älvens mikrobiologiska status. Den omfattar 8-10 provtagningspunkter längs älven samt speciella provtagningar på utgående avloppsvatten från pappersbruken och från vissa kommunala avloppsreningsverk.

Halten av koliforma bakterier i råvattnet överskrider sällan gällande riktvärde för ytvatten enligt Livsmedelsverkets dricksvattenkungörelse (SLV FS 1993:35). Den mikrobiologiska kvaliteten på älvens vatten kan således betecknas som förhållandevis god. Figur 9.4 visar totala halten av koliforma bakterier i råvattnet vid Lärjeholm under åren 1973-1994. Som framgår av figuren finns en tendens till minskande median- och minimivärden, medan maximivärdena i stort sett ligger kvar på samma nivå. En jämförelse mellan uppmätta bakterietal i Göta älv och gällande normer för strandbad (Allmänna Råd 89:4) visar också på en god vattenkvalitet. Endast vid något enstaka tillfälle per år kan älven bedömas som otjänlig för bad. Vid Lärjeholm har kraven för tjänligt strandbad varit uppfyllda vid samtliga provtagningar sommartid under åren 1992-94, men den positiva trenden har tyvärr brutits under sommaren 1995.

Den förbättrade mikrobiologiska kvaliteten i Göta älv har medfört att kloreringen av älvvattnet som pumpas till Delsjöarna kunnat minska väsentligt. De senaste åren har kloranvändningen varit ca 40 % lägre än under början av 1990-talet. Vid vattenverken i Trollhättan och Lilla Edet har förkloreringen kunnat slopas helt. Det krävs dock fortfarande tre mikrobiologiska barriärer vid vattenverk som har Göta älv som råvattentäkt.

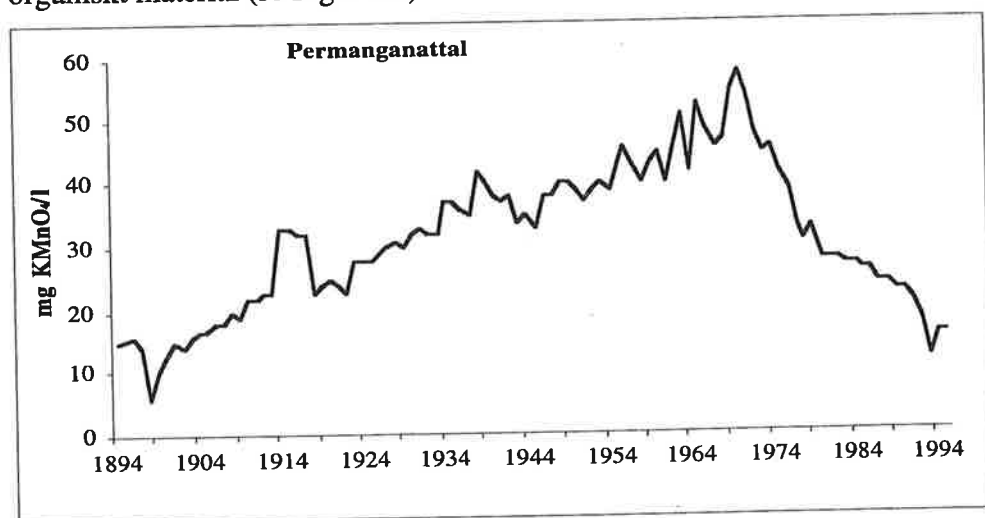


Figur 9.4 Totala halten av koliforma bakterier vid Lärjeholm under åren 1973-1994.

9.5 Syreförbrukande ämnen (COD)

Naturliga vatten innehåller organiskt material av olika slag. En del härrör från levande organismer i vattnet, annat tillförs vattnet från land genom markavrinning (ex. humusämnen) och genom utsläpp från avloppsreningsverk och industrier. Höga halter av organiskt material, i form av humusämnen, förekommer naturligt i sjöar och vattendrag som avvattnar skogsområden. COD (=Chemical oxygen demand) eller permanganattal anger mängden kemiskt syreförbrukande material i vattnet eller mer korrekt den mängd syre som förbrukas vid nedbrytning av organiskt material. Detta kan bestå av både biologiskt lätt-nedbrytbart material, men också av mer svårnedbrytbara fibrer och humusämnen.

Mängden kemiskt syreförbrukande ämnen, permanganattalet, har mätts i Göta älv vid mätstationen Lärjeholm sedan 1894. Det finns alltså en obruten analysserie för denna mätvariabel under mer än 100 år, vilket ger en unik miljöhistorisk illustration av hur utsläpp från samhälleliga och industriella verksamheter i Vänerns och Göta älvs avrinningsområden belastat älven med organiskt material (se Figur 9.5).



Figur 9.5 Halten kemiskt syreförbrukande material (COD) i Göta älv vid Lärjeholm från 1894 till våra dagar.

Som framgår av diagrammet ökade mängden kemiskt syreförbrukande ämnen successivt från sekelskiftet fram till 1970 då ett högsta årsmedelvärde av 57 mg KMNO_4 / l uppnåddes. Denna ökning speglar den industriella utvecklingen och den förändrade befolkningsstrukturen med alltför människor koncentrerade till tätorter. En väsentlig bidragande källa till de ökade utsläppen av organiskt material var massaindustrierna vid Vänern. På 50-talet började man vidtaga åtgärder mot utsläppen från industrier och tätorter, men det var framförallt på 70-talet som den stora saneringen av avloppsutsläppen skedde. Detta gav omgående resultat i form av successivt minskade COD-halter från 1971. COD-nivån är nu i samma storleksordning (medelvärde ca 17 mg/l under åren 1992-94) som i början av seklet (1906-10). Den successiva nedgången sedan 1971 tycks ha avstannat under 1993 och 1994. Närmaste årens mätningar får utvisa om det är fråga om en bestående stabilisering av halten syreförbrukande ämnen.

Vid en jämförelse mellan de olika provtagningsstationerna längs älven framgår att en ökning förefaller ske i de övre delarna vid Trollhättan (se Årsrapporter 1990-1994). Den viktigaste enskilda källa för denna ökning är sannolikt utsläppen från Holmen Paper AB, Wargöns Bruk. Nedströms Trollhättan visar COD halterna ingen klar tendens att öka. Dagens medelvärde för COD i Göta älv motsvarar en total transport av i medeltal 71 000 ton organiskt material per år.

9.6 Närsalter

För att kartlägga vattnets näringsbalans har Göta Älvs Vattenvårdsförbund genomfört regelbundna provtagningar och analyserat halter av kväve- och fosforföreningar vid ett flertal stationer sedan slutet av 1960-talet. Inledningsvis gjordes analyserna på kvartalsblandprov, men sedan 1991 baseras övervakningen på stickprovskontroller varje månad. Provtagningar sker numera inom den nationella miljöövervakningen vid de tre PMK-stationerna Vargön, Trollhättan och Lärjeholm (Alelyckan), samt inom Vattenvårdsförbundet vid Garn, Ormo och Stenpiren (återspeglar situationen nära älvmyningen inom Göteborgs hamnområde). Genom Kustvattenvårdsförbundets provtagningar erhålls dessutom mätdata för totalkväve och totalfosfor vid Älvsborgsbron, som utgör gräns mot Göta älvs Vattenvårdsförbunds ansvarsområde. Genom månatliga mätningar vid dessa 7 provtagningspunkter erhålls en god beskrivning och uppföljning av belastning och transport av närsalter längs älven.

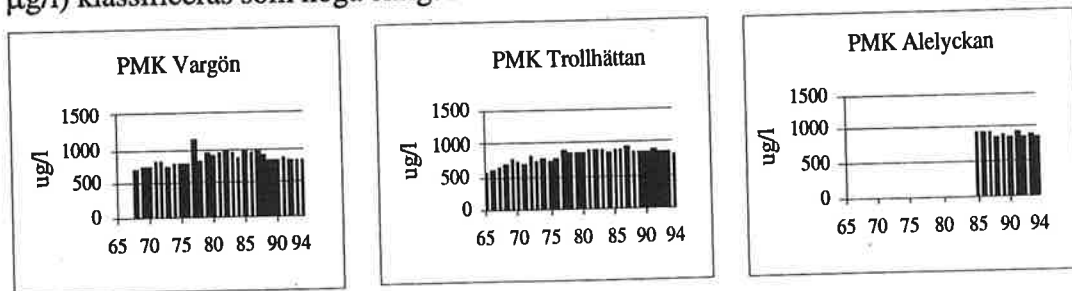
I det följande sammanfattas data som beskriver tidsutvecklingen för kväve- och fosforbelastningen i älven, jämförelser mellan olika mätstationer längs älven, samt approximativa beräkningar av den totala materialtransporten av kväve och fosfor i älven ut till Västerhavet. Dessutom diskuteras vilken betydelse närsalts-situationen i Vänern och i Göta älvs biflöden har för halterna i älvens huvudfåra, samt vilka olika utsläppskällor som bidrar till kväve- och fosforbelastningen i älven.

9.6.1 Kväve

Naturvårdsverkets PMK-undersökningar visar att halten totalkväve i Storsjön har ökat med 30 % från mitten av 60-talet till början av 80-talet (Åtgärdsgrupp Vänern, 1994; Åtgärdsgrupp Vänern, 1995b). Därefter har ingen ytterligare ökning skett av kvävehalten, som därmed stabiliserats vid dagens nivå på omkring 800 $\mu\text{g/l}$. Den observerade ökningen under 60- och 70-talet, som främst utgöres av nitrat, kan till största delen tillskrivas den fördubblade atmosfäriska depositionen sedan 1950-talet och den ökning av kväveläckaget från jordbruksmark som skett till följd av ökad handelsgödselanvändning.

Beräkningar av källfördelning för kvävetillförseln till Vänern (Åtgärdsgrupp Vänern, 1994) visar att atmosfärsdepositionen (inkl direktdeposition på Vänerns sjöyta) idag är den största kvävekällan med 28 % av den totala tillförseln. Därefter följer läckage från åkermark (25 %), läckage från skogsmark (16%), och utsläpp från kommunala reningsverk (9%). Okända källor och industrin svarar för en mindre del av kvävetillförseln (7.5 % respektive 4 %). Totalt är ca 30 % av kvävetillförseln av "naturligt" och ca 70 % av antropogent (männskligt) ursprung. Trots att halten totalkväve enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder (AR 90:4) betecknas som höga, så tycks denna belastning inte utgöra något problem för Vänern. Däremot spelar kvävetransporten i Vänerns utlopp, Göta älv, en stor roll för de storskaliga övergödningssproblem som observerats i Västerhavet under senare år. Den totala kvävetransporten via Göta älv motsvarar cirka hälften av all tillförsel från svenska källor till Kattegatt och Skagerack.

