

Tabell 5.3 Halter av metaller i slam

Parameter	Avvattnat slam från Rya (1993)	Gränsvärde 1995 enl LRF,VAV, SNV
	mg/kg TS	mg/kg TS
Bly	73	100
Kadmium	3,3	2,0
Koppar	520	600
Krom	27	100
Kviksilver	2,5	2,5
Nickel	23	50
Zink	1430	800

Under 1993 och i början av 1994 förekom illegal dumpning av metallhaltigt slam i avloppssystemet vilket förklarar de relativt höga metallhalterna i slammet. Under sista kvartalet 1994 har halterna sjunkit avsevärt jämfört med 1993 års värden (muntligt GRYAAB).

5.5.43 Kemikalieförbrukning

Kemikalier i form av järnsulfat och polymerer används som hjälpmedel för fällning och flockning av föroreningar i avloppsvattnet. Polymerer används vid slambehandlingen för att underlätta avvattningen av slammet. Kalk används för att hygienisera slammet och natriumhypoklorit används för desinficering inom reningsverket.

För vattenreningen och slambehandlingen användes totalt under 1993 :

		Totalt 1993 ton
Järnsulfat	flockningsmedel	7 618
Järnklorid	flockningsmedel	5,5
Aluminiumklorid	flockningsmedel	124
Natriumhypoklorit	desinfektion	265
Polymer Duromax	flockningsmedel	72
Osläckt kalk	kalkstabilis.	560
Litiumklorid	spårämne	0,10
Smörjoljor	maskindelar	1 600 liter

5.5.44 Avfallshantering

Avfallet från reningsverket omfattar framförallt rensods från det maskinrensade gallret samt sand och grus från sandfånget. En del sand och grus har använts till markbyggnadsarbeten. Övrigt avfall har gått till deponering. Annat avfall från verksamheten består av bygg- och rivningsavfall, schaktmassor, batterier, lysrör och brännbart material. Metallsrot och papper återvinns.

Under 1993 uppgick avfallsmängderna till:

	Totalt 1993	
	ton	
Rensods	2 800	till deponi Tagene
Sand och grus	230	till deponi Gunnilse
Sand och grus	197	till markarbeten
Övrigt avfall	41	deponi Tagene
Övrigt brännbart	51	förbränning Sävenäs
Summa	3319 ton	

5.5.5 Utsläpp till recipienten

Recipienten för behandlat och bräddat avloppsvatten från Ryaverket är Göta Älv. Utloppet är beläget i älvens mynning utanför Rya Nabbe. Bräddning av avloppsvatten från Bergsjön sker även i recipienten Kvibergsbäcken, se *avsnitt 5.3*.

Göta Älvs medelvattenföring är 150 l/s i den gren som passerar centrala Göteborg.

Utsläppskraven för Ryaverket enligt koncessionsnämndens beslut 1993 är :

BOD-7 15 mg/l
Totalfosfor 0,5 mg/l

Vad gäller kväve är det nya åtagandet 50 % reduktion av totalkvävet.

Reningsgraden samt utsläppt mängd (inklusive bräddning från Rya) under 1993 för några parametrar visas nedan :

	Renings- grad	Tot. utgående mängd, ton	Utgående halt, mg/l
Fosfor	91 %	42	0,3
Kväve	11 %	2 173	21
Kalium	2 %		
BOD-7	94 %	1 050	8
Kadmium	84 %		

Utgående halt underskrider de gränsvärden som angetts i tillståndsvillkoren för reningsanläggningen.

Bergsjöns andel av de utsläppta föroreningsmängderna har beräknats med hjälp av värdena i *tabell 5.2* (för Bergsjön) samt Ryaverkets reningsgrad och folkmängden 14 000 personer. Resultatet visas i *tabell 5.4*. Den totalt angivna utsläppsmängden inkluderar även utsläppet till Kvibergs- och Mellbybäcken enligt *tabell 5.1*.

Tabell 5.4 Utgående föroreningsmängder till recipienten

Parameter	Utgående mängd från Ryaverket Bergsjöns andel	Total utgående mängd Bergsjöns andel
	kg per år	kg per år
Total-fosfor	1 500	1 650
Total-kväve	54 800	55 800
Kalium	38 100	38 100
BOD-7	21 500	29 150
Kadmium	0,086	0,086

5.5.6 Återföring av näringsämnen

Återföring av näringsämnen till jorden har skett dels genom slamgödning på jordbruksmark dels genom användning av slam och kompost till markarbeten.

Under 1993 användes slam vid bl a uppbyggnad av golfbanor och andra grönytor. Slammet blandades med kompost före utläggningen på mark. Näringsinnehållet i slammet innebär att ingen extra gödning normalt behöver ges under flera år (Stadsträdgårdsmästaren, Göteborg, muntligt).

Enligt ett förslag till Kungörelse, med föreskrifter om användning av slam i jordbruket, (Statens Naturvårdsverks författningssamling, utkast jan 1994) får följande maximala givor av fosfor och kväve årligen tillföras åkermark via avloppsslam:

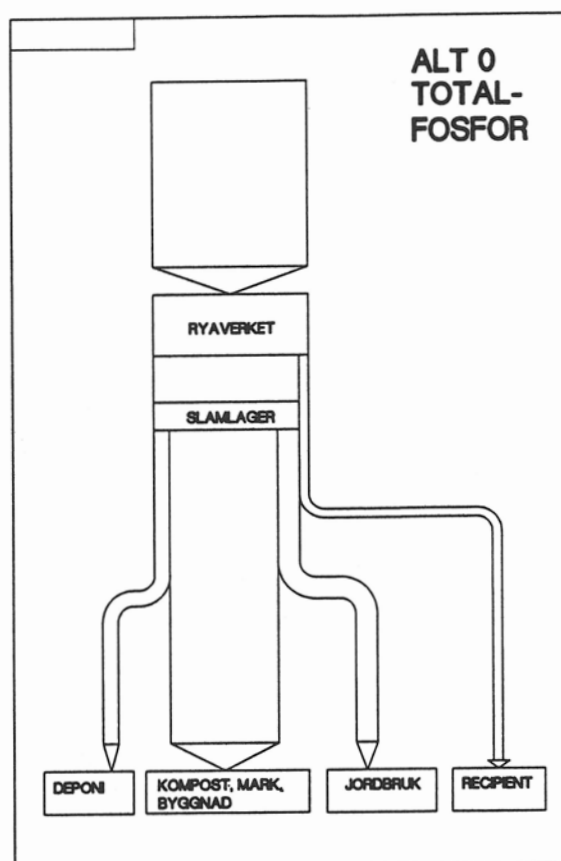
Jordens fosforklass	Totalfosfor kg/ha,år	Totalkväve kg/ha,år
I och II	35	150
III - V	22	150

I fortsatta beräkningar av gödslingsarealer har antagits att jorden tillhör fosforklass III. Om allt slam från Ryaverket hade kunnat nyttjas på jordbruksmark skulle en areal på cirka 265 km² kunnat gödglas med avseende på tillförd fosformängd (Bergsjöns andel cirka 670 ha). Under 1993 var det dock endast 12% av slammet som nyttiggjordes på åkermark motsvarande en gödslingsareal på totalt 3 200 ha varav Bergsjöns andel utgjorde 80 ha.

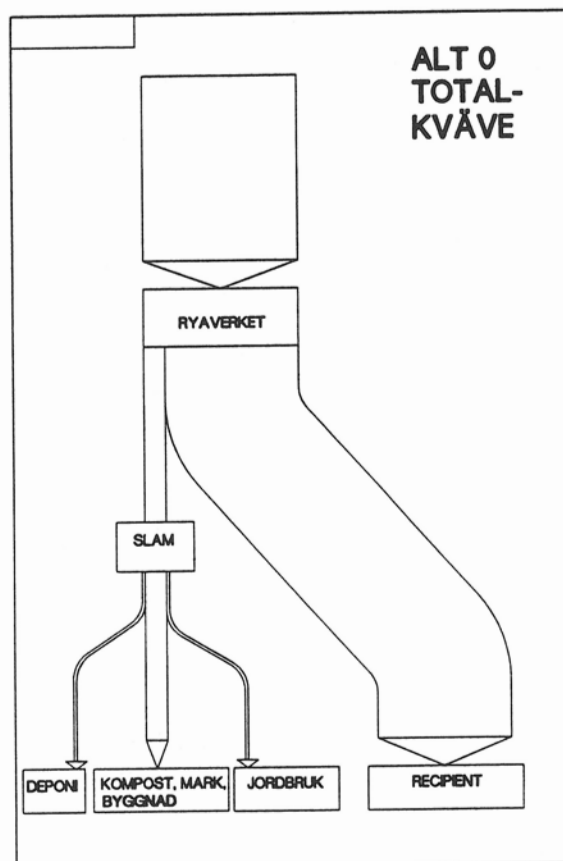
Flödesschema för fosfor och kväve visas i *figurerna 5.5 och 5.6*, baserade på de siffervärden som finns sammanställda i *tabell 5.5*.

Tabell 5.5 Flöden av fosfor och kväve, Bergsjön alternativ 0

	Fosfor %	Fosfor t/år	Kväve %	Kväve t/år
Producerat	100	16,4	100	66,4
Kompost etc	71	11,6	8,7	5,8
Deponi	9	1,5	1,1	0,7
Jordbruk	11	1,8	1,4	0,9
Recipient	9	1,5	88,8	59,0



Figur 5.5 Fosforflöden, Bergsjön alternativ 0



Figur 5.6 Kväveflöden, Bergsjön alt 0

5.5.7 Energianvändning

5.5.71 El

Användningen av elenergi inom Ryaverket uppgick totalt till 29,4 GWh eller 39 kWh/pe,år under 1993 (beräknat på 754 000 pe). Bergsjöns andel kan därmed beräknas till 546 MWh per år.

För pumpning av avloppsvatten inom Bergsjön nyttjas årligen cirka 70 MWh eller 5 kWh/person,år. Beräkningen baseras på uppgifter om energianvändning i pumpstationerna. För hela avloppsnätet i Göteborg var energiåtgången för pumpning 3,7 GWh per år eller 6,5 kWh/pe,år (beräknat på 577 000 pe - hushåll och industri i Göteborg).

Vid Ryaverket finns en värmepumpänläggning som återvinner värme ur utgående spillvatten från verket. För att driva anläggningen åtgår 236 GWh per år eller 313 kWh/pe,år varav 4 380 MWh per år är Bergsjöns andel.

Totalt används således ungefär 5 000 MWh elenergi årligen för avledning och behandling av Bergsjöns avlopp. Om värmepumpänläggningen ej medräknas blir summan cirka 640 MWh per år.

I tabell 5.6 nedan visas en sammanställning av beräknade värden

Tabell 5.6 Elanvändning, Bergsjön alternativ 0

	Totalt MWh/år	Antal pe	Spec. användning kWh/pe,år	Bergsjöns andel MWh/år
Ryaverket	29 400	754 000	39	546
Avlopps nätet i Göteborg	3 700	577 000	6,5	91
Värmepump-anläggning	236 000	754 000	313	4 380
Summa	269 000			5 017

5.5.72 Återvinning av energi

Produktionen av biogas vid Ryaverket under 1993 motsvarade en total energimängd på 49 GWh eller 65 kWh/pe,år. Av denna mängd har 53 % använts internt inom verket, 28 % har levererats till Göteborgs fjärrvärmnät och 19 % har facklats bort. Bergsjöns andel av den totala produktionen utgjorde cirka 910 MWh. Den energimängd som nyttiggjordes uppgick till totalt 81% eller cirka 1 000 MWh.

Biogas producerades även vid slamdeponeringen i bergrummen vid Syrhåla. Energimängden uppgick här till 0,24 GWh under 1995. Hälften användes internt och resten facklades bort.

Hälften av det renade avloppsvattnet, det vill säga 61 Mm³ under 1993, passerade Göteborgs Energiverks värmepump-anläggning innan det släpptes ut i recipienten. Den totala energiåtervinningen vid anläggningen var 715 GWh eller 950 kWh/pe,år. Energin i form av värme har levererats till Göteborgs fjärrvärmnät. Bergsjöns andel kan beräknas till 13 300 MWh per år.

I tabell 5.7 visas en sammanställning av beräknade värden.

Tabell 5.7 Återvinning av energi, Bergsjön alternativ 0

	"Producerat" totalt MWh/år	Antal pe	Spec. återvinning kWh/pe,år	Bergsjöns andel MWh/år
Biogas Ryaverket	49000	592 000 ¹⁾	83	1 160
Biogas Syrhåla	240	592 000 ¹⁾	0,4	4,5
Värmepumpar	715000	754 000	950	13 300
Summa (avrundat)	764 200			14 200

1) Antal personekvivalenter beräknat efter totalt ink BOD-mängd och spec. BOD-mängd på 70 g/p,d.

5.5.73 Transporter

Användning av energi i form av olja (diesel) sker främst genom biltransporter av slam, avfall, kemikalier samt för drift av komposteringsanläggningen.

Transporterna av avloppsslam till jordbruket sker med lastbil med släp (35 ton last). Slammet levereras inom en radie på 10 mil från Göteborg. De flesta transporter sker inom en radie på 5-10 mil. I beräkningarna har antagits en transportsträcka på 160 km tor. För transporter av slam till markarbeten, vilket har skett inom Göteborg, har antagits en transportsträcka på 20 km tor. Transporter av avfall har skett till deponierna Tagene och Gunnilse som ligger inom kommunen. Avståndet tur och retur har uppskattas till cirka 20 km. Transporter av kemikalier till reningsverket har ej undersökts.

I tabell 5.8 visas en sammanställning av antagna transportsträckor, dieselförbrukning etc. För beräkningarna har följande uppgifter använts:

Lastbil ,nettolast 10 ton 0,33 l diesel /km
 Lastbil med släp, nettolast 35 ton 0,6 l diesel /km

1 liter diesel har ett energiinnehåll på 9,92 kWh.

Tabell 5.8 Energianvändning , diesel. Bergsjön alternativ 0

	Totalt transp mängd ton/år	Spec. mängd kg/pe,år	Bergsjöns andel			
			Transp mängd ton/år	Antal km (tor)	Mängd bränsle liter	Energi mängd kWh/år
Slam till jordbruk	7 300	10	140	640	384	3810
Slam till markarbeten	42 700	57	800	460	276	2740
Drift av kompost-anläggning	6 000 liter	0,008 l/pe,år			112	1110
Avfall till deponi	3 320	4,4	62	124 (lastbil utan släp)	41	410
Summa					813	8070

Totalt uppskattas mängden förbrukad diesel till cirka 800 liter 1993. Det totala energiinnehållet i dieseloljan motsvarar 8 MWh.

5.5.8 Markanvändning

Ryaverket med alla dess anläggningsdelar omfattar cirka 6 ha vilket innebär 0,1 m² per ansluten person. Bergsjöns andel skulle därmed utgöra 0,14 ha. För övriga anläggningar, komposteringsanläggningen samt deponin vid Syråla, uppskattas ytan till 0,11 m² /p eller 0,16 ha för Bergsjön. Den totala behandlingsytan för Bergsjöns avloppsandel uppgår därmed till 0,3 ha. Den nya anläggningen för kväverening kommer inte att ta någon ny markyta i anspråk.

5.5.9 Kostnader

Ryaverket

Årskostnaden för drift och investeringar i Ryaverket har beräknats till 226 kr/pe,år. Kostnaden fördelas enligt nedan:

Driftkostnad totalt 1993:	59,5 Mkr
Antalet anslutna pe:	754 000
Kostnad per pe:	79 kr/pe,år

Kapitalkostnad 1993

Investeringar totalt:

inkl. verk, ledningar, biogas,

tunnlar, byggnader mm. (Kärroman 1994)

2 360 Mkr

Årskostnad totalt:

110,6 Mkr

Antalet anslutna pe:

754 000

Årskostnad per pe:

147 kr

Summa årskostnad: 226 kr/pe

Utbyggnaden av kväverenningssteget innebär att kapitalkostanden per person beräknas komma att öka med cirka 20 kr/pe, år.

Ledningsnät

Årskostnaden för drift och underhåll av avloppsledningsnätet har beräknats till cirka 35 kr/pe enligt nedan:

Kapitalkostnaden per år för ledningsnätet i Göteborg har inte beräknats eftersom befintligt ledningssystem nyttjas i alla tre alternativen

Driftkostnad totalt 1993

(Göteborgs VA-verks årsberättelse 1993):

20,2 Mkr

Antal anslutna pe (Göteborg)

577 000 pe

Årskostnad per pe:

35 kr

Bergsjöns andel av den investering som gjorts hittills på Ryaverket kan beräknas till 44 Mkr.

Bergsjöns andel av årskostnaden för drift och investeringar i Ryaverket kan beräknas till:

Drift och underhåll	1,1 Mkr
Kapital	2,1 Mkr
Summa:	3,2 Mkr

Bergsjöns andel vad gäller årskostnaden för ledningsnätet är:

Drift och underhåll	0,5 Mkr
---------------------	---------

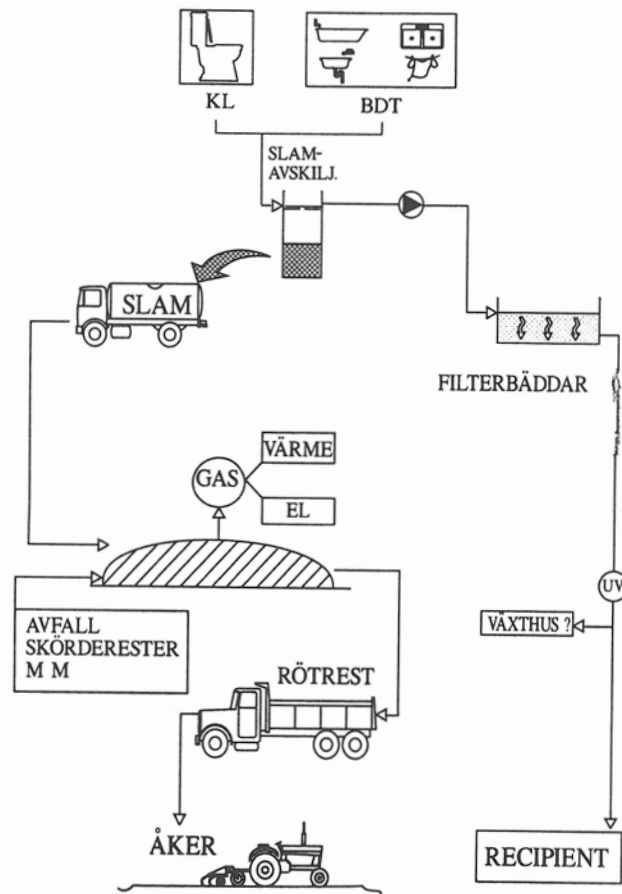
5.6 Alternativ 1

5.6.1 Systembeskrivning

I alternativ 1 förutsätts att inga ändringar vad gäller avloppssystemet utförs i lägenheterna och att avloppssystemet har samma funktion som idag. Vattenförbrukningen förutsätts vara den som gäller idag och befintligt ledningsnät skall användas i så stor utsträckning som möjligt.

