

LIDKÖPINGS NYA AVLOPPSRENINGSVÄRK – SPRIDNING OCH SPÄDNING FRÅN UTSLÄPPSPUNKT



SLUTRAPPORT
2017-04-12

UPPDRAG

273084, Lidköping nya ARV utsläpp

Titel på rapport:

LIDKÖPING NYA AVLOPPSRENINGSVVERK – SPRIDNING OCH SPÄDNING
FRÅN UTSLÄPPSPUNKT

Status:

Slutrapport

Datum:

2017-04-12

MEDVERKANDE

Beställare:

Lidköpings kommun

Kontaktperson:

Pernilla Bratt (Lidköpings kommun) och Petter Gustafsson (Sweco)

Konsult:

Tyréns AB

Uppdragsansvarig:

Anna Karlsson

Handläggare:

Anna Karlsson, Efe Saglam

Kvalitetsgranskare:

Maria Aneljung

REVIDERINGAR

Revideringsdatum

2017-04-12

Version:

1.2

Initialer:

Ako

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1	INLEDNING.....	5
2	SYFTE OCH GENOMFÖRANDE	6
3	UNDERLAG	7
	3.1 DJUPDATA	7
	3.2 LIDAN	7
	3.3 UTSLÄPP	9
4	METODIK	10
	4.1 NY UTSLÄPPSPUNKT LIDAN	10
	4.2 SPRIDNING OCH SPÄDNING AV RENAT AVLOPPSVATTEN I KINNEVIKEN	10
	4.2.1 VATTENSTRÖMMAR I KINNEVIKEN	10
	4.2.2 VATTENKVALITET	10
5	RESULTAT.....	12
	5.1 UTSLÄPPSPUNKT LIDAN	12
	5.2 SPRIDNING OCH SPÄDNING AV RENAT AVLOPPSVATTEN I KINNEVIKEN	19
	5.3 PÅVERKAN PÅ VATTENKVALITETEN FRÅN RENAT AVLOPPSVATTEN	24
	5.3.1 E. COLI	24
	5.3.2 KVÄVE	27
6	SLUTSATSER OCH DISKUSSION.....	29
7	REFERENSER.....	32

1 INLEDNING

Lidköpings kommun avser bygga ett nytt reningsverk i Kartåsskogen. I samband med detta blir det också aktuellt att titta på en ny utsläppspunkt för renat avloppsvatten som föreslås ligga ca 3 km uppströms i Lidan. Dagens utsläppspunkt ligger i Lidans nedre del, nära mynningen i hamnområdet. Nuvarande placering av utsläppspunkt samt förslag till framtida utsläppspunkt visas i Figur 1.

Vid ett samråd med Länsstyrelsen 1/12 2016 framkom önskemål om svar på ett antal frågor kring den nya utsläppspunkten för renat avloppsvatten.

De frågor som Länsstyrelsen bl.a. önskade få belysta var följande:

1. Riskerar någon av kvalitetsfaktorerna för Lidan att försämrats med den nya utsläppspunkten?
2. Vad händer i ett framtida klimat?
3. Hur blir spridningsbilden med den nya utsläppspunkten?
4. Kan man gå längre ut i Kinnevikens med en ny utsläppspunkt?

Tidigare har ett antal utredningar genomförts kring ett nytt läge för avloppsreningsverkets utsläpp av renat avloppsvatten, se ref. /1/, /2/ och /3/. Dessa utredningar gäller dels spridnings- och spädningsberäkningar i Kinnevikens, men även i Lidan, dock med andra flöden och utsläppskrav från reningsverket än vad som nu föreslås. Tyréns har därför fått i uppdrag att titta närmare på spridning och spädning från en ny utsläppspunkt i Lidan med de flöden och halter av kväve och fosfor som man avser ansöka tillstånd för.



Figur 1 Utsläppspunkter i Lidan.

2 SYFTE OCH GENOMFÖRANDE

Syftet med denna studie är att visa vilken påverkan avloppsvattnet från det nya reningsverket kommer att ha på Lidan och i Kinnevikens i förhållande till dagens situation.

I tidigare studier har ett högre flöde från avloppsreningsverket använts än vad man nu vill ansöka för samt andra gränsvärden för bl.a. kväve och fosfor.

Nedan listas de huvudsakliga momenten i projektets genomförande:

- Den nya förslagna utsläppspunkten i Lidan värderas med hjälp av ett verktyg för spädningsberäkning i vattendrag, CORMIX¹. Utspädningen beräknas och sätts i relation till de bakgrundshalter av kväve och fosfor som råder idag. Resultaten kan sedan användas för att värdera hur miljö kvalitetsnormerna, MKN, för Lidan påverkas av den nya utsläppspunkten.
- Hur den nya utsläppspunkten i Lidan påverkar vattenkvaliteten i Kinnevikens, jämfört med dagens utsläppspunkt och flöden/halter, värderas översiktligt med hjälp av en tredimensionell beräkningsmodell som tidigare använts för ett flertal studier i området.
- Utifrån beräkningsresultaten från denna studie samt tidigare studier diskuteras alternativa utsläppspunkter i Kinnevikens samt ev. effekter av ett förändrat framtida klimat.

¹ www.mixzon.com

3 UNDERLAG

3.1 DJUPDATA

Tillgängliga data för beräkningar av spridning och spädning i denna rapport har varit

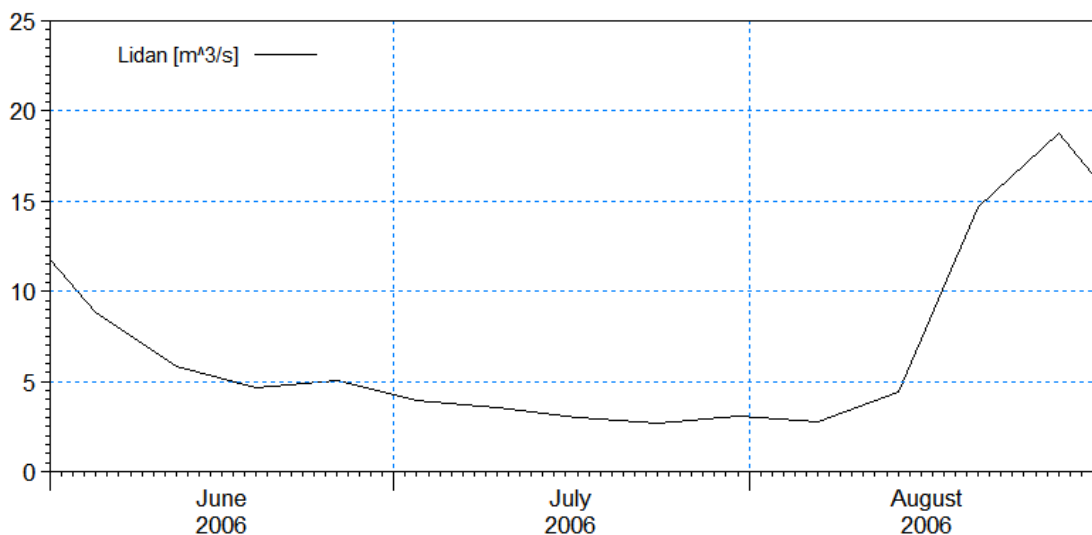
- Sjökortdata från Kinnevikens
- Detaljerad sjömätning av Lidan som MMT har utfört på uppdrag av Sweco.

3.2 LIDAN

Lidan mynnar i Kinnevikens, Vänern och vattenföringen kan variera kraftigt över året. I Tabell 1 visas flödesstatistik från 1981-2010 och uppgifterna kommer från SMHI:s vattenwebb². Medelvattenföringen ligger runt 20 m³/s. För spridningsberäkningarna i Kinnevikens har data från sommarperioden 2006 använts (Figur 2). Dessa data är samma som använts i alla de tidigare utredningarna. Under denna period förekom flöden som varierade mellan MLQ och MQ.

Tabell 1 Vattenföring i Lidan, delavrinningsområde 4315. Flödesstatistik 1981-2010. Uppgifter från Vattenwebb. Lägsta lågvattenföring (LLQ) har Tyréns beräknat baserat på den tillgängliga perioden 2001-2015.

Flöde	Total stationskorrigerad vattenföring [m ³ /s]
HQ50	179
HQ10	143
HQ2	102
MHQ	106
MQ	20
MLQ	3
LLQ	1.3



Figur 2 Veckomedelvärde av flödet i lidan juni-augusti 2006.

För perioden 2001-2015, dvs. en femton år lång period, har en graf som visar flödets fördelning tagits fram, se Figur 3, för att visa på hur ofta förekommande ett visst flöde är. Lägsta flödet under perioden (LLQ) var 1.3 m³/s och det högsta 170 m³/s.

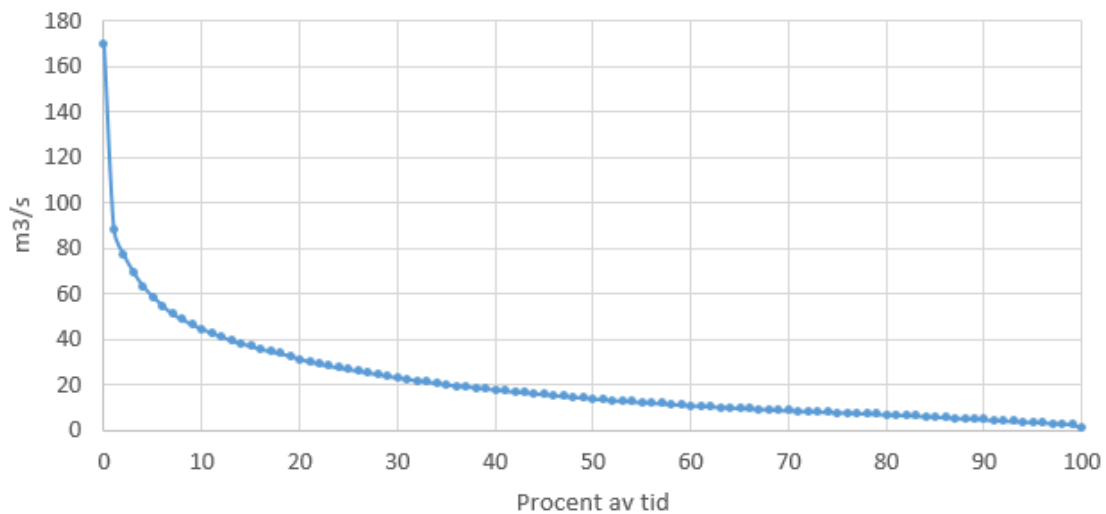
² <http://vattenwebb.smhi.se/>

För att kunna bedöma vattenkvaliteten är varaktighet ett en viktig faktor. Hur långa är perioderna med låga flöden och hur ofta förekommer de?

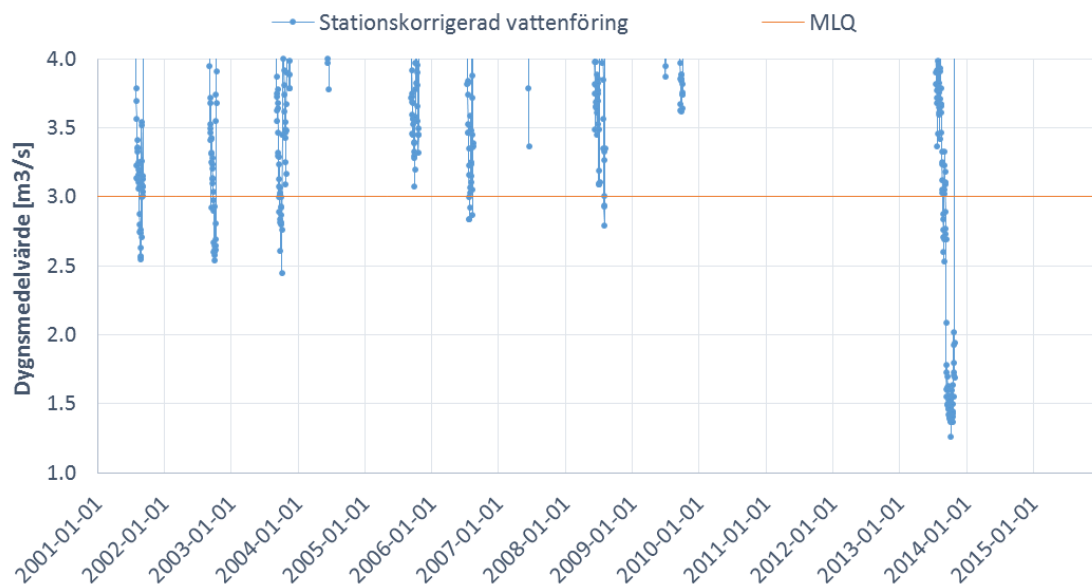
MLQ är ett mycket lågt flöde som överskrids 98 % av tiden åren 2001-2015. Två procent av tiden är flödet lägre, det är sammanlagt ca 100 dagar av totalt 5478 dagar. Dessa dagar med låga flöden fördelar sig olika men hänger ofta ihop. Under dessa 17 år finns det 7 perioder då flödet understiger MLQ:

- Två perioder är 3 dagar långa
- Fyra perioder är 7, 9, 11 resp. 14 dagar långa
- En period är 51 dagar lång. Denna period uppmättes LLQ=1.3 m³/s.

Det finns alltså perioder med låga flöden men de är mycket få i tiden.



Figur 3 Fördelning av Lidans flöde perioden 2001-2015. Procent av tid som ett visst flöde överskrids.