Figur 9.6 visar halten totalkväve vid de tre PMK-stationerna i Göta älv sedan slutet av 1960-talet. Tidsförloppet följer i stort sett förhållandet i Vänern: en klar ökning fram till 1978, följt av en stabilisering kring 850 - 900 µg/l under 1980-talet och slutligen en svag tendens till sjunkande halter efter 1988. En viss variation sker dock från år till år beroende på nederbörd. Regniga år med hög vattenföring ger ett ökat tillskott av kväve till älven främst från markläckage, kommunala reningsverk och atmosfärisk deposition. Dagens nivå av totalkväve i älvvattnet (3-årsmedelvärden vid PMK-stationerna under 1992-1994: 782 -881 µg/l) klassificeras som höga enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder.



Figur 9.6 Halten totalkväve vid PMK-stationerna vid Vargön, Trollhättan och Lärjeholm/Alelyckan under perioden 1965-1994.

Av Figur 9.6 framgår också att halten totalkväve är i samma storleksordning längs älvens sträckning, möjligen med en svag tendens till ökade nivåer mot mynningsområdet. Kväveretentionen, dvs fastläggning och reduktion genom denitrifikation, upptag i växter samt sedimentation, är marginell (högst 5 %) i Göta älv enligt utförda massbalansberäkningar (Griphammar & Wennerblom, 1992). Det innebär att merparten av kväveutflödet från Vänern förs vidare till Västerhavet och att den kvävetillförsel som sker under älvens lopp från Vänern till mynningsområdet är relativt begränsad. Detta framgår också av nedanstående Tabell 9.1 som visar beräknad närsaltstransport 1992-1994 vid olika stationer längs älven och vid Sävveåns och Mölndalsåns mynningar (data från Årsrapport 1994). Den ökning som ses för materialtransporten av kväve och fosfor vid mätstationerna i Göta älv är i huvudsak ett resultat av ökad vattenföring (se Tabell 9.1), vilken i sin tur främst beror på avtappning från Vänern och till viss del på variationer i nederbörd.

Tabell 9.1 Beräknade transporter av kväve och fosfor vid olika mätpunkter längs Göta älv, samt vid mynningen av Säreån och Mölndalsån. Tabellen visar också den beräknade totala uttransporten av kväve och fosfor till Västerhavet och det totala tillskottet till älvvattnet som sker nedströms Vargön.

Station	Totalkväve ton/år			Totalfosfor ton/år			Vattenföring m ³ /s		
	1992	1993	1994	1992	1993	1994	1992	1993	1994
Vargön	11 914	12 859	14 626	154	174	233	456	487	557
Ormo	6 030	8 578	10 114	120	200	190	299	326	391
Lärjeholm	3 984	4 544	4 583	84	88	98	157	161	166
Säreån	628	507	663	16	8	12	23,5	18	23
Mölndalsån	95	87	87	3	4	3	4,3	3,4	4,0
Total uttransport till Västerhavet	10 737	13 716	15 447	223	300	303			
Tillskott efter Vargön	-1 177	+857	+821	+69	+126	+69			

De beräknade närsalttransporterna visar således att Vänerens kvävebelastning spelar en dominerande roll för Göta älvs tillförsel av kväve (ca 10 000 - 16 000 ton per år) till havsmiljön. Den totala kvävetransporten till havet under perioden 1985-1992 har varierat mellan 12 300 och 22 000 ton/år (Oscarsson, 1995) beroende på nederbörd och avtappning från Väneren.

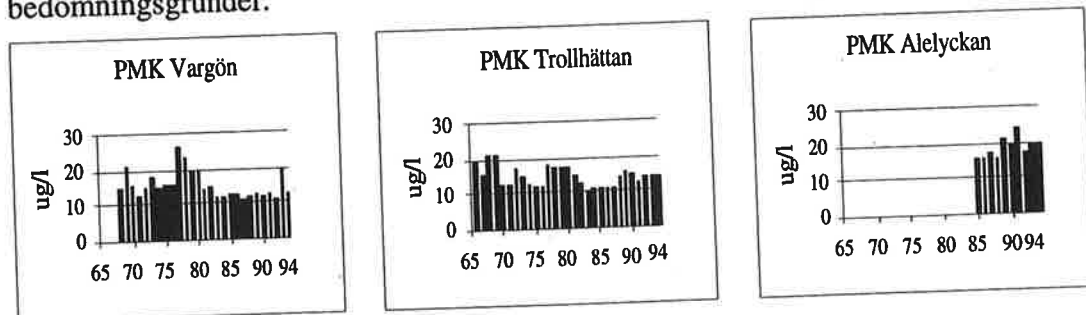
De ofta mycket höga halter av totalkväve som föreligger i merparten av älvens biflöden (se Årsrapporterna) ger visserligen ett bidrag till älvtransporten, men det är marginellt (oftast mindre än 5-6 %) i relation till det stora kväveflödet från Väneren. Detta innebär dock inte att åtgärder för att minska kvävetillförseln till Göta älv enbart skall ske genom minskad tillförsel till Väneren. För att komma tillrätta med Västerhavets övergödning måste kvävetillförseln reduceras från många olika källor i det totala avrinningsområdet. Som nämnts ovan så är ca 70 % av den totala kvävetransporten i Göta älv av mänskligt ursprung och därmed möjlig att reducera genom olika åtgärder.

9.6.2 Fosfor

På samma sätt som för kvävet så är belastningen av fosfor i Göta älv i hög grad beroende av situationen i Väneren. Omkring 1970 var Väneren på väg mot en ökad eutrofiering på grund av fosfortillförsel. 1979-1980 nåddes ett maximum för fosforhalterna i Vänerens vatten. Fosfortillförseln från punktkällor med direktutsläpp till Väneren har därefter minskat från drygt 400 ton/år i början av 1980-talet till ca 50 ton/år 1992. Den främsta orsaken till denna minskning är utbyggnaden av den kommunala avloppsreningen. Enligt beräkningar tillförs Väneren numera totalt 520 ton per år (Åtgärdsgrupp Väneren, 1994). Den dominerande källan är läckage från jordbruksmark och därefter kommer läckage från skogsmark samt utsläpp från glesbygdsavlopp.

Resultatet av den minskade fosfortillförseln har medfört att Vänern utvecklats från en tidigare måttligt näringsrik sjö till en näringsfattig sjö vad avser fosforbelastningen. Därtill har, som nämnts ovan under avsnitt 9.5, utsläppen av organiskt material minskat avsevärt, vilket givit ett starkt förbättrat ljusklimat som gynnat den totala biologiska produktionen i Vänern. Denna utveckling har i hög grad varit positiv för miljö kvaliteten i Göta älv i form av lägre COD-halter och lägre nivåer av fosfor.

När det gäller fosforbelastningen i Göta älv kan noteras från Figur 9.7 att halterna av totalfosfor har varierat relativt kraftigt under åren 1965 till 1994. Den långsiktiga trenden är en minskning från slutet av 1970-talet till dagens situation. Vid PMK-stationerna vid Trollhättan och Lärjeholm ses dock en svag tendens till ökade fosforhalter under den senaste 10 årsperioden. Vid en jämförelse mellan de olika mätstationerna framgår att halten totalfosfor ökar markant från utloppet från Vänern till mynningsområdet. Årsmedelvärdet under åren 1992-1994 ökar från 14 µg/l vid Vargön till 19 µg/l vid Lärjeholm (Årsrapport 1994). Detta är ett resultat av successiva tillskott av fosfor från olika biflöden längs älvens sträckning. De viktigaste källorna är diffust läckage från jordbruk och skogsmark, kommunala reningsverk och enskilda avlopp (Oscarsson, 1995). De uppmätta fosfornivåerna gör att vattnet har ett näringsfattigt tillstånd i de övre delarna och ett måttligt näringsrikt tillstånd i de nedre delarna av älven. Göta älv är därmed en av Sveriges renaste älvar vad avser fosforbelastning. Däremot har flera av biflödena förhöjda fosforhalter (Se Årsrapporterna 1992-1994) och kan därför betecknas som vatten med näringsrikt eller mycket näringsrikt tillstånd enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder.



Figur 9.7 Halten totalfosfor vid PMK-stationerna vid Vargön, Trollhättan och Lärjeholm/Alelyckan under perioden 1965-1994.

Den beräknade transporten av fosfor i Göta älv framgår av Tabell 9.1 (ovan). Under de senaste tre åren har den totala uttransporten av totalfosfor till Västerhavet uppskattats till mellan 223 och 303 ton/år. Som jämförelse kan nämnas att fosfortransporten under åren 1985-1992 varierat mellan 240 och 410 ton/år (Oscarsson, 1995). Som också visas i Tabell 9.1 är tillskottet av totalfosfor efter Vargön relativt betydande och uppgår till mellan 69 och 126 ton/år. Det innebär att åtgärder längs älven och dess biflöden har större betydelse för fosforutsläppen till havsmiljön än vad som är fallet för kväveutsläppen.

9.7 Metaller

9.7.1 Metaller i vatten.

Göta älvs vattenvårdsförbund startade mätningar av metaller i vatten i mitten av 1970-talet. Analyserna har gjorts på kvartalsblandprover vid 8 stationer i huvudfåran och har omfattat kadmium, bly, krom, koppar, zink, nickel och järn. Även kvicksilver har analyserats, men i detta fall på kvartalsvisa stickprover. Utöver dessa mätningar har metallnivåerna i vatten följts av Naturvårdsverket vid PMK-stationerna Vargön och Alelyckan/Lärjeholm sedan 1985. Fr o m 1991 sker regelbundna analyser av metaller i vatten endast vid sistnämnda PMK-stationer. Istället har Göta älvs Vattenvårdsförbund under senare år kartlagt metallbelastningen i älven och vissa biflöden genom mätning av metallhalter i vattenmossa och gädda (se vidare nedanstående avsnitt).

Uppmätta metallnivåer i älvvattnet fram t o m 1988 har sammanställts och utvärderats av Svärd (Fakta om Göta Älv; 1990; Göta Älv - Påverkan & Vattenkvalitet, 1990). Sammanfattningsvis kan sägas att metallhalterna är låga och ofta i nivå med eller strax över bakgrundshalterna för de flesta metaller. Samma resultat uppvisar mätningar av metallhalter gjorda efter 1988. För koppar och zink ligger halterna ungefär dubbelt så högt som "bakgrundsnivåer" i små sjöar i norra Sverige och Finland, men lägre jämfört med genomsnittet för större sjöar i Sverige (Borg, 1987; Verta et al, 1990; SNV Rapport 4135, 1993). Haltnivåerna för kadmium och bly ligger normalt under eller mycket under de halter som uppmätts i ovannämnda småsjöar i norra Skandinavien. En tillståndsklassificering enligt naturvårdsverkets bedömningsgrunder ger normalt halter i Göta älvs vatten som är *mycket låga* för bly (0,2 µg/l), *låga* för kadmium (0,01-0,05 µg/l), och *måttligt höga* för koppar (1-2 µg/l) och zink (5-15 µg/l).

Kvicksilverhalterna i älvvattnet är låga och oftast under kvantifieringsgränsen 0,1 µg/l. Trots den låga nivån är det mycket som tyder på att det under många år har skett en omfattande transport av denna toxiska metall från Vätern till älvens mynningsområden och angränsande kustområde. Vätern har under ett par decennier fått ta emot avsevärda kvicksilverutsläpp främst från kloralkaliindustrin i Skoghall. Sammanlagt sedan 1960 har en kvantitet av ca 68 ton släppts ut i Kattfjorden från denna punktkälla. Därtill kommer ca 4 ton som tillförts Vätern via nederbörd och vattendrag.