Den lösning som har valts för alternativ 1 visas i flödesschemat, *figur 5.7*.

Spillvattnet från lägenheterna passerar en slamavskiljare som placeras i gatan och så nära fastigheten som möjligt. Vattenfasen pumpas till en öppen filterbädd. Efter att ha passerat filtret leds vattnet ut i närrecipienten. Slammet som sedimenterat i slamavskiljaren hämtas med slamsugningsbil och transporteras till en energianläggning där det samrötas med hushållsavfall. Rötresten transporteras till åkermark eller deponi.



Figur 5.7 Bergsjön Alternativ 1. Flödesschema för avloppssystemet

Med tanke på de fem baskraven som nämns inledningsvis och de fysiska förutsättningarna som gäller för området har följande konstaterats:

För att få bästa möjliga hygien bör avloppsvattnet behandlas på ett sådant sätt att så få människor som möjligt kan komma i kontakt med det. Eftersom området är tätbebyggt och reningsanläggningar av typen filterbäddar är utrymmeskrävande har därför en lösning valts där reningsanläggningen placeras utanför bostadsområdena. För att få ytterligare säkerhet vad gäller spridning av virus och bakterier kan vid behov reningsanläggningarna kompletteras med UV-behandling av utgående vatten.

För bästa möjliga skydd av yt- och grundvatten placeras anläggningarna på "täta" ytor det vill säga markytor som underlagras av lera där en okontrollerad infiltration till grundvattnet ej kan ske.

För att få en återföring av näringsämnen från spillvattnet till åkermark krävs att fosfor och kväve fastläggs effektivt i slam/kompost, vegetation eller mark där det blir åtkomligt för vidare hantering. Genom att välja öppna filterbäddar som reningssteg, efter det att avloppsvattnet har passerat en slamavskiljare, kan fosfor återvinnas genom att man avlägsnar översta skiktet i bädden. Fosfor fastläggs effektivt i det översta skiktet om

filterbädden är rätt dimensionerad vad gäller kornstorlek, sammansättning på filtermaterial, belastning med mera.

Vad gäller upptag och fastläggning av kväve fungerar inte en filterbädd lika bra. Denitrifikation av kväve kan ske under vissa betingelser där kvävgas bildas och avgår till atmosfären. Kvävet kan också avgå som ammoniak eller tas upp i biomassa till viss del. Kvävet i spillvattnet, huvudsakligen i form av ammonium, passerar dock till största delen opåverkat genom filterbädden.

Sandmaterialet med sitt fosforinnehåll kan användas som gödningsmedel och jordförbättringsmedel i jordbruket.

För att ta tillvara mesta möjliga energi i slammet har en lösning valts där slam samrötas med hushållsavfall. Den enklaste och billigaste metoden när det gäller rötning av avfall är energilimpan. Denna beskrivs i *avsnitt 5.6.32*. Lakvatten som bildas vid rötningensprocessen pumpas tillbaka till energilimpan. Eftersom det normalt inte blir något överskottsvatten behövs därför ingen reningsanläggning för detta vatten. Inga näringsämnen går normalt till spillo vid rötningen. Under vissa betingelser kan dock kvävgas bildas som avgår tillsammans med biogasen. Mängderna är dock små.

Förslaget nedan är ingen högteknologisk lösning, men innehåller ändå teknik i stor utsträckning. Tekniken är dock enkel och beprövad i många sammanhang, kanske mest i mindre skala. Vad gäller energilimpan (hushållsavfall och slam) har försöksdrift i fullskala pågått under flera år.

5.6.2 Avloppsflöden

Den specifika avloppsvattenmängden har antagits vara densamma som i alternativ 0 nämligen 450 l/p,d. Häri ingår en vattenförbrukning på 200 l/p,d samt en inläckage- och dränvattensmängd på 250 l/p,d.

5.6.3 Spillvattenrening

5.6.31 Spillvattenbehandling

De specifika föroreningarna i spillvattnet antas vara desamma som i alternativ 0. De beräknade totala "producerade" mängderna för Bergsjön visas i *tabell 5.9*.

Tabell 5.9 Producerade mängder i Bergsjön

Parameter	Hushålls-spillvatten Bergsjön g/p, d	Total mängd från Bergsjön kg/år
Total-fosfor	3,2	16 150
Total-kväve	13	66 430
Kalium	7,6	38 800
BOD-7	70	357 700
Kadmium	0,000105	0,54

Slamavskiljare

Spillvattnet från husen avleds till en slamavskiljare som placeras i mark i anslutning till fastigheten. Slamavskiljaren består av en betongbrunn med volymen 20 m³. En slamavskiljare per 100 personer (25 hushåll) medför i princip en brunn per uppgång i en hyresfastighet. Slammet hämtas 5 ggr per år med slamsugningsbil. En normal slamsugningsbil har en volym på cirka 8 m³. Vid dimensionering av slamavskiljare har antagits att det är denna typ av bil som används och att släp ej är påkopplat eftersom manöverutrymmet mellan husen är mycket begränsat. Slammet transporteras till en energianläggning, se avsnitt 5.6.32. Erforderligt antal slamavskiljare uppgår till 160 st för hela Bergsjön.

Efter slamavskiljaren leds vattenfasen vidare i befintligt ledningssystem.

Filterbäddar

De alternativ som kan vara aktuella för behandling av avloppsvattnet är :

- Öppen filterbädd och våtmark, eventuell bevattning (växthus)
- Öppen filterbädd och täckt filterbädd (markbädd), eventuell bevattning (växthus)
- Öppen filterbädd

Den vattenmängd som skall behandlas är stor, 2,3 Mm³ per år. Både våtmark och markbäddar kräver mycket stora ytor. Ingen åkermark finns heller att bevattna i närheten. För behandling i våtmark krävs en yta på cirka 1 ha för att denitrifiera en kvävemängd på 1 ton (Wittgren 1992).

Täckta filterbäddar(markbäddar) kan inte belastas lika mycket som en öppen filterbädd. Markbäddar kräver en total yta på 4 m²/person (Naturvårdsverket 1991), en öppen filterbädd endast 1 m²/person. Reningsresultaten vad gäller reduktion av bakterier, kväve och BOD är desamma för täckt och öppen filterbädd. Vad gäller fosforavskiljning kan filtermaterialet bytas lättare i en öppen filterbädd vilket innebär att fastläggningen av fosfor blir effektivare på lång sikt.

I förslaget har alternativet med öppna filterbäddar utan något extra reningssteg valts. Det antas att tillräcklig rening kan erhållas med denna lösning.

Området med filterbäddar bör inhägnas på grund av de hygieniska riskerna med denna "öppna" lösning. Utgående vatten är så gott som partikelfritt och kan därmed lämpligen desinficeras med UV-strålning om så erfordras före utsläpp till närrecipienten. Därmed torde bakterie- och virushalter i utgående vatten bli mycket låga. Utgående vatten kan också med fördel användas för bevattning i till exempel växthus.

Filterbäddarna föreslås placeras dels öster om Bergsjön, strax norr om Ödegårdets industriområde, dels sydväst om Bergsjön inom Kvibergs övningsområde. Här finns ytor tillgängliga och avståndet till närmaste bebyggelse är tillräckligt. Kvibergs militära övningsområde ligger utanför Bergsjöns stadsdel men eftersom verksamheten vid Kviberg skall läggas ner kan området tänkas bli tillgängligt för andra ändamål.

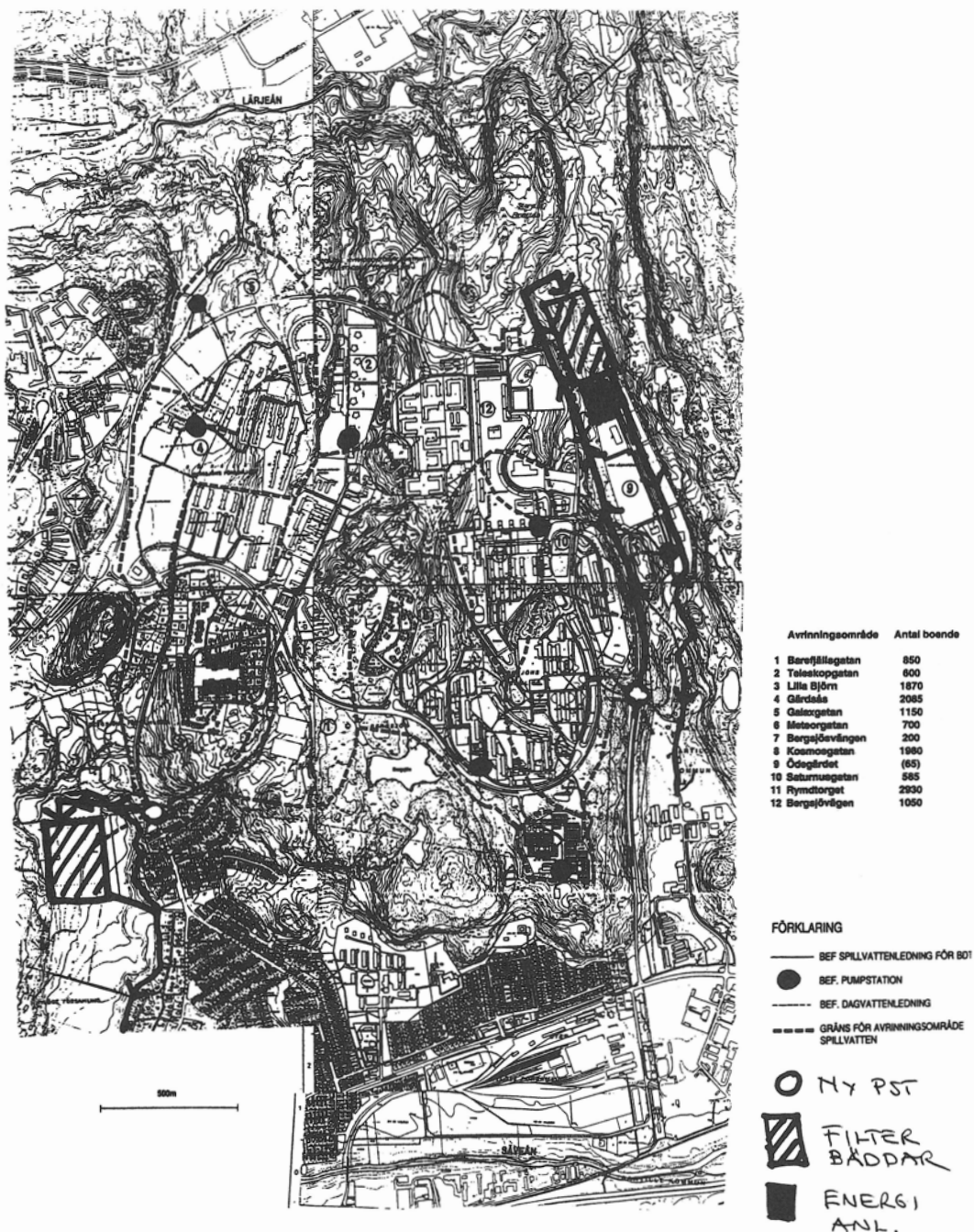
Erforderlig filterbäddsyta uppgår till cirka 52 000 m² om en dimensionerande belastning på 250 l/m²,d väljs, och den specifika spillvattenmängden är 450 l/p,d. Det översta skiktet av filterbädden, cirka 30 cm, skall bytas ungefär vart 5:e år för att funktionen skall upprätthållas. Den använda filtermassan innehåller näringsämnen, framförallt fosfor, som kan nyttjas som gödning på åkermark.

Avstånden från bostadsområdena till behandlingsanläggningarna kräver långa pumpsträckor i vissa fall. I befintliga pumpstationer kommer pumpar att behövas bytas ut.

I *figur 5.8* visas anläggningarnas placering i Bergsjön.

Avskiljningen vad gäller näringsämnen är låg i en slamavskiljare. Reduktionen vad gäller totalfosfor, totalkväve och BOD har antagits vara 10 % och för kadmium 50 %.

I filterbäddarna reduceras normalt totalfosfor med 80 %, BOD med 90 % och totalkväve med 25 %. Vid beräkning av kadmiumhalter i filtermassa resp utgående vatten har antagits att kadmium reduceras med 50 % i filterbädden.



Figur 5.8 Bergsjön Alternativ 1. Översikt avloppssystemet.

5.6.32 Slambehandling

Slammet som hämtas från slamavskiljarna har en TS-halt på 3-4 % vilket innebär att det är pumpbart. Slammets transporteras till en energianläggning som placeras i östra delen av Bergsjön norr om Ödegårdet. Den tillförda mängden slam har beräknats till cirka 310 ton TS per år.

Energianläggningen består av en så kallad energilimpa i vilken biogas bildas och utvinns. Energilimpan består av hushållsavfall som läggs upp i form av en "limpa" som är 3-4 m hög, 50 m lång och 10 m bred. I botten av limpan placeras uppsamlingsledningar för lakvatten.

I toppen på limpan placeras ett ledningssystem för återföring av lakvatten. Energilimpan tätas och efter några månader kan biogas börja utvinnas. Eftersom en relativt hög fukthalt måste hållas för en optimal gasutvinning måste vätska tillföras under driften. En tillförsel av slam med hög vattenhalt skulle ge en ökad produktion av gas.

Efter 5 år beräknas det mesta vara utrotat och energilimpan rivs. Kvarvarande material siktas och delas in i olika fraktioner. Kompostfraktionen kan användas i jordbruket, brännbart material körs till förbränningsanläggning och övrigt går till deponering.

Hushållsavfallet (källsorterat med avseende på glas, papper, miljöfarliga ämnen) som samlas in från Bergsjön uppgår idag till ungefär 4 000 ton per år vilket motsvarar en energimängd av 4 000 MWh per år. Genom slamtillförseln kan ytterligare energi utvinnas.

Om en gasmotor installeras kan elektricitet produceras. Gasen kan också användas för till exempel uppvärmning av växthus, som drivmedel, anslutning till fjärrvärmenätet eller stadsgasnätet. Om gasen skall användas som drivmedel krävs en reningsanläggning för gasen.

Energilimporna kräver en yta på minst 5 000 m². Förutsättningen är då att 2 limpor anläggs per år. Efter 5 år rivs den första limpan och en ny byggs upp i dess ställe.

5.6.33 Kemikalieförbrukning

Inga kemikalier används för avloppsbehandlingen.

5.6.34 Avfallshantering

Endast små avfallsmängder kommer att uppstå.

5.6.4 Utsläpp till recipienten

Recipienten för det behandlade avloppsvattnet är Sävån. Medelvattenföringen kommer att öka i Mellbybäcken och Kvibergsbäcken eftersom utsläpp av behandlat avloppsvatten kommer att ske här. Det totala avloppsflödet från Bergsjön uppgår till 2,3 Mm³/år vilket innebär ett årsmedelflöde på cirka 73 l/s.

Sävåns lägsta uppmätta vattenföring under perioden 1981-1991 uppgick till 1,6 m³/s. Årsmedelvattenföringen under samma period uppgick till 22 m³/s. Detta innebär att en utspädning av det behandlade avloppsvattnet sker med en faktor 1:22 då vattenföringen är som lägst.

Utgående mängd föroreningar (näringsämnen) till Mellbybäcken resp Kvibergsbäcken visas i *tabell 5.10*. Utgående mängd till Sävån är summan av de två bäckarnas utsläppsmängder. Dagvattnets föroreningsmängder är ej medräknade.

Totalfosforhalten i Sävån är 16 ug/l. Ett utsläpp av behandlat avloppsvatten från Bergsjön innebär att halten ökar till 21 ug/l nedströms Kvibergsbäckens utlopp i Sävån vilket innebär 30 % ökning vid medelvattenföring. Totalkvävehalten kommer att öka med 6 % vid medelvattenföring, från 1055 ug/l till 1 120 ug/l .

Tabell 5.10 Utgående föroreningsmängder till recipient, Bergsjön alternativ 1

Parameter	Utgående mängd till Mellbybäcken		Utgående mängd till Kvibergsbäcken		Utgående mängd till Sävån
	kg/år	Ökning jämfört med Alt 0 kg/år	kg/år	Ökning jämfört med Alt 0 kg/år	
Totalfosfor	1 943	1 853	1 687	1 627	3 630
Totalkväve	24 010	23 410	20 830	20 430	44 840
Kalium	18 710	?	16 240	?	34 950
BOD-7	17 230	12 230	14 960	11 960	32 190
Kadmium	0,072	?	0,062	?	0,134
Flöde	39 l/s	>100 %	45 l/s	>100 %	73 l/s

5.6.5 Återföring av näringsämnen

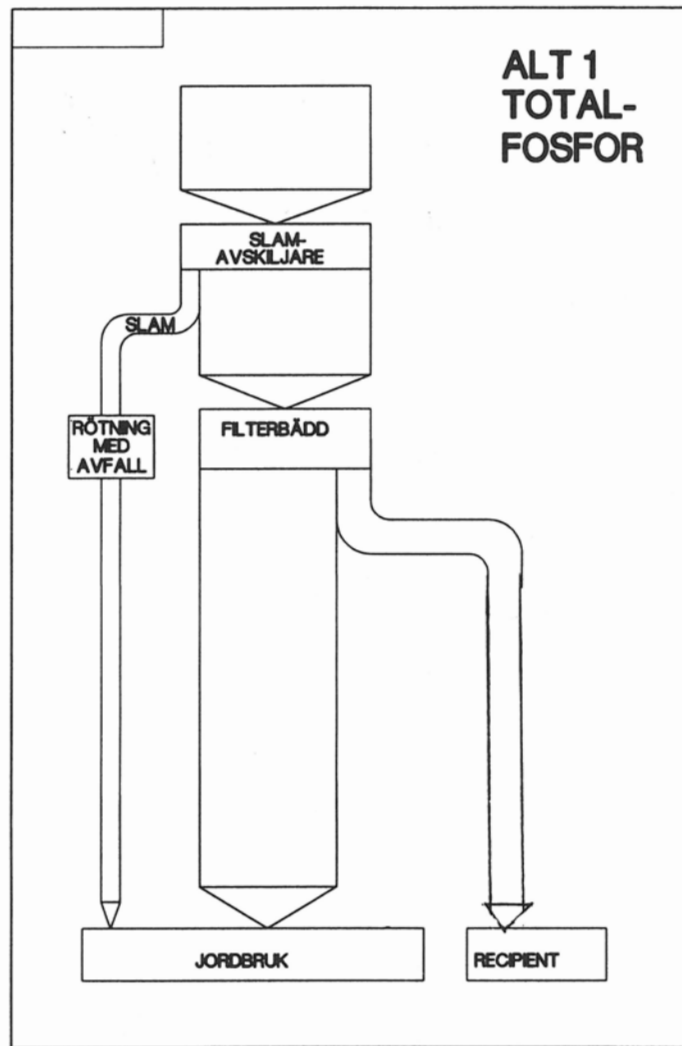
Jordbruksmark finns inom en körsträcka på 10 km från stadsdelen Bergsjön. Det är framförallt inom Bergumsområdet, nordost om Bergsjön, som tillgänglig mark finns för ev avsättning av rötrest och filterbäddssand.

