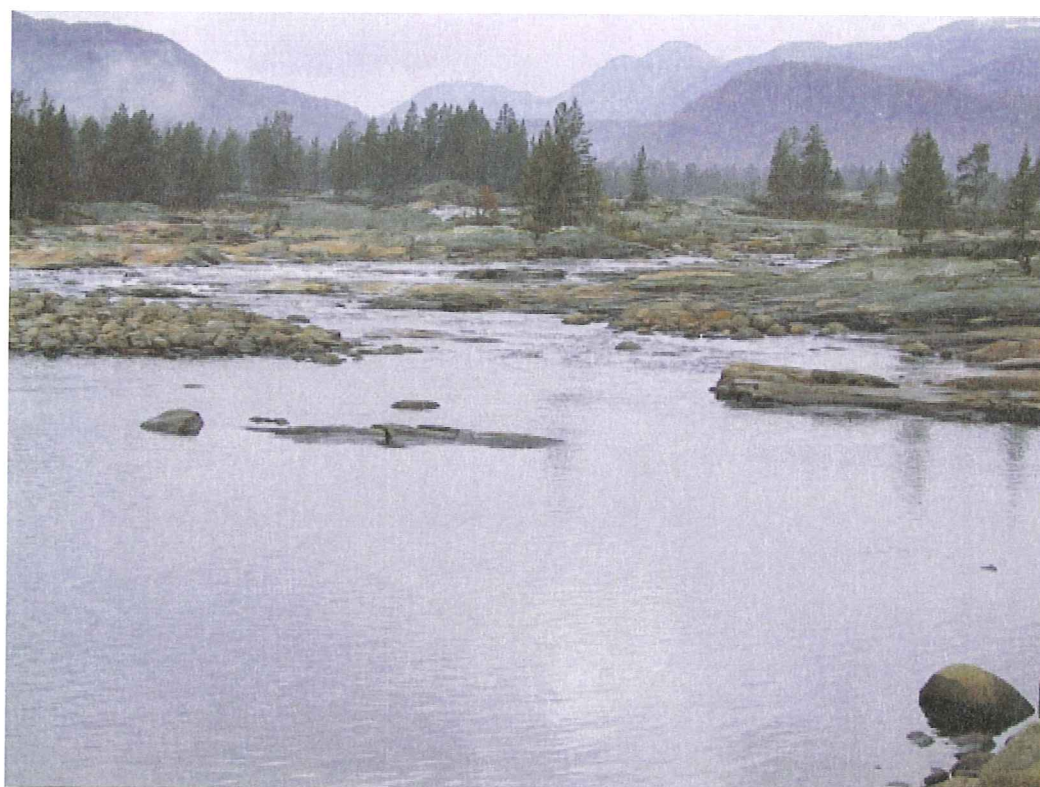


RAPPORT LNR 4330-2001

**Resipientvurdering**  
av øvre Otra  
i Bykle kommune



**Hovedkontor**

Postboks 173, Kjelsås  
0411 Oslo  
Telefon (47) 22 18 51 00  
Telefax (47) 22 18 52 00  
Internet: www.niva.no

**Sørlandsavdelingen**

Televeien 3  
4879 Grimstad  
Telefon (47) 37 29 50 55  
Telefax (47) 37 04 45 13

**Østlandsavdelingen**

Sandvikaveien 41  
2312 Ottestad  
Telefon (47) 62 57 64 00  
Telefax (47) 62 57 66 53

**Vestlandsavdelingen**

Nordnesboder 5  
5008 Bergen  
Telefon (47) 55 30 22 50  
Telefax (47) 55 30 22 51

**Akvaplan-niva**

9296 Tromsø  
Telefon (47) 77 75 03 00  
Telefax (47) 77 75 03 01

Tittel  Resipientvurdering av øvre Otra i Bykle kommune	Løpenr. (for bestilling) 4330-2001	Dato 20.12.2000
	Prosjektnr. Undernr. 20196	Sider Pris 18
Forfatter(e) Torleif Bækken Randi Romstad	Fagområde	Distribusjon Fri
	Geografisk område Aust-Agder	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) Ingeniør Vidar Tveiten A/S, PB 120, 3840 Seljord	Oppdragsreferanse
--	-------------------