Idag har utsläppen av kvicksilver till Vätern minskat med 99 % jämfört med situationen i mitten av 1960-talet. Beräkningar som presenteras av Åtgärdsgrupp Vätern (1995a) visar att av den totala tillförseln på minst 72 ton så återfinns ca 15 ton i sedimentlager som representerar hela den aktuella perioden. Kvar i Väterns vattenmassa finns ca 0,6 ton. Detta innebär att ungefär 80 % av totalt tillförd mängd kvicksilver till Vätern har försvunnit, främst genom uttransport via Göta älv och i viss mån genom avgång till atmosfären. Uppskattningsvis 2 % av kvarvarande kvicksilver i sediment och vattenmassa i Vätern förekommer i en starkt biotillgänglig form, metylkvicksilver (Me-Hg), vilket innebär 300 kg Me-Hg i sediment och 12 kg i vattenmassan. I Väterns totala fiskbiomassa återfinns totalt ca 7,5 kg Me-Hg, vilket motsvarar 60 % av dess förekomst i vattenmassan.

Som en följd av de minskade utsläppen till Vätern så har med största sannolikhet flödet av kvicksilver i Göta älv minskat avsevärt. Höga eller måttligt höga kvicksilverhalter i vattenmossa i älven 1993 och låga eller måttligt höga halter 1995 (se nedan) tyder trots detta på ett fortsatt "läckage" av kvicksilver från Vätern.

Vid specialundersökningar som utfördes 1992 gjordes analyser av krom, nickel och arsenik i vattenprover tagna vid 5-6 provtagningstillfällen vid Lärjeholm (Årsrapport 1992). Detekterbara halter av krom och nickel, 1 µg/l, uppmättes bara vid ett tillfälle. För arsenik var samtliga mätvärden under detektionsgränsen 0,5 µg/l. Samtliga tre metaller förekom alltså i halter som understiger Naturvårdsverkets provisoriska bakgrundsvärden (1 µg/l för Cr, 3 µg/l för nickel och 0,3 µg/l för arsenik).

Erosionen är en dominerande eller mycket betydande källa för tillförsel av metaller i älvvattnet från Vänerns utlopp till mynningsområdena. Det gäller i hög grad för järn och mangan, men också för övriga metaller. Denna tillförsel av metaller är en naturlig process och de flesta metaller är fast bundna till ler- och mineralpartiklar, vilket sannolikt medför att den biologiska tillgängligheten är låg. Sammantaget sker en omfattande transport av metaller till mynningsområdena genom djup- och stranderosionen i Göta älv samt tillförseln av eroderat material från älvens biflöden.

Approximativa beräkningar av materialflöden för olika metaller i Göta älv och deras nettotransport till mynningsområdet och havet har presenterats av Svärd (1990). Som redan nämnts ovan utgör erosionsprocesser längs älven den klart dominerande källan för järn och mangan. Däremot härrör koppar, zink, nickel och sannolikt kvicksilver till största delen från Vänern med ett visst tillskott från mindre betydande källor längs älvens sträckning. För bly och kadmium gäller att olika källor längs älven (industriutsläpp, dagvatten, läckage från skogsmark, och erosion), samt atmosfärisk deposition, sannolikt svarar för merparten av deras tillförsel. För krom kan tillförseln från industriutsläpp och erosion vara betydande eller dominerande källor.

En motsvarande beräkning av metalltillförseln till Vänern har redovisats av Åtgärdsgrupp Vänern (1995a). Den visar att vattendragen svarar för mer än hälften av tillförseln av alla mätta metaller (Cu, Zn, Cr, Ni, As och Hg) utom kadmium och bly. Kadmium tillförs Vänern i ungefär lika delar (43-45 %) via nederbörden och vattendragen, medan tillförseln av bly främst sker med nederbörden (68 %) och till en mindre del (27 %) via vattendragen. För de flesta metaller gäller att direkttillförsel från punktkällor utgör en allt mindre del av den totala tillförseln.

Genom en massbalanskalkyl har Lindeström (Åtgärdsgrupp Vänern, 1995a) också försökt göra en uppskattad budget för Vänern avseende metallerna koppar, zink, bly och kadmium. Denna visar att av den till Vänern tillförda metallmängden fastläggs bly till ca 95 %, kadmium till 65 %, zink till 55 % och koppar till 45 %. Övrig mängd beräknas således uttransporteras främst via Göta älv. Detta innebär en årlig tillförsel till älven av 78 ton zink, 21 ton koppar, 950 kg bly och 190 kg kadmium. Beräkningarna är baserade på mätningar gjorda under början av 1990-talet.

9.7.2 Metaller i sediment.

Undersökningar inför muddringar i älven 1972-1973 visade klart förhöjda halter av kvicksilver i ytsediment längs hela älven, men främst nedströms Bohus inom området Bohus-Surte och vid Marieholmsbron i Göteborg (Fakta om Göta Älv, 1990). Förhöjda nivåer av andra metaller uppmättes mellan Vargön och Lilla Edet. Exempelvis var zinkhalterna höga i sediment nedströms Trollhättan (> 1 mg/g TS). Lokalt förekom också höga kromhalter i ytsedimenten från områden mellan Vargön och Trollhättan (upp till 2 mg/g TS), samt mellan Trollhättan och Lilla Edet (>2 mg/g TS). Möjliga källor till de förhöjda kromhalterna i sedimenten kan vara dåtida utsläpp till luft och vatten från industrier i Vargön och Trollhättan.

De förhöjda halterna av kvicksilver i ytsediment i Göta älv i början på 1970-talet kan sannolikt förklaras av främst kvicksilverföroreningen i Vänern under denna tid. Som nämnts i föregående avsnitt skedde stora kvicksilverutsläpp som medförde att Vänern betraktades som en kraftigt kvicksilverförorenad sjö (Håkansson, 1977). De högsta nivåerna av kvicksilver uppmättes i Kattfjorden och angränsande delar av sjön. En stor kartläggning 1984 av metallhalter vid 17 provplatser med utpräglade ackumulationsbottnar visade att halten kvicksilver i ytsediment hade minskat med 85 % i Kattfjorden på 10 år till följd av utsläpps begränsande åtgärder (Uhrberg & Wiederholm, 1985). Vid en upprepad studie på 23 stationer i Kattfjorden 1994 uppmättes i ytsediment (0-1 cm) i genomsnitt 2,5 mg/kg TS (Lindström, 1994a), vilket innebär en minskning jämfört med tidigare mätningar men fortfarande en kontamineringsgrad på mer än 80 ggr över den "naturliga" förindustriella haltnivån (0,03 mg/kg TS). En fortsatt överlagring med kvicksilverfattigt material som tillförs området främst med Klarälven kommer att leda till ytterligare sänkning av kvicksilvernivån i ytsedimenten i Kattfjorden och därmed minskning av läckage och spridning av kvicksilver till övriga Vänern och till Göta älv. Denna process bromsas dock upp något p g a den omlagring av ytliga sedimentlager som sker genom s k bioturbation.

För övriga metaller i sediment i Vänern kan sägas att de i regel uppvisar ingen eller mycket svag förhöjning jämfört med förindustriella sedimentlager. För zink och kadmium är dock halterna fortfarande höga (5-6 resp 2-3 ggr bakgrunden) i sediment från centrala Vänern och framförallt i Åsfjorden, som en följd av de tidigare stora utsläppen från rayontillverkningen i Vålberg (Åtgärdsgrupp Vänern, 1995a).

Utöver ovan relaterade undersökningar på 1970-talet så är kunskapen om metallbelastningen i sediment i Göta älv och dess biflöden mycket bristfällig, och ingen större kartläggning av metallhalter har skett under senare år. I samband med Naturvårdsverkets kartläggning av dioxinförekomst i Göta älvs sediment i november 1990 uttogs dock även prover för metallanalyser vid fem provtagningsstationer (Höganäs, Dösebacka, Hjærtum, Stallbacka och Överby) längs älven. Merparten av metallerna uppvisade låga eller måttligt höga halter i sedimenten. För zink uppmättes dock genomgående höga halter och för kvicksilver erhöles en hög eller mycket hög halt i sediment från stationen vid Hjærtum (Årsrapport 1991).

Medan kunskapen om metaller i sediment i älven och dess biflöden är begränsad, så visar ett flertal undersökningar att det föreligger en omfattande metallförorening i sediment i mynningsområdena. På uppdrag av Göta älvs Vattenvårdsförbund utfördes under åren 1982-1984 en kartläggning av metaller i sediment från Göta älvs och Nordre älvs mynningsområde och Göteborgs skärgård (Cato, 1986). Resultaten från undersökningen visade att sedimenten i dessa områden var hårt belastade med främst kvicksilver, men också lokalt med kadmium (främst området Brännö-Styrsö). Belastningsgradienter registrerades med avtagande halter av dessa två metaller och även bly, koppar, nickel, och zink med ökat avstånd från mynningen och kusten. För de sistnämnda fyra metallerna var belastningssituationen i Göteborgs skärgård inte nämnvärt sämre än utmed övriga västkusten. För kvicksilver däremot var belastningen (i vissa punkter en anrikning med över 100 ggr jämfört med naturliga bakgrundsnivån) jämförbar med de halter som uppmättes i de starkt metallförorenade mellan-europeiska floderna. Enligt Cato (1986) beror den kraftiga kvicksilverföroreningen i mynningsområdet främst på läckaget av kvicksilver från Vänerns sediment. Det kan också antas att tidigare kvicksilverutsläpp från Eka Nobel AB Bohus har bidragit till såväl förhöjda halter i sediment i älven nedströms Bohus och belastningen i mynningsområdet.

1990 genomfördes undersökningar i Göteborgs och Bohusläns Kustvattenvårdsförbunds regi av föroreningar i sediment vid sex kuststationer, varav två var belägna i Göteborgs närhet, dvs i älvens influensområde (Cato, 1992). Resultaten tyder på en hög belastning av kvicksilver, kadmium och tenn i sediment från dessa stationer i anslutning till mynningsområdet. Vidare har en kartläggning av toxiciteten i sediment från ett stort antal provtagningspunkter i Kattegatt och Skagerack visat att Göta älvs mynningsområde och angränsande kustområde är starkt påverkat av föroreningar. Sålunda påvisades kraftiga effekter i mortalitetstester med kräftdjur, vilket tyder på förekomst av starkt toxiska substanser i sedimentet. Undersökningen visade också att metallbelastningen i området inte kan vara den enda förklaringen till de påvisade effekterna utan andra föroreningar, exempelvis olika organiska miljögifter, spelar sannolikt en viktig roll för den uppmätta sedimenttoxiciteten (Dave & Nilsson, 1994; Dave & Dennegård, 1994).

