

# Stockholms framtida avloppsrening – MB 3980-15 Komplettering

Bilaga 5 Tekniska och ekonomiska förutsättningar  
för andra begränsningsvärden

**Stockholm 2016-02-05**

## PROMEMORIA

---

**Till:** Nacka Tingsrätt  
 Avdelning Mark- och Miljödomstolen

**Ang:** Komplettering M 3980-15 Bilaga 1

---

### TEKNISKA OCH EKONOMISKA FÖRUTSÄTTNINGAR FÖR ANDRA BEGRÄNSNINGSVÄRDEN

Länsstyrelsens och Naturvårdsverkets begäran om komplettering av Miljökonsekvensbeskrivningen om alternativa begränsningsvärden för fosfor och kväve.

1. Tekniska förutsättningar för att uppnå förslagna och alternativa begränsningsvärden
2. Ekonomiska förutsättningar för att uppnå föreslagna och alternativa begränsningsvärden

	Nuvarande krav	Förslagna begränsningsvärden	Alternativa begränsningsvärden			
P-tot, mg/l	0,3	0,2	0,15	0,10	0,05	
N-tot, mg/l	10	6	5	4	3	2

### BAKGRUND

Processen som valts för Henriksdal baseras dels på hur tillståndet i recipienten påverkas av utsläpp från Henriksdal dels på stadens utveckling med ökad befolkning och behov av nya bostäder. Processlösningen med membran som avskiljning av partiklar är att betrakta som bästa tillgängliga teknik (BAT). Mycket låga halter kan nås med denna teknik. Skärpta krav innebär dock förutom ökade investeringar att resurser som energi och kemikalier måste tillföras i en ökad omfattning.

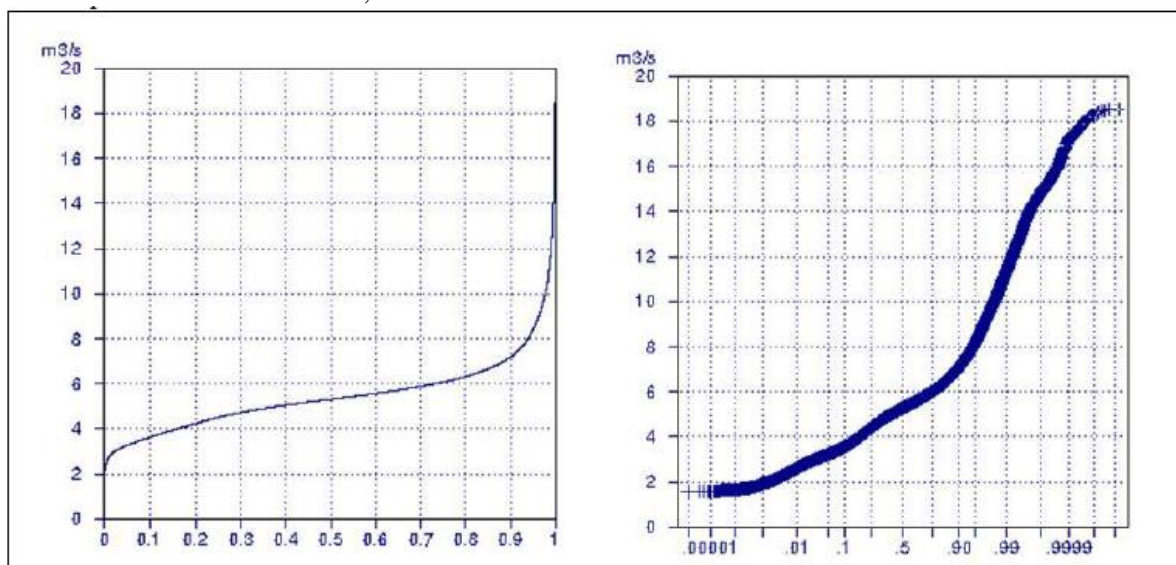
Verksamheten i ett reningsverk är mycket långsiktig. Henriksdal planerades för över 80 år sedan och togs i drift 1942. Att finna en ny lokalisering för ett stort reningsverk är svårt idag och kommer att vara en svårare i framtiden. Verksamheten på Henriksdal kommer därför att fortgå under mycket lång tid framöver. Det finns utrymme i berget för att utveckla verket i framtiden. Det går att öka anslutningen med ytterligare 0,5 miljoner människor. Det finns också utrymme att komplettera reningen för svårnedbrytbara substanser såsom läkemedel. Lämpliga utrymmen i berget är dock begränsade och det är viktigt att dessa används på bästa sätt så att inte onödiga begränsningar uppkommer för kommande generationer att utveckla verksamheten.