**Sammendrag** Bykle kommune planlegger utbygging av nye hytteområder. Hyttene får høy standard med fullt sanitæranlegg. I tilknytning til utbyggingen planlegges et renseanlegg. Belastningen blir 3000 pe. Øvre Otra er nærmeste resipient for avløpsvannet. Elva er her kraftig regulert. Ved befaring hadde vannet pH 6,5 og tot P på 1 µg/l. Begroing og bunndyr viste normale forhold for en forurensningsfri og næringsfattig elvestrekning. Ved minstevannføring vinterstid og full belastning på renseanlegget vil forventet fosforkonsentrasjon i resipienten øke til ca 12 µg/l (tilstandsklasse III, "mindre god"). Det vil gi algebegroing i isfrie områder. Konsentrasjonen av nitrogen forventes å bli 600-700 µg/l (tilstandsklasse IV, "dårlig"). Ved høy rensegrad forventes konsentrasjonen av termotolerante kolibakterier å bli 60-70 TKB/100ml (tilstandsklasse III, "mindre god"). Lavere rensegrad kan mangedoble TKB. Om sommeren forventes utslippene per dag å være noe lavere og minstevannføringen større. Ved 75% og 50% belastning forventes fosforkonsentrasjonene å bli henholdsvis ca 3 µg/l og 1,4 µg/l. Det er tilstandsklasse I, men kan likevel gi noe økt begroing. Nedstrøms utslippet kan ikke elva brukes som drikkevann. Ved Hoslemoen har minstevannføringen økt til 2 m<sup>3</sup>/s og 4 m<sup>3</sup>/s henholdsvis sommer og vinter. Det gir ytterligere fortykning av forurensningene, akseptable konsentrasjoner, men fremdeles øket TKB. Varierende belastning kan medføre driftsproblemer og redusert rensegrad. Resipienten bør derfor ha en viss "overkapasitet". Øvre Otra ved utløpet av Hartevann har lav resipientkapasitet. Forurensningstilførslene fra renseanlegget kan i perioder med minstevannføring medføre øket uønsket algebegroing og høye konsentrasjoner av tarmbakterier (TKB). For å øke resipientkapasiteten anbefales det å øke minstevannføring i perioder med full belastning på renseanlegget. Alternativt kan avløpet ledes til en sterkere resipient.

Fire norske emneord	Fire engelske emneord
1. Resipientkapasitet	1. Recipient capacity
2. Renseanlegg	2. Treatment plant
3. Vannkvalitet	3. Water quality
4. Biologi	4. Biology

  
Torleif Bækken  
Prosjektleder

  
Dag Berge  
Forskningsleder

  
Nils Roar Sælthun  
Forskningssjef

# **Resipientvurdering av øvre Otra i Bykle kommune**

# Innhold

<b>Sammendrag</b>	<b>4</b>
<b>1. Innledning</b>	<b>5</b>
<b>2. Metoder og materiale</b>	<b>6</b>
2.1 Vannføring	6
2.2 Tilførselsberegninger	6
2.3 Vannkjemi og bakterier	6
2.4 Begroing	6
2.5 Bunndyr	7
<b>3. Resultater</b>	<b>8</b>
3.1 Vannføring	8
3.2 Vannkjemi.	10
3.3 Tarmbakterier	10
3.4 Begroing	10
3.5 Bunndyr.	12
<b>4. Vurderinger</b>	<b>14</b>
<b>5. Litteratur</b>	<b>17</b>
<b>6. Vedlegg</b>	<b>18</b>