En motsvarande studie har gjorts av toxiciteten hos sediment från Göta älv och Nordre älv (Buxhoeveden & Sturve, 1993). Resultaten visade att sediment från flertalet av 14 undersökta provtagningsstationer i Göta älv och Nordre älv och deras mynningsområden var toxiska för kräftdjuren *Daphnia magna* (vattenloppa) och *Nitocra spinipes* (sedimentlevande harpacticid). Toxiciteten hos sedimenten ökade mot mynningen av de båda älvgrenarna. Även extrakt av sedimenten med olika organiska lösningsmedel visade på en hög toxicitet som korrelerade väl till effekten med vått sediment, vilket tyder på att toxiciteten till en betydande del orsakas av lipofila ämnen. Ett visst bidrag från toxiska metaller i förhöjda halter kan dock inte uteslutas.

9.7.3 Metaller i biota.

Som tidigare nämnts har Göta älvs Vattenvårdsförbund under senare år minskat de regelbundna mätningarna av metallnivåer i vatten och istället börjat kartlägga metallföroreningssituationen i älven och vissa av dess biflöden genom analyser av metallhalter i vattenmossa. Detta ger en säkrare och mer integrerad bild av vattendragets aktuella metallbelastning än enbart mätning av metallhalter i vattnet. Dessa är oftast mycket låga, vilket ställer stora krav på noggrann insamlingsteknik och hög precision vid analyserna. Dessutom erhålls genom mätning av vattenhalter av metaller eller andra föroreningar endast en slumpvis ögonblicksbild av föroreningläget. Naturvårdsverket har därför rekommenderat analyser av metallhalter i vattenmossa, *Fontinalis sp.*, som en lämplig indikatormetod för att bedöma metallföroreningläget i vatten (Lithner, 1989). Vattenmossan anrikas metallerna till halter som ligger avsevärt högre än i vattnet och svarar dessutom snabbt på förändringar i det omgivande vattnets halt av metaller. Metallinnehållet i vattenmossa är för de flesta metaller linjärt relaterat till totalhalten i vatten.

Under våren och hösten 1993 genomfördes en undersökning av metallhalter (Hg, Pb, Cu, Cd, Cr, Ni, Zn och As) i vattenmossa vid fyra provpunkter i Göta älv (Vargön, Garn, Lärjeholm och Stenpiren). Höga kvicksilverhalter uppmättes vid samtliga stationer, främst Vargön och Stenpiren, i september (Medin, 1994a). Dessutom var kopparhalten hög vid Stenpiren i september och blyhalten hög vid Lärjeholm i maj månad. I övrigt erhöles låga eller måttligt höga halter av de enskilda metallerna i alla provpunkter under båda mätperioderna. Metallbelastningen var genomgående mer uttalad i september än i maj. Den totala kontamineringsgraden, baserad på samtliga undersökta metaller, kan enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder klassificeras som en *stark påverkan* i september och *obetydlig* eller *betydlig påverkan* i maj.

Resultaten visade också en svag tendens till ökning av metallbelastningen ju längre ned i Göta älv man kommer, vilket indikerar en viss inverkan från lokala föroreningskällor längs älven eller dess biflöden. En sammanvägd slutsats från undersökningen var att påverkansgraden inte är högre i Göta älv, snarare lägre, jämfört med flera andra vattendrag i regionen, t ex biflödena Sävån och Lärjeån.

I juni 1993 genomfördes en undersökning av metallföroreningsläget i Sävån. Halten av 9 metaller (Hg, Pb, Cu, Cd, Cr, Ni, Zn, Mn och Fe) mättes i vattenmossa vid 15 provpunkter i vattensystemet. Metallbelastningen var generellt högre i Sävån jämfört med situationen i Göta älv (Medin & Ericson, 1993). Detta gäller speciellt zink, nickel, bly och i viss mån koppar. Den i särklass högsta metallföroreningen noterades framförallt i Lillån som rinner genom Alingsås, men också i Kyllingeån (i Vårgårda), vilket indikerar förekomst av lokala källor (ex.vis ytbehandlingsföretag) för metallutsläpp. I Lillån uppmättes mycket höga halter av zink och nickel, samt höga halter av kvicksilver, bly, koppar, kadmium och krom.

För att följa upp metallföroreningsläget i Lillån utfördes en kompletterande undersökning av vattenmossa vid fem provpunkter under maj 1994. Halterna av samtliga metaller var nu mycket lägre vid den provpunkt som 1993 visat extremt höga värden (Medin, 1994b). Kviksilverhalten hade t ex sjunkit från 0,42 till 0,04 mg/kg TS och kadmium från 3,1 till 0,54 mg/kg TS. En sannolik förklaring till de kraftigt förhöjda metallhalterna 1993 kan vara gräv- och muddringsarbeten som utfördes hösten 1992. Dock kan inte helt uteslutas att stora punktutsläpp kan ha skett i anslutning till provtagningsperioden i juni 1993. En haltökning av koppar, krom och nickel vid en provpunkt 1994 tyder på utsläpp från en lokal föroreningskälla. I övrigt kan Lillån, på basis av 1994 års mätningar klassificeras som relativt påverkad av metallförorening.

I syfte att få en god översikt av metallföroreningsläget i olika delar av Göta älvs avrinningsområde kommer en årlig kartläggning av metallbelastningen att ske under perioden 1995-1997. Undersökningen omfattar mätningar av 11 metaller (Hg, Pb, Cu, Cd, Cr, Ni, Zn, Al, Co, Fe och As) i vattenmossa i maj månad vid 12 provpunkter i Göta älvs vattensystem (såväl längs älven som i större biflöden). Första årets mätningar har utförts och avrapporterats (Medin, 1995). Resultaten visade att de enskilda metallerna, med undantag av ett högt kopparvärde i nedre delen av Mölndalsån (vid Ullevi) i Göta älv och ett högt blyvärde i Sävån (strax före inloppet i Göta älv), var låga eller måttligt höga i samtliga provpunkter. En extremt hög kromhalt som uppmättes i vattenmossa i Nordre älv kan sannolikt tillskrivas ett tillfälligt utsläpp via dagvatten av kromhaltigt kylmedium från en idrottsanläggning i Ytterby. I övrigt kan sägas att metallhalterna i vattenmossa var generellt lägre eller likartade med de resultat som erhållits i tidigare undersökningar i området (se ovan). Till skillnad från tidigare mätningar så observerades ingen ökning av metallhalter längs Göta älv från Vargön till Lärjeholm. En mer omfattande utvärdering av resultaten kommer att göras efter treårsperiodens slut.

Fiskar är en annan lämplig bioindikator för metall- eller annan föroreningsbelastning i ett vattendrag. Metallhalterna i fiskmuskel, eller i vissa fall fisklever, ger exempelvis en god uppfattning av den integrerade metall-exponeringen under en längre tidsperiod. Även livsmedelshygieniska aspekter talar för att använda fisk som mätmatris för att kunna göra en bedömning av eventuella hälsorisker för fiskkonsumenter. Lämplig indikatorart för metaller är gädda, *Esox lucius*, en relativt stationär rovfisk som befinner sig högt upp i näringskedjan och som därför ofta uppvisar de högsta metallhalterna.

Nedre delen av Göta älv och Nordre älv var tidigare svartlistade vattendrag på grund av höga kvicksilverhalter i gädda (> 1 mg Hg/kg). Svartlistningen hävdes 1985 för Nordre älv och 1989 för Göta älv. I samband med att Livsmedelsverket övergav svartlistningsförfarandet 1991 överfördes formellt ansvaret för analyser av kvicksilver och andra miljögifter i fisk till kommunerna. En samordning har därför skett av mätningar av kvicksilver och andra miljögifter i fisk från sjöar och vattendrag i Göteborgs kommun under 1990-1993 och motsvarande mätningar genomförda under 1993 av Göta älvs Vattenvårdsförbund i Göta älvs vattensystem (Ström, 1995).

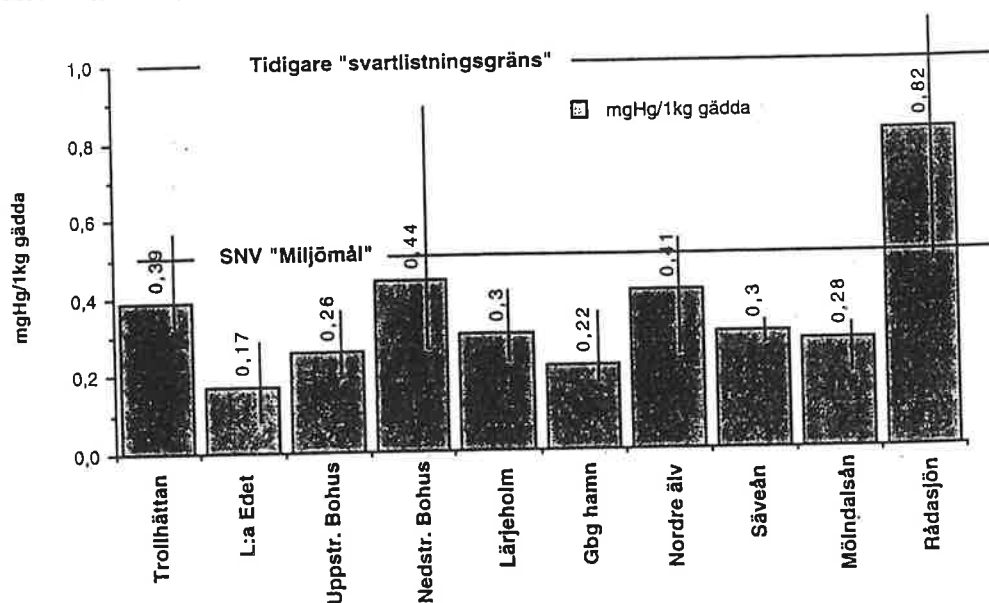


Fig. 9.8 Total kvicksilverhalt i 1 kg:s gädda från 10 lokaler i Göta älvs vattensystem 1993.

Vid Vattenvårdsförbundets undersökning av kvicksilverhalter i fisk analyserades totalt 48 gäddor från 10 lokaler i Göta älv (Trollhättan, Lilla Edet, uppströms respektive nedströms Bohus, Lärjeholm och Göteborgs hamn), Nordre älv, Säveån, Mölndalsån och Rådasjön. Resultaten, som presenteras i Figur 9.8, visade att medelvärdena för kvicksilverhalterna i gädda understiger Naturvårdsverkets långsiktiga miljömål (0,5 mg Hg/kg) för samtliga lokaler i Göta älv, Nordre älv, Säveån och Mölndalsån (Årsrapport 1993; Carlstrand 1994; Ström 1995). Medelvärdet för samtliga 7 lokaler i Göta älv och Nordre älv var 0,32 mg Hg/kg. I Rådasjön låg medelvärdet på 0,82 mg Hg/kg, vilket överstiger miljömålet, och dessutom hade en individ ett värde över 1 mg Hg/kg. Den höga kvicksilverhalten för gädda från Rådasjön 1993 var dock något lägre än en tidigare nivå, medelvärde 1,16 mg Hg/kg, som uppmättes våren 1991 (se Årsrapport 1991).