Figur 4 Perioder med flöden lägre än 4 m³/s åren 2001-2015. Medellågavttenföring 3 m³/s är markerat med ett streck i figuren.

Som underlag för spridningsberäkningarna och resulterande koncentrationer i Lidan har bakgrundshalter av kväve och fosfor enligt Tabell 2 använts. Halterna baseras på 3 års mätdata, åren 2013-2015, från provpunkt 590 vid bro över väg 44.

Tabell 2 Medelvärde och standardavvikelse av uppmätta kväve- och fosforhalter i Lidan, provpunkt 590 vid bro över väg 44.

Halt	TotalKväve [mg/l]	TotalFosfor [mg/l]	NH4-N [mg/l]
Medelvärde	2.26	0.077	0.088
Standardavvikelse	1.28	0.071	0.084

3.3 UTSLÄPP

Flödet från avloppsreningsverket i Lidköping har erhållits av kommunen som dygnsmedelflöde. Lidköpings avloppsreningsverk (hädanefter refererat till som ARV) släpper idag ut ca 11 000 m³ renat avloppsvatten per dygn i Kinnevik, vilket motsvarar ca 4 015 000 m³/år. Det nya reningsverkets flöde förväntas öka till 14 900 m³/dygn (+35 %) till följd av att dess kapacitet utökas.

Idag har Lidköpings ARV ett utsläppskrav på totalkvävehalt på 15mg/l som årsmedelvärde. Genom att sänka gränsvärdet till 10 mg/l skulle man teoretiskt sett årligen kunna minska belastningen på recipienten med ca 6 ton kväve i framtiden trots att ARV-flödet ökar med 35 %. Se Tabell 3 för en sammanfattning av flödesinformation från reningsverket för nuvarande respektive framtida verk samt kvävemängder och E.coli koncentrationer som använts i denna studie.

Flödet från reningsverket är den enda källan till kväve och E.coli i simuleringarna. Erfarenhetsmässigt schablonvärde används för E.coli-koncentrationer, se ref./2/.

I Tabell 4 visas de halter av kväve, fosfor och BOD som är kopplade till ansökan om framtida tillstånd.

Tabell 3 Dagens ARV-flöde från befintlig och nytt reningsverk. Kvävemängder är kopplade till flödet.

Scenario	ARV-flöde [m ³ /dygn]	Kväve [mg/l]	Kväve [ton/år]	Koncentration E.coli [1/100 ml]
Nuvarande ARV	11 000	15.0	60.2	100 000
Framtida ARV	14 900	10.0	54.4	100 000

Tabell 4 Kväve-, fosfor-, ammoniumkväve- och BOD-halter kopplat till sökt tillstånd.

Halt	TotalKväve [mg/l]	TotalFosfor [mg/l]	NH4-N [mg/l]	BOD
Gränsvärde	10	0.2	3	10
Produktionsmål	6	0.1	2	6

4 METODIK

4.1 NY UTSLÄPPSPUNKT LIDAN

För beräkning av spädning och resulterande halter av kväve och fosfor i Lidan används en beräkningsmodell, CORMIX, som bl.a. beskriver utsläppets initiala fas och den omedelbara utspädning som sker i anslutning till utsläppspunkten. Modellen beräknar hur utsläppet beter sig i ett väl avgränsat område till följd av de utsläppsförhållanden som råder (djup, position, flöde m.m.).

För den nya föreslagna utsläppspunkten i Lidan (se Figur 1) har spädning och resulterande halt av totalkväve, totalfosfor och ammoniumkväve beräknats. Följande antagen har gjorts:

- Lidan approximeras med en kanal där bredden är 50 m och djupet är 3.5 m.
- Utsläppet sker genom ett rör med 1000 mm i diameter.
- Utsläpp direkt genom röret sker på 1 m djup ca 5 m från strandkanten.
- Det renade avloppsvattnet antas ha samma temperatur som Lidan.
- Beräkningarna har genomförts för ett framtida dimensionerande dygnsflöde på 14 900 m³.

4.2 SPRIDNING OCH SPÄDNING AV RENAT AVLOPPSVATTEN I KINNEVIKEN

4.2.1 VATTENSTRÖMMAR I KINNEVIKEN

För att beskriva strömningsförhållanden i Kinnevikens har en numerisk beräkningsmodell satts upp i modellverktyget MIKE 3 FM. Beteckningen FM står för Flexible Mesh vilket innebär att beräkningsnätet kan varieras med hög detaljeringsgrad i specifika intresseområden och med lägre detaljeringsgrad i mindre intressanta områden. Kinnevikens vattenvolym delas in ett antal beräkningsceller i vilka ström, vattenstånd, temperatur, densitet, lösta ämnens koncentrationer m.m. beräknas. Beräkningsnätet anpassas till detaljer i strandlinjen, konstruktioner, aktuella bottendjup m.m. Modellen tar bl.a. hänsyn till;

- Densitetsskiktning utifrån temperaturskiktning
- Densitetsdriven strömning
- Vindens drivning på ytan
- Strömning orsakad av vattenståndsvariationer
- Tillflöden och utsläpp från land
- Värmeutbyte med atmosfären
- Turbulens och corioliskraft

Modellen drivs av meteorologiska data såsom vind, samt av vattenståndsvariationer och flöden in i området. Indata för vind (station, vindrosor, osv.) finns sedan tidigare närmare beskriven i bilaga D i ref. /2/. På randen mot Vätern drivs modellen av uppmätt vattenstånd från SMHI och vattentemperatur från råvattenintaget. Även vattenföringen från Lidan till Kinnevikens är med i modellen som veckomedelvärde.

Modellen har körts för (sen-)sommarperioden 2006 (1/7-1/10).

4.2.2 VATTENKVALITET

Avloppsreningsverkets flöde har lagts in som en källa för respektive utsläppspunkt i modellen. Ett spårämne med koncentrationen $c=1$ mg/l har ansatts i utgående vatten från avloppsreningsverket. Spridningen av ett ämne har simulerats med hjälp av en tilläggsmodul i MIKE 3 FM kallad Transport (AD). I TR-modulen beräknas blandning och transport av lösta ämnen utifrån strömfältet. På detta sätt kan det renade avloppsvattnet märkas och resultaten visar hur det sprids och späds i Kinnevikens.

Förutom en generell spridning och spädning av avloppsreningsverkets renade avloppsvatten har en beräkning av spridningen av indikatorbakterier gjorts. Indikatorbakterien *E. coli* bryts ner och dör i vatten. Denna avdödning kan beskrivas såsom en linjär nedbrytning med en

nedbrytningshastighet om ca $0,25 \text{ dag}^{-1}$ i sötvatten (ref./5/). I AD-modulen har en linjär nedbrytning av bakterierna som anges i enheten per sekund ansatts.

Även tillskottet av kväve till Kinneviken har beräknats. Från ref./4/ har en bakgrundshalt för kväve på 0.8 mg/l ansatts i Kinneviken, motsvarande den uppmätta halt kväve som förekommer naturligt i södra Vänern. Tillförd halt kväve från avloppsreningsverket är 15 mg/l för dagens flöde respektive 10 mg/l för framtida flöde.

5 RESULTAT

5.1 UTSLÄPPSPUNKT LIDAN

I Tabell 6 till Tabell 11 samt Figur 5 till Figur 11 redovisas resultaten från spädningsberäkningarna med CORMIX. Vattenföringen i Lidan har varierats mellan medelhögvattenföring (MHQ) medelvattenföring (MQ), medellågvattenföring (MLQ) och ett lägsta lågvattenflöde (LLQ) enligt Tabell 1.

För kväve och fosfor har två olika utsläppshalter använts; ett gränsvärde och ett produktionsmål. Spädningsgraden och resulterande halt redovisas på tre olika avstånd från utsläppspunkten:

1. 100 m nedströms utsläppspunkten. I närområdet domineras inblandningen av omgivande vatten av utsläppets egenskaper. Dessa styrs bl.a. av utsläppsanordningen. Därefter styrs spädningen helt av omgivningsförhållandena.
2. 500 m nedströms utsläppspunkten. Detta är den s.k. blandningszonens³ nedre gräns för vattendraget, beräknat som vattendragets bredd gånger 10 (50m *10).
3. Avstånd då maximal spädning har uppnåtts och därmed minsta halt i plymen uppnåtts. Detta kan inträffa på olika avstånd från utsläppspunkten.

Eftersom utsläppet sker i ett strömmande vattendrag blir Lidans vattenföring i kombination med utsläppsflödet begränsande för hur stor spädningen kan bli.

Spädningen S, den teoretiska utspädningsgraden beräknas enligt:

$$S = (QA/Q0) + 1.0$$

Där QA är Lidans vattenföring och Q0 är utsläppsflödet. Ju större vattenföring i Lidan desto större utspädning är möjlig, se Tabell 5.

Tabell 5-Tabell 11 och Figur 5-Figur 11 visar resultaten från beräkningarna med utsläpp genom ett 1000 mm rör för kväve resp. fosfor. Hur snabbt utspädningen sker styrs av vattenföringen i Lidan i kombination med utsläppsanordningens utformning och utsläppsflödet. Den största spädningen sker inom de första 100 metrarna från utsläppspunkten, därefter avtar utspädningen vilket tydligt ses i figurerna med koncentrationskurvor.

Ca 3 km nedströms utsläppspunkten, där Lidan mynnar i Kinneviken, har maximal spädning och därmed minsta halt av det utsläppta vattnet uppnåtts för MLQ till MHQ. För LLQ är flödet i Lidan så pass lågt att maximal utspädning nås redan efter 700 m. För flöden från medelvattenföring och uppåt är halterna väldigt nära bakgrundshalten och inom den normala variationen för både totalfosfor och totalkväve oavsett utsläppskoncentration. För medellågvattenföring är halterna lite högre men ligger också precis inom den normala variationen.

Tabell 5 *Maximal teoretisk spädning av renat avloppsvatten från ett nytt verk baserat på olika vattenföringar i Lidan.*

Flöde	MHQ	MQ	MLQ	LLQ
Teoretisk maximal utspädning (ggr)	617.3	117.3	18.4	8.6

³ Technical Background Document on Identification of Mixing Zones. CIS-WFD, December 2010.

Tabell 6 Beräknad spädning och resulterande halt för kväve vid fyra olika vattenföringar i Lidan och för utsläppsvillkor 10 mg/l.

Utsläppsfall rörmynning Kväve 10 mg/l	MHQ	MQ	MLQ	LLQ
Utspädning 100m nedströms [ggr]	84.9	21.1	8.9	7.7
Halt 100m nedströms [mg/l]	2.35	2.63	3.13	3.27
Utspädning blandningszon [ggr]	125.3	38.8	12.4	8.5
Halt blandningszon [mg/l]	2.32	2.46	2.88	3.17
Utspädning max [ggr]	257.3	66.7	18.2	8.6
Halt min [mg/l]	2.29	2.38	2.69	3.16
Sträcka utspädning max [m]	3600	3600	3600	700

Tabell 7 Beräknad spädning och resulterande halt för kväve vid fyra olika vattenföringar i Lidan och för produktionsmål 6 mg/l.

Utsläppsfall rörmynning Kväve 6 mg/l	MHQ	MQ	MLQ	LLQ
Utspädning 100m nedströms [ggr]	84.9	21.1	8.9	7.7
Halt 100m nedströms [mg/l]	2.30	2.44	2.68	2.75
Utspädning blandningszon [ggr]	125.3	38.8	12.4	8.5
Halt blandningszon [mg/l]	2.29	2.36	2.56	2.70
Utspädning max [ggr]	257.3	66.7	18.2	8.6
Halt min [mg/l]	2.27	2.32	2.47	2.69
Sträcka utspädning max [m]	3600	3600	3600	700

Tabell 8 Beräknad spädning och resulterande halt för ammoniumkväve vid fyra olika vattenföringar i Lidan och för utsläppsvillkor 3 mg/l.

Utsläppsfall rörmynning NH ₄ -N 3 mg/l	MHQ	MQ	MLQ	LLQ
Utspädning 100m nedströms [ggr]	84.9	21.1	8.9	7.7
Halt 100m nedströms [mg/l]	0.124	0.228	0.417	0.468
Utspädning blandningszon [ggr]	125.3	38.8	12.4	8.5
Halt blandningszon [mg/l]	0.113	0.165	0.325	0.432
Utspädning max [ggr]	257.3	66.7	18.2	8.6
Halt min [mg/l]	0.101	0.134	0.250	0.428
Sträcka utspädning max [m]	3600	3600	3600	700

Tabell 9 Beräknad spädning och resulterande halt för ammoniumkväve vid fyra olika vattenföringar i Lidan och för produktionsmål 2 mg/l.