Om man antar att endast filterbäddssanden kan nyttjas i jordbruket skulle fosforinnehållet räcka till en areal på 495 ha (givet enligt SNV (1994), se *avsnitt 5.5.6*). Om även rötresten skulle kunna nyttjas blir motsvarande areal cirka 570 ha.

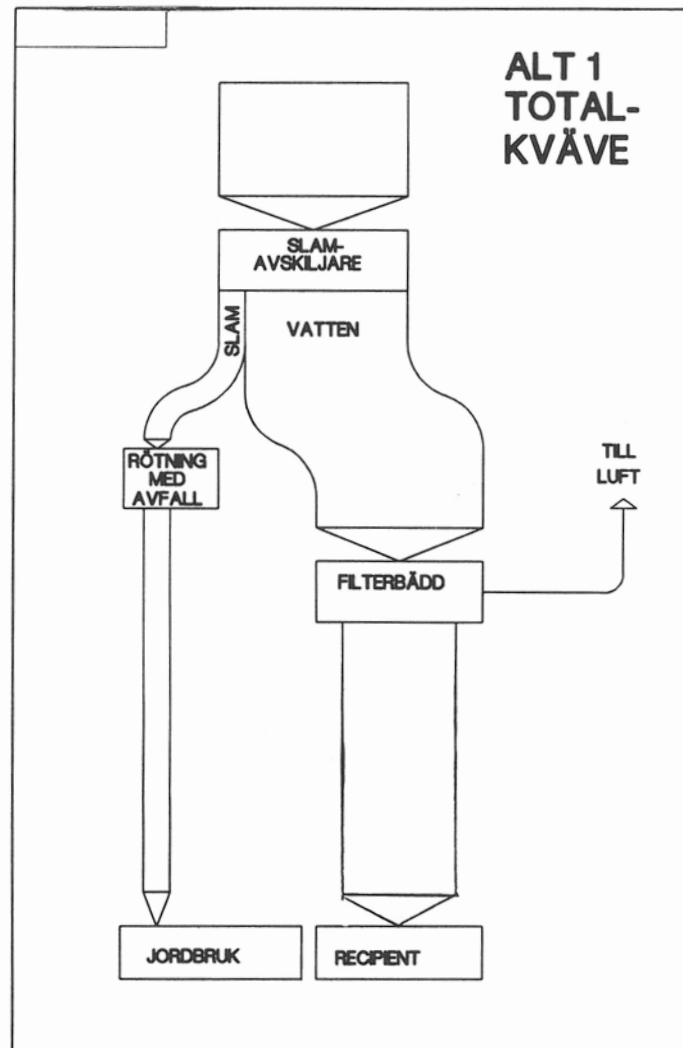
I *figurerna 5.9 och 5.10* och i *tabell 5.11* visas de beräknade fosfor- och kvävebalanserna för systemet.

Tabell 5.11 Flöden av fosfor och kväve, Bergsjön alternativ 1

	Fosfor, %	Fosfor, t/år	Kväve, %	Kväve, t/år
Producerat	100	16,4	100	66,4
Kompost etc	10		10	
Jordbruk	67,5	Σ12,7	22,5	Σ21,6
Recipient	22,5	3,7	67,5	44,8



Figur 5.9 Fosforflöden, Bergsjön alternativ 1



Figur 5.10 Kväveflöden, Bergsjön alternativ 1

5.6.6 Energianvändning

5.6.6.1 Elenergi

Energi i form av el används för pumpning av avloppsvattnet inom Bergsjön och för beskickning av filterbäddarna. Energiåtgången har beräknats till 365 MWh/år eller 26 kWh/pe,år.

5.6.6.2 Återvinning av energi

Den producerade mängden biogas (från slammet) i energianläggningen beräknas motsvara en energimängd på 600 MWh/år eller 43 kWh/pe,år. Det förutsätts då att 1 ton TS slam ger 400 m³ gas med en metanhalt på 55 % vilket motsvarar energimängden 5,5 kWh/m³. Gasen kan användas till uppvärmning eller som drivmedel till fordon t ex slamsugningsbilarna.

5.6.63 Transporter

Transportarbetet inom Bergsjön gäller framförallt tömning av slamavskiljarna med slamsugningsbilar samt transport med lastbil av förbrukad filterbäddssand till jordbruksmark och ny filtersand till filterbäddarna. Det har förutsatts att transporter sker inom en radie på 15 km.

Totalt beräknas transportererna uppgå till 18 500 km per år motsvarande en energimängd på 109 MWh/år (11 000 l dieselolja) eller 8 kWh/pe,år. För att tömma slamavskiljarna i Bergsjön erfordras tillgång till en slamsugningsbil 2 dagar per vecka.

5.6.7 Markanvändning

Filterbäddarnas yta uppgår till 5,7 ha och energianläggningens yta 0,6 ha, det vill säga totalt 6,3 ha eller 4,5 m²/pe.

5.6.8 Kostnader

I anläggningskostnaderna ingår kostnader för slamavskiljare, filterbäddar, pumpstationer, nya ledningar samt slammets andel i energianläggningen (10%). Kostnaden uppskattas till cirka 50 Mkr. Årskostnader eller driftskostnader har ej beräknats. Investeringskostnaderna fördelas enligt nedan.

Slamavskiljare	4 800 kkr
Filterbäddar	42 000 kkr
Nya pumpstationer	2 000 kkr
Ledningar	1 600 kkr
Energianläggning	<u>200 kkr</u>
Summa	50 600 kkr

5.7 Alternativ 2

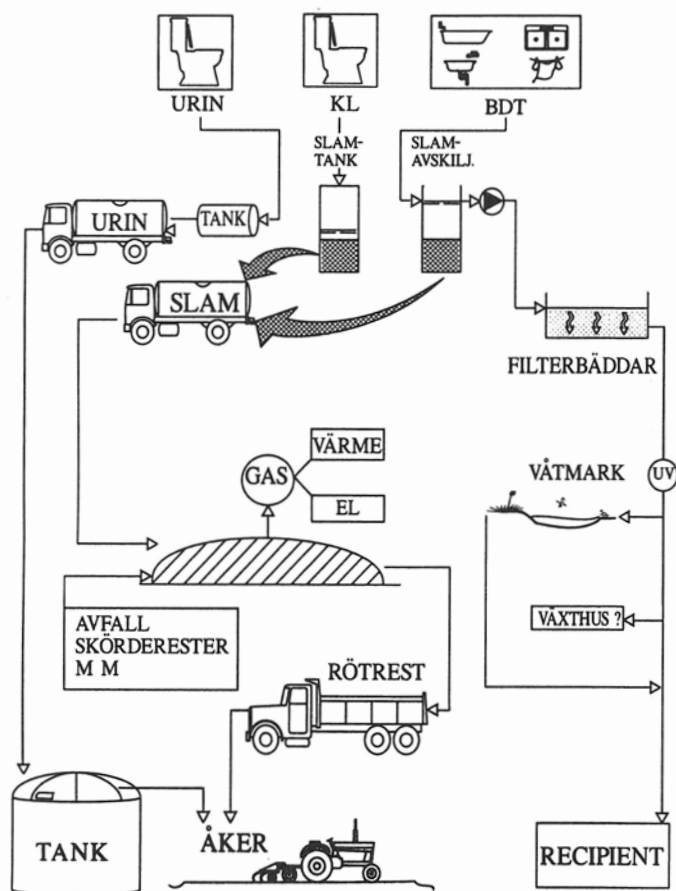
5.7.1 Systembeskrivning

Systemet visas översiktligt i *figur 5.11*.

Alternativ 2 innebär att separering av urin, fekalier och BDT-vatten (bad, disk, tvätt) införs. Praktiskt kan detta genomföras genom att separerande toaletter införs i lägenheterna.

Urin leds med självfall till en uppsamlingstank som placeras under mark vid fastigheten eller i fastigheten. Det förutsätts att en mindre mängd vatten används för spolning. Urinvattnet hämtas med slamsugningsbil och transporteras till ett mellanlager i närheten av jordbruksmarken.

Fekalier och spolvatten samlas också upp i en sluten tank som placeras under mark eller i fastigheten. För att en minsta möjliga volym förorenat vatten skall behöva behandlas införs ett vakuumsystem för transport av svartvattnet till uppsamlingstanken.



Figur 5.11 Bergsjön Alternativ 2. Flödesschema för avloppssystemet.

BDT-vattnet passerar en slamavskiljare innan det avleds i det befintliga spillvattenledningsnätet till en filterbädd. BDT-vattnet filtreras i en filterbädd och filtratet släpps ut i närrecipienten. En delström av det behandlade BDT-vattnet kan släppas till befintlig eller anlagd våtmark.

Slam från slamavskiljare och fekalietankar hämtas med slamsugningsbilar och transporteras till en energianläggning där det samrötas med hushållsavfall, se *avsnitt 5.6.32*. Rötresten kan användas som gödning.

5.7.2 Avloppsflöden

Vattenförbrukningen i alternativ 2 antas vara 150 l/p,d. Största delen av detta vatten blir BDT-vatten. Eftersom separerande toaletter införs med snålspolning är den vattenmängden i princip försumbar i vidare beräkningar.

BDT-vattnet transporteras i det befintliga spillvattennätet vilket innebär att inläckage och dräneringsvatten måste tas med i beräkningarna. Inläckaget har tidigare antagits vara cirka 250 l/p,d. I beräkningarna för alternativ 2 har ett inläckage på 200 l/p,d antagits vilket förutsätter att åtgärder vidtas på nätet för att minska inläckaget. Den totala BDT-vatten-

mängden kommer därmed att uppgå till 350 l/p,d. Årsmedelflödet av BDT-vatten från Bergsjön kan därmed beräknas till 57 l/s.

5.7.3 Spillvattenrening

5.7.31 Urin

Mängden urin och spolvatten per person och år uppgår till cirka 900 l varav urinmängden uppgår till cirka 500 l/p,år. En urintank för 100 personer (25 lägenheter) innebär att en tank på 8 m³ måste tömmas 10 ggr per år. Totalt erfordras 160 tankar i Bergsjön.

För att undvika att kvävet i urinet (urea) omvandlas till ammoniak kan vegetabilisk olja tillsättas i tankarna eller i mellanlagertanken. Oljan hindrar att syret får tillträde och urean därmed bryts ner.

Urinvattnet späds med vatten innan det sprids på åkermarken. Spridningen bör ske under växtsäsongen för att inte utlakning av näringsämnen skall ske.

5.7.32 Fekalier

Fekalierna antas transporteras med en minimal mängd vatten. Den minsta vattenmängd som erfordras är 1,2 l per spolning om vakuum används som transportmedel i stället för 6-7 l per spolning i konventionella toaletter. Den totala slammängden per person och år har beräknats till cirka 500 l.

Vid ombyggnad/byte av avloppsledningar inom en fastighet medför en installation av ett vakuumsystem mindre ingrepp i huskonstruktionerna än ett konventionellt självfallssystem. Vakuumsystemet kan även användas i villabebyggelse där längre horisontella transporter kan vara aktuellt.

Fekalier och spolvatten samlas upp i slutna tankar på 8 m³. Om tankarna töms 10 gånger per år erfordras totalt 95 tankar för hela Bergsjön. Tankarna töms av en slambil som transporterar slammet till energianläggningen.

5.7.33 BDT-vatten

BDT-vattnet passerar slamavskiljare innan det pumpas till filterbäddarna. Med den antagna vattenförbrukningen på 150 l/p,d och inläckaget på 200 l/p,d det vill säga totalt 350 l/p,d erfordras cirka 130 slamavskiljare för hela Bergsjön om tömning sker 1 gång per år. Slammet transporteras till energianläggningen för rötning.

Avskiljningen vad gäller näringsämnen är låg för en slamavskiljare. Reduktionen vad gäller totalfosfor, totalkväve och BOD har antagits vara 10 % och för kadmium 50 %.

Filterbäddarna i alternativ 2 placeras inom respektive avrinningsområde inom stadsdelen. Anledningen är att anläggningsytorna kan minskas eftersom vattenmängderna som skall behandlas minskar något jämfört med alternativ 1. Men framförallt minskar risken för smittspridning av bakterier och virus avsevärt eftersom fekalier ej finns med. Bakteriehalterna har dock visat sig vara förvånansvärt höga i BDT-vatten i allmänhet.

I filterbäddarna reduceras normalt totalfosfor med 80 %, BOD med 90 % och totalkväve med 25 %. Vid beräkning av kadmiumhalter i filtermassa resp utgående vatten har antagits att kadmium reduceras med 50 % i filterbädden.

Eftersom näringsbalansen för biologisk nedbrytning i filtret inte är optimal, i och med att framförallt kvävet är borttaget, kommer reduktionen över filtret troligen att bli något lägre än ovan angivna värden.

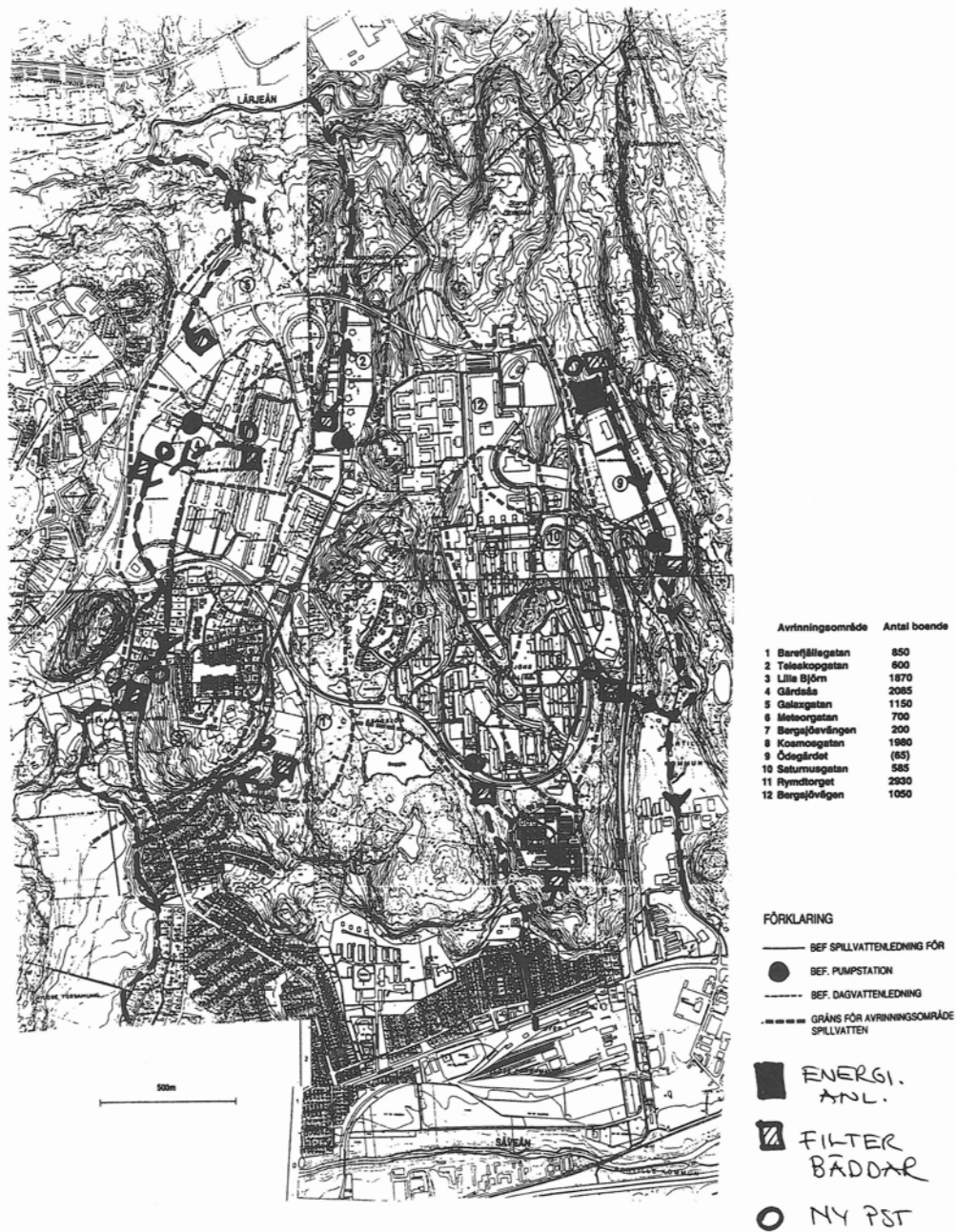
Den erforderliga filterbäddsarean uppgår till 4,7 ha vilket fördelats inom resp avrinningsområde, se *figur 5.12*.

Det översta skiktet av filterbädden, cirka 30 cm, skall bytas ungefär vart 10:e år för att funktionen skall upprätthållas. Den använda filtermassan innehåller näringsämnen, framförallt fosfor, som kan nyttjas som gödning på åkermark.

En viss mängd filtrerat BDT-vatten kan släppas till befintliga eller anlagda våtmarker. Det är framförallt Gärds mossen som lämpar sig för en anlagd våtmarksanläggning. Den tillgängliga ytan när det gäller våtmarker uppskattas till 1,3 ha. Reduktion sker framförallt av kväve (denitrifikation). Den beräknade reduktionen i våtmarken vad gäller kväve är 50 % och fosfor 20 %.

5.7.34 Slambehandling

Slammet behandlas i en energianläggning beskrivet i *avsnitt 5.6.32*. Den tillförda slam-mängden motsvarar 390 ton TS per år.