De måttligt höga kvicksilverhalterna i gädda från Göta älv, Nordre älv, Säveån och Mölndalsån (Figur 9.8) kan jämföras med motsvarande mätningar som Göteborgs Miljö-förvaltning gjort i 7 sjöar i Göteborgsområdet under 1990-1993 (Ström, 1995). Ett beräknat medelvärde för gädda från dessa 7 sjöar låg på ca 1,1 mg Hg/kg och samtliga sjöar hade en kvicksilverhalt som översteg miljömålet på 0,5 mg Hg/kg. Dessutom hade 4 sjöar värden som ligger över högsta tillåtna halt kvicksilver i gädda för försäljning (1 mg Hg/kg).

Kvicksilverhalterna i gädda från Göta och Nordre älv 1993 har också jämförts med tidigare mätvärden från Livsmedelsverkets analyser åren 1965-1988. En trendanalys visar en statistisk signifikant minskning av halterna i gädda från 1965 till 1993 vid lokalerna Trollhättan, nedströms Bohus och Nordre älv (Ström, 1995). Även om dessa lokaler 1993 uppvisar de högsta uppmätta kvicksilverhalterna i Göta älvs vattensystem (med undantag av Rådasjön, se Figur 9.8) så understiger medelvärdena Naturvårdsverkets miljömål på 0,5 mg Hg/kg. Som jämförelse kan nämnas att 1994 uppmättes en halt av 0,73 mg Hg/kg i gädda från den tidigare starkt kvicksilverförorenade Kattfjorden i Väneren (Lindestrom, 1994b). Det innebär en haltreduktion med 25-35 % sedan mitten av 1970-talet.

Kvicksilver är en av de få metaller som biomagnificeras, dvs halterna ökar successivt hos organismer högre upp i näringskedjan. Dessutom omvandlas oorganiskt kvicksilver av mikroorganismer till metylkvicksilver som är betydligt mer biotillgängligt och toxiskt för många vattenlevande organismer och även för fiskkonsumenter (ex. människa, sjöfågel). Dagens haltnivåer i gädda från Göta älv anses inte orsaka några skador hos fisken (SNV, 1991). Däremot kan inte uteslutas att fiskkonsumenter och sjöfågelkonsumenter i näringskedjan kan utgöra en möjlig riskgrupp. En fortsatt uppmärksamhet på kvicksilverbelastningen i Göta älvs vattensystem i allmänhet och på halterna i rovfiskar i synnerhet är därför befogad.

På en del av gäddmaterialet från 1993 (lokalerna Trollhättan, nedströms Bohus, Göteborgs hamn och Nordre älv) har också gjorts analyser av kadmium och bly. Genomgående låga värden, under eller strax över detektionsgränsen, noterades för båda metallerna (Årsrapport 1994). En fiskindivid, från mynningsområdet (Göteborgs hamn), uppvisade dock en hög blyhalt.

9.8 Organiska ämnen

9.8.1 Organiska ämnen i vatten.

Äldre undersökningar av förekomst av organiska miljöföroreningar i Göta älvs vatten har sammanfattats av Svärd (Fakta om Göta älv, 1990). Bland resultaten kan nämnas att stora variationer i älvvattnets halt av mineralolja/opolära kolväten har registrerats under 1970- och 80-talet. De högsta halterna uppmättes i nedre delen av älven och framför allt vid hamninloppet. Vidare har låga halter av lösningsmedel såsom bensener, toluener, xylener och naftalener påvisats i mitten av 80-talet, främst i älvens övre delar mellan Vänersborg och Trollhättan. IVLs stora kartläggning av halten AOX (adsorberbar organisk halogen) i svenska vattendrag under slutet av 80-talet visade att Göta älv hade AOX-nivåer i storleksordningen 30-35 µg/l, vilket var relativt låga halter jämfört med många andra svenska vattendrag.

Under 90-talet har Göta älvs Vattenvårdsförbund i specialundersökningar börjat analysera olika organiska miljöföroreningar i vattnet. 1992 och 1993 gjordes analyser av ett stort antal organiska ämnen vid 3-6 tillfällen per år vid provpunkterna Vargön, Garn, Lärjeholm och Stenpiren (Årsrapporter 1992, 1993). En summering av de viktigaste resultaten ges nedan.

Halterna av AOX var låga vid de tre provtagningsstationerna i älven (mellan 20 och 50 µg/l), medan halterna vid Stenpiren var tydligt förhöjda (85-200 µg/l). AOX-halten i Göta älv tycks ligga strax under genomsnittet för svenska vattendrag (Asplund och Grimvall, 1991). De högsta AOX-nivåerna i naturvatten (upp till 200 µg/l) har uppmätts i humusrika sjöar på sydsvenska höglandet.

I detta senare fall är det sannolikt naturligt bildade halogenerade humusämnen som utgör merparten av AOX och inte ämnen av antropogen ursprung. Bland svenska älvar har Nissan och Örekilsälven de högsta AOX-halterna (ca 90 µg/l). I Väneren varierar halterna av AOX, men ett medelvärde för vattenmassan uppskattas till 25 µg/l. Enligt en massbalanskalkyl beräknas 370 ton AOX/år transporteras ut från Väneren via Göta älv (Åtgärdsgrupp Väneren, 1995a).

Vid vattenprovtagningarna under 1992 uppmättes vid ett mättillfälle detekterbara halter av opolära kolväten vid samtliga fyra stationer. Högsta värdet, som erhöles vid Lärjeholm (4,9 mg/l), måste betraktas som anmärkningsvärt. Vid ytterligare ett tillfälle på året noterades en halt i samma storleksordning. I övrigt var halterna vid 1992 års mätningar under detektionsgränsen (0,1 mg/l). Under 1993 kunde inga påvisbara halter uppmätas vid något tillfälle vid de fyra provtagningspunkterna. Resultaten från analyserna av opolära kolväten visar på en stor variation och det föreligger uppenbarligen en stor risk för att älven tillfälligtvis kan tillföras betydande utsläpp som i värsta fall kan orsaka både biologiska störningar på känsliga organismer och försämrad kvalitet på råvattnet vid vattenintagen. En fortsatt uppföljning av dessa mätresultat och av orsakerna/källorna till de höga nivåerna är därför angelägen.

Analyser av flyktiga kolväten/lösningsmedel resulterade i en påvisbar halt av toluen (0,7 µg/l) vid Stenpiren vid ett av sex tillfällen 1992. I övriga prover från 1992 och 1993 kunde varken toluen eller övriga 9 flyktiga kolväten påvisas. Diklormetan, som är föremål för begränsningsåtgärder i Sverige och internationellt, påvisades i låga halter (kring detektionsgränsen 0,5 µg/l) vid något mättillfälle vid samtliga stationer både 1992 och 1993. Vid enstaka tillfällen under 1993 registrerades också låga halter av kloroform, koltetraklorid, 1,1,1-trikloreten och 1,1,2-trikloreten. Kloroform uppvisade dessutom påtagligt förhöjda värden i december 1993, speciellt vid Lärjeholm och Stenpiren. Övriga flyktiga klorerade och bromerade föreningar (ex. trikloreten, tetrakloreten, dibromklormetan) förekom ej i detekterbara halter. Även om halterna för olika analyserade flyktiga kolväten/lösningsmedel är relativt låga jämfört med tillgängliga data från andra europeiska floder, så bör en fortsatt uppmärksamhet ägnas åt dessa ämnen i syfte att reducera utsläppen.

4-nonylfenol uppmättes i påvisbara halter vid samtliga stationer vid ett antal tillfällen under 1992 och 1993. Halterna var dock låga (0,1-0,2 µg/l) med en viss förhöjning vid provtagningen i april 1992 (0,6-0,8 µg/l). En fortsatt begränsning och utfasning av användningen av detta persistenta och miljöfarliga ämne sker successivt både nationellt och internationellt, vilket kommer att resultera i en ytterligare minskning av utsläppen till vattenmiljön.

Detekterbara halter av olika ftalater påvisades i älvvattnet både 1992 och 1993. De högsta halterna av dietylftalat (1,1 µg/l) uppmättes 1992 vid Vargön. Dibetylftalat påvisades i relativt höga halter både vid Vargön och Lärjeholm under 1992. Halterna var betydligt högre (upp till 39,4 µg/l) än vad som uppmättes i andra svenska vattendrag (0,32 - 1,8 µg/l), men lägre än nivåer som rapporterats för Kielbukten (80 µg/l). Under 1993 noterades på nytt en hög halt av butylftalat (9 µg/l) vid Lärjeholm. Di-(2-etylhexyl)-ftalat förekom vid vissa provtagningar 1992 vid samtliga stationer. Högsta halten, 95 µg/l, uppmättes vid Garn.

I samband med mätning av ett stort antal prioriterade miljöfarliga ämnen i vattenprov tagna vid Stenpiren i april 1992 (se nedan) kunde endast två ftalater påvisas, nämligen dibutylftalat (2,3 µg/l) och di-iso-oktylftalat (1,3 µg/l). Vid motsvarande mätningar i september 1993 detekterades däremot inga ftalater i vattenprov från Stenpiren. Dessa varierande resultat bör föranleda fortsatta studier av dessa svåranalyserbara ämnena för att få ett säkrare underlag för bedömning av miljö- och hälsoriskerna samt om en mer allmän ftalatkontaminering förekommer i Göta älv.

DDT och dess nedbrytningsprodukter DDD och DDE har ej kunnat påvisas i vattenprover från Göta älv eller vid Stenpiren. Däremot påvisades PCB i mycket låga halter (medelhalt 0,04 µg/l) under 1992 i vattenprover från de tre älvstationerna. Ett prov från Stenpiren uppvisade en anmärkningsvärt hög PCB-nivå (1,5 µg/l). Halter på 0,5 µg/l är vanligt förekommande i vatten från tyska flodmynningar och högsta uppmätta halten anges till 3,5 µg/l. Under 1993 kunde PCB ej påvisas vid något tillfälle i älvvattnet eller vid Stenpiren.

Analys av prioriterade miljöfarliga ämnen gav till resultat att endast fyra av sammanlagt 83 kemiska föreningar kunde påvisas i kvantifierbara halter vid 1992 års provtagning. Dessa var de flyktiga kolvätena toluen och xylen, samt de två ovannämnda ftalaterna, dibutylftalat och di-iso-oktylftalat. 1993 kunde tre av 72 analyserade ämnen påvisas, nämligen toluen, m-/p-xylen och o-xylen, men då i halter under gränsen för kvantifiering.



Figur 9.9 *Kemikaliehanteringen i samhället är omfattande (foto: Mats Lindqvist, GF Konsult AB).*

9.8.2 Organiska ämnen i sediment.

Höga halter av klorerade kolväten, PCB upp till 350 ng/g TS och DDT upp till 100 ng/g TS) uppmättes på 70-talet i sediment vid Marieholmsbron. Längre nedströms i Göteborgs hamnområde påträffades avsevärt högre PCB- och DDT-halter, > 3000 ng/g TS respektive >500 ng/g TS. Senare undersökningar av sediment, genomförda av Göteborgs och Bohusläns Kustvattenvårdsförbund 1990 (Cato, 1992), visade halter mellan 5 och 100 ng/g TS (medianvärde 14 ng/g TS) vid stationer längs kusten. Sedimentprov tagna vid Älvsborgsbron uppvisade en PCB-halt på ca 200 ng/g TS och vid Bohus uppmättes 4 ng/g TS. Resultaten tyder på att Göta älvs mynningsområde fortfarande har en relativt hög PCB-belastning i ytliga sediment.