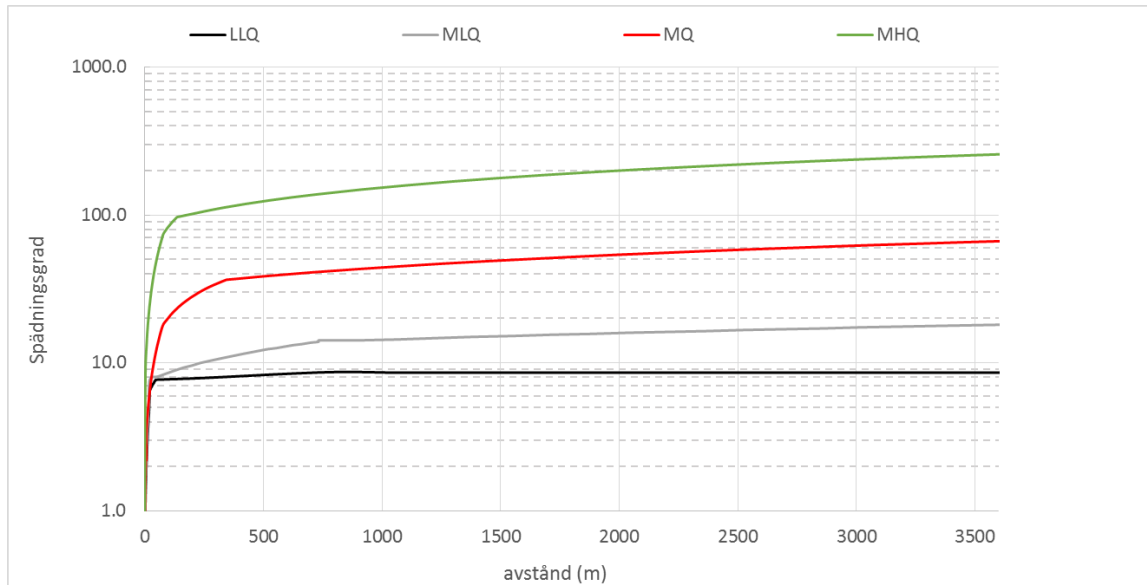
Utsläppsfall rörmynning NH4-N 2 mg/l	MHQ	MQ	MLQ	LLQ
Utspädning 100m nedströms [ggr]	84.9	21.1	8.9	7.7
Halt 100m nedströms [mg/l]	0.112	0.181	0.305	0.338
Utspädning blandningszon [ggr]	125.3	38.8	12.4	8.5
Halt blandningszon [mg/l]	0.105	0.139	0.244	0.315
Utspädning max [ggr]	257.3	66.7	18.2	8.6
Halt min [mg/l]	0.097	0.119	0.195	0.312
Sträcka utspädning max [m]	3600	3600	3600	700

Tabell 10 Beräknad spädning och resulterande halt för fosfor vid fyra olika vattenföringar i Lidan och för utsläppsvillkor 0.2 mg/l.

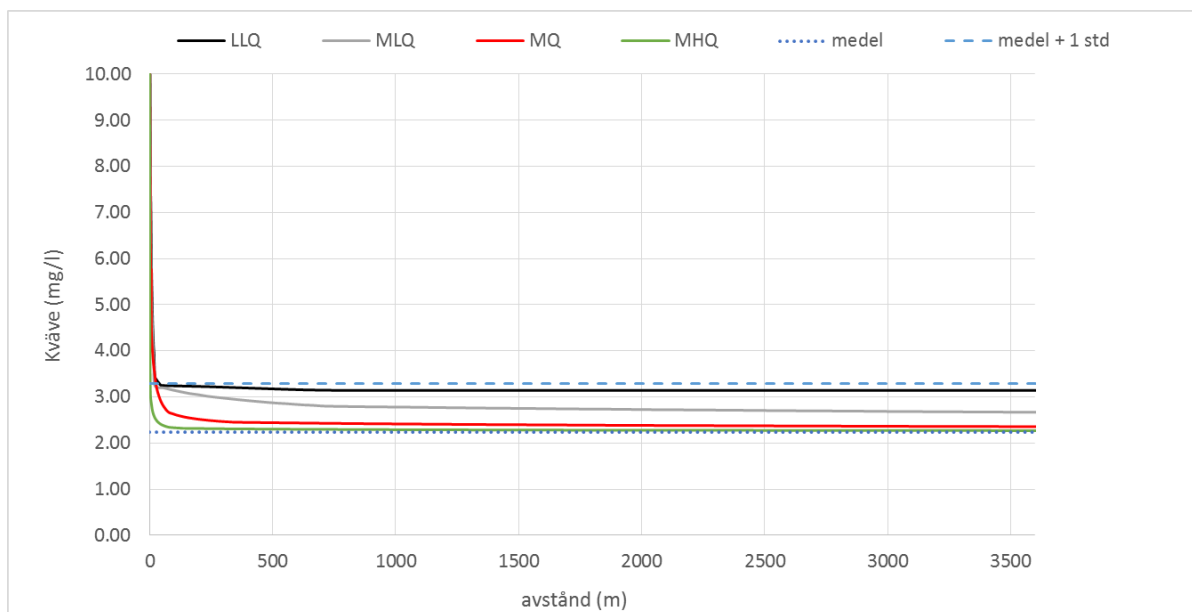
Utsläppsfall rörmynning Fosfor 0.2 mg/l	MHQ	MQ	MLQ	LLQ
Utspädning 100m nedströms [ggr]	84.9	21.1	8.9	7.7
Halt 100m nedströms [mg/l]	0.078	0.083	0.091	0.093
Utspädning blandningszon [ggr]	125.3	38.8	12.4	8.5
Halt blandningszon [mg/l]	0.078	0.080	0.087	0.091
Utspädning max [ggr]	257.3	66.7	18.2	8.6
Halt min [mg/l]	0.077	0.079	0.084	0.091
Sträcka utspädning max [m]	3600	3600	3600	700

Tabell 11 Beräknad spädning och resulterande halt för fosfor vid fyra olika vattenföringar i Lidan och för produktionsmål 0.1 mg/l.

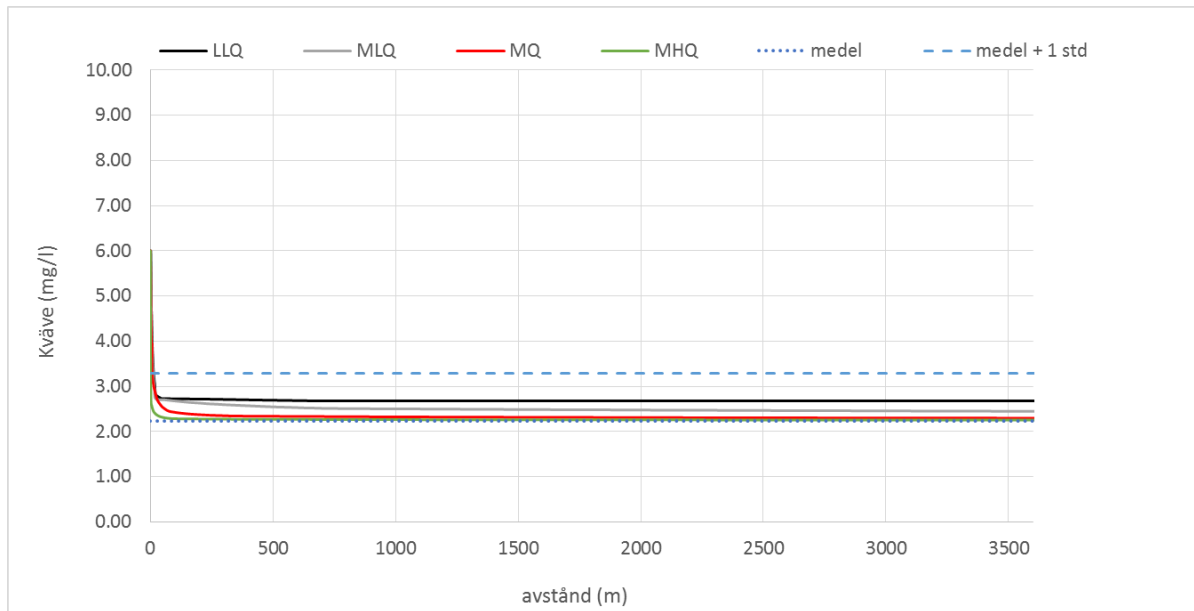
Utsläppsfall rörmynning Fosfor 0.1 mg/l	MHQ	MQ	MLQ	LLQ
Utspädning 100m nedströms [ggr]	84.9	21.1	8.9	7.7
Halt 100m nedströms [mg/l]	0.077	0.078	0.080	0.080
Utspädning blandningszon [ggr]	125.3	38.8	12.4	8.5
Halt blandningszon [mg/l]	0.077	0.078	0.079	0.080
Utspädning max [ggr]	257.3	66.7	18.2	8.6
Halt min [mg/l]	0.077	0.077	0.078	0.080
Sträcka utspädning max [m]	3600	3600	3600	700



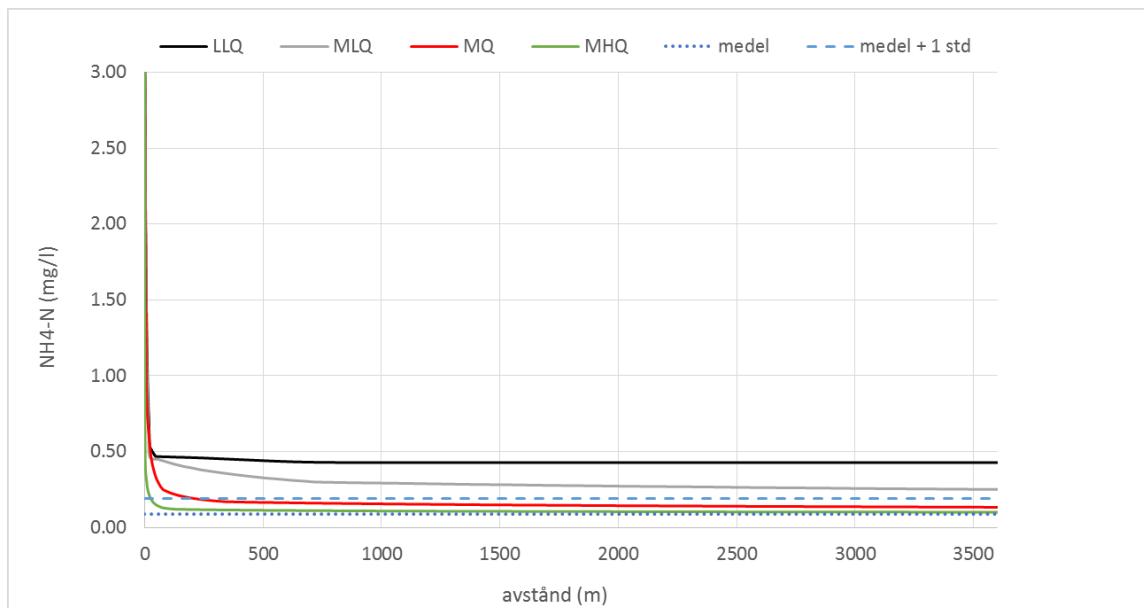
Figur 5 Sprädningsgrad på olika avstånd från utsläppspunkten för de fyra olika vattenföringarna i Lidan och nytt dimensionerande flöde från avloppsreningsverket. Observera den logaritmiska skalan.



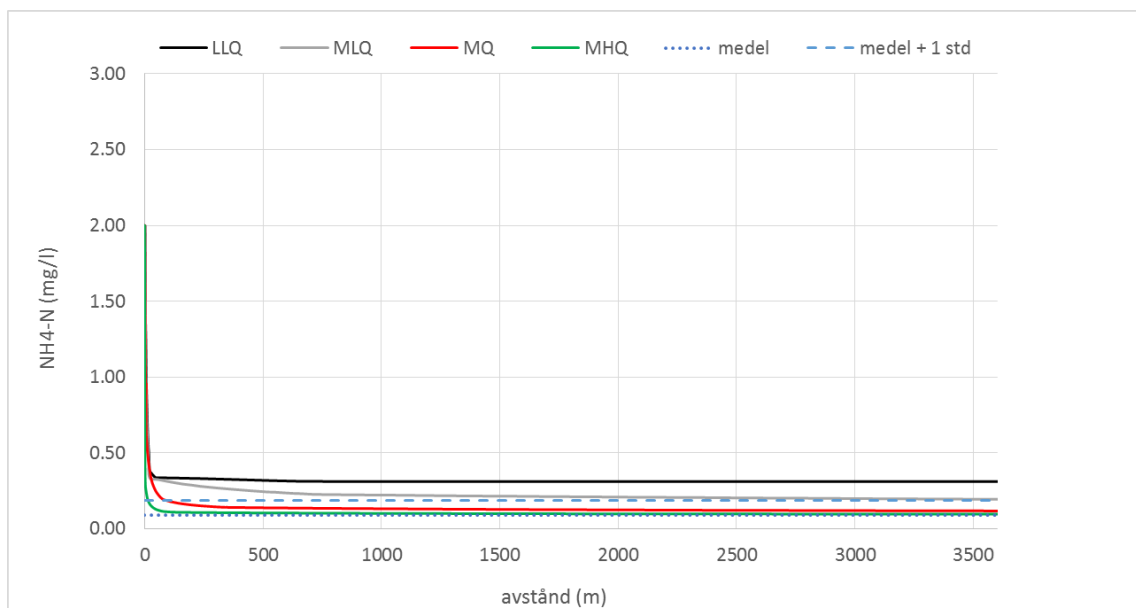
Figur 6 Beräknad spädningsgrad och resulterande halt för kväve vid fyra olika vattenföringar i Lidan och för utsläppsvillkor 10 mg/l. Uppmätt medelvärde i Lidan är markerat i figuren samt även medelvärde + en standardavvikelse.