### Generell dimensionering

Förutom begränsningsvärdet har reningskravens utformning stor påverkan på processlösning och dimensionering av anläggningen. Generellt kan sägas att ju kortare period som begränsningsvärdet skall beräknas på desto skarpare blir villkoret. Eftersom avloppsrening till skillnad mot annan verksamhet i förväg inte vet vad som kommer in och variationer i flöde och halt är stora blir det orimligt att dimensionera ett reningsverk för att vid varje tidpunkt klara ett visst krav. Verken byggs och drivs istället så att ett medelvärde över en viss tid skall klaras. Strategin är att driva anläggningen så bra som möjligt under gynnsamma perioder, över 90% av tiden, för att väga upp ett sämre resultat under en period med störningar. För totalfosfor och totalkväve så är mängderna så låga att effekten i recipienten påverkas momentant utan först på flera års sikt. Det är därför rimligt att utgå från årsmedelvärden och mängd per år vid beräkning av begränsningsvärden. För ammoniumkväve som har en mer direkt påverkan på recipienten vår och sommar kan finnas skäl att ha särskilt krav under denna period. Ammonium är sannolikt den enskilda parameter som har störst påverkan på den ekologiska statusen, Se Bilaga 2

### Flöden

Flödet till Henriksdal varierar från under 2 m<sup>3</sup>/s nattetid under lågflöde till ca 19 m<sup>3</sup>/s vid maxflöde. Nedan visas en kvantilgraf över flödet år 2040. Från figuren kan utläsas att 90% av flödet år 2040 understiger ca 7 m<sup>3</sup>/s, 99% understiger ca 11 m<sup>3</sup>/s och det maximala flödet uppgår till strax över 18 m<sup>3</sup>/s. Att utforma en anläggning för att allt vatten skall renas fullständigt i alla reningssteg innebär att dessa behöver dimensioneras för maximalt flöde. Eftersom dessa höga flöden utgör en liten mängd av det totala flödet och under en liten tid är det bättre att flödet delas upp i en huvuddel som behandlas fullständigt och en liten del som behandlas i en separat högflödesrening. För Henriksdal har maximalt dimensionerande flöde valts till 19 m<sup>3</sup>/s varav 10 m<sup>3</sup>/s maximalt går genom biologisk rening med membran och 9 m<sup>3</sup>/s vid högflöden går direkt på filter. Flöden över 10 m<sup>3</sup>/s förekommer i detta exempel ca 3% av tiden och motsvarar 2,2% av det totala årsflödet.



Figur 4-3: Beräknad kvantilgraf över flöden för år 2040.

Processutformningen av ett ombyggt och utbyggt Henriksdal framgår av den tekniska beskrivningen i tillståndsansökan. Processen består i huvuddrag av förfällning, försedimentering följt av en biologisk rening med nitrifikation, för- och efterdenitrifikation, simultanfällning samt slamseparering med membran. Höga flöden över 10 m<sup>3</sup>/s renas i ett separat filtersteg.

## Reningsprocessen

Processen med membran är en av de tillgängliga tekniker som är bäst på att nå låga utsläppsvärden, WERF ”Application of Membrane Bioreactor Design Process for Achieving Low Effluent Nutrient Concentrations” 2015. I rapporten redovisas undersökningar från ett antal verk i USA som når värden på kväve under 3 mg/l och fosforhalter under 0,1 mg/l. Gemensamt för dessa verk är utsläppet sker i mycket känsliga recipienter där reningsverket har stor påverkan. Reningskraven är inte begränsningsvärde över en viss tid utan har en annan utformning där vissa värden ej medräknas.

Hela reningsprocessen har sedan september 2014 testats i pilotskala i Hammarby Sjöstadverket. Resultaten efter försöksdriften visar att det renade vattnet i stort sett är partikelfritt.