---

## Sammendrag

Bykle kommune planlegger utbygging av nye hytteområder. Hyttene får høy standard med fullt sanitæranlegg. I tilknytning til utbyggingen planlegges et renseanlegg. Belastningen blir 3000 pe. Øvre Otra er nærmeste resipient for avløpsvannet. Elva er her kraftig regulert med minstevannføring 0,5 m<sup>3</sup>/s og 2m<sup>3</sup>/s henholdsvis vinter og sommer. Resipienten har i dag lavt innhold av næringsalter (totP 1µg/l) og er svakt sur (pH 6,5). Undersøkelser av begroing og bunndyr viste normale forhold for en forurensningsfri og næringsfattig elvestrekning.

Ved minstevannføring vinterstid og full belastning på renseanlegget vil forventet fosforkonsentrasjon i resipienten øke til omkring 12 µg/l. Det tilsvarer tilstandsklasse III eller "mindre god" vannkvalitet. Konsentrasjonen er langt over bakgrunnskonsentrasjoner i øvre Otra, og vil gi algebegroing i isfrie områder. Konsentrasjonen av nitrogen forventes i slike perioder å bli 600-700 µg/l (tilstandsklasse IV, "dårlig"). Innholdet av termotolerante kolibakterier ved god rensegrad forventes å bli 60-70 TKB/100ml (tilstandsklasse III, "mindre god"). Ved mindre god rensegrad kan innholdet av TKB bli mangedoblet. Situasjonen er realistisk for påskeferier, men vil også gjelde andre perioder med full eller tilnærmet full belastning på renseanlegget under minstevannføring i vinterperioden. Vannet nedstrøms renseanlegget vil ikke egne seg som drikkevann. Under full belastning kan det oppstå kloakkluft fra anlegget.

Om sommeren forventes utslippene per dag å være noe lavere og minstevannføringen større. Ved 75% og 50% belastning forventes fosforkonsentrasjonene å bli henholdsvis ca 3 µg/l og 1,4 µg/l. Det er godt innenfor "meget god" vannkvalitet, men kan likevel gi noe økt algebegroing. Det må regnes med forhøyet innhold av TKB i vannmassene under de nevnte situasjonene, men vannkvaliteten vil i følge kriteriene være "god" ved høy rensegrad. Rensegraden varierer imidlertid mye. Ved lavere rensegrad kan vannkvaliteten med hensyn på TKB bli betydelig forringet.

Ved Hoslemoen har minstevannføringen økt til 2 m<sup>3</sup>/l og 4 m<sup>3</sup>/l henholdsvis sommer og vinter. Det innebærer ytterligere fortykning av forurensningene, og akseptable konsentrasjoner. Det er likevel å forvente forhøyede konsentrasjoner av TKB og vannet bør ikke brukes til drikkevann.

Beregningene forutsetter at renseanlegget drives godt, og at det ikke skjer uhell. Store variasjoner i belastningen medfører ofte driftsproblemer med påfølgende redusert rensegrad både på kjemiske variable og bakterier. Resipienten bør derfor ha en viss "overkapasitet" for bedre å kunne motta slike støt. Øket minstevannføring i perioder med full belastning anbefales. Alternativt kan avløpet ledes til en sterkere resipient.

# 1. Innledning

Bykle kommune planlegger en større utbygging av hytte og turistanlegg mellom Hartevann og Løyningåni med hyttebebyggelse på begge sider av Otra. Hyttene på de nye feltene vil få høy standard med fullt utbygd sanitæranlegg. Det planlegges et renseanlegg i tilknytning til utbyggingen. Mange hytter i allerede eksisterende hyttefelt i nærliggende områder vil også knytte seg til dette renseanlegget. Det antas at utbyggingen vil medføre 3000 pe til renseanlegget. Renseanlegget planlegges med mekanisk/kjemisk primærfelling.

Øvre Otra like nedstrøms Hartevann, ved innløpet fra Geiskeliåni, er nærmeste resipient for avløpsvann fra det planlagte renseanlegget. Otra er her regulert, og det er sterkt redusert vannføring.