Figur 5.12 Bergsjön Alternativ 2. Översikt avloppssystemet

5.7.4 Utsläpp till recipienten

Recipienten för det behandlade avloppsvattnet är huvudsakligen Sävån. En mindre mängd avleds mot Lärjeån via två bäckar. Medelvattenföringen kommer att öka i Mellbybäcken, Kvibergsbäcken, Fjällbodammen samt i de två bäckarna som avrinner mot Lärjeån. Det totala avloppsflödet från Bergsjön uppgår till 1,8 Mm³/år vilket innebär ett årsmedelflöde på cirka 57 l/s.

Säveåns lägsta uppmätta vattenföring under perioden 1981-1991 uppgick till 1,6 m³/s. Årsmedelvattenföringen under samma period uppgick till 22 m³/s. Detta innebär att en utspädning av det behandlade avloppsvattnet sker med en faktor 1:28 då vattenföringen är som lägst.

Utgående mängd föroreningar (näringsämnen) till Säveån via Mellbybäcken och Kvibergsbäcken resp Lärjeån visas i *tabell 5.12*.

Tabell 5.12 Utgående föroreningsmängder, Bergsjön alternativ 2

Parameter	till Säveån		till Lärjeån		Totalt till recipient kg/år
	kg/år	Ökning jämfört med Alt 0 kg/år	kg/år	Ökning jämfört med Alt 0 kg/år	
Total-fosfor	1 270	1 120	180	180	1450
Total-kväve	2 470	1 470	350	350	2820
Kalium	18 820	?	2 640	?	21460
BOD-7	11 860	3 860	1 660	1 660	13520
Kadmium	0	0	0	0	0
Flöde	50 l/s	100 %	7 l/s		57 l/s

5.7.5 Återföring av näringsämnen

Näringsämnenas fördelning i procent samt kadmium i urin, fekalier och BDT-vatten visas i *tabell 5.13*. Fördelningen baseras på uppgifter från olika källor, bland annat Jonasson (1993) och material (koncept: "Näringsinnehåll m m i urin och fekalier samt i disk-, tvätt-, bad- och duschvatten. Prel. sammanställning.") från Naturvårdsverket (1994).

Tabell 5.13 Näringsämnenas fördelning i %

	Urin	Fekalier	BDT	Summa
Totalfosfor %	30	20	50	100
Total-kväve %	88	2	10	100
Kalium %	38	7	55	100
BOD %	17	41	42	100
Kadmium	0	100	0	100

Jordbruksmark finns inom en körsträcka på 10-20 km från stadsdelen Bergsjön. Det är framförallt inom Bergumsområdet, nordost om Bergsjön, som tillgänglig mark finns för avsättning av urin, filterbäddsand och eventuellt rötrest.

Näringsinnehållet i urin visas i *tabell 5.14*.

Tabell 5.14 Näringsämnen i urin

Parameter	Spec. mängd g/p,d	Totalt för Bergsjön kg per år
Total-fosfor	1,0	4 900
Total-kväve	10	51 100
Kalium	2,9	14 820
Kadmium	0	0

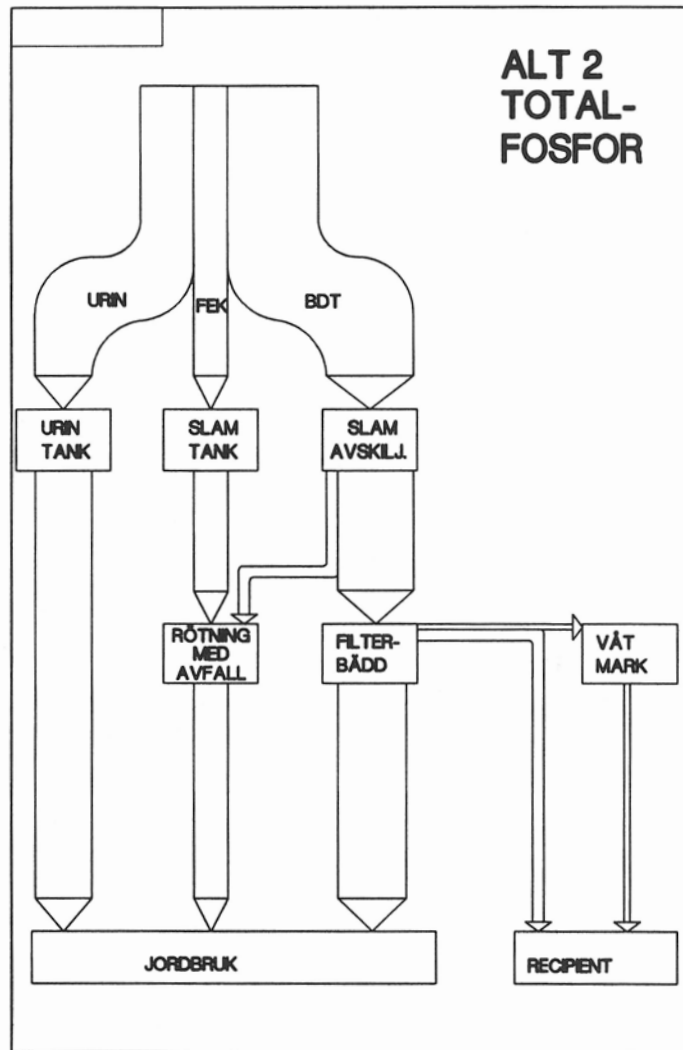
Fosforinnehållet i det insamlade urinet räcker till att gödsla en areal på 170 ha. Kväveinnehållet räcker till en areal på 310 ha. Det förutsätts då att stråsäd odlas och att skördeutfallet beräknas bli 8 ton stråsäd per ha och år. De beräknade givorna är 29 kg fosfor och 165 kg kväve per ha och växtsäsong.

Om filterbäddsanden kan nyttjas i jordbruket skulle fosforinnehållet räcka till en areal på 284 ha (givor enligt SNV (1994), se *avsnitt 5.5.6*). Om även rötresten skulle kunna nyttjas blir motsvarande areal cirka 610 ha.

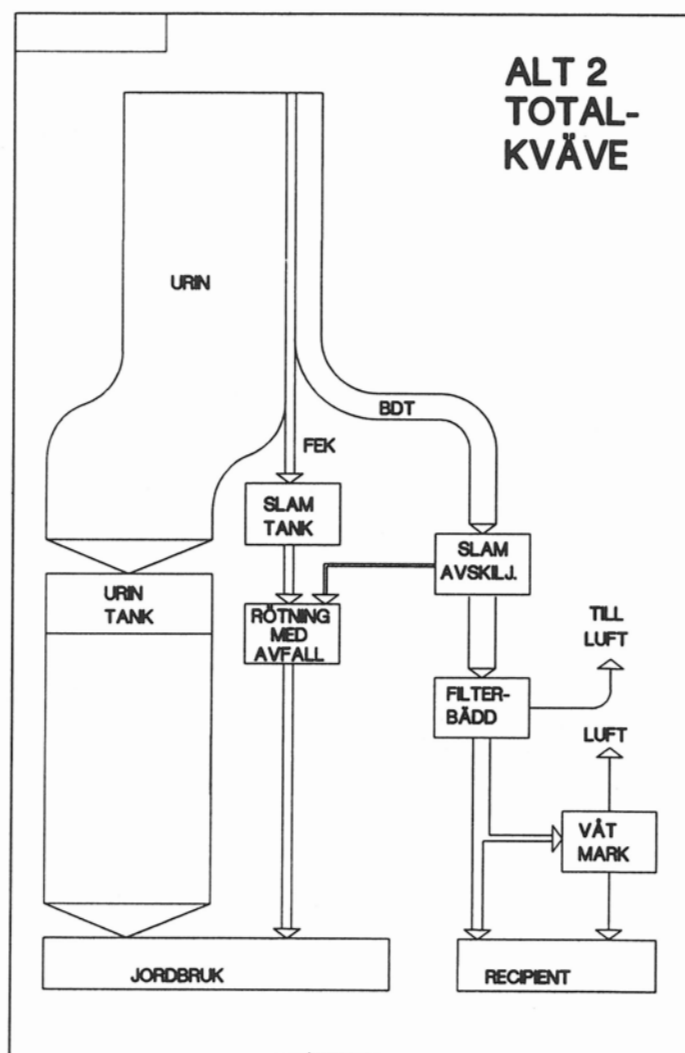
I *tabell 5.15* och *figurerna 5.13 och 5.14* visas de beräknade fosfor- och kvävebalanserna för systemet.

Tabell 5.15 Flöden av fosfor och kväve, Bergsjön alt. 2

	Fosfor %	Fosfor t/år	Kväve %	Kväve t/år
Producerat	100	16,4	100	66,4
Kompost etc	20,9	3,4	16,2	10,7
Jordbruk	69,5	11,4	76,9	51,1
Recipient	9,7	1,6	6,9	4,6



Figur 5.13 Fosforflöden, Bergsjön alternativ 2



Figur 5.14 Kväveflöden, Bergsjön alternativ 2

5.7.6 Energianvändning

5.7.6.1 Elenergi

Energi i form av el används för pumpning av avloppsvattnet inom Bergsjön, för beskickning av filterbäddarna samt för vakuumsystemet för toaletterna. Energianvändningen har uppskattats till totalt 1 950 MWh/år eller 139 kWh/pe,år (14 000 pe totalt), vilket fördelas enligt nedan:

Pumpstationer	70 MWh	5 kWh/pe
Vakuumsystem för toaletter	1 880 MWh	134 kWh/pe

Energianvändningen när det gäller vakuumtoaletter är mycket hög, med de system som finns idag. Utveckling pågår dock med att ta fram vatten- och energisnålare system för toalettavfall.

5.7.62 Återvinning av energi

Den producerade mängden biogas (från slammet) från energianläggningen beräknas motsvara en energimängd på 860 MWh/år eller 61 kWh/pe,år. Beräkningen baseras på att 390 ton TS slam ger 156 000 m³ gas med en metanhalt på 55 %. Gasen kan användas till uppvärmning eller som drivmedel till fordon t ex slamsugningsbilarna.

5.7.63 Transporter

Transportarbetet inom Bergsjön gäller framförallt tömning av urintankar, slamtankar, slamavskiljare med slamsugningsbilar samt transport med lastbil av förbrukad filterbäddssand till jordbruksmark och hämtning av ny filtersand. Transporter sker inom en radie av 15 km.

Totalt beräknas transporterna uppgå till 52 100 km per år motsvarande en energimängd på 202 MWh/år (20 400 l dieselolja) eller 14 kWh/pe,år.

För att tömma urintankarna och slamtankar 10 gånger per år samt slamavskiljarna en gång per år erfordras 2 slamsugningsbilar (à 8 m³) i drift 5 dagar per vecka året om. Hämtning av urin tar i anspråk 4 dagar per vecka.

5.7.7 Markanvändning

Filterbäddarnas yta uppgår till 4,7 ha, energianläggnings yta 0,6 ha och våtmarksytan 1,3 ha det vill säga totalt 6,6 eller 5m²/pe.

5.7.8 Kostnader

I anläggningskostnaderna ingår kostnader för tankar av betong, slamavskiljare, filterbäddar, pumpstationer, nya ledningar, iordningställande av våtmark, vakuumsystem, nya toaletter samt slammets andel i energianläggningen (12 %). Kostnaden uppskattas till 89 Mkr. Årskostnader eller driftkostnader har ej beräknats.

Om ombyggnader inom fastigheten tas med i anläggningskostnaden kommer den totala kostnaden att uppgå till 185 Mkr. Kostnadernas fördelning visas nedan:

Slamavskiljare	3 800 kkr
Pumpstation	4 800 kkr
Filterbäddar	32 800 kkr
Våtmark	250 kkr
Ledningar	720 kkr
Energianläggning	240 kkr
Vakuumsystem	15 400 kkr
Urintankar	2 400 kkr
Slamtankar	1 400 kkr
Separerande toaletter	27 300 kkr
Ombyggnad i fastigheter	<u>96 000 kkr</u>
Summa	185 110 kkr

6. RIKTNINGSANALYS

6.1 Inledning

Den indelning som vi bygger på är en överarbetning av de systemvillkor som angivits av Holmberg (1992). Vi har gjort en övergripande indelning i a/ Naturens villkor; b/ Människans villkor och c/ Genomförandefrågor.

A. Naturens villkor

1. Stabila och tillräckligt låga halter av ämnen från jordskorpan.
Ändliga lagerresurser (döda förråd under markens yta) får inte förbrukas och spridas till ökande halter av molekylsopor.
2. Tillräckligt låga halter av ämnen från samhällets produktion.
Ämnen från samhället får inte produceras i sådan volym och av sådan kvalitet att de kommer att öka i naturen. I praktiken innebär det helt upphörd produktion av naturfrämmande och långlivade ämnen, det vill säga sådana ämnen som inte bryts ned till naturenliga ämnen.
3. Bevarat fysiskt underlag för naturens kretslopp och mångfald.
Naturens produktiva ytor får inte systematiskt skadas eller undanträngas.

B. Människans villkor

1. Effektiv och rättvis resursomsättning.
Eftersom samhällets resursomsättning måste rymmas inom naturens kapacitet att förse oss med resurser respektive processa avfallet, får resursomsättningen inte vara ineffektiv. Den får inte heller fördelas så, att den rika delen av världen tappar kontakt med grundläggande mänskliga behov inklusive de själsliga, medan andra delar av mänskligheten utarmas på de basresurser som är nödvändiga för att tillfredsställa samma behov.
2. Fysisk och psykisk hälsa
Människan får inte utsättas för onödiga risker som äventyrar hennes fysiska eller psykiska hälsa.

C. Genomförande

1. Organisation
2. Juridik
3. Ekonomi
4. Brukaraspekter
5. Sårbarhet, säkerhet

6.2 Systemvillkor A. Naturens villkor

6.2.1 Stabila och tillräckligt låga halter av ämnen från jordskorpan

Detta systemvillkor avser uttag av ändliga lagerresurser från jordskorpan. För en avloppsanläggning gäller detta alla material som krävs för att bygga anläggningen (till exempel till byggnadsmaterialen stål, betong och plast) men också materialåtgången under driften av anläggningen under dens hela livstid. I denna översiktliga analys nöjer vi oss med att behandla resursförbrukningen under drifttiden, och då särskilt energianvändningen, näringsämnena fosfor och kväve samt tungmetallen kadmium. Dessa resurser tillsammans anser vi ge en god jämförande bild av de olika alternativen. Utsläppen av ämnena till vattendragen behandlas under systemvillkor A2. Under A1 redovisas den andel av producerad fosfor och kväve i områdena som återförs till odlingsmark

6.2.11 Energianvändning

Vi delar upp energianvändningen i två delar: a/ energi som används vid driften av anläggningarna - pumpning, blåsmaskiner etc samt b/ energi som används för fordonstransporter. Vi förenklar redovisningen så, att energislag a/ antas vara elenergi (oavsett hur elen har producerats) medan energislag b/ antas vara olja. I tabellen nedan visas också hur mycket energi som återanvänds eller är möjligt att återanvända i de olika alternativen (det är endast vid Ryaverket som energin återanvänds idag). Denna återanvända energi redovisas uppdelat i gas och värme.

Tabell 6.1 Energianvändning och energiåtervinning (MWh/år)

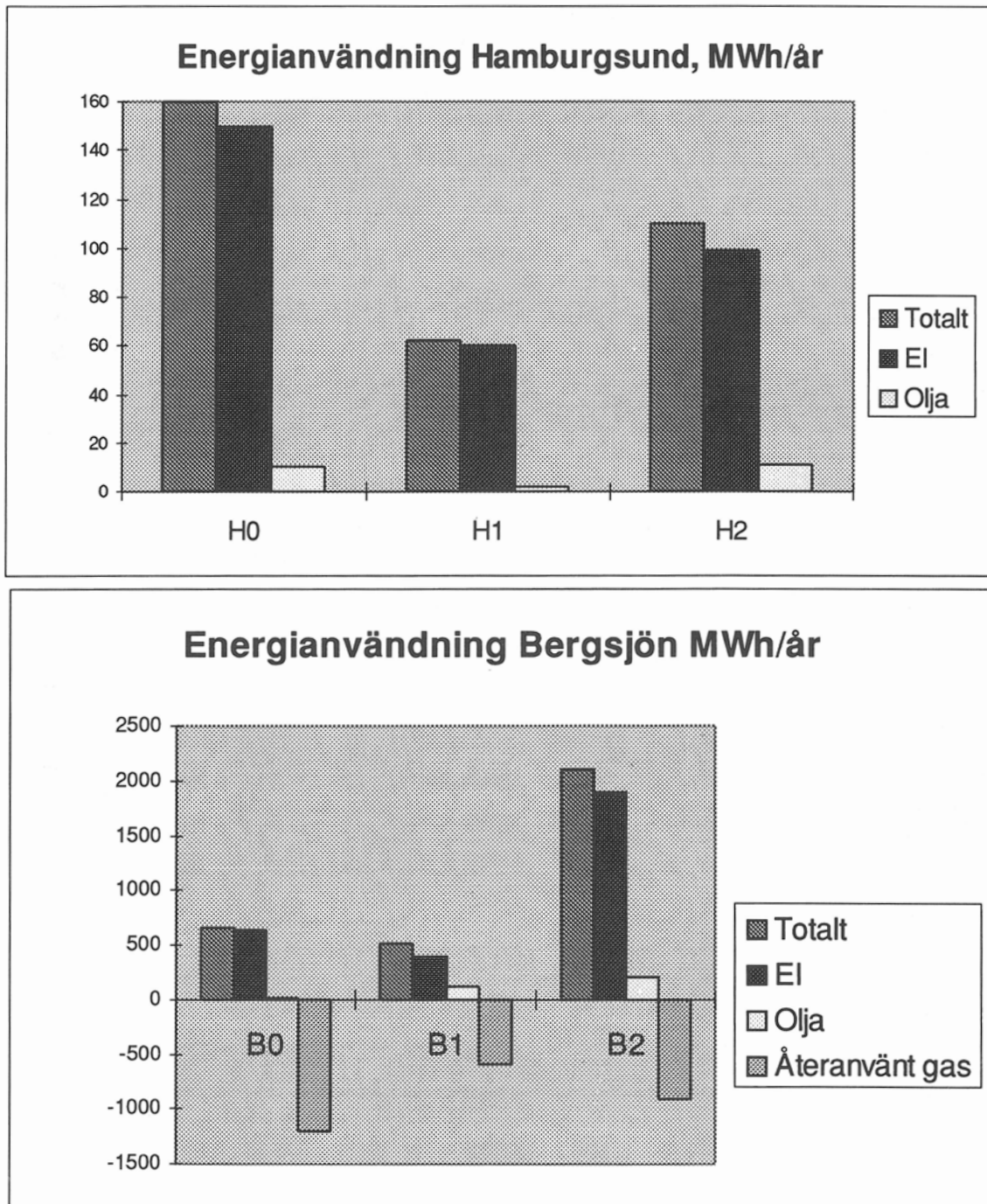
	Totalt	Varav el	Varav olja	Återanv. gas	Återanv. värme
Hamburgsund Alternativ 0	160	150	10	0	0
Hamburgsund Alternativ 1	62	60	2	0	0
Hamburgsund Alternativ 2	110	99	11	0	0
Bergsjön Alternativ 0 ^{1/}	650	640	10 ^{2/}	1200	8900 ^{3/}
Bergsjön Alternativ 1	510	400	110	600	0
Bergsjön Alternativ 2	2100	1900	200	900	0

1/ Beräknat som Bergsjöns andel av GRYAABs energianvändning

2/ Inkl. komposteringsanläggning

3/ Ryaverkets värmepump drar 4400 MWh el per år, och lämnar 13300 MWh värme per år (Bergsjöns andel)

Det är en samhällsekonomisk vinst och en resursbesparing att återvinna värme ur avloppsvatten. Erfarenhetsmässigt är det så, att nytta - kostnads-kvoten blir större ju större värmeåtervinningsanläggningen är. Att idag installera värmepumpar eller värmeväxlare på utgående avloppsvatten från enskilda fastigheter är en tveksam investering, medan värmepumpar på större reningsverk är klart lönsamma och resursbesparande. Därför har värmeåtervinning inte föreslagits i Hamburgsund eller för alternativen 1 och 2 i Bergsjön. Gasmotorer i den lilla skalan kan också vara diskutabla med dagens teknik. Möjligheterna att återvinna värme (och gas) talar klart för storskaliga lösningar.