Kustvattenvårdsförbundets undersökning av sediment vid olika kuststationer visade, utöver nämnda PCB-belastning, också förhöjda halter av EOX (extraherbara organiskt bundna halogener), oljekolväten (PHC) och polyaromatiska kolväten (PAH) i mynningsområdet (Älvsborgsbron). Som tidigare nämnts under avsnittet om metaller i sediment har en hög toxicitet påvisats hos sediment från detta område (Dave & Nilsson, 1994), vilken sannolikt till stor del kan förklaras med den höga kontamination av olika organiska miljögifter. Även missbildningar hos mussellarver har noterats som en följd av den höga föroreningsbelastningen i sedimenten (Magnusson et al., 1995; Förllin et al., 1995).

Inom ramen för Naturvårdsverkets dioxinundersökningar insamlades 1989 fyra sediment-prover i nedre delen av Göta älv. Resultaten från dioxinanalyserna (se Årsrapport 1991) pekade på höga dioxinhalter, speciellt i Frihamnen (207 pg/g TCDD-ekvivalenter/g) och nedströms Bohus (70 pg/g TCDD-ekvivalenter/g). Senare provtagning och dioxinanalys av sediment från fem stationer längre upp i Göta älv (Höganäs, Dösebacka, Hjärtum, Stallbacka och Överby) visade betydligt lägre dioxinnivåer (4-11 pg TCDD-ekvivalenter/g). Dessa värden är i nivå med en beräknad "bakgrundshalt" i Väneren minst kontaminerade områden.

Det förtjänar att påpekas att hos fiskar som lever i dioxinkontaminerade områden har toxiska effekter på leverfunktionen kunnat påvisas. Bl a har visats ett samband mellan dioxinhalt i muskelvävnad och s k EROD-induktion i lever hos gädda som infångats i olika områden av Väneren (Förllin, 1992). Detta motiverar att hittills gjord kartläggning av dioxiner i sediment i Göta älv kompletteras med dioxinanalyser på stationär fisk fångad uppströms och nedströms Bohus, samt eventuellt med en fysiologisk hälsoundersökning på samma fiskindivider.

En intressant iakttagelse från dioxinundersökningen i Göta älv är att dioxinmönstret är olika uppströms och nedströms Bohus. Uppströms var sammansättningen av olika isomerer av dioxiner och dibensofuraner mycket varierad, medan nedströms dominerade olika dibensofuraner. Detta faktum, tillsammans med den kraftiga förhöjningen av totala dioxinnivån nedströms Bohus, talar för att dioxinkontamineringen i nedre delen av älven och i mynningsområdet härrör från gammalt grafitslam vid EKA Nobel AB i Bohus (Årsrapport 1991).

9.8.3 Organiska ämnen i biota.

Kunskapen om halter av organiska miljögifter i olika organismer i Göta älv och dess biflöden är mycket begränsad. I samband med tidigare refererad kartläggning av kvicksilverhalten i gädda 1993 uttogs även prover av gäddmuskel för analys av PCB (7 isomerer) samt DDT och dess metaboliter DDE och DDD. Uppmätta halter är genomgående låga för båda miljögifterna (se Årsrapport 1994). För PCB redovisas resultatet både som halter av de 7 isomerna och omräknat till halt av den tekniska blandning, Clophen A50, som används av Livsmedelsverket för att ange riktvärden för PCB. Den högsta PCB-halten, 0,15 mg/kg våtvikt, uppmättes i en gädda fångad i Göta älvs mynningsområde. Detta är mer än en tiopotens lägre än Livsmedelsverkets högsta tillåtna halt på 2 mg/kg våtvikt. DDT-halterna understiger klart motsvarande högsta tillåtna halt på 5 mg/kg våtvikt. Det bör dock påpekas att gäddan är en mager fisk med låg fetthalt i muskelfäskningen och att man därför inte kan förvänta sig någon större bioackumulering av klororganiska ämnen. Det är därför inte helt relevant att jämföra registrerade halter hos gädda med halter uppmätta på fetare fiskar i insjöar och kustområden. En bättre mätmatris för framtida övervakning av belastningen av organiska miljögifter i Göta älv vore lever från lake (i älvsystemet) och torsk (i mynningsområdet).

9.8.4 Bekämpningsmedel

1987 genomförde miljöförvaltningen i Göteborgs kommun analyser av kemiska bekämpningsmedel i vatten från Göta älv. Inga detekterbara nivåer kunde påvisas (Svärd, 1990. Fakta om Göta älv). Vattenprover uttogs vid Lärjeholm/Alelyckan i juni 1993 för analys av kemiska bekämpningsmedel, dels enligt en screeningmetod som innefattar ca 120 olika pesticider och dels enligt en metod för kvantifiering av ett 10-tal fenoxysyror. Inte heller vid dessa mätningar kunde några detekterbara halter ($< 0,1 \mu\text{g/l}$) av kemiska bekämpningsmedel påvisas i Göta älv. Med tanke på den kraftiga vattenföringen i Göta älv är det inte heller sannolikt att ett tillfälligt spill eller ett läckage av bekämpningsmedel från åkermark skulle kunna resultera i kvantifierbara halter i älvvattnet. Däremot har spår av vissa bekämpningsmedel i vatten kunnat noteras i vissa av biflödena som rinner genom jordbruksområden (Årsrapport 1990).

9.9 Sammanvägd bedömning av miljö kvaliteten i Göta Älv

Den sammanfattning av kunskapsläget som redovisats ovan (avsnitt 9.2 - 9.8) visar att miljö kvaliteten i Göta älv i hög grad bestäms av det aktuella miljötillståndet i Vänern, samt av den tillförsel av olika miljö störande ämnen som sker längs älvens och de större biflödenas lopp. Vänerns avrinningsområde omfattar stora områden med skog och sammantaget en mindre andel jordbruksmark, industri och tätbefolkade områden än vad som är vanligt i södra och mellersta Sverige. Detta faktum medför en mindre påverkan på vattensystemen. Vänerns stora vattenvolym och den relativt långa uppehållstiden för vattnet (ca 8 år) innebär att sjön fungerar som ett stort "reningsverk" för många miljö störande ämnen. Det vatten som idag lämnar Vänern via Göta älv är mycket klart (låg grumlighet) och kännetecknas i övrigt av låga halter av bakterier, syreförbrukande ämnen, fosfor, samt av de flesta metaller och organiska miljö föroreningar.

Det stora flödet i Göta älv ger goda förutsättningar att motstå påverkan av utsläpp från industrier, jordbruk och tätorter längs älven. Utsläppen blandas in i det stora flödet och tillskotten från källor längs älven måste vara stora för att kunna medföra någon väsentlig påverkan på älvens vattenkvalitet. Det stora vattenflödet är således ur vissa aspekter en stor fördel för miljö kvaliteten i älven. Det innebär emellertid också att miljö störande verksamheter i och kring Vänern kan få stort genomslag i form av negativ miljö påverkan i älven samt för miljön i mynningsområdena och Västerhavet. Historiskt sett har så varit fallet med Vänerns tidigare höga belastning av syreförbrukande ämnen, fosfor och kvicksilver, och fortfarande utgör de höga kvävehalterna i Sveriges största insjö ett stort problem för Västerhavets eutrofieringssituation.

Överhuvudtaget medför det stora vattenflödet i älven att i och för sig låga halter av olika miljö föroreningar i älvvattnet, som inte påverkar dess vattenkvalitet, transporteras till och ansamlas i älvmyningarna och angränsande kustområden och ger där upphov till olika miljö störningar. De stora kvävetransporterna och de därmed sammanhängande problemen med övergödning, algbloomning och syrebrist i Kattegatt och Skagerack är ett exempel på detta. Ett annat är den omfattande sedimentkontaminationen med kvicksilver, EOX, PCB, oljekolväten (PHC), aromatiska kolväten (PAH) och dioxiner som förekommer i älvens mynningsområden.

Den samlade kunskap om miljötillståndet, som tagits fram av Göta älvs Vattenvårdsförbund i samarbete med annan miljö övervakning i området, visar att miljö kvaliteten i Göta älv i de flesta avseenden har förbättrats avsevärt under de senaste 20 åren. Fortfarande sker dock en påverkan från olika miljö störande verksamheter längs älven och inom avrinningsområdet. Det nuvarande miljö situationen kan beskrivas i följande punkter:

1. Kontinuerliga mätningar av bl a konduktivitet och redoxpotential i älvvattnet visaren minskad störningsfrekvens och allt färre avvikelser. Detta tyder på en minskad påverkan från olika punktutsläpp och bättre säkerhet mot tillfälliga utsläpp. Olika lokala punktkällors betydelse för vattenkvaliteten har avtagit successivt i takt med införandet av bättre reningsystem vid industrier och kommunala anläggningar.
2. Försurningen utgör inget problem för Göta älv och för merparten av dess tillflöden och sjösystem. Försurningskänsliga områden i vissa biflöden är dock föremål för regelbunden kalkning.

3. Den mikrobiologiska kvaliteten på älvvattnet har förbättrats, vilket medfört att kloreringen av intaget råvatten har kunnat minska under senare år.
4. Halten syreförbrukande ämnen har minskat radikalt sedan 1970 genom miljöförbättrande åtgärder inom industrier och genom sanering av avloppsutsläpp från tätorter. COD- nivåerna i älvvattnet är idag i samma storleksordning som i början av seklet, dvs år 1910.
5. Kvävehalterna, som började öka på 60-talet till följd av den fördubblade atmosfäriska depositionen och av kväveläcket från jordbruksmark, stabiliserades under 80-talet och har därefter visat en viss minskning sedan 1988. Fortfarande är dock kvävehalterna alltför höga och detta skapar ett stort miljöproblem genom det omfattande utflödet av kväve som sker från Vänern via Göta älv till Västerhavet.
6. Fosforhalterna har successivt minskat sedan mitten av 70-talet och Göta älv är idag en av Sveriges renaste älvar vad avser fosforbelastningen. Däremot kan vissa av biflödena betecknas som mycket näringsrika vatten på grund av höga fosfornivåer.
7. Mätningar av metallhalter i vatten, sediment, vattenmossa och fisk indikerar i regel låg eller måttlig metallbelastning i älven. Minskade utsläpp av kvicksilver i Vänern och från punktkällor längs älven, exempelvis från Bohus Eka AB, har medfört sjunkande kvicksilverhalter i fisk. Ett kvarvarande problem är den omfattande metallkontamineringen av sediment, framförallt med kvicksilver, i mynningsområdena.
8. Undersökningar av ett 80-tal prioriterade organiska ämnen, som klassas som miljöfarliga, visar att de flesta inte förekommer i älvvattnet i påvisbara halter. Några organiska ämnen som hanteras i stora mängder inom industrin och samhället, såsom opolära kolväten/ mineraloljor, nonylfenol, ftalater och vissa lösningsmedel (ex. toluen, diklormetan, kloroform), har dock påvisats vid ett flertal tillfällen. Även om det är fråga om relativt låga halter i vattnet bör detta föranleda en fortsatt uppmärksamhet och en uppföljning av utsläppskällor. Rent generellt bör en fortsatt övervakning ske av förekomst i Göta älv av "nya" dioxinliknande miljögifter som redan vid låga belastningsnivåer kan orsaka allvarliga miljö- och hälsoeffekter, samt av förekomst av sk högvolymkemikalier.
9. Ett påtagligt miljöproblem är att sedimenten i mynningsområdena är kraftigt belastade med EOX, PCB, oljekolväten (PHC), polyaromatiska kolväten (PAH) och dioxiner, samt att de sannolikt därigenom utgör en akuttoxisk miljö för kräftdjur.
10. Riskerna för stora utsläpp i samband med transporter, lossning och lastning av miljöfarliga ämnen samt vid hantering inom industrin längs älven utgör alltså ett påtagligt hot mot vattenkvaliteten.