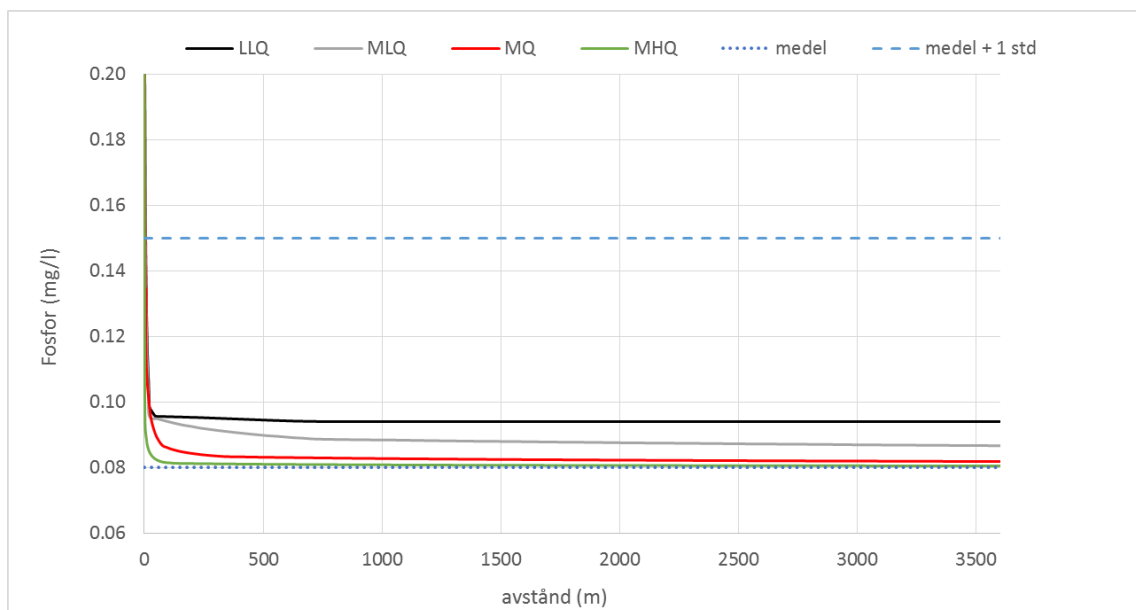
Figur 7 Beräknad spädning och resulterande halt för kväve vid fyra olika vattenföringar i Lidan och för produktionsmål 6 mg/l. Uppmätt medelvärde i Lidan är markerat i figuren samt även medelvärde + en standardavvikelse.



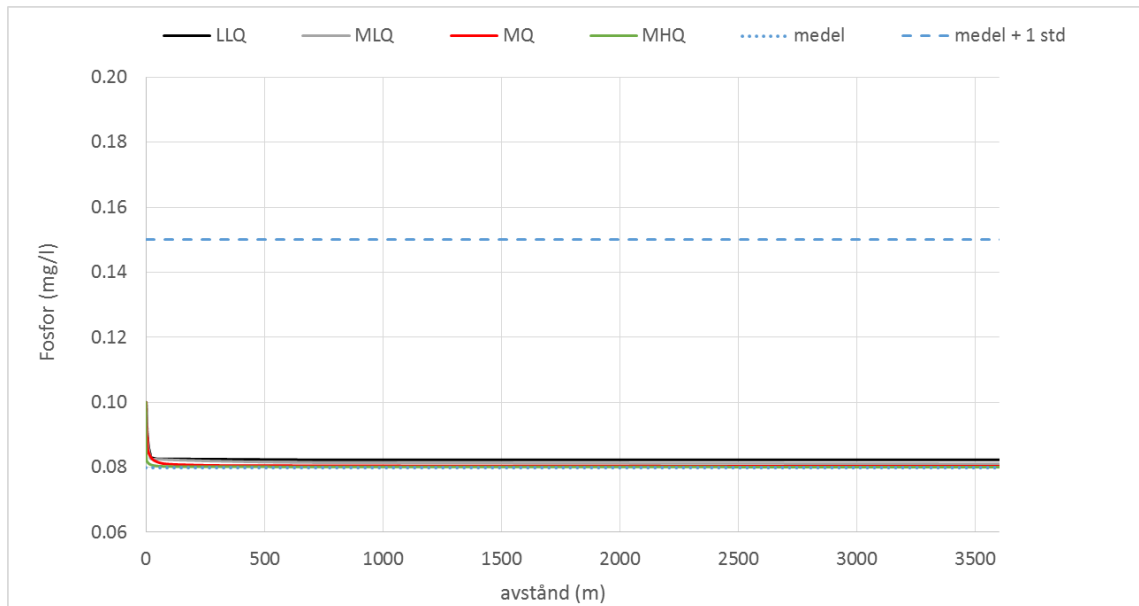
Figur 8 Beräknad spädning och resulterande halt för ammoniumkväve vid fyra olika vattenföringar i Lidan och för utsläppsvillkor 3 mg/l. Uppmätt medelvärde i Lidan är markerat i figuren samt även medelvärde + en standardavvikelse.



Figur 9 Beräknad spädning och resulterande halt för ammoniumkväve vid fyra olika vattenföringar i Lidan och för produktionsmål 2 mg/l. Uppmätt medelvärde i Lidan är markerat i figuren samt även medelvärdet + en standardavvikelse.



Figur 10 Beräknad spädning och resulterande halt för fosfor vid fyra olika vattenföringar i Lidan och för utsläppsvillkor 0.2 mg/l. Uppmätt medelvärde i Lidan är markerat i figuren samt även medelvärdet + en standardavvikelse.



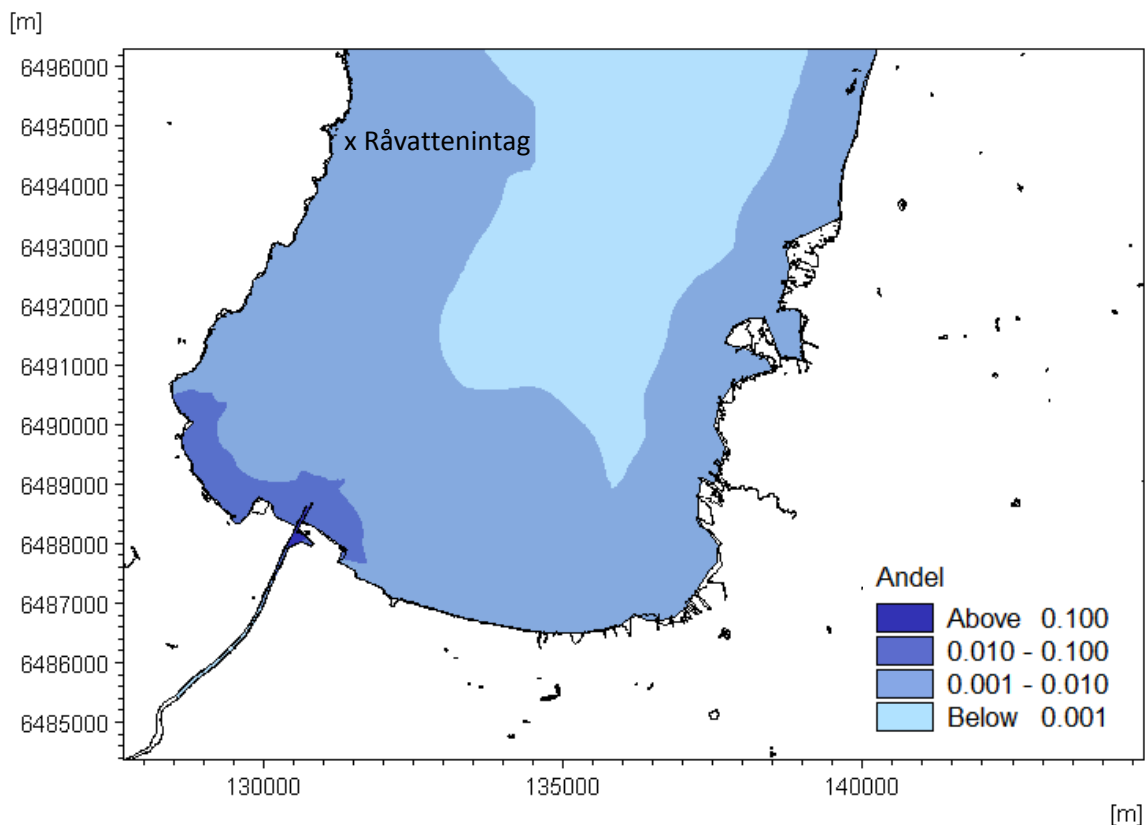
Figur 11 Beräknad spädning och resulterande halt för fosfor vid fyra olika vattenföringar i Lidan och för produktionsmål 0.1 mg/l. Uppmätt medelvärde i Lidan är markerat i figuren samt även medelvärde + en standardavvikelse.

5.2 SPRIDNING OCH SPÄDNING AV RENAT AVLOPPSVATTEN I KINNEVIKEN

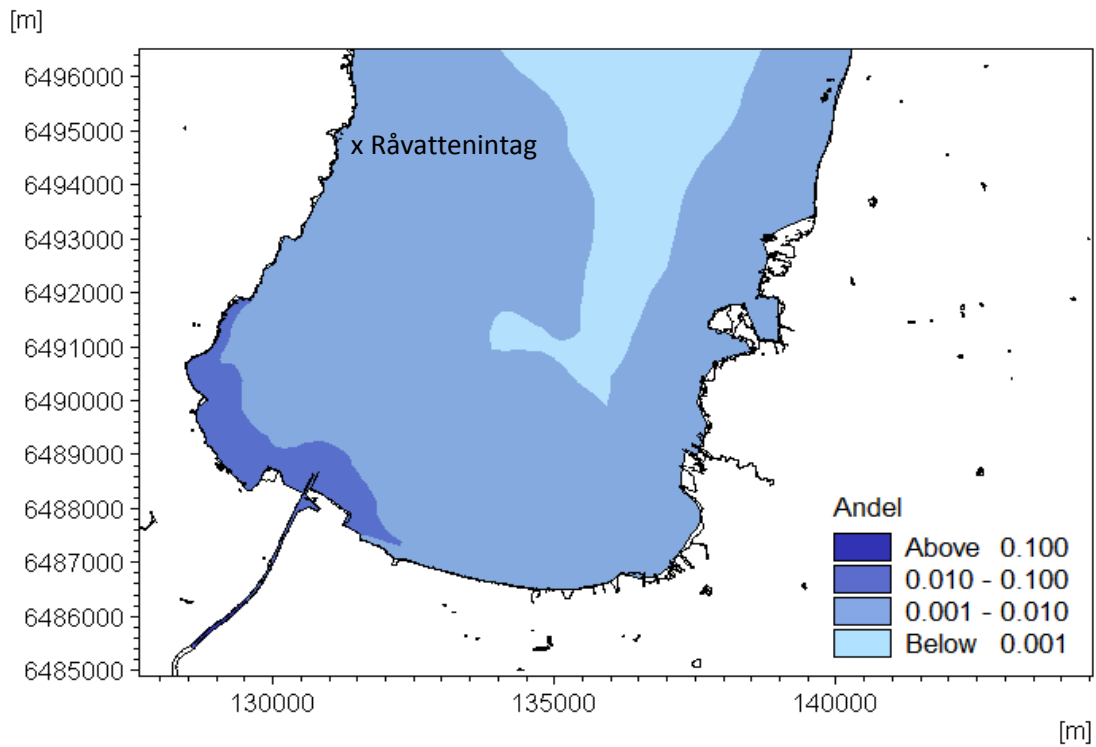
I Figur 12 till Figur 19 visas spridning och spädning av renat avloppsvatten i ytan och vid botten för dagens resp. framtida utsläppspunkt längre uppströms i Lidan. I figurerna visas maximal resp. medel-andel ARV-vatten under beräkningsperioden. Figurerna är en statistisk bearbetning av de spridnings- och spädningsmönster som simulerats under perioden 1/7-1/10 2006. Antsett koncentration i utgående ARV-vatten är ett (1.0). Andelen 0.1 innebär således en spädning på 10 ggr, 0.01 innebär 100 ggr spädning, osv. Då andelen ARV-vatten understiger 1 ‰ (0.001) är utspädningen 1 000 gånger eller mer.

Resultaten visar att spädningen av renat avloppsvatten är minst 10 ggr utanför pirarmarna och i medeltal 100-1000 ggr, både i ytan och vid botten för både fallen. Resultaten visar att spädningen och påverkansgraden i Kinnevikens från en ny utsläppspunkt liknar resultaten från dagens utsläppspunkt i Lidan även om själva påverkansområdet blir något större vid ett framtida flöde.