Figur 6.1 Energianvändning, olja och el. Återvunnen energi

Värmeåtervinning i avloppssystem kan också diskuteras från systemavgränsnings-synpunkt. Man kan betrakta huset med dess vatten- och avloppsinstallationer som en enda stor värmeväxlare, där kallt vatten tas in och kyler ner huset samt lämnar det som uppvärmt avloppsvatten. Energibesparande åtgärder är då, som i andra sammanhang, att a/ minska flödet (vattenförbrukningen), b/ sänka temperaturerna (t.ex. i tvätt- och diskmaskiner) samt c/ att isolera installationerna (rör, vattenbehållare etc.). Detta är troligen kostnadseffektivare åtgärder än värmeväxlare och värmepumpar på utgående avloppsvatten eller vid reningsverket, men berör inte avloppssystemet som det betraktas i detta projekt. Denna diskussion vidareutvecklas inte här.

6.2.12 Näringsämnen fosfor och kväve

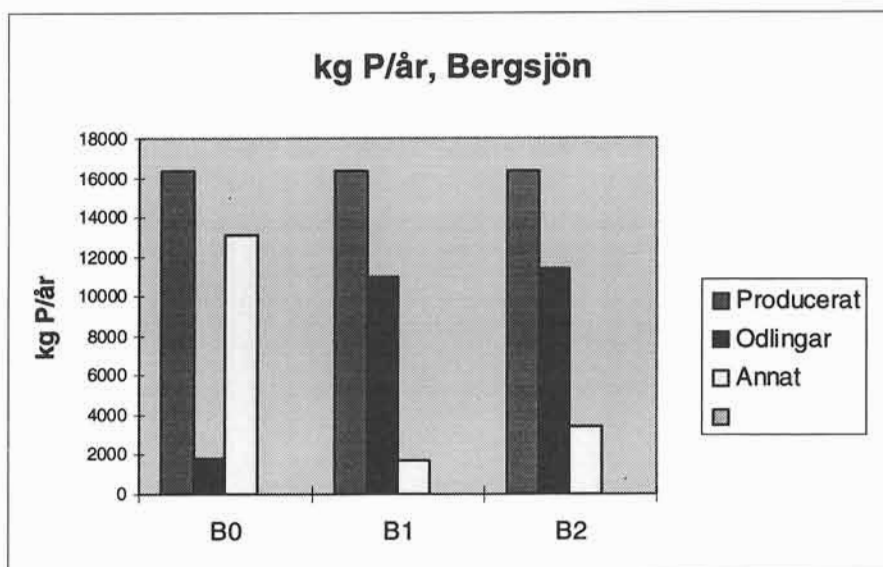
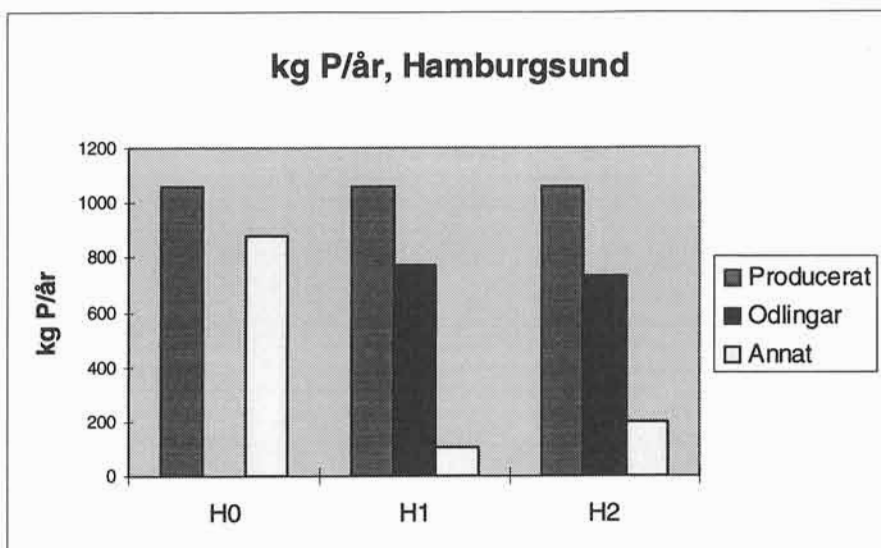
Fosfor är en ändlig råvara, som importeras till Sverige från gruvor i Nordafrika och andra länder. Tillgången är begränsad, och beräknas räcka endast ett par generationer med nuvarande förbrukning. Återföring av den fosfor som lämnar avloppssystemen är därför en viktig resursfråga.

Kväve finns i obegränsade mängder i lufthavet. Produktionen av kväve sker industriellt under relativt stor energianvändning, i grova tal åtgår det en liter olja för att producera ett kg kväve som handelsgödsel. Återföring av kväve till odlingsmark kan därför betraktas snarare som en minskning av energianvändningen än som besparing av ändliga tillgångar.

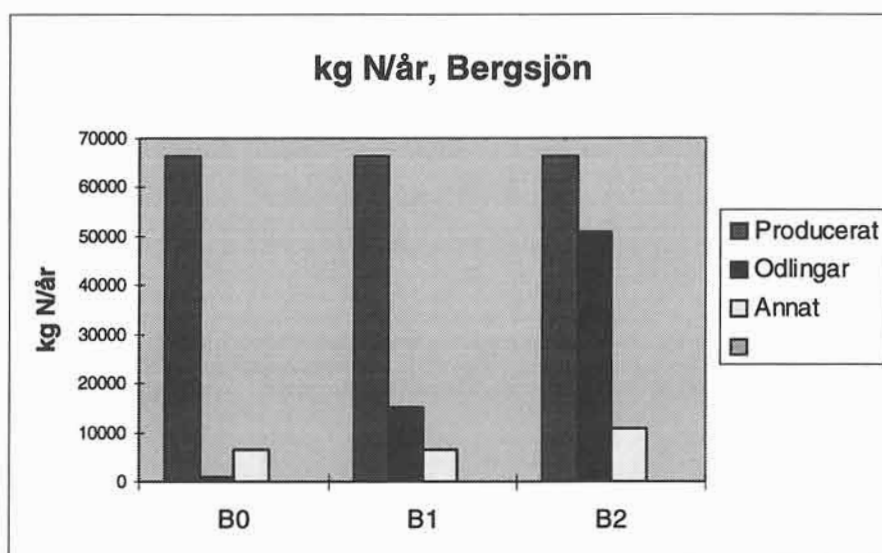
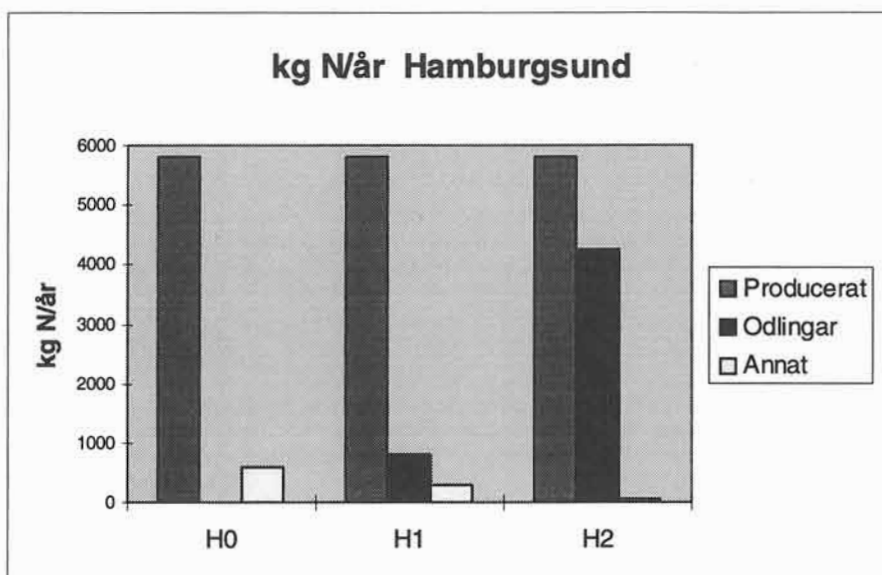
Tabell 6.2. Fosfor och kvävemängder till odlingsmark och andra ändamål

	Produc. P kg/år	Till odlad mark kgP/år	Till annat kgP/år	Produc. N kg/år	Till odlad mark kgN/år	Till annat kgN/år
Hamburgs. Altern. 0	1060	0	880 (deponi)	5800	0	580 (deponi)
Hamburgs. Altern. 1	1060	780	110	5800	800	290
Hamburgs. Altern. 2	1060	730	200	5800	4200	60
Bergsjön Altern. 0	16400	1800	13100*	66400	900	6500
Bergsjön Altern. 1	16400	11000	1700	66400	15000	6600*
Bergsjön Altern. 2	16400	11400	3400	66400	51100	10700*

*/ Inkl. P och N från rötanläggningen (energilmpan)



Figur 6:2. Årliga fosformängder fördelat på odlingsmark och andra ytor (markarbeten, golfbanor etc samt deponier)



Figur 6:3. Årliga kvävemängder fördelat på odlingsmark och andra ytor (markarbeten, golfbanor etc samt deponier)

6.2.2 Tillräckligt låga halter av ämnen från samhällets produktion

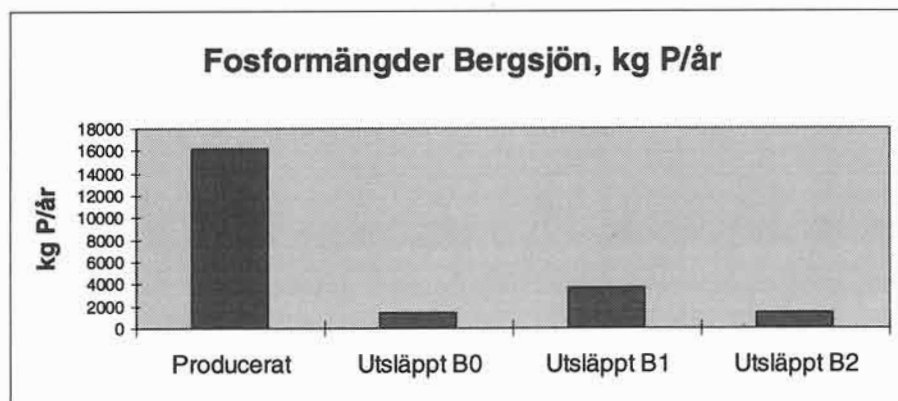
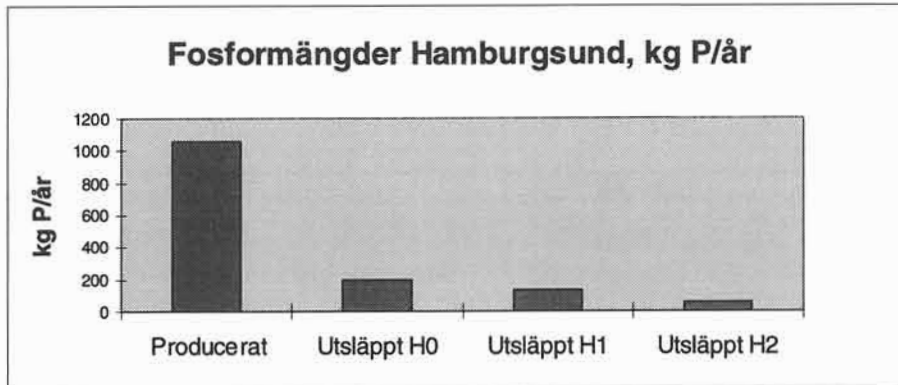
Under denna rubrik sorterar vi, i detta sammanhang, utsläpp från avloppssystemen till recipienten, i första hand vattenrecipienten. De ämnen som inkluderats i studien är fosfor, kväve och BOD (som ett mått på organiskt nedbrytbart material). I vissa mängder och vissa koncentrationer kan inte utsläpp av dessa ämnen anses strida mot något systemvillkor - vi tar ju föda från havet och bör också kunna släppa ut näringsämnen i motsvarande omfattning. Blir utsläppen för stora, lokalt eller globalt, sker emellertid en övergödning (fosfor och kväve) eller en syreförbrukning (BOD) som skadar vattendraget. Här tas inte ställning till hur mycket recipienten tål, vilket självklart måste göras i ett senare skede. Vi förenklar här analysen till en enkel jämförelse mellan utsläppta mängder med bedömningsgrunden ju mindre utsläpp desto bättre för recipienten.

Utsläppen av fosfor och kväve till recipienten strider också mot systemvillkor A1 (fosfor är en ändlig resurs, liksom den olja som behövs för att framställa kväve ur luften) och A3 (utsläpp av näringsämnen kan ge upphov till minskning av artrikedomen i vattendraget, utsläpp av BOD kan skada bottenfauna och -flora).

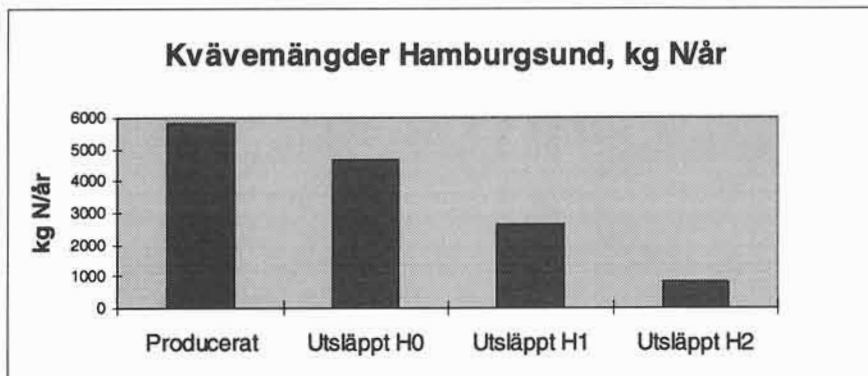
Fosfor- och kväveflödena i de studerade alternativen finns redovisade i *figurerna 6.4 och 6.5*, under de förutsättningar som vi har angivit för beräkningarna.