Denna summering av miljötillståndet visar att genomförda miljöåtgärder inom industrin, kommuner och samhället i övrigt inom hela avrinningsområdet har givit positiva effekter i form av förbättrad miljöstatus i Göta älv. Inte minst har kraftfulla åtgärder som förbättrat miljötillståndet i Vänern lett fram till att såväl Sveriges största insjö som vår vattenrikaste älv idag har en vattenkvalitet som både vid en nationell och internationell jämförelse kan betecknas som mycket tillfredsställande.

9.10 Kunskapsluckor

Göta älv och dess avrinningsområden är föremål för en omfattande miljöövervakning som ger en god översiktlig kunskap om miljötilståndet i vattensystemet. Vid en genomgång av tillgängliga miljödata uppkommer en rad frågor och identifieras kunskapsluckor som bör föranleda speciella utredningar, riktade undersökningar och/eller forskningsinsatser. I det följande ges exempel/förslag på områden där ytterligare kunskap behöver tas fram i syfte att dels förbättra den framtida miljöövervakningen (ex. mer relevanta mätparametrar) och dels ge ett bra underlag för beslut om miljöförbättrande åtgärder. Någon prioritering mellan de olika förslagen har ej gjorts.

- Transporter av näringsämnen och föroreningar
Vad transporteras ? Varifrån ? Hur ? Vart ?
Sedimenterosionens roll ?
Hydrologisk analys av transport- och blandningsprocesser
- Totalbudgetar för näringsämnen, metaller och organiska miljögifter
(källfördelning för olika delområden och totalt; Var hamnar föroreningarna ?
Belastningen på havsmiljön ?
- Ekologiska och ekotoxikologiska effekter av föroreningar
Punktutsläpp, diffusa utsläpp
Sedimenttoxicitet
Kombinationseffekter av miljögiftsbelastningen
- Forskning om kvicksilverproblematiken
Källor, spridning, effekter, åtgärder
- Kväveomsättningen i Göta älvs estuarieområden
- Humusämnens roll för spårämnestransporter och toxicitet
- Kartläggning av problemen med dagvatten
Näringsämnen, metaller, organiska ämnen
Metallers ekologiska effekter i vatten och sediment
Åtgärdsforskning
- Markanvändningens betydelse för vattenkvaliteten
- Vad betyder den pågående försurningsprocessen i skogsmark för tillförseln av näringsämnen och metaller till utsatta delar av Göta älvs vattensystem (allmänt om sekundära effekter av försurningen)
- Sedimentationsmodeller i estuarier (Göta älv, Nordre älv)
- Studier av stabilitetsförhållanden och naturvårdsaspekter på erosionsproblemen

- Geotekniska studier av skred
Muddringarnas betydelse
- Grundvattnets status i olika delavrinningsområden
- Inverkan av "aktiva bottenar" sedimentstatus på ekosystemets omsättning av näringsämnen och nedbrytning av miljögifter. Sjöars roll som reningssystem
- Kartläggning av potentiella våtmarker som kvävefällor i jordbruksbygder
- Borrkärnor av sediment - historiskt arkiv över föroreningsbelastningen
- Forskning kring sambandet mellan eutrofiering och miljögifter (av stor vikt för Vänern)
- Utveckling av ett GIS-hanteringssystem för framtagna miljödata
Fördjupad utvärdering av miljödata (Vattenvårdsförbundet, PMK, m m)
- Utveckla nya metoder för att bedöma kvaliteten hos älvvatten/råvatten som resurs för dricksvattenproduktion
- Sårbarhetsklassificering för grundvatten längs älvdalen
- Kemikalieanvändningen och dess betydelse för vattenkvaliteten
- Vilken är produktionspotentialen av fisk i Vänern och Göta älv ? Inriktning på framtida fiske ?
- Fauna- och florainventeringar. Förändringar med tiden ? Biologisk mångfald
- Kartläggning av nyttjandekonflikter. Utredning av om och i vilken utsträckning miljö-, natur-, och hälsoaspekter vägs in på ett tidigt stadium vid planering av olika verksamheter längs älven
- Olika åtgärders betydelse för vattenkvaliteten. Kostnadseffektivitet
- Ett miljöanpassat trafiksystem i Göta älvdalen. Betydelse för miljötillståndet i älven ?
 - Biltrafikens utsläpp till luft och dagvatten
 - Båttrafiken: båtavgaser och andra utsläpp, bottenfärger, småbåtshamnar
 - Järnvägstrafiken: säkerhet vid transporter, miljöanpassning, bekämpningsmedel

- Utveckla metodik för konsekvensbeskrivningar för att undvika att skapa nya problem
- Miljöhistorisk forskning kring Göta älv.
- Kartläggning av diffusa utsläpp från "gamla synder"/nedlagda avfallsdeponier m m.
- Utredning av möjligheterna till en "kväveanpassad" avtappning av vatten från Vänern som en metod att minska problemen med övergödning, syrebrist och algbloomning i Västerhavet (se även åtgärdsförslag nedan).

9.11 Förslag till åtgärder för att minska dagens miljöpåverkan och riskerna för framtida miljöstörningar

På basis av den kunskap som tagits fram om miljötillståndet i Göta älv och dess tillflöden föreslås följande lista på framtida åtgärder:

1. Utarbetande av ett framtida övervakningsprogram för Göta älv och dess tillflöden med målbeskrivning som ansluter till nationella och regionala miljömål, samt till de krav som ställs för en god dricksvattenkvalitet. Ett viktigt inslag skall vara kartläggning av förekomst och effekter av persistenta och högtoxiska organiska ämnen, samt av högvolymerkemikalier som släpps ut i vattenmiljön.
2. På grund av Göta älvs stora betydelse för dricksvattenförsörjningen och för dess naturvärde samt värde för fiske, fritid och rekreation bör hela Götaälvdalen omgärdas av speciella skyddsbestämmelser. Detta kan ske genom att göra området till ett "ekoområde" med speciella regler vid samhälls- och miljöplanering, hårdare utsläppsvillkor för miljöstörande verksamheter samt speciella krav på kemikaliehanteringen inom industrin, vid transporter och i samhället i övrigt.
3. I avsnitt 9.10 ges förslag på områden där kunskap behöver tas fram. Det är av stor vikt att undersökning sker av olika finansieringsmöjligheter för sådana forsknings- och utredningsinsatser.
4. Utarbetande av information till allmänhet och företag med enkla och konkreta råd och förslag till miljömedveten livsstil samt mer miljövänlig konsumtion och produktion i syfte att reducera tillförseln av miljöstörande ämnen till Göta älv.
5. "Gamla synder" (ex. kontaminerade mark och vattenområden, gamla industriområden) kartläggs och saneringsplaner utarbetas.
6. Olika möjliga åtgärder för att minska kvävetillförseln till havet vidtages. I vissa fall utreds potentiella åtgärder, såsom utnyttjande av våtmarker som kvävefällor och "kväveanpassad" avtappning av vatten från Vänern (se ovan avsnitt 9.10).
7. Utredning av nuvarande och framtida risker med transport och hantering av miljöfarliga ämnen längs Göta älv.
8. Minska mikrobiologisk belastning på Göta älv. Kända källor åtgärdas och risker för påverkan på rå- och badvattenkvalitet identifieras.

10 REFERENSER

- Agnesbergsskredet, skredförebyggande åtgärder (1994). Agnesbergsutredningen, Fö 1993:05, Linköping.
- Ahlberg P. (1994). Skredrisker. Statens Geotekniska institut, Linköping.
- Allmänna Råd 89:4 (1989). Naturvårdsverket. Strandbad- vattenkvalitet och kontroll. 32 sid.
- Allmänna Råd 90:4 (1990). Naturvårdsverket. Bedömningsgrunder för sjöar och vattendrag. Klassificering av vattenkemi samt metaller i sediment och organismer. 35 sid.
- Fiskevårdsplan för Göta och Nordre älvar med biflöden (1989). Arbetsgruppen för Göta älvs fiskevårdsplan.
- Asplund, G. and Grimvall, A. (1991). Organohalogens in nature. *Environ.Sci. Technol.* 25, 1346-1350.
- Blechingberg, K. (1993). Kartläggning och riskklassificering av nedlagda avfallsupplag i Ale kommun. Göteborgs universitet, Geologiska institutionen examensarbete 20 p, förundersökning och delrapport 930402.
- Borg, H. (1987). Trace metals and water chemistry of forest lakes in northern Sweden. *Water Res.* 21, 65-72.
- Buxhoeveden von, A. och Sturve J. (1993). Toxicitet hos sediment och sedimentextrakt från Göta älv och Nordre älv. 10 poängsarbete vid Biologiska övningslaboratoriet/ Zoofysiologiska avdelningen, Göteborgs universitet. 20 sid.
- Carlstrand, H. (1994). Kvicksilver i gädda från Göta och Nordre älv, Säveån, Mölndalsån samt Rådasjön. Göta Älvs Vattenvårdsförbund och Sportfiskarna. Rapport 1994-01-26. 14 sid.
- Cato, I. (1986). Sedimentens belastning av tungmetaller och närsalter i Göteborgs skärgård 1982 samt förändringar efter 1966. Institutionen för marin geologi, Göteborgs universitet. Rapport nr 2.
- Cato, I. (1992). Sedimentundersökning längs Bohuskusten 1990. Göteborgs och Bohusläns kustvattenkontroll. SGU rapporter och meddelande nr 74, Uppsala. 100 sid.
- Claesson, O. & Larsson, L-G. (1972). Göta älv, en hydrologisk analys av transport- och blandningsprocesser. Chalmers tekniska högskola, Institutionen för vattenbyggnad, meddelande nr 68. Examensarbete 1972:2, Göteborg.
- Danielsson, L.G., Magnusson, B., Westerlund, S., Kerong, Z.(?). Trace metals in the Göta river estuary. Chalmers tekniska högskola, Institutionen för analytisk och marin kemi, Göteborg.
- Dave, G. and Dennegård, B. (1994). Sediment toxicity and heavy metals in the Kattegat and Skagerrak. *J.Aquatic Ecosystem Health* 3, 207-219.
- Dave, G. and Nilsson, E. (1994). Sediment toxicity in the Kattegat and Skagerrak. *J.Aquatic Ecosystem Health* 3, 193-206.
- Effluent and Ambient Toxicity Testing in the Göta älv and Viskan Rivers, Sweden, 1987-02. (1987) Naturvårdsverkets rapport 3275. A US-Swedish OECD Cooperative Project. ISBN 91-620-3275-5, ISSN 0282-7298.
- Engdahl, M. (1995). Muntliga uppgifter. Vattenverket, Göteborg.