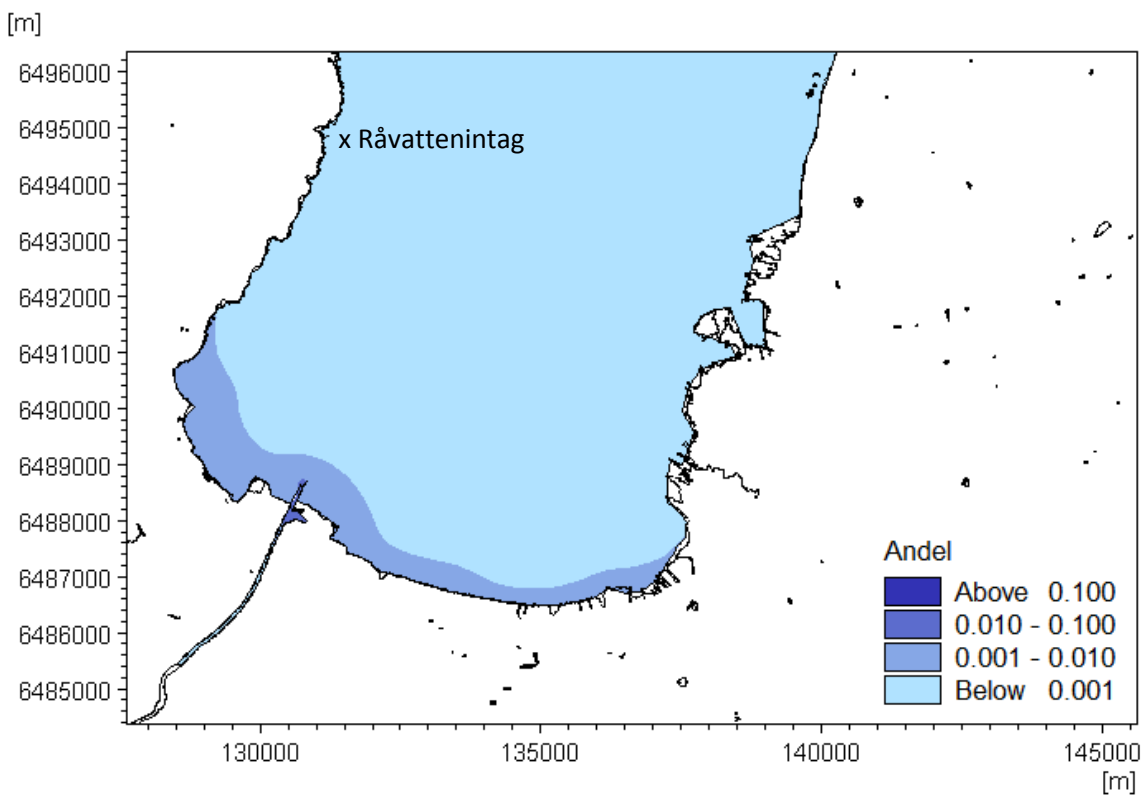
I Tabell 12 visas andel renat avloppsvatten vid råvattenintaget i Blänkås uttryckt i procent (%) och i Figur 20 visas hur andelen ARV-vatten vid råvattenintaget varierar i tiden. Skillnaden i påverkan från de olika utsläppspunkterna i Lidan (medelsituationen) är liten även om den maximala andelen under simuleringsperioden är nära en faktor två större för det framtida flödet än för dagens flöde.



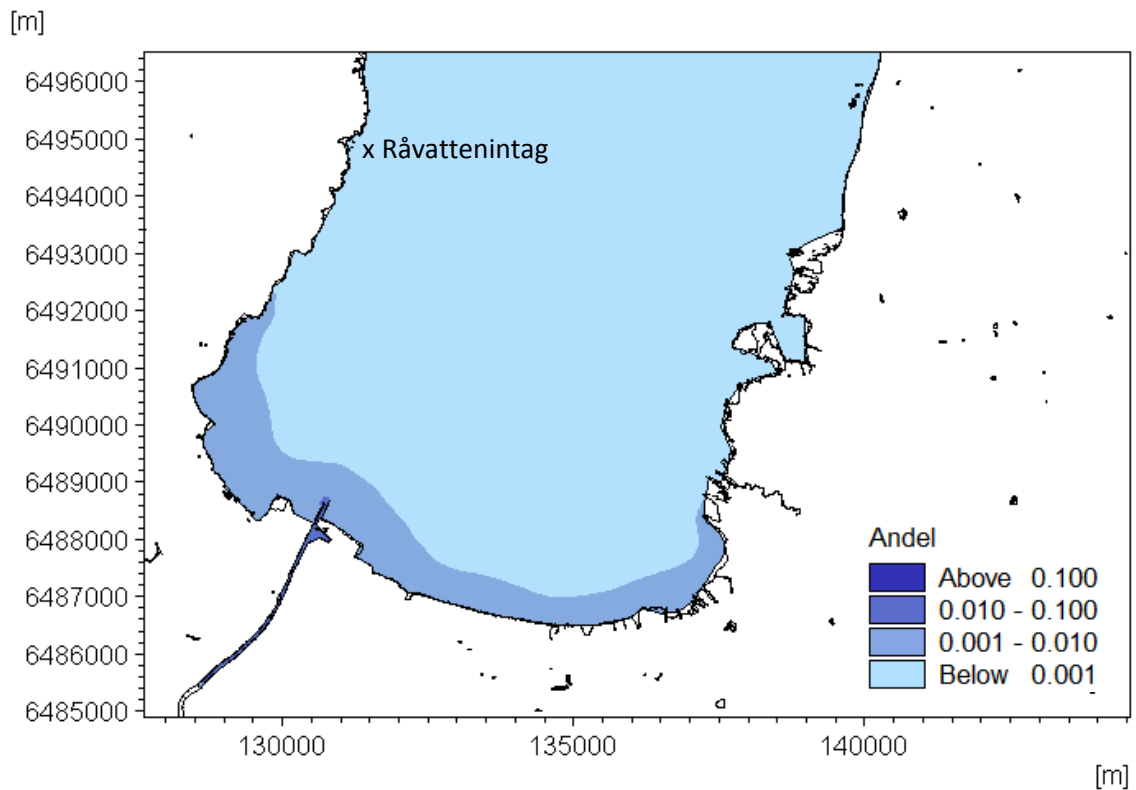
Figur 12 Maximal andel ARV-vatten i ytan för dagens ARV-flöde.



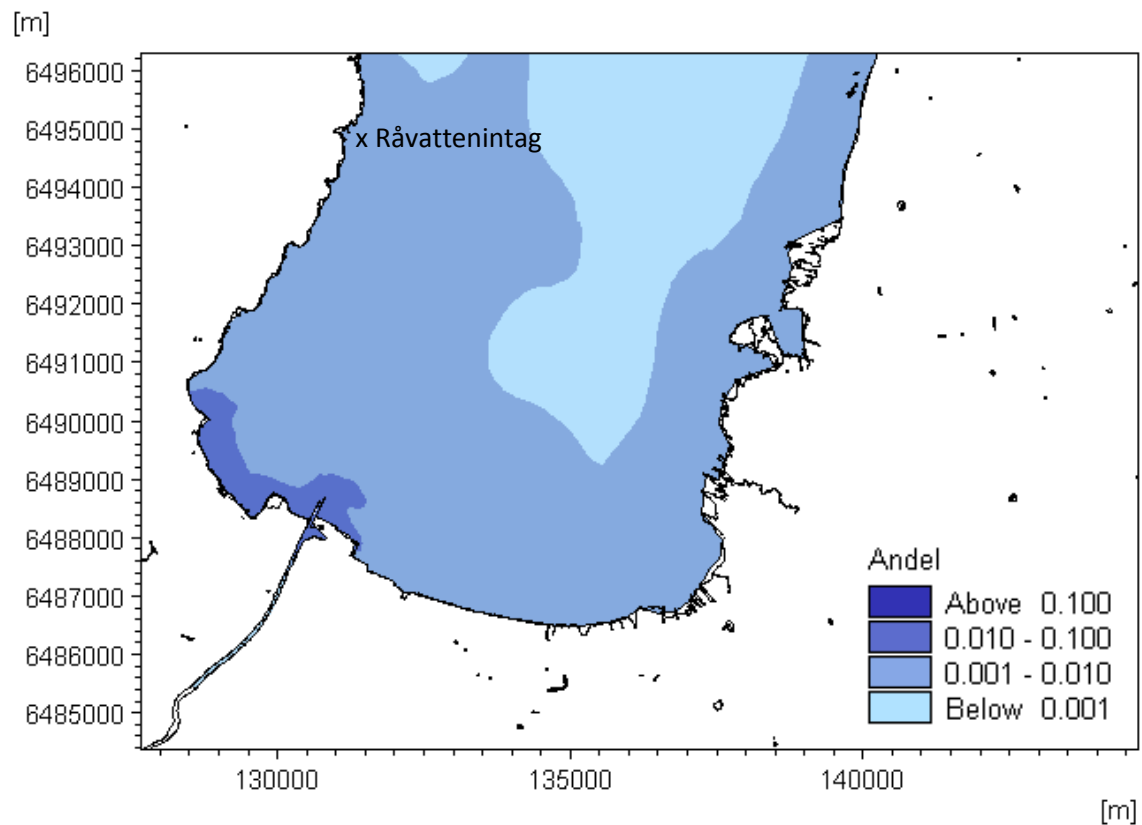
Figur 13 Maximal andel ARV-vatten i ytan för framtida ARV-flöde.



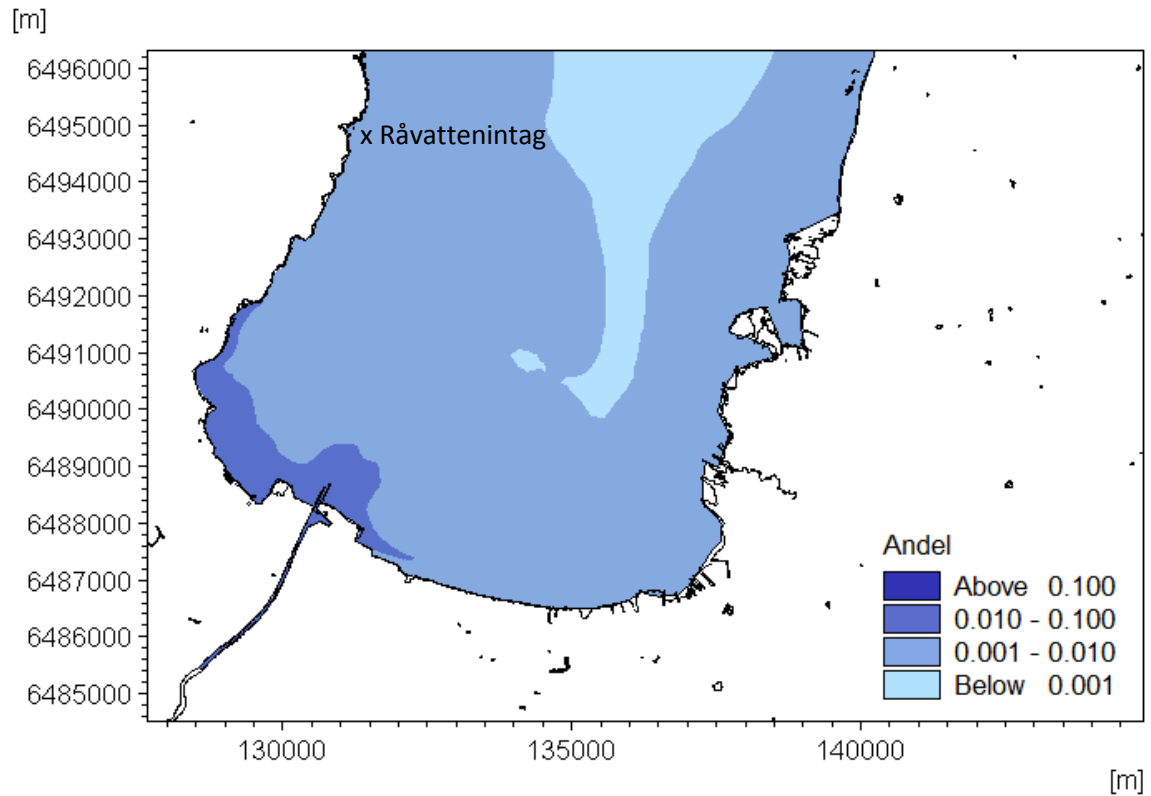
Figur 14 Medelvärden för andel ARV-vatten i ytan för dagens ARV-flöde.



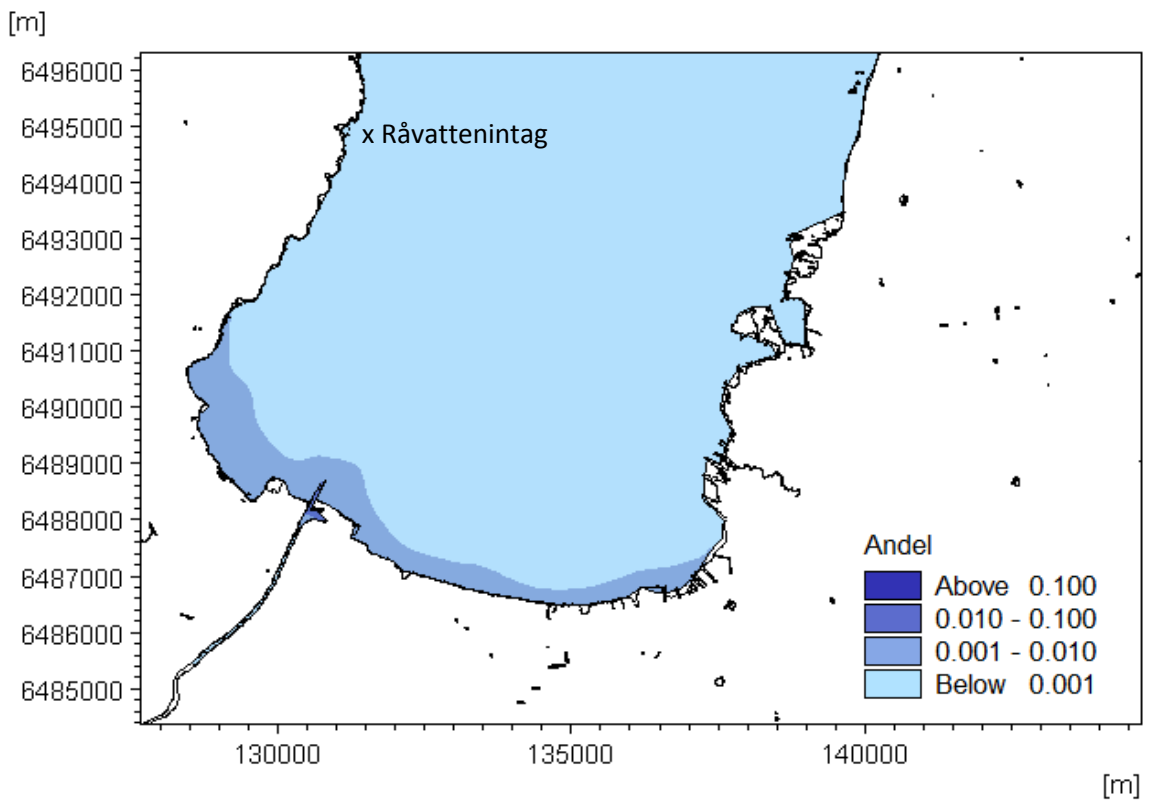
Figur 15 Medelvärden för andel ARV-vatten i ytan för framtida ARV-flöde.