Foreliggende rapport vurderer resipientkapasiteten til Otra under dagens reguleringsregime, og ved en eventuell endret vannføring. Den gir også en enkel biologisk og kjemisk tilstandsbeskrivelse av elva før eventuell bruk som resipient for planlagt hytteområde.



St 1



St 3

**Figur 1.** Prøvetakingsstasjon 1 ved Ørnefjellet bru, og stasjon 3 ved Berdalsbru.

## 2. Metoder og materiale

### 2.1 Vannføring

For naturlig vannføring før regulering og beregnet regulert vannføring er det hentet data fra "3074 skjønn øvre Otra, Redegjørelse nr. 4., Utbyggingsvirkninger på strekningen Hartevann-Sarvsfossen, Datert 25.mars 1980" (Ræstad & Østvold 1980).

### 2.2 Tilførselsberegninger

Forurensningstilførsler til renseanlegget er basert på spesifikke verdier for forurensningsproduksjon angitt i SFT's veileder for tilførselsberegninger (Bratli et al. 1995). Rensegrad for renseanlegg med mekanisk rensing og kjemisk felling er hentet fra samme publikasjon.

Termotolerante kolibakterier (TKB) er indikator på fekal forurensning og er meget relevant parameter for utslipp fra kloakkrensning. Mengden av TKB i ubehandlet kommunalt avløp kan variere mye. Oftest ligger konsentrasjonen i råkloakk fra  $10^5$  -  $10^8$  TKB/100ml (Midttun1993). Typiske verdier kan ligge omkring  $10^6$  TKB/100ml. Denne verdien er anvendt ved beregninger i denne rapporten. Renseeffekten ved mekanisk/kjemisk renseanlegg på TKB angis typisk å være 99%, men med stor variasjonsbredde (ca 80% - 99,9%). I de foreliggende beregningene er det brukt 99% renseeffekt på TKB. Det er videre anvendt 100 l vann fra hver bruker/døgn (pe). Total vannmengde inn til renseanlegget ved full belastning blir derved 300000 l/døgn.

Parameter	Enhet	Verdi	Rensegrad
Fosfor	gP/p*d	1,6	90%
Nitrogen	gN/p*d	12	20%
Organisk stoff, KOF	gO/p*d	94	80%
Termotolerante koli, TKB	n/100ml	$10^6$	99%

### 2.3 Vannkjemi og bakterier

Det ble innhentet vannprøver ved befaringen den 2. oktober 2000. Prøvene ble tatt fra tre steder. St1 ved Ørnefjell bru oppstrøms fremtidig renseanlegg, St2 ved Steinsland nedstrøms fremtidig renseanlegg, St3 like oppstrøms Berdalsbru (**Figur 1, Figur 2**). Vannprøvene ble analysert på totalt fosfor (TotP), totalt nitrogen (TotN), nitrat ( $\text{NO}_3\text{-N}$ ) og totalt organisk karbon (TOC). Analysene ble foretatt på NIVAs laboratorium med akkrediterte metoder. For innhold av bakterier ble det analysert på termotolerante kolibakterier (TKB) på de samme stasjonene.

### 2.4 Begroing

Begroing ble tatt samtidig og fra de samme stasjonene som nevnt for vannprøvene (**Figur 2**). Begroing er en fellesbetegnelse på organismesamfunn festet til elvebunnen eller annet underlag i elven. Funksjonelt er det tre ulike typer begroing:

Primærprodusenter:	Alger, moser (høyere planter regnes ikke med)
Nedbrytere:	Bakterier, sopp
Konsumenter:	Enkle fastsittende organismer eks. ciliater, fargeløse flagellater og svamper.

I lite til moderat forurensningsbelastet vann dominerer primærproducentene. Mineralske salter er viktigste næringskilde for primærproducentene som øker i mengde ved økt tilførsel av næringssalter. Ved økt tilførsel av løst, lett nedbrytbart organisk stoff øker mengden av nedbrytere. Partikulært organisk stoff medfører ofte økt forekomst av konsumenter.