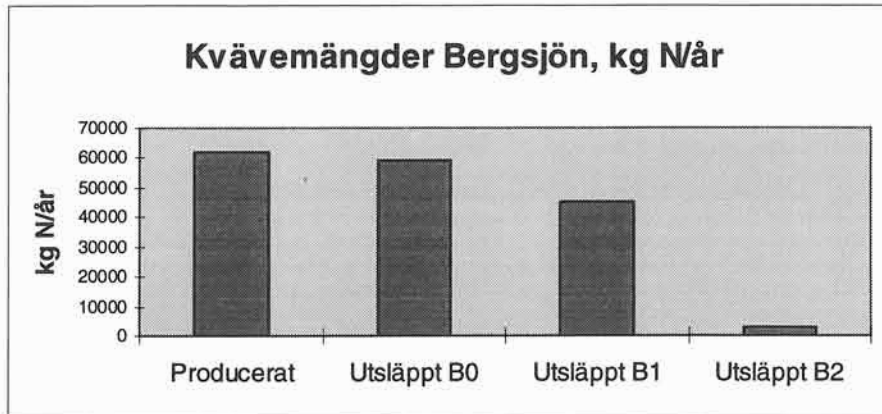
Tabell 6.3 Utsläppta årsmängder av fosfor, kväve, och BOD

	kg P/år	kg N/år	kg BOD/år
Hamburgsund Alt 0	200	4640	2150
Hamburgsund Alt 1	135	2620	1560
Hamburgsund Alt 2	60	840	640
Bergsjön Alt 0	1450	59000	21500
Bergsjön Alt 1	3680	44800	32200
Bergsjön Alt 2	1 450	2 820	13500

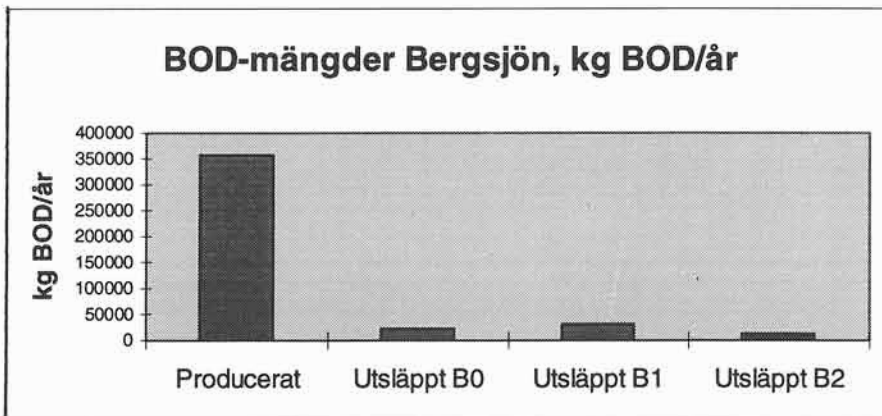
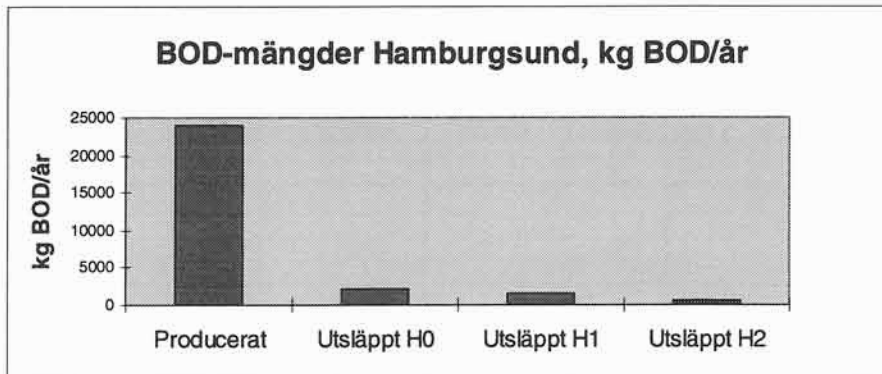


Figur 6:4. Årliga utsläppta fosformängder till recipient





Figur 6.5. Årliga utsläppta kvävemängder till recipient (vatten och luft)



Figur 6.6. Årliga utsläppta BOD-mängder till recipient

6.2.3 Bevarat fysiskt underlag för naturens kretslopp och mångfald

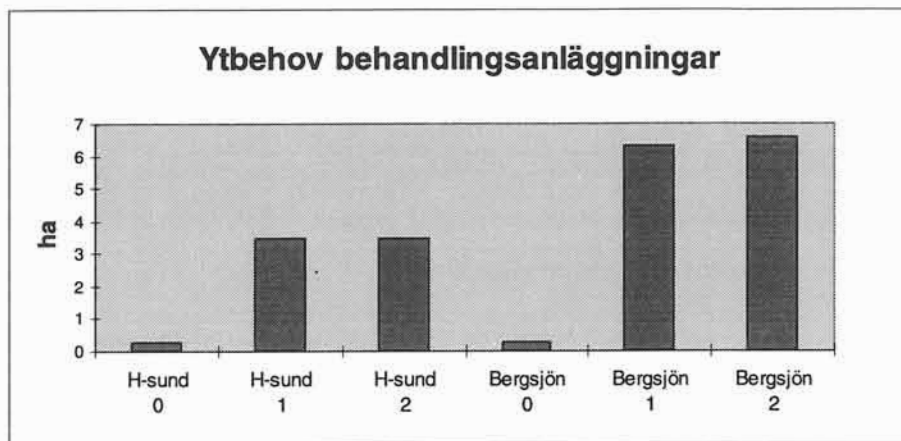
Detta systemvillkor avser i första hand i vilken utsträckning man tar i anspråk produktiva ytor, det vill säga alla ytor där fotosyntesen producerar biologiskt material, för anläggningar av olika slag.

I alternativen 1 och 2, för såväl Hamburgsund som Bergsjön, tar vi i anspråk relativt stora ytor för filterbäddar, våtmarker och bevattningsytor. Detta torde emellertid inte strida mot systemvillkoret, då ytorna fortvarande utnyttjas för biologisk produktion. Möjligen minskar den biologiska mångfalden genom att vi inför monokulturer. Skillnaden mot dagsläget är emellertid inte så stor. Tillkommande anläggningar är slamavskiljare och urintankar. Dessa är dock nedgrävda och berörs inte av systemvillkoret. För jämförelsens skull redovisas ytbehoven för alternativen i tabell. I ytorna har inräknats de totala öppna ytor som används för behandling av vattnet och slammet, samt de ytor som kan bevattnas eller gödglas.

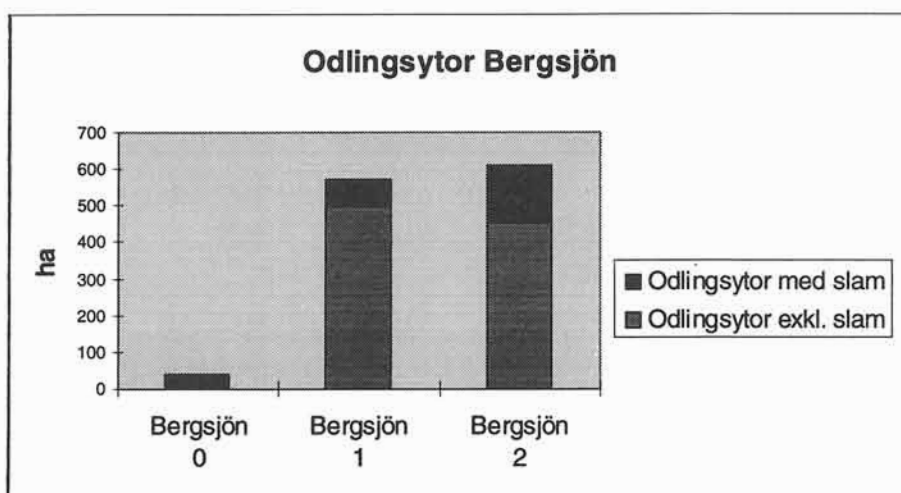
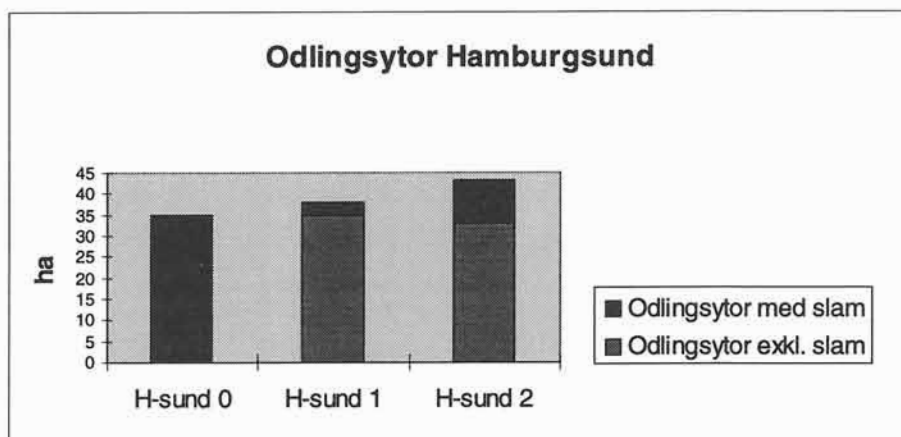
Tabell 6.4. Ytor för behandlingsanläggningar och för utnyttjande av näringsämnen, fördelat på odlingsytor och andra ytor

	Behandlingsytor ha	Odlingsytor exkl. slam, ha ^{1/}	Odlingsytor med slam, ha ^{1/}
Hamburgsund Alternativ 0	0,3	0	35
Hamburgsund Alternativ 1	3,5	35	3
Hamburgsund Alternativ 2	3,5	33	10
Bergsjön Alternativ 0	0,3	0	40
Bergsjön Alternativ 1	6,3	500	75
Bergsjön Alternativ 2	6,6	460	160

1/ Med avseende på fosforgivor



Figur 6.7. Ytbehov för behandlingsanläggningar



Figur 6.8. Erforderliga ytor för disponering av näringsämnen. (För Bergsjön alternativ 0 (Ryaverket) avser värdet den yta som 1993 faktiskt utnyttjades. Den potentiella ytan är cirka 670 ha)

Alternativen 1 och 2 kräver också tillgång till gator och vägar för transport av slam, fekalier och urin. Transporternas omfattning blir dock mindre än de transporter av fast avfall som sker idag, och något ytterligare behov av gator och vägar krävs inte.

6.3 Systemvillkor B. Människans villkor

6.3.1 Effektiv och rättvis resursomsättning

Vi har inte kunnat finna att systemvillkor B1 har betydelse i denna jämförande studie.

6.3.2 Fysisk och psykisk hälsa

Den variabel vi valt att studera är smittspridning. Vi har skilt på dels smittspridning genom direkt kontakt med avloppsvatten och slam, dels diffus smittspridning. Det har inte varit möjligt att inom projektets ram identifiera eller kvantifiera de olika risker för smittspridning som kan ifrågakomma för de studerade alternativen. Nedan förs i stället ett mer allmänt resonemang som i stort bygger på den exponering som olika grupper av människor utsätts för.

6.3.2.1 Smittspridning via direkt kontakt med avloppsvatten eller slam

Hamburgsund

I Alternativ 0 är det främst reningsverkspersonalen som kommer i direkt kontakt med avloppsvattnet och slammet, samt chaufförerna på de lastbilar som kör slammet till Tanumshedes reningsverk. Dessa personer kan vi kalla för "proffs". Det finns idag inga belägg för att personal vid reningsverk är sjukare än andra i samhället. Genom sin vana att handskas med vattnet och slammet, och möjligen genom att de fått en ökad motståndskraft mot nedsmittning, drabbas de inte särskilt ofta av sjukdomar.

I Alternativ 1 kommer också att finnas proffs, som sköter vissa delar av anläggningarna. Därutöver kommer ett antal "halvproffs", det vill säga entreprenörer, traktorförare vid skötsel av filterbäddarna, lastbilschaufförer samt bönder vid spridning av filterrens etc att löpa en viss risk för nedsmittning.

I Alternativ 2 finns ungefär samma antal "proffs" och "halvproffs" som i Alternativ 1. Dock är det i detta alternativ endast proffsen som kommer i kontakt med fekalierna, som ju innehåller det stora antalet bakterier och virus. "Halvproffsen" hanterar BDT-vatten och urin, som inte är lika farligt från smittsynpunkt. I en del av husen kommer de boende att ha viss kontakt med avloppet. Detta bortses ifrån, då vi anser att familjen utgör gränsen för smittspridning och att risken därför är liten. De boende måste också informeras noga om hur det nya systemet fungerar, och vilka risker som kan finnas förknippade med det.

Bergsjön

I allt väsentligt gäller ovanstående också för Bergsjön. I det befintliga systemet förs avloppsvattnet bort från området till reningsverket, varför någon närpåverkan från reningsverket eller utsläppet därifrån inte finns. För jämförelsens skull bortser vi från detta,

och antar att påverkan på de boende finns som om reningsverket låg i kanten av området. Bräddningar finns dock i området.

6.3.22 Diffus smittspridning

Hamburgsund

Den diffusa smittspridningen anses ske genom bräddningar, utsläpp från reningsanläggningen och via bevattnade ytor.

Det befintliga systemet, Alternativ 0, innebär att orenat avloppsvatten bräddar vid regn, även mindre regn genom att ledningsnätets kapacitet är nedsatt på grund av de stora volymerna inläckande vatten. Bräddvattnet, jämte det utgående vattnet från reningsverket, utgör en klar risk för framförallt badande sommartid. Virus sprids i vattenrecipienten genom utsläpp från reningsverket, men underlag för att bedöma dessa risker är ofullständiga. Allmänt sett är vatten som medium för spridning av virus effektivare än andra media, och riskerna för diffus smittspridning genom utsläpp från reningsverket och bräddningar alltså större än genom andra alternativ.

För Alternativ 1 finns ungefär samma risker vad gäller bräddningen, medan det utgående vattnet från filterbäddarna kan anses ha ett mindre innehåll av bakterier och virus än från reningsverket. Bevattningen av salixodlingarna kan medföra risker för smittspridning genom fåglar och djur. Bevattningsytorna skall inhägnas och uppskyllas, varför risker att människor smittas denna väg är små.

I Alternativ 2 utnyttjas det befintliga ledningsnätet för transport av BDT-vatten. Bräddningar sker som i Alternativ 0 och 1, men BDT-vattnet har ett lägre innehåll av bakterier och virus, och riskerna för smittspridning är därför lägre. Bevattningsytorna påförs urin, och smittrisker anses inte föreligga här. Ytor som påförs filterrens anses inte heller riskabla, då BDT-vattnet dels har låga bakteriehalter från början, dels genomgått behandling i filterbäddarna. I Alternativ 2 föreslås att ytorna används för att odla timotej till djurfoder. Genom att inte bevattna ytorna ett par veckor före skörd, minskas eventuella risker ytterligare. Alternativa odlingar kan diskuteras, då riskerna för sjukdomsspridning till djur inte är fullt utredda.

Olyckshändelser kan inträffa i alla tre systemen, och kan inte anses skilja dem åt.

Bergsjön

I princip gäller samma förhållanden för Bergsjön som för Hamburgsund. Det befintliga reningsverket (Ryaverket) är ett öppet verk och påverkar sin omgivning också genom aerosoler. Dock finns ett avsevärt skyddsavstånd till närmaste bostadshus. Risk för spridning av smitta genom fåglar kan också finnas.

Andra recipienter får i Alternativ 1 och 2 motta behandlat avloppsvatten, från att idag endast ta emot dagvatten och bräddvatten. Riskerna ökar därför något för smittspridning genom dessa bäckar.

6.3.23 Sammanfattning

För *Hamburgsund* medför Alternativ 1, jämfört med det befintliga systemet, en något större risk för smittspridning genom direktkontakt med avloppsvatten och slam, och ungefär lika stor risk för diffus smittspridning.

Alternativ 2 medför, jämfört med det befintliga systemet, en något större risk för smittspridning genom direktkontakt med avloppsvatten och slam, men en mindre risk för diffus smittspridning.

För *Bergsjön* medför Alternativ 1, jämfört med det befintliga systemet, en något större risk för smittspridning genom direktkontakt med avloppsvatten och slam, och en ungefär lika stor risk för diffus smittspridning.

Alternativ 2 medför, jämfört med det befintliga systemet, en något större risk för smittspridning genom direktkontakt med avloppsvatten och slam, men en mindre risk för diffus smittspridning.

6.4 Genomförandefrågor

6.4.1 Organisation

6.4.2 Juridik

De organisatoriska och juridiska problemen har inte kunnat studeras inom ramen för detta projekt. Under projektet har dock hithörande frågor kommit upp, särskilt från de kommunala förvaltningarnas sida (Tekniska kontoret/VA-verket, Byggnadskontoret/ Stadsbyggnadskontoret, Miljöförvaltningen).

Frågor som behöver belysas är bland andra:

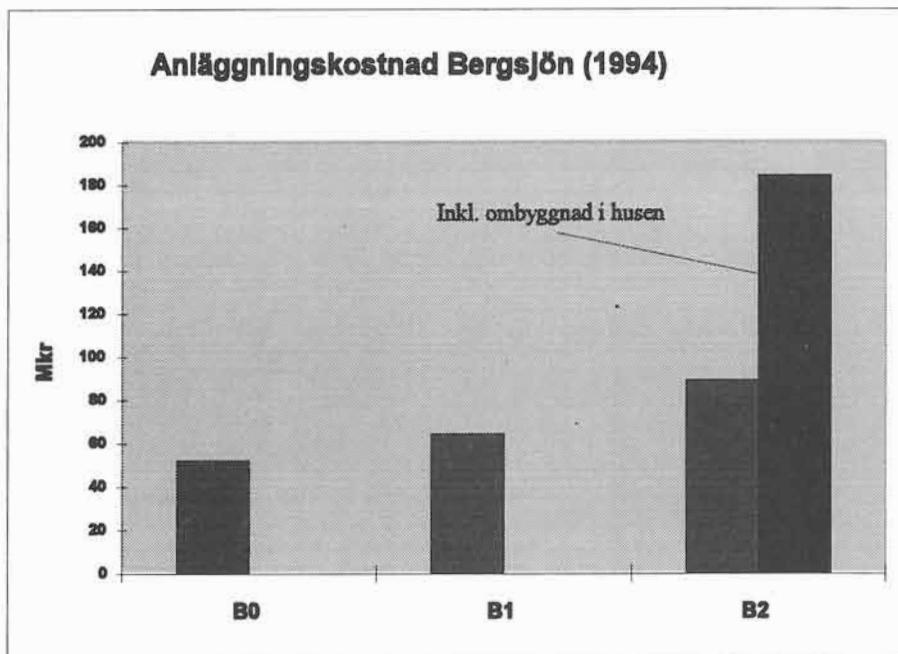
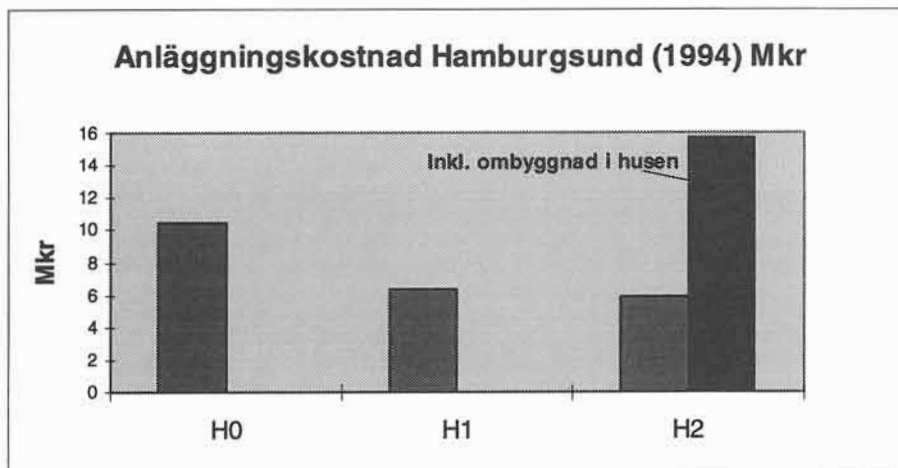
- Medför förändringar i avloppssystemet också förändringar i organisationen? Ändrat ansvar? Var går gränserna för det kommunala ansvaret, dels formellt (nya valagen kan förändra ansvarsbilden), dels i praktiken? Detta gäller dels byggnadsfrågor som val och dimensionering av anläggningar och installationer, dels driftfrågor som bortforslande av slam och urin med mera. Under vilka omständigheter kan det vara lämpligt att bilda gemensamhetsanläggningar? Bör verksamhetsområdet för va ändras?
- Medför ett förändrat va-system förändrade kostnader eller intäkter? Under vilket tidsperspektiv skall man betrakta dessa förändringar? Hur skall redan gjorda investeringar kunna nyttiggöras i ett alternativt avloppssystem för att förhindra kapitalförstöring?
- Ökade eller minskade planmöjligheter? Avloppssystemen ifrågasätts och diskuteras i de flesta kommuner, och åsikterna om "bästa system" går vitt isär. Det är därför särskilt viktigt att nu inte låsa fast system och planer onödigtvis. En hög grad av flexibilitet är eftersträvansvärd, oavsett val av system. Ett avloppssystem av den typ som vi idag har både möjliggör och försvårar samhällets utveckling. I Tanums kommun har införandet av "torra lösningar" medfört att bebyggelse har kunnat ske i områden där det förut rått byggnadsförbud på grund av olösta va-problem.