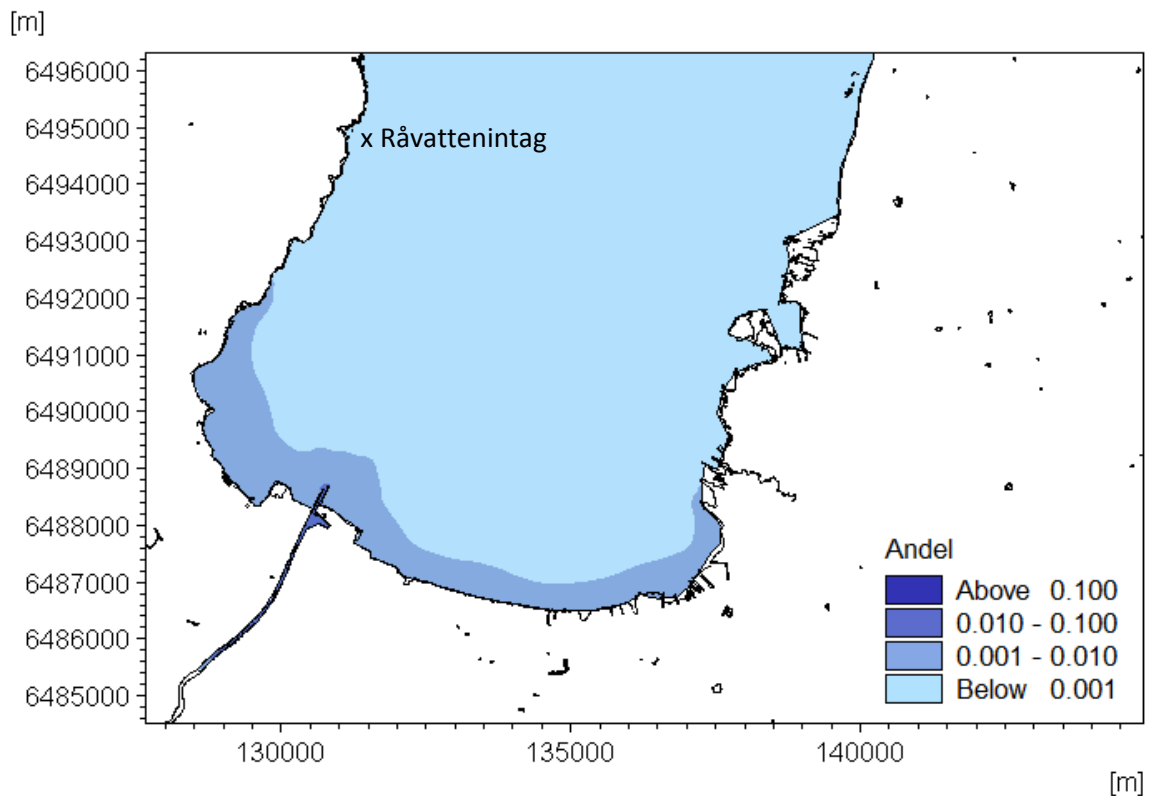
Figur 16 Maximal andel ARV-vatten vid botten för dagens ARV-flöde.



Figur 17 Max andel ARV-vatten vid botten för framtida ARV-flöde.



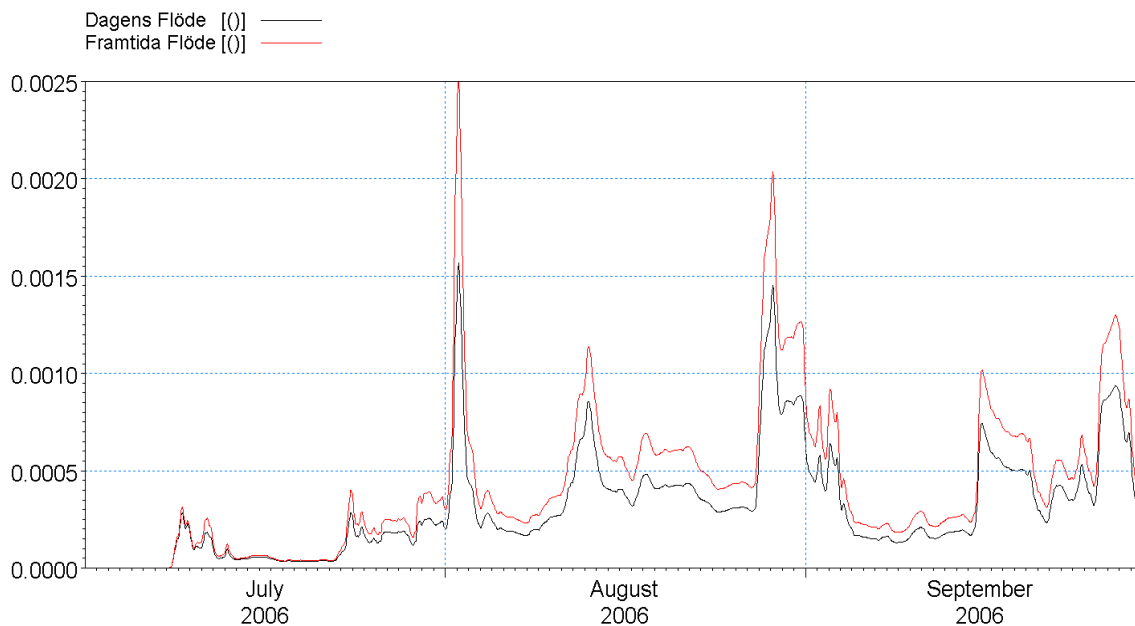
Figur 18 Medelvärden för andel ARV-vatten vid botten för dagens ARV-flöde.



Figur 19 Medelvärden för andel ARV-vatten vid botten för framtida ARV-flöde.

Tabell 12 Andel renat avloppsvatten vid råvattenintaget på 6 m djup, uttryckt i procent (%), för nuvarande och framtida reningsverk.

Scenario	Medel	Max
Nuvarande ARV	0.03	0.15
Framtida ARV	0.04	0.25



Figur 20 Andelen ARV-vatten vid råvattenintaget i Blänkås över simuleringsperioden för både fallen. Andel 0.0025 motsvarar 0.25 % eller 400 ggr utspädning.

5.3 PÅVERKAN PÅ VATTENKVALITETEN FRÅN RENAT AVLOPPSVATTEN

5.3.1 E. COLI

Som beskrivits i avsnitt 4.2.2 så har E.coli valts såsom indikatorbakterie och utsläppshalt från reningsverket har bestämts utifrån schablonvärden (100 000 E.coli/100 ml) hämtade från litteraturen (ref./2/).

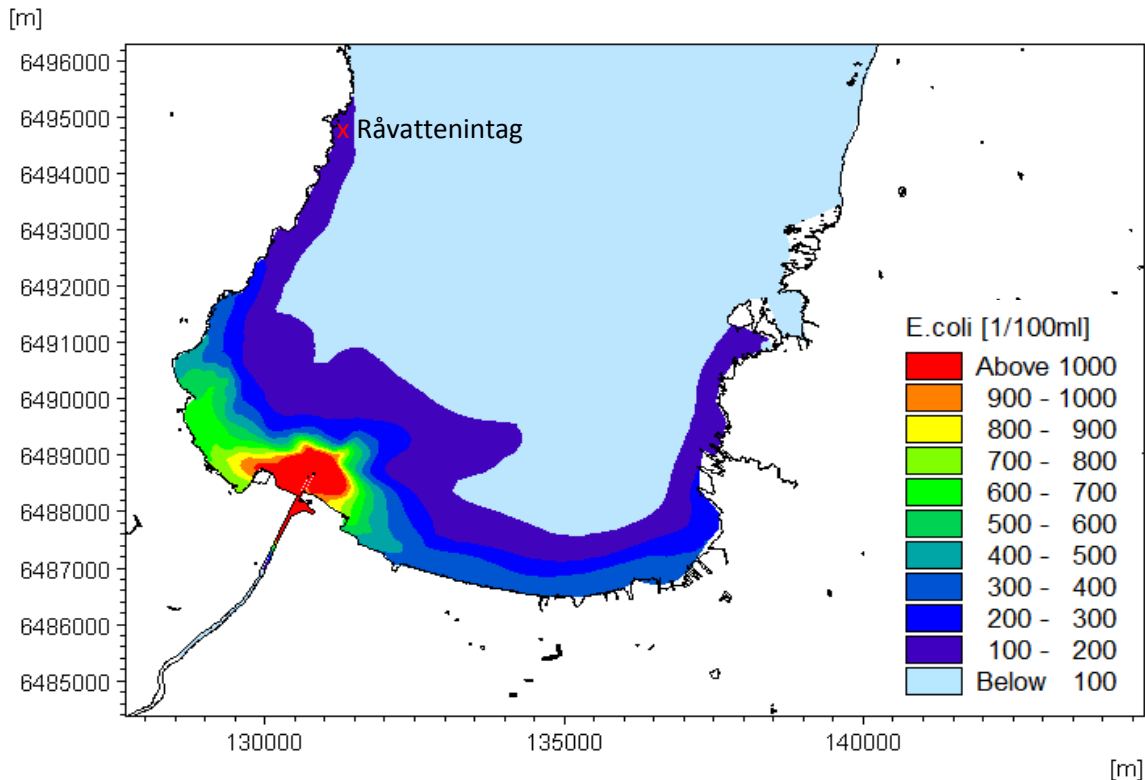
I Figur 21 till Figur 24 visas E.coli-koncentration från renat avloppsvatten från dagens utsläppspunkt resp. framtida utsläppspunkt i Lidan. Den maximala koncentrationen är en statistiskt sammanvägd bild av de högsta koncentrationerna som inträffat under simuleringsperioden. Medelkoncentrationen är ett medelvärde av E.coli-koncentrationen under simuleringsperioden.

Resultaten visar att E.coli-koncentrationerna i Kinnevikens blir lägre för det framtida flödet. Detta kan förklaras av att indikatorbakterien E.coli bryts ner och dör i vatten. Att utsläppspunkten i samband med det nya reningsverket ligger längre bort från Kinnevikens, ca 3 km uppströms i Lidan, innebär att en del av bakterierna hinner brytas ner innan de når Kinnevikens. Detta orsakar då en lägre belastning av E.coli i Kinnevikens än för dagens utsläppspunkt, vilket syns i bilderna nedan. Hur stor avdödningen av bakterier som släpps ut från reningsverket blir innan vattnet når Kinnevikens beror på flödet i Lidan. Ett högre flöde i Lidan ger mindre avdödning av E.coli bakterier eftersom transporttiden ut till Kinnevikens minskar och lägre flöden ger således större avdödning av bakterier.

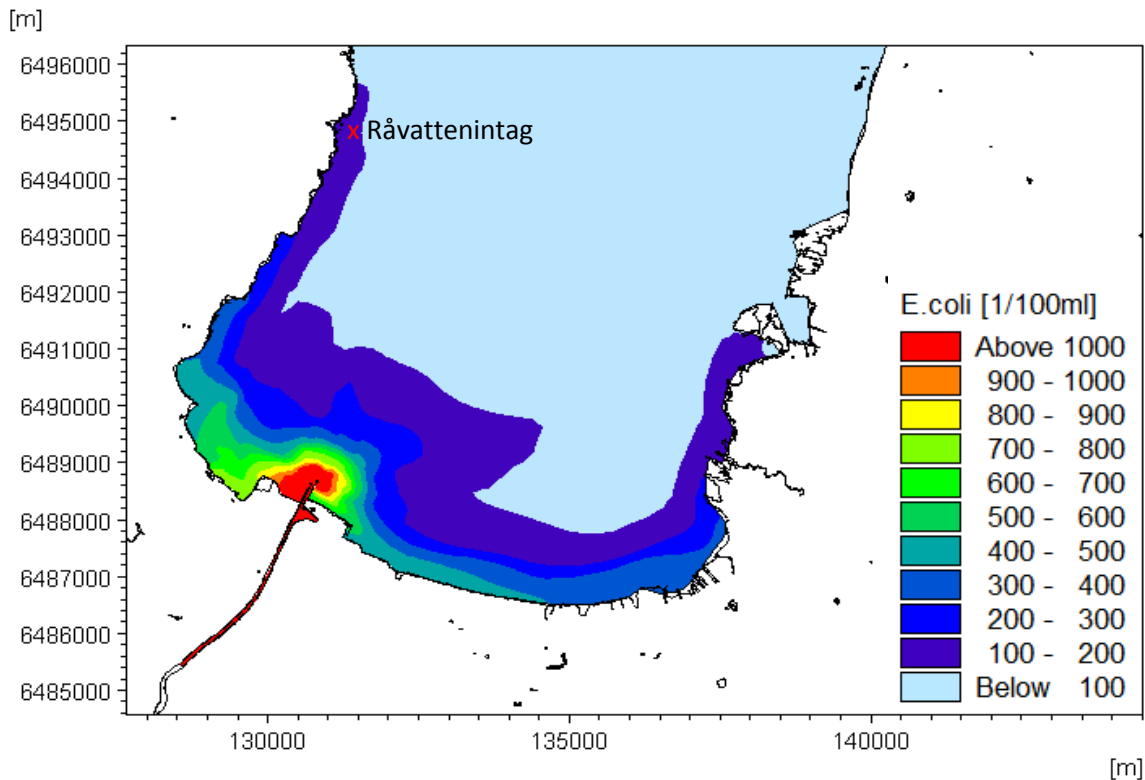
Vid råvattenintaget är påverkan från renat avloppsvatten på E.coli-koncentrationen relativt liten. Under simuleringsperioden var medelkoncentrationen/maximal koncentration vid råvattenintaget för dagens flöde 4/50 E.coli/100 ml och 4/56 E.coli/100 ml för framtida flöde, se Figur 25. Skillnaden mellan dagens och ett framtida flöde är försumbar.