- Fakta om Göta älv (1990). Miljö- och hälsoskyddsförvaltningen i Göteborg (B. Svärd) och Göta älvs vattenvårdsförbund. Rapport 1990:2. 87 sid.
- Falkenmark, M. (1979). Vatten, resurser-användning-problem. Ett försök till hydrologisk helhetssyn., fysisk riksplanering. Underlagsmaterial FRP nr 2. 79. Ds Jo:8. Jordbruksdepartementet, ISBN 91-38-05274-1.
- Förlin, L. (1992). Biotransformation enzyme activities and PCDD/PCDF levels in pike caught in a Swedish lake. *Marine Environ.Res.* 34, 169-173.
- Förlin, L., Baden, S., Eriksson, S., Granmo, Å., Lindesjö, E., Magnusson, K., Ekelund, R., Esselin, A. and Sturve, J. (1995). Effects of contaminants in Roundnose grenadier (*Coryphaenoides rupestris* Gunnerus) and Norway lobster (*Nephrops norvegicus* L.) and contaminant levels in mussels (*Mytilus edulis* L.) in Skagerrak and Kattegat compared to effects at the Faroe Islands. *J. Sea Res.* (in press).
- Griphammar, E. och Wennerblom, T. (1992). Kväverening vid avloppsreningsverk i Älvsborgs län - överväganden ur recipientsynpunkt. PM från Länsstyrelsen i Älvsborgs län.
- GRYAAB:s årsrapport (1994).
- Grönlund, Thomas (1990). Muntliga uppgifter. Ale kommun, Ale.
- Göta älv- Påverkan och vattenkvalitet (1990). En samlad beskrivning av situationen i och kring Göta älv. B. Svärd, Miljö- och hälsoskyddsförvaltningen, Göteborg. Rapport 1990:3. 23 sid.
- Göta älv 1991-92. Rapport till Göteborgs VA-verk från Statens Bakteriologiska Laboratorium. 24 sid.
- Göta älvs vattenvårdsförbund 25 år, 1958-83. Förbundsområde, vatten- och terrängförhållanden.
- Göta älvs vattenvårdsförbunds årsrapporter.
- Göteborgs Hamn AB (1995), muntliga uppgifter.
- Hultman, E. (1952). Meddelande nr 2, Samarbetsnämnden vid Göteborgs Vattenverk, Göteborg.
- Håkansson, L. (1977). Sediment som indikator på förorening. Undersökning i Sveriges fyra största sjöar. SNV PM 839.
- Kungörelse om föreskrifter om åtgärder mot vattenförorening från fartyg som trafikerar Mälaren, Trollhätte kanal och Vänern. Sjöfartsverket 1993.
- Lindeström, L. (1994a). Sedimentkartering i norra Vänern 1994. Miljöforskargruppen (MFG) Rapport F 94/43.
- Lindeström, L. (1994b). Gäddans kvicksilverhalt i Kattfjorden 1994. Jämförelse med tidigare undersökningsår. Miljöforskargruppen (MFG) Rapport F94/043.
- Lithner, G. (1989). Bedömningsgrunder för sjöar och vattendrag. Bakgrundsdokument 2, Metaller. SNV Rapport 3628.
- Livsmedelsverket (1993). Livsmedelverkets kungörelse om dricksvatten, SLV:FS 1993:35. ISSN 0346-119X.
- Ljunggren Olle (1995). Vattenverket, Göteborg.
- Lärjeån- Utsläpp och påverkan. Underlag för åtgärder. Rapport från miljö- och hälsoskyddsförvaltningen i Göteborg 1986:4, ISSN 0281-9732.

- Länstyrelsen i P-län till statens vattensfallsverk. Beslut 1977-05-04.
- Länstyrelserna i O, P, R och S län (1980). VÄN TUR, Handlingsprogram för miljösäkra transporter på Väneren och i Göta älv.
- Länstyrelserna i Skaraborgslän, Värmlands län, Älvsborgs län (1989). Miljöatlas för Väneren - en handbok för ingripande mot olje- och kemikalieutsläpp.
- Magnusson, K., Ekelund, R., Dave, G., Granmo, Å., Förllin, L., Wennberg, L., Samuelsson, M.-O., Berggren, M. and Brorström-Lundén, E. (1995). Contamination and correlation with toxicity of sediment samples from Skagerrak and Kattegat. *J. Sea Res.* (in press).
- Malcus, E. (1995). Industriellt förorenade markområden- inventering och kartläggning av västra Göteborg och Hisingen. Miljöförvaltningen, Göteborg. 120 sid.
- Medin, M. och Ericson, U. (1993). Metaller i Sävveån. En undersökning av metallföroreningsläget i femton provpunkter juni 1993. Rapport 1993-09-30. 20 sid.
- Medin, M. (1994a). Metaller i Göta älv. En undersökning av metallhalter i vattenmossa vid fyra provpunkter under våren och hösten 1993. Rapport 1994-02-28. 13 sid.
- Medin, M. (1994b). Metaller i Lillån. En undersökning av metallföroreningsläget i fem provpunkter maj 1994. Rapport 1994-08-25. 12 sid.
- Medin, M. (1995). Metaller i Göta älvs avrinningsområde 1995. En undersökning av metallhalter i vattenmossa vid tolv provpunkter under maj månad. Rapport 1995-09-27. 23 sid.
- Nemeth, T. (1987). Göta älv - råvattentäkt. Göteborgs vatten- och avloppsverk, vatten 2.
- Olin, B. (1995). Muntliga uppgifter. Livsmedelsverket, Uppsala.
- Oscarsson, H. (1995). Fosfor och kväve i Göta älv. Stencilerad rapport från Länsstyrelsen i Göteborgs och Bohus län. 4 sid.
- Persson, G (1987). Sambandet mellan föda, produktion och förorening vid odling av stor regnbåge (*Salmo gairdneri*). SNV rapport 3382.
- PM Göta älv som råvattentäkt. Göteborgs råvattenförsörjning- kvalitet och säkerhet (1993). Vattenverket & Kommunalförbundet, Göteborg.
- Rasriskerna i Götaälvdalen (1962). Betänkande avgivet av Götaälvskommittén, SOU rapport nr 48, Stockholm.
- SGI Rapport No 45, Linköping 1994
- Sjöfartverket 1 (1995). Särskilda föreskrifter för max.fartyg i Trollhätte kanal.
- Sjöfartverket 2 (1995). Lennart Sandberg föredrag under Göta älvs vattenvårdsförbunds årsmöte 95 04 06.
- Sjöfartverkets författningssamling (1993). Sjöfartsverkets kungörelse med trafikföreskrifter för Södertälje kanal och Trollhätte kanal, 1993:28.
- Sjöfartverkets författningssamling (1994). Sjöfartsverkets kungörelse med föreskrifter om särskild säkerhetskontroll på fartyg som trafikerar Mälaren, Trollhätte kanal och Väneren, 1994:7.

- Sjöfartverkets författningssamling (1994). Sjöfartsverkets kungörelse med föreskrifter om åtgärder mot vattenförorening från fartyg som trafikerar Mälaren, Trollhätte kanal och Vänern, 1994:25.
- Skredriskanalys för södra Göta älvdalen, huvudrapport och åtta teknikbilagor (1994). Statens geotekniska institut, proj.nr 2-605/92, Linköping.
- SNV (1991). Kvicksilver i Sverige. Problem och åtgärder. Naturvårdsverket informerar. 36 sid.
- SNV (1993). Metallerna och miljön. SNV Rapport 4135 (MIST-rapport). 202 sid.
- Sportfiskarna, 1995. Göteborg.
- Statsbyggnadskontoret, rapport nr 3 (1992). Vattnets kretslopp i Göteborg- underlagsmaterial till översiktsplan för Göteborg...
- Stenström, T.A., Allestam, G. och Kühn, I. (1992). Utvärdering av coliformfloran i
- Ström, K & Thurén, S (1992). Äldre avfallsupplag- riskbedömning samt förslag till åtgärds- och miljöskyddsplan. Miljöförvaltningen & Renhållningsverket, Göteborg. 110 sid.
- Ström, K. (1995). Muntliga uppgifter. Miljöförvaltningen, Göteborg.
- Ström, K. (1995). PM beträffande tillståndet i kommunens sjöar och vattendrag- redovisning av undersökningar samt rapport 1995:1 respektive 1995:2. Miljöförvaltningen, Göteborg.
- Sundborg, Å. & Norrman, J. (1963). Göta älv- Hydrologi och morfologi med särskild hänsyn till erosionsprocesserna. SGU avhandlingar och uppsatser, 14:0, nr 43.
- Svenska vattendragens arealförhållanden, del 13. Vänern- Göta älv (1950). Meddelande från SMHI, ser C nr 3, Stockholm.
- Svärd, B. (1990). Studier av materialflöden till och i Göta älv. Underlag till rapporten: Göta älv- Påverkan och vattenkvalitet. Miljö- och hälsoskyddsförvaltningen, augusti 1990. 24 sid.
- Svärd, Bo (1995). Sammanfattning av skydd för Göta älv. Miljöförvaltningen.
- Uhrberg, R. och Wiederholm, T. (1985). Kvicksilver och andra tungmetaller i Vänernsediment 1984. SNV Rapport 3006.
- Vattenfall Vattenkraft AB (1995). Hydropower (broschyr).
- Vattenverket (1995).
- Verta, M. et al. (1990). Trace metals in Finnish headwater lakes - effects of acidification and airborne load. In Acidification in Finland. Springer Verlag. Berlin-Heidelberg.
- Viberg, Leif (1982). Kartering och klassificering av lerområdets stabilitetsförutsättningar. Statens geotekniska institut, rapport nr 15, Linköping.
- Åtgärdsgrupp Vänern (1994). Tillförsel av kväve och fosfor till Vänern 1992, samt förslag till mål och åtgärder. Åtgärdsgrupp Vänern, Rapport 1.
- Åtgärdsgrupp Vänern (1995a). Metaller och stabila organiska ämnen i Vänern - tillstånd, utveckling, källfördelning, risker. Åtgärdsgrupp Vänern, Rapport 2.

Åtgärdsgrupp Vänern (1995b). Kväveretention i Vänern. Underlag för beslut om kväverening vid fyra kommunala avloppsreningsverk. Åtgärdsgrupp Vänern, Rapport nr 3.

Översiktsplan för Göteborg, utställning. Stadsbyggnadskontoret augusti 1993. Planbeskrivning Del 1.