För kväve har ammoniumhalten varit låg under hela perioden. Nitrathalten styrs av mängden doserad kolkälla och återförd nitrat från membranbassängen. Nitrathalten kan hållas låg vid hög dosering av metanol och en ökad energiförbrukning för luftning. En kvävefraktion som inte påverkas av processen är ej nedbrytbart organiskt kväve på ca 1-2 mg/l.

Den partikelbundna fosfor i utgående vatten efter membran har under hela perioden varit låg. En svårighet har varit att hålla den lösta fosfor på en låg nivå. Med en långtgående kväverening löses fosfor ut och måste fällas ut på nytt med fällningskemikalier. Styrningen av denna dosering är känslig. Doseras för mycket fällningskemikalier uppstår beläggningar på membranerna som måste tvättas bort med kemikalier. Ett skarpare krav på fosfor innebär högre dos fällningskemikalie och mer frekvent tvättning. Kemikalieförbrukningen ökar därmed. Fosforhalten har under försöken legat på 0,1-0,2 mg/l. En risk annan med för långtgående fällning i biosteget är brist på tillgänglig fosfor för mikroorganismerna och en konsekvens av detta kan bli dosering av fosforsyra.

För att säkerställa att begränsningsvärdet klaras behöver hänsyn tas förutom till de 98% av flödet som passerar biosteget även hänsyn till de 2% som renas i högflödes rening. Dessutom behövs en marginal för att hantera driftstörningar.

## Alternativa begränsningsvärden på kväve

Kvävet har delats upp i fyra poster som tillsammans ger den halt som skall klaras enligt kraven.

1. *Ej nedbrytbart organiskt kväve.* Kväve som ej påverkas av reningsprocessen och som i medeltal ligger på 1,2 mg/l på Henriksdal.
2. *Ammonium och nitratkväve i biologiskt renat vatten.* Nitrifikationen kommer att i stort sett vara fullständig i alla alternativ. För kravet 6 mg/l kan viss del av kvävet nitrifieras i membrantanken vilket spar energi och metanol eftersom en större del av anläggningen kan utnyttjas för fördenitrifikation med avloppsvattnet som kolkälla. Denitrifikationen styrs av mängden doserad metanol.
3. *Högflödesrenat vatten.* Anläggningen är dimensionerad så att huvuddelen av flödet renas biologiskt. En mindre mängd 2-3% renas i föreslagen anläggning i en högflödesrening utan särskild kväverening. Denna delström bidrar till det totala utsläppet av kväve med ca 0,5 mg/l. För krav på 3 och 2 mg/ behöver även denna delström renas från kväve.
4. *Säkerhetsmarginal.* För att under alla omständigheter klara uppställda krav behövs en säkerhetsmarginal mot kravet. Anläggningen behöver kunna drivas med ett lägre börvärde för att ha marginal till olika störningar. För föreslagen anläggning har säkerhetsmarginalen satts till drygt 1 mg/l. Med denna marginal bedöms extrema år

## Bilaga 5 SNV, Lst

med höga flöden och ogynnsam temperatur samt olika driftsstörningar kunna hanteras. Ju lägre kravet är desto större inverkan har en störning på medelvärdet samtidigt som det är svårare att komma i kapp. Om säkerhetsmarginalen är för låg kan inte kravet klaras under alla förhållanden.

I nedanstående tabeller visas dessa poster för de olika kravnivåerna samt åtgärder och kostnader för dessa

**N-tot**

<b>Krav N-tot</b>	<b>Ej nedbrytbart organiskt kväve</b>	<b>NH<sub>4</sub>+NO<sub>3</sub> i biorenat</b>	<b>Bidrag högflödesrenat</b>	<b>Säkerhetsmarginal</b>	<b>Tillkommande CO<sub>2</sub> av metanol</b>	<b>Processval</b>
<b>mg/l</b>	<b>mg/l</b>	<b>mg/l</b>	<b>mg/l</b>	<b>mg/l</b>	<b>1000 ton/år</b>	
<b>6</b>	1,2	3	0,5	1,3	4,0	Föreslagen anläggning
<b>5</b>	1,2	2	0,5	1,3	5,8	Ökad dosering kolkälla och energi, ökad redundans maskinell utrustning
<b>4</b>	1,2	1	0,5	1,3	7,5	Ökad dosering kolkälla och energi, ökad redundans maskinell utrustning
<b>3</b>	1,2	1	0,2	0,6	9,2	Ökad dosering kolkälla och energi, ökad redundans maskinell utrustning. Investering utbyggt biosteg för högre maxflöde. Villkoren endast gäller under "normala" förhållanden
<b>2</b>	1,2	0,8	0	0	11,8	Allt genom biologi. Kan ej klaras utan att det organiska kvävet ej medräknas och att villkoren endast gäller under "normala" förhållanden