Komplettering 2019-04-17:

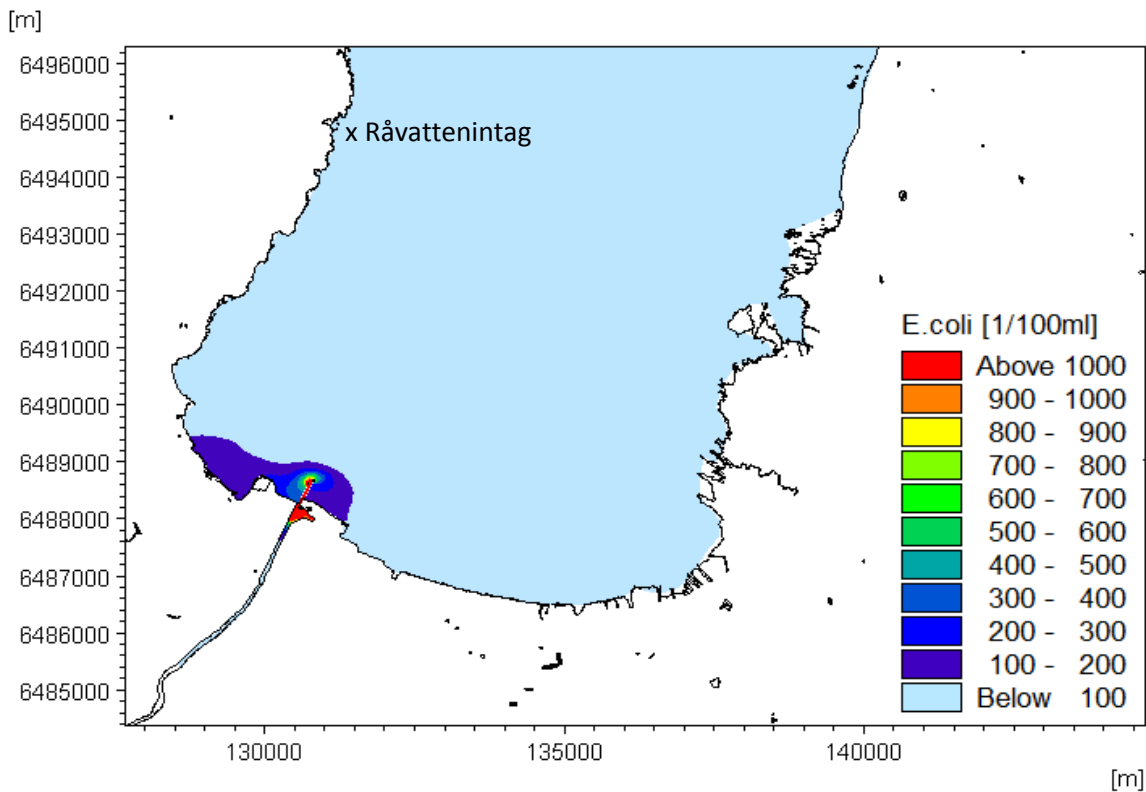
Vid läkemedelsrening som kommer att finnas på Ängens avloppsreningsverk, kommer ozon att tillsättas vilket medför en ytterligare reducering av bakterier.



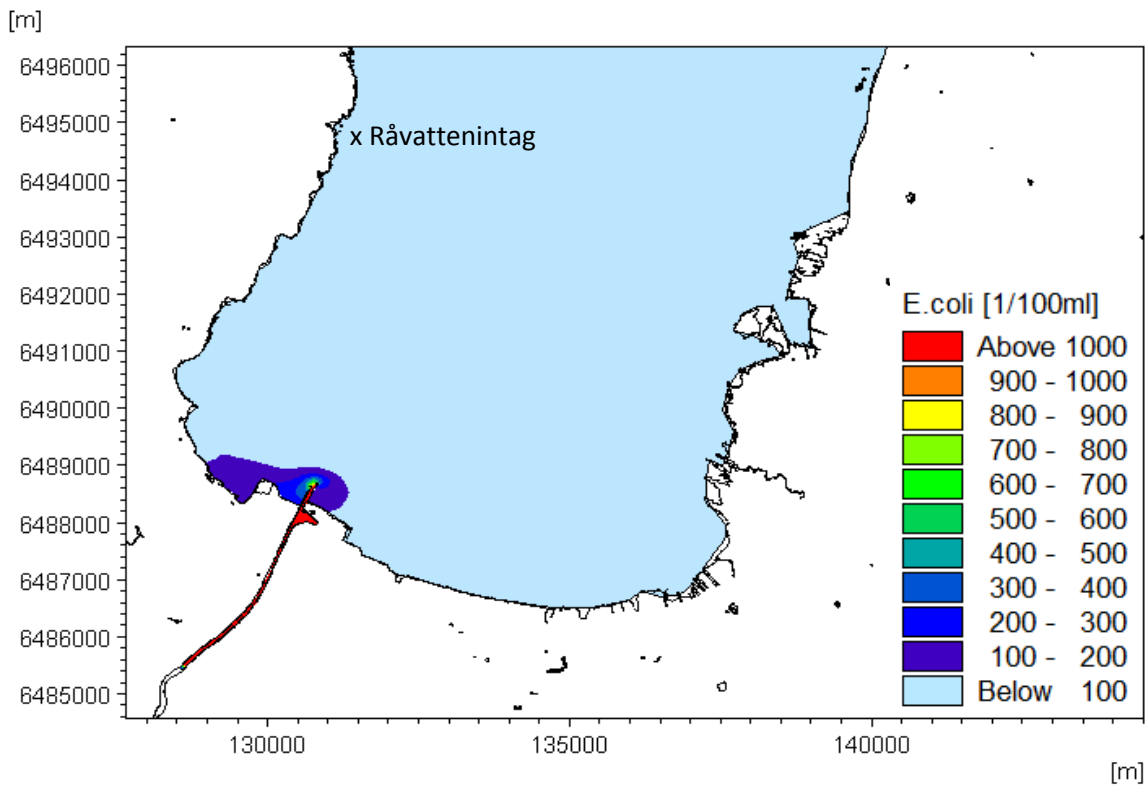
Figur 21 Simulerad maximala koncentration av E.coli för dagens ARV-flöde som någon gång inträffat under simuleringsperioden.



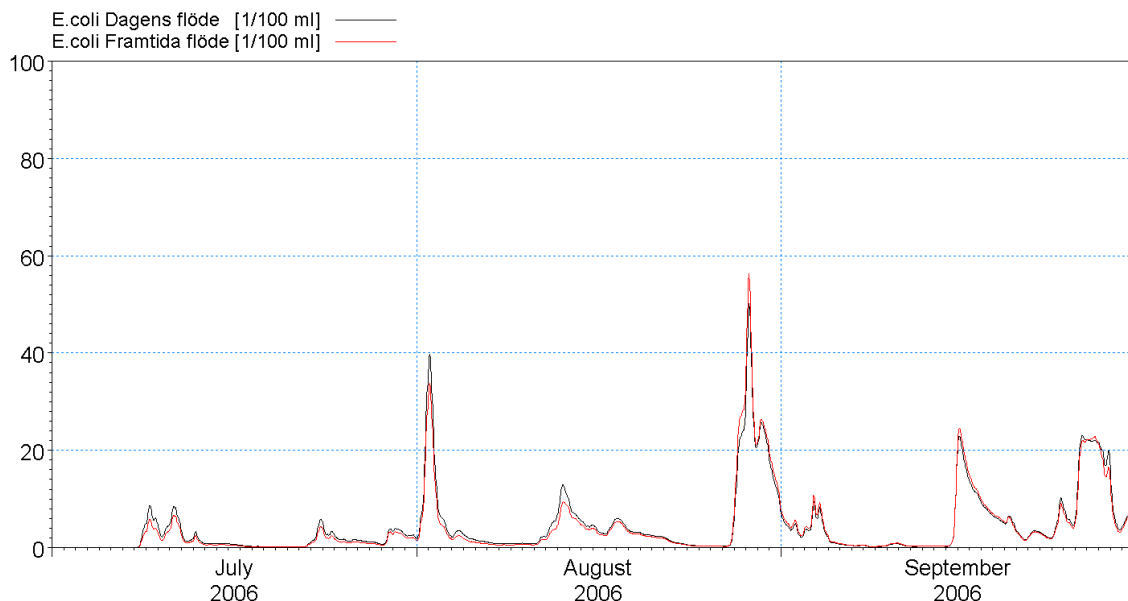
Figur 22 Simulerad maximala koncentration av E.coli för framtida ARV-flöde som någon gång inträffat under simuleringsperioden.



Figur 23 Simulerad medelkoncentration av E.coli för dagens ARV-flöde som någon gång inträffat under simuleringsperioden.



Figur 24 Simulerad medelkoncentration E.coli för framtida ARV-flöde som någon gång inträffat under simuleringsperioden.

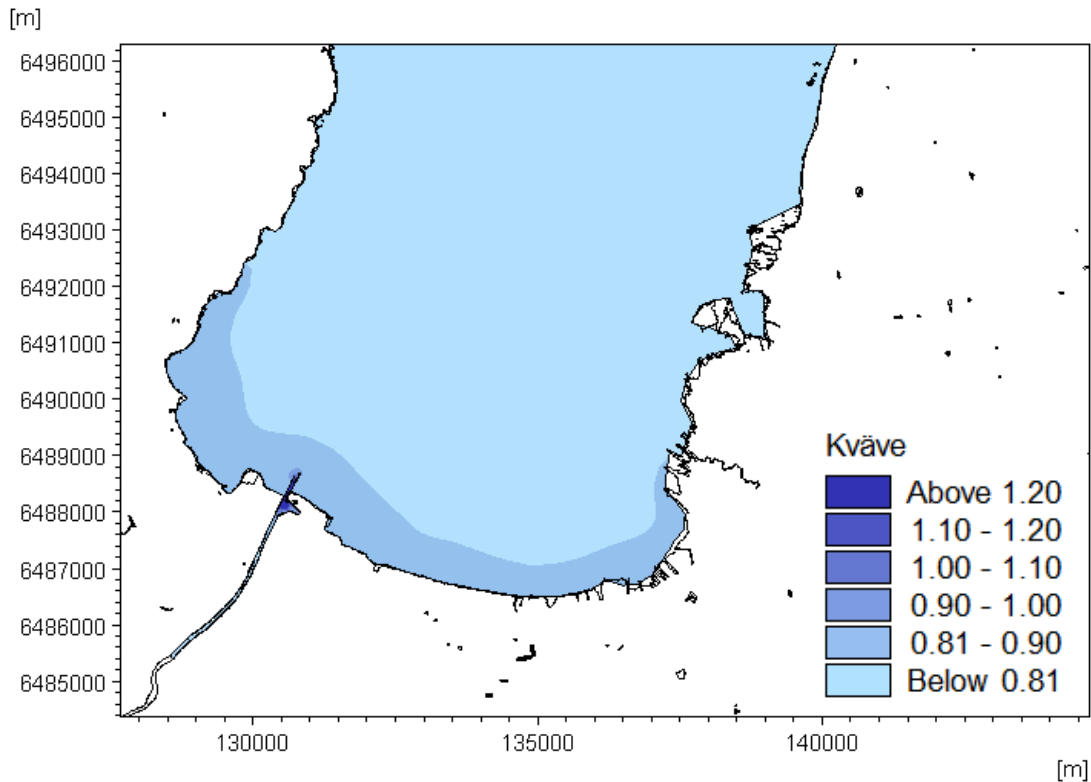


Figur 25 Koncentrationen av *E. coli* över simuleringsperioden vid råvattenintaget från nuvarande och framtida reningsverk.