- Kommer en övergång till andra avloppssystem att medföra ökade eller minskade arbetsuppgifter för de kommunala förvaltningarna i form av planering, tillståndsgivning, rådgivning, kontroll etc?

6.4.3 Ekonomi

I *figuren* nedan redovisas anläggningskostnaderna för alternativen. För de befintliga anläggningarna har de faktiska anläggningskostnaderna använts, omräknade till dagens penningvärde. Kostnader som är gemensamma för alla alternativen (spillvattennätet, vissa pumpstationer) har ej medräknats.

I den följande utvärderingen av de olika alternativen, kommer även driftkostnader att belysas.



Figur 6.9. Anläggningskostnader. Den högra stapeln avser ombyggnad i fastigheterna avseende nya toaletter, avloppsstammar mm.

6.4.4 Brukaraspekter

Under projektets gång har flera frågor som kan rubriceras som brukarfrågor, kommit upp till diskussion. Till dessa hör:

- Taxorna skall vara rimliga och rättvisa
- Avloppssystemen skall i princip alltid fungera. Funktionssäkerheten skall vara hög.
- Det finns gränser hur mycket vi kan kräva av brukarna i form av tid eller uppoffring av bekvämlighet, särskilt om ett nytt system införs oombett, det vill säga införs genom beslut av kommunal förvaltning, bostadsföretag eller liknande. Det merarbete som görs av människor i ekobyar och liknande har sin grund i frivillighet och engagemang, och kan inte påräknas i samma uträkning vid införande av alternativa system i större skala. Därför har vi i fallen Hamburgsund och Bergsjön, alternativ 2, valt separering med hjälp av WC i stället för torra lösningar.
- Graden av miljömedvetenhet och önskan att själva bidra till en bättre miljö växer hos många människor. Alternativa avloppssystem ger människor en möjlighet att få delta aktivt i miljövården. Detta kan underlätta vid införande av alternativa system.
- Allmänna effekter i närområdet eller inom vissa områden som tas i anspråk kan uppstå och måste beaktas. Sådana effekter kan till exempel vara hinder för ett områdes nyttjande för andra ändamål, dålig lukt, ökad tung trafik, allmän otrivsel.
- Mervärden kan skapas genom alternativa system. Exempel finns där sådana mervärden har skapats genom våtmarker för avloppsvatten eller dagvatten, odlingar av grönsaker och blommor för egen räkning samt allmänt en ökad kunskap och insikt om kretslopp i naturen och samhället.

Brukarnas acceptans av och engagemang i alternativa va-system är en mycket viktig fråga, och kommer att ägnas mer uppmärksamhet i den följande utvärderingen.

6.4.5 Sårbarhet, säkerhet

Den allmänna va-försörjningen fungerar på de allra flesta håll i Sverige på ett tillfredsställande sätt. Tillräckliga volymer vatten kan levereras med tillräckligt tryck och med godtagbar kvalitet. Leveransavbrotten är i allmänhet få och kortvariga. Avloppsvattnet transporteras bort från fastigheterna utan olägenheter och undergår i allmänhet höggradig rening före utsläpp i recipienten. Ofrånkomliga bräddningar och källaröversvämningar i samband med häftiga eller långvariga regn är få och motåtgärder vidtas i allmänhet med stor skyndsamt.

Trots hög säkerhet är ändå sårbarheten stor i dessa allt mer komplicerade system. När störningar inträffar kan de ekonomiska konsekvenserna bli stora. Acceptansen hos brukarna mot störningar i systemen har blivit lägre.

Vattenförsörjningen är jämte elförsörjningen den mest kritiska funktionen i den tätbyggda staden. Den moderna avloppshanteringen är också sårbar med sina stora system med långa ledningar som sträcker sig från eller bortom kommungränsen till ett centralt reningsverk.

Gemensamt för vatten- och avloppsanläggningar är att de datoriserade styr- och övervakningssystemen dels är mycket komplexa och därmed känsliga för störningar i såväl fredstid som krigstider, dels att det fordras experter för att hantera dem. I kontrollrummen på de kommunala verken sitter idag specialutbildad personal, som inte kan ersättas med andra personer utan vidare. Det är en fråga om specialisering och utbildning, kanske också en generationsfråga.

Den ökande datoriseringen ökar flexibiliteten, kapaciteten och styrbarheten i de tekniska system som betjänas. Så länge tekniken och kommunikationerna fungerar får vi alltså ett säkrare system med den ökande datoriseringen. Sårbarheten ökar emellertid samtidigt eftersom vi ökar vårt teknikberoende. Datornätverk fungerar inte om kommunikationerna bryts. Vi är också mycket importberoende vad gäller datorer och annan teknisk utrustning.

Situationen i kris- och krigstid är helt olika den i fredstid. De flesta VA-anläggningar i Sverige är inte speciellt förberedda för kris och krig.

Småskaliga vatten- och avloppssystem är i allmänhet robustare än storskaliga. Inträffade avbrott och störningar omfattar inte så många människor, och torde vara enklare att avhjälpa lokalt.

De alternativa system som behandlas i ECO-GUIDE intar här en mellanställning. Skalan är liten till mellanstor (Hamburgsund 1100 personer, Bergsjön 13000 personer) med de fördelar detta medför. En del av de studerade systemen är dock tekniskt komplicerade, och kräver såväl elström som kontroll och övervakning. Måhända bör säkerhetsaspekterna vägas in vid planeringen av avloppssystemen så att robustheten prioriteras högre än idag.

6.5 Sammanfattning

I tabellerna nedan görs en summarisk värdering av systemegenskaper hos alternativen 1 och 2, i jämförelse med 0-alternativet, det befintliga systemet. Kommenterande text återfinns i de olika avsnitten ovan. Observera att tabellerna bör tolkas "med försiktighet". De olika systemegenskaperna har olika stor vikt, och det avrådes från någon slags summering av egenskaperna.

Tabell 6.5 Sammanfattande riktninganalys, Hamburgsund. Jämförelser med det befintliga systemet.

Systemegenskap	Alternativ 1	Alternativ 2
Total energianvändning	mindre	något mindre
Fosfor till odlingsmark	betydligt mer	betydligt mer
Kväve till odlingsmark	mer	betydligt mer
Utsläpp till vattendrag, Fosfor	mindre	mindre
Utsläpp till vattendrag, Kväve	mindre	betydligt mindre
Utsläpp till vattendrag, BOD	mindre	mindre
Ytor behandlingsanläggning	betydligt större	betydligt större
Odlingsytor som kan gödas	betydligt större	betydligt större
Smittspridning	lika	lika
Anläggningskostnad	lägre	lägre ^{1/}

1/ Kostnader för ombyggnad i husen tillkommer

Tabell 6.6 Sammanfattande riktninganalys, Bergsjön. Jämförelser med det befintliga systemet.

Systemegenskap	Alternativ 1	Alternativ 2
Total energianvändning	något mindre	mer
Energiåtervinning, gas	något mindre	något mindre
Energiåtervinning, värme	betydligt mindre	betydligt mindre
Fosfor till odlingsmark	betydligt mer	betydligt mer
Kväve till odlingsmark	mer	betydligt mer
Utsläpp till vattendrag, P	mer	lika
Utsläpp till vattendrag, N	något mindre	betydligt mindre
Utsläpp till vattendrag, BOD	mer	mindre
Ytor behandlingsanläggning	betydligt större	betydligt större
Odlingsytor som kan gödas	betydligt större	betydligt större
Smittspridning	lika	lika
Anläggningskostnad	något högre	högre ^{1/}

1/ Kostnader för ombyggnad i husen tillkommer

7. MILJÖKONSEKVENSBESKRIVNINGAR(MKB) TILLÄMPADE PÅ PROJEKT INOM VA-OMRÅ- DET I SVERIGE

Sedan den 1 juli 1991 har ett tillägg gjorts i den svenska miljöskyddslagen som säger att vid tillståndsprövning skall ansökan innehålla: *en miljökonsekvensbeskrivning som möjliggör en samlad bedömning av en planerad anläggnings, verksamhets eller åtgärds inverkan på miljön, hälsan och hushållningen med naturresurser*. Resultatet av detta har blivit att ungefär ett hundra miljökonsekvensbeskrivningar har utförts i Sverige angående förändringar av avloppsreningsverk, sedan lagen ändrades.

Det visar sig dock vid en genomläsning av ett antal MKB att dessa knappast motsvarar vad som internationellt sett menas med en MKB. Detta kan bero på bland annat två orsaker:

1. Det finns i Sverige inga fastlagda krav för hur arbetet med en MKB skall genomföras eller vad som bör ingå i en MKB.
2. MKB är utförd på tillbyggnader av avloppsreningsverk, där det mesta är på förhand givet. Härmed blir MKBn av ringa betydelse.

7.1 Vad ingår i en MKB och hur skall en MKB utföras?

Ursprunget till miljökonsekvensbeskrivningar (MKB) är amerikanskt och finns formulerat i National Environmental Policy Act (NEPA). Benämningen i USA blev Environmental Impact Statement (EIS). Därefter har ett flertal nationer beskrivit sin egen MKB, exempelvis Environmental Impact Assessment (EIA) i Storbritannien och Miljö Effect Rapportage (MER) i Nederländerna. I Sverige är kravet på MKB infört i våra miljölagar, men det saknas vägledning i hur arbetet med MKB skall genomföras och det saknas krav på vad som skall ingå i en MKB. På detta område är en förbättring på gång. Under hösten 1994 har en rapport från Naturvårdsverket varit ute på remiss med namnet *Allmänna Råd om MKB, miljöskyddslagen och naturvårdslagen*. Avsaknaden av ett sådant dokument har säkerligen varit avgörande för den varierande kvalitet som föreligger i utförda MKB till exempel inom VA-området. Innehållet i Naturvårdsverkets rapport diskuteras inte här eftersom den ännu inte är publicerad.

Det finns dock annan publicerad svensk litteratur som beskriver MKB. Roberts (1990) skriver att MKB är en process, en produkt och ett beslutsredskap. Med process menar Roberts att MKB skall ingå i varje led av de planerings- och projekteringsprocesser som redan finns. Idén är att föra in ett miljötänkande i processen. En MKB är förstås också en produkt i form av den skrivna rapport som produceras. Slutligen är MKB ett beslutsredskap som kan användas av våra valda förtroendemän och myndigheters tjänstemän, för att fatta bättre beslut om användningen av mark, vatten och miljön i övrigt. Roberts påpekar också att MKB förutsätter "öppna kort", dvs MKB är ett sätt för beslutsfattarna att göra fullständigt klart för omgivningen vad de tagit hänsyn till när de fattat ett beslut.

Angående innehållet i MKB-dokumentet föreslår Roberts en modell som är lagstadgad i Kalifornien och har benämningen EIR (Environmental Impact Report). Innehållsförteckningen för EIR används med fördel som checklista. Denna checklista har följande 20 punkter:

1. Sammanfattning
2. Introduktion
3. Projektbeskrivning
4. Projektalternativ
5. Miljöförutsättningar
6. Betydelsefulla/väsentliga miljöeffekter och skadeförebyggande åtgärder
7. Projektets oundvikliga effekter
8. Kontroll om användningen av miljön, lokalt och på kort sikt, undanröjer/minskar möjligheterna att bibehålla / öka miljöns produktivitet på lång sikt
9. Projektets irreversibla effekter
10. Projektets tillväxtbefrämjande effekter
11. Förslaget kontrollprogram
12. Organisationer och personer som konsulterats under arbetet med EIR
13. Referenslitteratur
14. Arbetsgrupp (namn och bakgrund)
15. Förstudie (gjord för att utreda behovet av en EIR och för att utvärdera innehållet i EIRen)
16. Övriga tekniska bilagor

Tillägg för slutlig EIR:

17. Synpunkter från allmänhet och myndigheter
18. Bemötande av synpunkterna
19. Förteckning över sakägare, remissinstanser samt övriga som lämnat synpunkter
20. Ytterligare information som tillagts utkastet

7.2 Tillämpningar av MKB inom VA-området i Sverige

De flesta MKB som har utförts i Sverige vid tillståndsprövning enligt miljöskyddslagen för förändring av avloppsreningsverk borde inte kallas MKB om Roberts definition av MKB skall anses gälla. Arbetssättet skiljer sig fundamentalt. MKBn kommer in alldeles för sent i beslutsprocessen. En vanlig formulering i en MKB rörande ombyggnad av ett avloppsreningsverk är: "den planerade utbyggnaden förväntas uppfylla kraven si och så..." Detta betyder alltså att först har ett förslag utarbetats för en ombyggnad som exploitören står bakom (VA-verket, tekniska kontoret eller dylikt), därefter utförs en MKB som beskriver fördelarna och nackdelarna med den föreslagna ombyggnaden, för att bifogas till tillståndsprövningen hos exempelvis länsstyrelsen. Innehållet i dessa miljökonsekvensbeskrivningar är för det mesta mycket kortfattade och är koncentrerade kring motsvarande punkt 6 i EIR, de betydelsefulla/väsentliga miljöeffekterna av åtgärden. MKBn saknar utredning om alternativ lokalisering och alternativa tekniska lösningar, utöver "den planerade utbyggnaden". Den uppfyller inte heller Roberts grundkrav att MKB skall vara en process, utan fungerar bara som ett dokument som beslutsunderlag för tillståndsprövningen.

Slutsatsen av detta skulle alltså kunna vara att beslutande myndigheter ställer alltför låga krav (eller inga krav alls) på utförandet och innehållet i MKB vid nybyggnad eller ombyggnad av avloppsreningsverk. Denna slutsats förefaller vara riktig men jag vill påstå att huvudproblemet är ett annat; tillämpningen av MKB sker på fall där det mesta är på förhand givet.

De flesta kommunala avloppsreningsverk i Sverige byggdes under 1950-, 1960- och 1970-talen. Reningen i dessa skedde med fysikaliska och biologiska reningsmetoder. För att

förbättra reningsresultaten av främst fosfor har verken byggts till med kemisk fällning. Denna utbyggnad skedde i många stora verk redan under 1970-talet men sker även idag i mindre verk. Enligt miljöskyddslagen har alltså små reningsverk som senare än 1 juli 1991 planerat för utbyggnad med kemisk rening varit tvungna utföra en MKB. Härmed utförs en liten utredning främst om vilka effekter som förväntas ske på recipienten och ibland något om marken och luften. Detta kan vara förväntade bullernivåer, förändrad trafikmängd på tillfartsvägen till verket pga mer slamtransporter med meram. Denna utredning är nödvändig för tillståndsprövningen, men namnet MKB borde undvikas. Istället kunde det kallas till exempel miljöeffekter. Huvudproblemet anser jag därför vara begreppsförvirringen omkring MKB. Det som internationellt menas med MKB är användbart när lokalisering av en ny avloppsanläggning skall ske, vid valet av teknik vid denna anläggning, lokalisering av ny utsläppspunkt för behandlat avloppsvatten med mera. Miljökonsekvensbeskrivningar är dock inte meningsfulla i sin fullständiga form, vid tillägg av en reningsprocess i ett befintligt avloppsreningsverk.

Ett av de fåtal exempel på en omfattande MKB som finns för avloppssystem i Sverige gäller Sävsjö kommun. Avloppsreningsverket i Sävsjö har byggts om i flera etapper. Vissa processenheter är underdimensionerade och i behov av kompletteringar. Detta har föranlett en utredning om framtida utformning av ett ombyggt eller nybyggt verk inklusive en komplettering för kvävereduktion. Miljökonsekvensbeskrivningen har omfattat fyra alternativ:

1. *Alternativ nybyggnad befintligt avloppsverksområde*
2. *Alternativ söder vid Aleholm, strax söder om södra industriområdet i Sävsjö*
3. *Alternativ väster, söder om väg 127 sydost om Ljungaån*
4. *Noll-alternativet, ingen ombyggnad alls genomförs*

Inga Carlman och Staffan Westerlund (1994) föreslår 6 kriterier som bör vara uppfyllda för att MKB:n skall motsvara de internationella begreppen EIS/EIA. Nedan värderas MKB:n från Sävsjö efter dessa kriterier:

BESLUTSUNDERLAGSKRITERIET

- *För att något skulle kunna benämnas MKB borde detta något uppfylla kravet att vara ett dokument som fungerar som ett beslutsunderlag.*
- *I termen beslutsunderlag ligger att MKB:n föreligger före det reella beslutet, inte efter.*

MKB:n från Sävsjö är inlämnad som beslutsunderlag till länsstyrelsen i Jönköpings län. Arbetet har påbörjats tidigt i beslutsprocessen, före några beslut har fattats.

RESULTATKRITERIET

- *MKB:n skall avse relativt väl identifierade program eller projekt.*

MKB:n har som syfte att ta fram en avloppslösning som betjänar kommunens invånare och som uppfyller ställda krav på utsläppshalter m m.

ALTERNATIVKRITERIET

- *MKB:n skall redovisa alternativa sätt att förverkliga det bakomliggande syftet därmed och vad alternativen skulle innebära.*

Fyra alternativ utreds. Alternativen i Sävsjö är väl definierade i MKBn. Samtliga alternativ gäller dock likvärdig teknik, med undantag av ett alternativ som är kompletterat med kvävereduktion i våtmark.

MILJÖEFFEKTKRITERIET

- *MKBn skall som minimum redovisa alla slags miljökonsekvenser av rimlig betydelse.*

MKB:n i Sävsjö beskriver: användning av mark, belastningen på vattenrecipienten, växter och djur, hälsa, säkerhet och sårbarhet, kultur och friluftsliv, lukt och buller samt ekonomi och energi. Det är alltså ett ganska stort antal miljöeffekter som beskrivs. Det som utelämnats är en diskussion kring avloppsslammet. Ingenting nämns om förväntade mängder, förväntad kvalitet, om slammet skall föras till jordbruket eller deponeras med mera.