Bilaga 5 SNV, Lst

<b>Krav N-tot</b>	<b>Investering</b>	<b>Drift</b>			<b>Totalt</b>
<b>mg/l</b>	kr/m <sup>3</sup> kr/kg N	mkr/år	kr/m <sup>3</sup>	kr/kg N	kr/kg N
<b>5</b>	Metanoltankar, membran, instrument. Investering 100 mkr 0,05 50	5,8	0,03	32,1	82,1
<b>4</b>	Metanoltankar, membran, instrument mm. Investering 200 mkr 0,1 50	10,5	0,06	29,3	79,3
<b>3</b>	Ökad kapacitet biosteget, 3 m <sup>3</sup> /s. Investering 1,5 miljarder. 0,75 250	15,3	0,09	28,4	278,4
<b>2</b>	Dubbling biosteget, 9 m <sup>3</sup> /s. Investering 5 mijarder 2,5 625	22,0	0,12	30,6	655,6

### **Alternativa begränsningsvärden på fosfor**

Fosfor har delats upp i fyra poster som tillsammans ger den halt som skall klaras enligt kraven.

1. *Partikulär fosfor.* Det biologiskt renade vattnet är fritt från partikulär fosfor.
2. *Löst fosfor i biologiskt renat vatten.* Med lång slamålder och långtgående kvävereduktion löses fosfor ut i den biologiska processen. Mekanismerna för detta är inte helt kända. För att nå låga halter behövs förutom en förfällning dosering av fällningskemikalier i biosteget. För att inte riskera fosforbrist för mikroorganismerna behöver doseringen styras efter halten löst fosfor. Denna styrning är känslig och störningar kan lätt inträffa.
3. *Högflödesrenat vatten.* Anläggningen är dimensionerad så att huvuddelen av flödet renas fullständigt. En mindre mängd 2-3% renas i föreslagen anläggning i en högflödesrening med fällning och filtrering. Denna delström bidrar till det totala utsläppet av fosfor med ca 0,01 mg/l.
4. *Säkerhetsmarginal.* För att under alla omständigheter klara uppställda krav behövs en säkerhetsmarginal mot kravet. Anläggningen behöver kunna drivas med ett lägre börvärde för att ha marginal till olika störningar. För föreslagen anläggning är säkerhetsmarginalen 0,06 mg/l. Med denna marginal bedöms extrema år med höga flöden och ogynnsam temperatur samt olika driftsstörningar kunna hanteras. Ju lägre kravet är desto större inverkan har en störning på medelvärdet samtidigt som det är svårare att komma i kapp. Om säkerhetsmarginalen är för låg kan inte kravet klaras under alla förhållanden.

I nedanstående tabell visas dessa poster för de olika kravnivåerna samt åtgärder och tillkommande kostnader för dessa.



Krav P-tot	Partikulär fosfor	Löst fosfor	Bidrag högflödesrenat	Säkerhetsmarginal	Processval	Drift	Investering	Totalt	
mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l		Mkr/år	Mkr/år	Mkr/år	kr/kg/P
<b>0,2</b>	0	0,13	0,01	0,06	Föreslagen anläggning				
<b>0,15</b>	0	0,1	0,01	0,04	Ökad dosering fällningskemikalie, ökad rengöring membran	6		6	800
<b>0,1</b>	0	0,08	0,01	0,01	Kan ej klaras utan att villkoren endast gäller under "normala" förhållanden.	12		12	800
<b>0,05</b>	0	0,05	0	0	Annan processlösning krävs. Membranfilter på hela flödet. Kan ej klaras utan att villkoren endast gäller under "normala" förhållanden.	10	135	145	6500