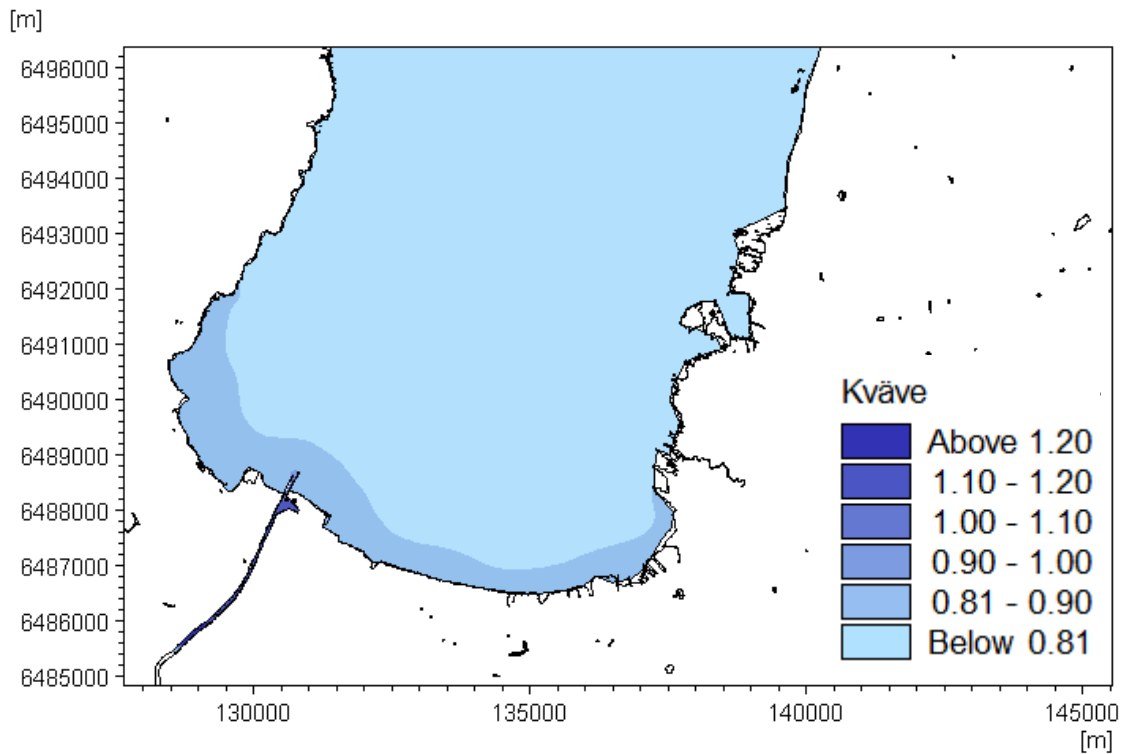
5.3.2 KVÄVE

I Figur 26 och Figur 27 visas medelhalten av kväve under simuleringsperioden. Bakgrundshalten är 0.8 mg/l och tillförd halt via renat avloppsvatten är 15 mg/l respektive 10 mg/l för dagens respektive framtida reningsverk. För att få en uppfattning om avloppsreningsverkets bidrag till kvävekonzentrationerna i närområdet visas här medelhalten för simuleringsperioden då även bakgrundshalten 0.8 mg/l är ett medelvärde. Då halten når under 0.81 mg/l anses detta inte skilja sig från bakgrundshalten.

Det nya avloppsreningsverket medför att kapacitet utökas samt att reduktionen av kväve kommer att kunna förbättras. Detta innebär att flödet från reningsverket kommer att öka medan kvävehaltererna i utgående vatten från reningsverket minskar, se Tabell 3. Förändringen innebär att den tillförda kvävemängden kommer att kunna minska i framtiden med åtminstone 10 % (till 54 ton/år) trots ett högre flöde från reningsverket. Vid ett produktionsmål på 6 mg/l blir minskningen ännu större.



Figur 26 Medelhalt av kväve för dagens ARV-flöde under simuleringsperioden. Bakgrundshalten är 0.8 mg/l.



Figur 27 Medelhalt av kväve för framtida ARV-flöde under simuleringsperioden. Bakgrundshalten är 0.8 mg/l.

6 SLUTSATSER OCH DISKUSSION

TIDIGARE STUDIER

Idag sker utsläppet av renat avloppsvatten från Lidköpings ARV i höjd med hamnen i Lidan. Tidigare studier av spridning och spädning av avloppsvattnet, (ref./3/) visar att den initiala spädningen av renat avloppsvatten är god och att spädningsgraden varierar med vattenföringen i Lidan. Ju högre vattenföring desto högre utspädning i Kinnevikens. Detta i kombination med pirarmarna som för ut vattnet från kusten, bidrar till att späda ut vattnet så mycket som det är möjligt under de naturliga förutsättningar som finns.

Två utsläppspunkter på olika avstånd från kusten har också modellerats, (ref./3/). Denna utredning visade att spädningen och påverkansgraden från en ny utsläppspunkt i den inre delen av Kinnevikens liknar resultaten från dagens utsläppspunkt i Lidan då flödet i Lidan är lågt. Själva påverkansområdet förflyttas dock från Lidans mynningsområde till att vara centrerad runt den nya utsläppspunkten. Resultaten visar dock att spädningen blir sämre på grunt vatten och att strandområden påverkas. En alltför strandnära punkt kan medföra otjänlig badvattenkvalitet vid vissa badplatser.

En viktig aspekt är att råvattenintaget ska påverkas så lite som möjligt av renat avloppsvatten. Skillnaden i påverkan från de olika utsläppspunkterna (Lidan, Kinnevikens) är liten för den simulerade sommarperioden. Det kan konstateras att då vattenföringen i Lidan ökar så ökar också spädningseffekten jämfört med en utsläppspunkt i inre delen av Kinnevikens.

Slutsatsen av de tidigare utredningarna är att det är bättre ur flera aspekter att behålla utsläppspunkten i Lidan så att avloppsreningsverkets vatten får möjlighet att först blanda sig med Lidans vatten och att det då sedan blandas in i ytvattnet i Kinnevikens.

LIDAN

En ny utsläppspunkt längre uppströms i Lidan kommer inte nämnvärt att förändra de tidigare resultaten m.a.p. vattenkvalitet och spridningsbild för Kinnevikens. Från utsläppspunkten och nedströms till hamnområdet skulle en ny utsläppspunkt innebära något förhöjda halter av kväve och fosfor, dock inom den naturliga variationen som finns i uppmätta kväve- och fosforhalter i Lidan.

Vattenföringen i Lidan är helt avgörande för spädningsgraden. Vid medelvattenföring i Lidan är det teoretiskt möjligt att spädningsgraden är 117 ggr för ett framtida dimensionerande flöde. I beräkningarna är förhållandet mellan dimensionerande flöde och rörmynningen sådant att den initiala spädningen som uppnås är relativt liten. Med en diffusor eller mindre rörmynning kan man utnyttja det utgående vattnets rörelsemängd för att initialt öka spädningen. Vid medelvattenföring eller högre ger detta totalt sett en större utspädningsgrad än med en rörmynning med större dimension. För lägre flöden såsom MLQ eller lägre, där Lidans vattenföring är mer begränsande för spädningsgraden, är utsläppsanordningen av mindre betydelse.

En så kallad blandningszon är ett område som Vattenmyndigheten kan ange som en del av en ytvattenförekomst. Blandningszoner finns i anslutning till en utsläppspunkt där koncentrationen av ett eller flera ämnen får överskrida gällande miljökvalitetsnormer om detta inte hindrar att normerna uppfylls i övriga delar av ytvattenförekomsten. Beräkningarna i Lidan ger en blandningszon på 500 m, baserat på tio gånger vattendragets bredd. Inom denna zon kommer koncentrationerna av totalkväve och totalfosfor med marginal ned till halter som ligger i nivå med bakgrundshalterna. Då den nya punkten berör den nedre delen av vattenförekomsten Lidan - Lovene till Lidköping, (3 km av totalt 9 km) torde påverkan på Lidan som helhet bli marginell.

I denna rapport har statistiska flöden använts för att beräkna resulterande spädningsgrad i Lidan. Ett "värsta" fall med lägsta lågvattenföring (LLQ), där detta flöde inträffat som ett dygnsmedelflöde en gång under 15 år, är extremt lågt. Även medellågvattenflöde, dvs ett årslägsta flöde som inträffar eller underskrids varannat år är också det ett väldigt lågt flöde.

KINNEVIKEN

Enligt modellresultaten kommer det planerade reningsverkets läge för ny utsläppspunkt samt nytt högre flöde inte ge någon ökad negativ påverkan på vattenkvaliteten i Kinnevikens. Tvärtom minskar den totala belastningen om man ser till de gränsvärden för kväve och fosfor som ansatts på utgående vatten.

Modellresultaten visar att bakteriehalterna i Kinnevikens överlag blir lägre och inte påverkas i någon större omfattning av det nya reningsverket.

Vid råvattenintaget blir andelen vatten som kommer från avloppsreningsverket i medeltal samma som för dagens flöde. Den maximala andelen vatten ökar något men detta berör enstaka tillfällen och påverkar inte medeländelen vatten.

ALTERNATIV UTSLÄPPSPUNKT LÄNGRE UT I KINNEVIKEN

Från Länsstyrelsen har man efterfrågat en värdering av en utsläppspunkt längre ut i Kinnevikens. Det har tidigare konstaterats att dagens läge för utsläppspunkt är bra ur många aspekter:

- Avloppsreningsverkets flöde blandas först med Lidans vatten och transporteras ut i ytan i Kinnevikens , ut från strandkanten. Detta innebär att risken för att avloppsreningsverkets vatten skall påverka på strandzonen minskar och därmed minskad risk för dålig badvattenkvalitet.
- Att utsläppet först späds av Lidan och sedan mynnar i ytvattnet minskar risken för påverkan på råvattenintaget jämfört med en utsläppspunkt ute i Kinnevikens.

Vänern är i dag en dricksvattenresurs för många människor. Råvatten tas främst från djupare nivåer i en sjö för att vara skyddat mot ytliga föroreningar. Lidköping tar idag sitt vatten på 7 m djup men planerar för ett nytt råvattenintag på större djup för att kunna säkerställa dricksvattenkvaliteten i framtiden.

I en sjö som Vänern omsätts ytvattnet snabbare än djupare vatten. Ytvattnet utgör dessutom en mycket större volym än djupare vatten. Djupvattnet omsätts i princip två gånger per år, på hösten och våren. Ur ett vattenkvalitetsperspektiv är det därför mycket bättre att se till att avloppsreningsverkens vatten släpps på ett sådant sätt att det lagras in sig i ytvattnet där det finns god tillgång till vatten att späda med om omsättningen är bra.

En utsläppspunkt längre ut i Kinnevikens där djupen är större skulle potentiellt kunna innebära en stor påverkan på bottenvattnet. Risken för att avloppsvattnet påverkar olika råvattenintag negativt i området är också större. Ur perspektivet människors hälsa och miljö samt ur ett rent vattenkvalitetsmässigt perspektiv för Vänern är det olämpligt att börja släppa ut avloppsreningsverkets vatten i de begränsade djupvattenvolymer i Vänern/Kinnevikens. Dagens utsläppspunkt innanför pirarmarna i Lidan är därför den bästa ur många aspekter, däribland dricksvattenkvalitet och badvattenkvalitet. Att flytta utsläppspunkten högre upp i Lidan gör ingen skillnad för Kinnevikens eller Vänern.

FRAMTIDA KLIMATFÖRÄNDRINGAR

I SMHI:s rapport för Västra Götaland: "Framtidsklimat i Västra Götalands län - enligt RCP-scenarier" från 2015 står det i sammanfattningen att –"Framtidsscenarierna visar på högre vinterflöden och vårflödestopparna har försvunnit. Diagrammen visar även på en längre säsong med lägre flöden under sommaren". SMHI konstaterar samtidigt att den lokala årsmedeltillrinningen ökar för Lidan.

Framtidsscenarierna visar på högre vinterflöden och vårflödestopparna har försvunnit. Det beror på mer nederbörd under vintern och högre temperaturer vilket gör att nederbörden inte lagras som snö utan rinner av vintertid och därmed uteblir också vårflödestoppen. Diagrammen visar även på en längre säsong med lägre flöden vilket kan kopplas till en längre vegetationsperiod.

För Lidans del innebär detta att de spädningsberäkningar som utförts för medelvattenföring i Lidan är konservativt räknade från ett klimatperspektiv. De lägre flödena kan komma att bli lägre men här finns ingen statistisk som visar hur det blir, bara att det kan förväntas en ökning av

antalet dagar med låg vattenföring. Fram till 2050 förväntas inga större skillnader jämfört med idag utan de ökar mot slutet av seklet.

7 REFERENSER

- /1/ Karlsson, A., *Spridning och spädning av avloppsvatten*, DHI, 2015-11-25.
- /2/ Karlsson, A., Karlsson, D. *Utredning av vattenströmmar m.m. i Kinneviken*. DHI Rapport, 2008.
- /3/ Karlsson, A., *ARV Lidköping, Nya möjliga utsläppspunkter – påverkan på recipienten*. DHI 2015-10-30
- /4/ Sonesten L., Wallin M. och Kvarnäs H. *Kväve och fosfor till Vänern och Västerhavet – Transporter, retention och åtgärdsscenarioer inom Göta älvs avrinningsområde*. Länsstyrelsen i Västra Götaland, Rapport 2004:33.
- /5/ Kimberly L. Anderson, John E. Whitlock, and Valerie J. Harwood: *Persistence and Differential Survival of Fecal Indicator Bacteria in Subtropical Waters and Sediments*. Applied and Environmental Microbiology, Vol. 71, No. 6, June 2005, p. 3041–3048.