VIKTNINGSKRITERIET

- *MKB-dokumentet skall vara så utformat att de olika konsekvenserna och alternativen på ett eller annat sätt skall kunna jämföras med varandra.*

MKBn från Sävsjö innehåller en sammanfattade klassificering där 12 rubriker betygsätts i en skala från 1 till 5, där betyg 1 är mest fördelaktigt. De olika rubrikerna har också viktats. Rubrikerna *reningsteknik*, *stadsbyggnad* och *recipienten* har viktsklass 3, *omgivningspåverkan*, *natur*, *friluftsliv*, *kultur*, *ekonomi* och *energiförbrukning* har viktsklass 2 och *trafik*, *säkerhet mot haveri* och *sårbarhet* har viktsklass 1. Vid en samlad bedömning är det nödvändigt att göra en sammanvägning av olika parametrar. Risken är dock att betygen sätts helt subjektivt av utredaren. I Sävsjös fall har inte gränserna redovisats för de olika betygstegen.

GRANSKNINGSKRITERIET

- *Proceduren skall inkludera någon form av granskning av MKB-dokumentet (med bl.a allmänhetens medverkan) och av att det uppfyllde kraven.*

Via MKBn fann utredarna att miljökonsekvenserna blir minst för alternativ söder. MKBn är inlämnad till länsstyrelsen som beslutsunderlag för att finna bästa lokalisering för kommunens avloppsreningsverk. Granskningen av dokumentet bör alltså ske av länsstyrelsen. Idag innehåller inte MKB-dokumentet någon granskning. Vad gäller allmänhetens medverkan så är ett stort antal intressenter kontaktade under arbetets gång. De kontaktade personerna tillhör bland annat en ornitologisk förening, naturskyddsföreningar, länsstyrelsen, skogsvårdsstyrelsen, vattendomstolen, kommunen och SJ.

Arbetet med MKBn i Sävsjö har bedrivits utan vetskap om kriterierna enligt Carlman och Westerlund (1994). Ändå uppfylls kriterierna någorlunda väl. Med vetskap om några grundläggande kriterier för innehållet i en MKB samt en väl utarbetad checklista skulle utförandet av en MKB kunna bli smidigare. Om en fastlagd checklista som till exempel Roberts (1990) även skulle gälla som innehållsförteckning för MKB-dokumentet skulle det också vara lättare att granska dokumentet.

Carlmans och Westerlunds kriterier bedömer en MKB framförallt ur juridisk synvinkel. MKBn från Sävsjö uppfyller alltså dessa kriterier relativt väl. Det tål dock att upprepas vad MKB har för funktion vid tillståndsprovning enligt miljöskyddslagen:

"Vid tillståndsprovning skall ansökan innehålla: en miljökonsekvensbeskrivning som möjliggör en samlad bedömning av en planerad anläggnings, verksamhets eller åtgärds inverkan på miljön, hälsan och hushållningen med naturresurser".

Hushållningen med naturresurser är minimalt beskrivet i Sävsjö-MKBn. Dels så finns det naturresurser i form av näringsämnen i avloppsvattnet och dessutom tillsätts naturresurser i form av fällningskemikalier vid rening i avloppsreningsverk. MKBn borde därför ha utrett alternativ avloppsteknik (till exempel biologiska metoder utan kemikalier) och dessutom borde användandet av avloppsslam beskrivas. Kan slammet användas i jordbruket? Hur stor andel av näringsämnena i avloppsvattnet är möjligt att återföra via slammet? Om ett alternativt avloppssystem byggs istället, hur förändras då återföringen av näringsämnen? Hur förändras mängden använda naturresurser i form av drivmedel till transportfordon om ett annat system införs?

Exemplet från Sävsjö är alltså systematiskt väl genomfört och utreder väl lokaliseringsfrågan i Sävsjö. Det finns dock en brist i att det enbart är lokaliseringen som varieras. Det hade varit intressant att också jämföra olika typer av avloppsteknik.

7.3 Framtida områden för MKB inom VA-området

Från slutet av 1980-talet och framåt har de stora kustnära verken omfattats av krav på kväverening. Vanligen uppfylls dessa genom en utbyggnad av det biologiska reningssteget. Detta medför större bassängvolymerna och därmed omfattande investeringar. Det har höjts kritiska röster mot detta sätt att minska kvävetransporterna till havet. Istället för utbyggnad av reningsverken föreslås till exempel att denitrifiering av kvävet i avloppsvatten sker i våtmarker, dammar med mera. Ett annat förslag är att göra åtgärder vid källan. Detta kan ske till exempel genom att den kväverika humanurinen separeras i hushållen och används obehandlat för spridning på åkermark. Detta förslag medför mindre kvävebelastning på reningsverket och ett bättre resursutnyttjande av näringen från urinen. Här är det inte på förhand givet vad konsekvenserna blir av de olika alternativen. I dessa fall är MKB ett utmärkt verktyg.

8. REFERENSER

Becker Wulf, 1992. Befolkningens kostvanor och näringsintag. Undersökningen Hushållens livsmedelsinköp och kostvanor (HULK) 1989. Vår Föda nr 44(8) 1992, sid 349-362.

Boverket, 1991. MKB. Vad är det? (Av James A. Roberts)

Bäärnhelm Anders, 1993. Anrikning av fosfor i öppna infiltrationssystem. Sveriges Lantbruksuniversitet, Inst. för markvetenskap. Examensarbete nr 83.

California Department of General Services, 1984 and 1986. California Environmental Quality Act (CEQA).

Carlman I och Westerlund S, 1994. MKB-forskning och -utveckling, Miljörättslig tidskrift 1994:2, sid 196-253.

GRYAAB, 1989. Hushållsspillvatten, Rapport 1989:2. GRYAAB, VA-verket Göteborg.

GRYAAB, 1993. Miljörapport 1993. GRYAAB

Göta Älvs Vattenvårdsförbund, 1991. Vattendragskontroll 1990 - Göta Älv.

Göteborgs VA-verk, 1993. Åtgärdsplan avlopp 1993. Göteborgs VA-verk

Göteborgs VA-verk, 1993. Årsrapport.

Holmberg John, 1992. Resursteoretiska principer för en bärkraftig utveckling. Institutionen för fysisk resursteori, Chalmers tekniska högskola. Andra versionen, september 1992. Göteborg

Johansson H och Alenius K, 1994. Bedömning av miljökonsekvenserna vid byggnad av ett nytt avloppsreningsverk i Sävsjö, RUST VA-PROJEKT AB.

Jonasson S, 1993. Lokal avloppshantering del 1 och 2. Miljöförvaltningen och Vaverket i Göteborg, rapport R1993:13.

Jordbruksverket, 1993. Riktlinjer för gödsling och kalkning. Rapport 1993:19.

Jönsson Håkan, 1994. Källseparering av humanurin - mot ett uthålligare samhälle. Teknik nr 3, 1994. Lantbruksuniversitetet.

Kommunförbundet, 1991. Minirapport om miljö och naturresurser i fysisk planering. Nr 6: Uthållig utveckling (Eva Grundelius).

Kärrman Erik, 1995. Utvärdering av olika avloppssystem, metoder och fallstudier. Forskningsrapport Inst. för VA-teknik, CTH 1995.

Larsson Anna, Rindeskog Sara, 1993. Avloppsvatten i öppna infiltrationsanläggningar. Tekniska högskolan i Luleå, Avd. för Va-teknik. Examensarbete 1993:104.

Miljövårdsberedningen, 1992. Kretslopp. Basen för hållbar stadsutveckling. SoU 1992:42

Naturvårdsverket - Boverket, 1990. Miljökonsekvensbeskrivningar (MKB) i det svenska planerings- och beslutssystemet. Naturvårdsverket informerar.

Naturvårdsverket, 1991. Rening av hushållspillvatten. Infiltrationsanläggningar och markbäddar för fler än 25 personer. Allmänna råd 91:2.

Naturvårdsverket, 1993. Vatten, avlopp och miljö. Underlagsrapport till aktionsprogram. Rapport 4207.

Naturvårdsverket, 1993. Ett miljöanpassat samhälle. Naturvårdsverkets aktionsprogram. Rapport 4234.

Naturvårdsverket, 1994. Utkast till Allmänna Råd om MKB. Miljöskyddslagen och Naturresurslagen. Remissupplaga 1994-07-12.

Nilsson Kaj, Englov Peter, 1979. Avloppsinfiltration. VIAK Malmö.

Roberts J, 1991. MKB Vad är det? Rapport från Boverket.

Robèrt K-H, 1993. Det nödvändiga steget. Affärsförlaget.

Svensson P, 1993. Nordiska erfarenheter av källsorterande avloppssystem. Luleå Tekniska Högskola, Examensarbete, Rapport 1993:117E.

VAV, 1994. Överenskommelse mellan LRF, SNV och VAV om villkor för slamavskiljning. VAV orienterar nr 11/94.

Wittgren HB, Hasselgren Kenth, 1992. Naturliga vattensystem för avloppsrening och resursutnyttjande i tempererat klimat. VA-FORSK rapport nr 1992-15.

Wolgast Mats, 1993. Rena Vatten. Om tankar i kretslopp. Uppsala.

9. FÖRKORTNINGAR

ARV	Avloppsreningsverk
BDT	Bad-, Disk- och Tvättvatten
BFR	Byggforskningsrådet
BOD	"Biological Oxygen Demand" eller biologisk syreförbrukning
CEQA	California Environmental Quality Act
CIT	Chalmers Industriteknik
CTH	Chalmers Tekniska Högskola
EIA	Environmental Impact Assessment
EIR	Environmental Impact Report
FRN	Forskningsrådsnämnden
GRYAAB	Göteborgsregionens Ryaverksaktiebolag
LCA	Livscykelanalys
LRF	Lantbrukarnas Riksförbund
LuTH	Luleå Tekniska Högskola
MKB	Miljökonsekvensbeskrivning
pe	Personekvivalenter
PVC	Polyvinylklorid
SLU	Sveriges Lantbruksuniversitet
SNV	Statens Naturvårdsverk
TS	Torrsubstans
UV-ljus	Ultraviolett ljus
VA	Vattenförsörjning och avloppshantering
VAV	Vatten- och avloppsverksföreningen
VA-FORSK	VAVs forskningsenhet

P	Fosfor
N	Kväve
K	Kalium

B0	Bergsjön, alternativ 0
B1	Bergsjön, alternativ 1
B2	Bergsjön, alternativ 2
H0	Hamburgsund, alternativ 0
H1	Hamburgsund, alternativ 1
H2	Hamburgsund, alternativ 2

Rapporter utgivna i VA-FORSK-serien – 1993-12-31

- 1992-01 Hydraulisk analys av vattenledningsnät, *Lennart Andersson*
- 1992-02 Samverkan mellan avloppsnet och reningsverk, *Claes Hernebring*
- 1992-03 Lukt- och smakstörningar i dricksvatten, *Kjell Kihlberg, Roger Sävenhed*
- 1992-04 Artificial Groundwater Recharge – State of the Art, *Cristina Frycklund*
- 1992-05 Analysmetod för klordioxid, klorit och klorat, *Mats Lindgren, Einar Pontén*
- 1992-06 Undersökning av förfilter för järn- och manganreduktion vid dricksvattenrening, *Tibor Nemeth, Åke Elgemark*
- 1992-07 Inventering av datorbaserade system för övervakning och styrning inom kommunal teknik, *Bengt Zagerholm*
- 1992-08 Bräddning – Problemetets omfattning i svenska tätorter, *Mats Andreason, Johan Larsson*
- 1992-09 Lokal dagvattenhantering — Erfarenheter från några anläggningar i drift, *Eva Jansson, Bo Lind, Björn Malbert*
- 1992-10 PRISEK Prioritering Samhällskonsekvenser Ekonomi – Ekonomisk modell och systematisk effektredovisning för värdering och prioritering av va-åtgärder, *Bertil Gustafsson, Gilbert Svensson*
- 1992-11 Konditionsstabilitet hos avloppsledningar av betong, *Viveka Lidström*
- 1992-12 Skadefall på nylagda betongledningar, *Ann-Christin Sundahl*
- 1992-13 Konstgjord grundvattenbildning, *Bertil Sundlöf, Lars Kronqvist*
- 1992-14 Trädrötter och ledningar, *Örjan Ståhl*
- 1992-15 Naturliga system för avloppsrening och resursutnyttjande i tempererat klimat, *HB Wittgren, Kenth Hasselgren*
- 1992-16 Vattenboken – En bok för mellanstadiet om vårt svenska vatten, *Accurat Information AB, VAV*
- 1992-17 Vattenboken – Läroboken, *Accurat Information AB, VAV*
- 1992-18 Utvärdering av VA-FORSK, *Björn Svedinger*
- 1992-19 Hårdgöring av dricksvatten med krita-kolsyra – ett alternativ till kalk-kolsyra, *Dan Göthe, Bertil Israelsson*
- 1993-01 Alternativ va-teknik – Exempelsamling, *Per-Arne Malmqvist, Agneta Samuelsson*
- 1993-02 Luft- och sedimentansamlingar i tryckledningar – Inledande studie, *Lennart Jönsson*
- 1993-03 Algtoxiner i dricksvatten – en undersökning vid två svenska vattenverk samt litteraturstudie, *Heléne Annadotter*
- 1993-04 Simulering av hydrologin inom urbana områden. Metodikmanual – MouseNAM, *Lars-Göran Gustafsson*
- 1993-05 Användning av klordioxid — Reaktorstudier och halter i distributionssystemet vid nio vattenverk, *Mats Lindgren, Einar Pontén*
- 1993-06 Slamspridning på åkermark, *Per-Göran Andersson, Peter Nilsson*
- 1993-07 Analys av tillförselgrad till avloppsverk — svårigheter och möjligheter. Tillämpning på tillrinningen till Tivoliverket i Sundsvall, *Claes Hernebring*
- 1993-08 Indirekt nederbördspåverkan i spillvattensystem, *Hans Bäckman, Björn Marklund, Rune Olsson, Bengt-Lennart Peterson, Tore Wästlin*
- 1993-09 Franska va-driftentreprenader, *Lise-Lotte Nilsson*
- 1993-10 Generell kravspecifikation för styr- och övervakningssystem, *Bengt Zagerholm*
- 1993-11 Va på entreprenad, *Gösta Fredriksson, Bo Lannblad, Bengt Larsson, Åke Mattsson*
- 1993-12 Renovering av avloppsledningar. Riktlinjer för dokumentering och kvalitetskontroll, *Björn Borstad, Inge Faldager, Thomas Johansson*
- 1993-13 Simulering av vattenledningsnät med Piccolo — en utvärdering, *Krister Törneke*
- 1993-14 Drömmen om att allt ska förbli som det var — några reflexioner om konkurrens och strategier för förändring inom va-branschen, *Lennart Hansson, Ola Mattsson*
- 1993-15 Kostnader för drift av avloppsreningsverk, *Peter Balmér, Bengt Mattsson*
- 1993-16 Rötkaammars förmåga att bryta ned organiska föreningar i slam, *Hans Ring*

Övrig Publicering

- Video Vatten och Avlopp för låg- och mellanstadiet, 1991
- Påverkan på vattenkvaliteten i Stångån för utsläpp inom Linköpings tätort, Stadsb 2, 1991
- Plats för regn. VA-FORSK och MOVIUM, 1990
- Klororganiska föreningar från disk- och blekmedel. Naturvårdsverket Rapport 4009, 1992
- Kartläggning av förekomsten av legionella i svenska vattensystem, Bygghälsningsrådet R9:1993
- Förbättrad behandlingsteknik för tvättvatten från bilvårdsanläggningar, IVL B 1093
- Grundvatten — teori och tillämpning, Svensk Byggtjänst, 1993
- Teknisk service i Europa, Svenska Kommunförbundet, 1993
- Video Slamspridning på åkermark, SYSAV Utveckling AB 1994
- En droppe vatten, skolmaterial, UNICEF, 1994
- TV-inspektion av avloppsledningar i mark, VAV P74, sep, 1994

Rapporter utgivna i VA-FORSK-serien – 1995-05-01

- 1994-01 Va-ledningars kondition, *Peter Stahre, Ann-Christin Sundahl, Viveka Lidström*
- 1994-02 Tillämpning av kvicksilverfri COD-analys inom va-tekniken, *Evy Axén, Gregory M Morrison*
- 1994-03 Drifterfarenheter med biologisk kvävereduktion, *Magnus Emanuelsson*
- 1994-04 Bestämning av nitrat i kommunalt avloppsvatten — en metod lämpad för automatiserad övervakning och kontroll, *Christer Björklund, Bo Karlberg, Maikael Karlsson*
- 1994-05 Vattenförbrukningens dygnsvariation, *Lars Nikell*
- 1994-06 Dagvattnets sammansättning, recipientpåverkan och behandling, *Thomas Larm*
- 1994-07 Svavelväteproblem i avloppsledningar — praktiska drifterfarenheter och tillämpbara anvisningar, *Anders Ledskog, Sven-Gunnar Larsson, Bo Göran Lindqvist*
- 1994-08 Konstgjord grundvattenbildning — Processtudier vid inducerad infiltration och bassänginfiltration, *Cristina Frycklund, Gunnar Jacks, Per-Olof Johansson, Kerstin Lekander*
- 1994-09 Desinfektion/oxidation som förbehandling av ytvatten, *Mats Engdahl*
- 1994-10 Kontroll av bräddavlopp, *Bertil Forsberg*
- 1994-11 Dagvattnets sammansättning, *Per-Arne Malmqvist, Gilbert Svensson, Caroline Fjellström*
- 1994-12 Kortbedömning av TV-inspekterade avloppsledningar, *Olle Nilsson, Peter Stahre*
- 1994-13 Utjämningsmagasin. Erfarenheter i svenska avloppsnät, *Rolf Mansfeldt, Mats Andréasson, Bertil Svensson*
- 1994-14 MIKE SHE I Urban Miljö, Tillämpningsexempel Vittskövle, *Stefan Winberg, Lars-Göran Gustafsson, Lars Bengtsson*
- 1994-15 Avskiljare för lätta vätskor och fett, *Fred Nyberg*
- 1994-16 Datorstödd simulering av aktivslamprocessen – Försök vid 5 svenska reningsverk, *Jes la Cour Jansen, Dines Thornberg, Anders Finnson*
- 1995-01 Ringar på vattnet – Va-verken och Agenda 21, *Anna Helmrot, Gunnel Jonsson, Örjan Eriksson*
- 1995-02 Transport av föroreningar i avloppssystem. Beräkningsmöjligheter med MouseTRAP, *Clæs Hernebring, Cecilia Appelgren*
- 1995-03 Alternativa avloppssystem i Bergsjön och Hamburgsund. Delrapport från ECO-GUIDE-projektet, *Per-Arne Malmqvist, Hans Björkman, Majlis Stenberg, Ann-Carin Andersson, Anne-Marie Tillman, Erik Kärrman*