På grunn av raske vekslinger i miljøforholdene kan det være vanskelig å få et godt bilde av tilstanden i rennende vann. Fysisk/kjemiske målinger gir bare et øyeblikksbilde og det kreves hyppige målinger for å få et representativt bilde av vannkvaliteten. Begreingsamfunnet vil derimot ved å være bundet til et voksested avspeile miljøforholdene på voksestedet og integrere denne påvirkningen over tid.

## 2.5 Bunndyr

Bunndyrprøver ble tatt samtidig med, og fra de samme stasjonene som nevnt for vannprøvene. De ble samlet inn med den såkalte sparkemetoden (Norsk Standard 4818). Bunnssubstratet rotes rundt med den ene foten, det oppvirklede materialet føres av strømmen opp i en håv plassert på bunnen. Det hele foregår etter en bestemt prosedyre i 3 \* 1 minutt. Håven har maskevidde 250 µm. Bunndyrene telles og artsbestemmes under lupe/mikroskop.

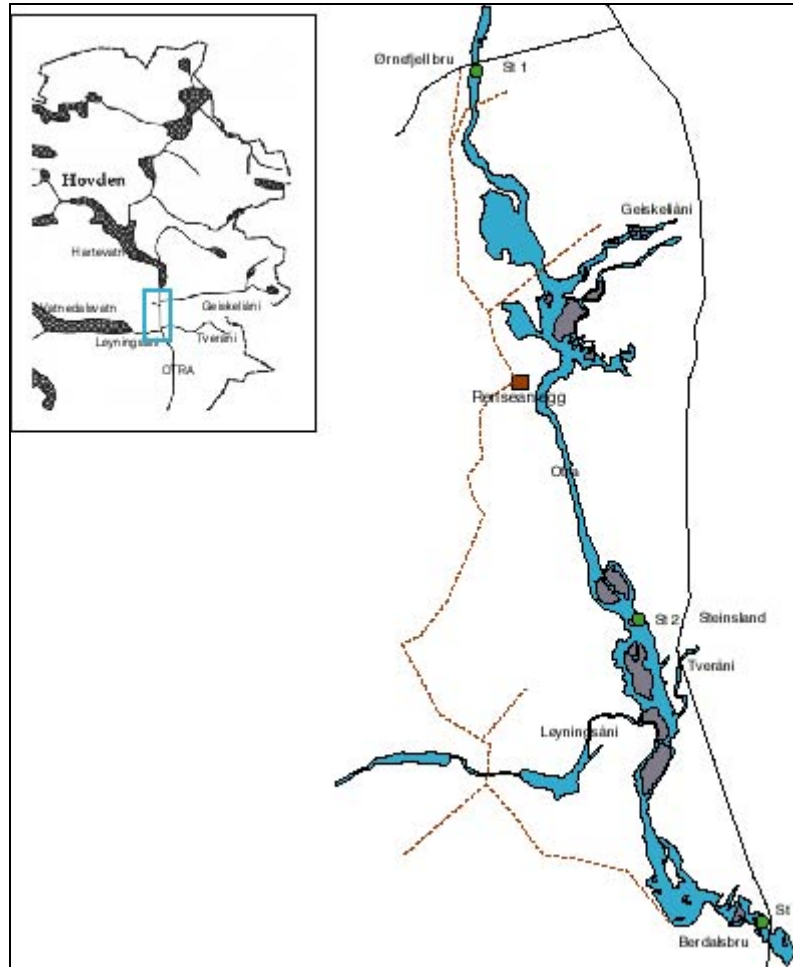
En organisme må forholde seg til sitt miljø. Sammensetningen av dyre- og plantesamfunnene i elver og innsjøer er bestemt av et mangfold av miljøparametre. De mange populasjonene i et samfunn har ulike tålegrenser og preferanseområder. Når én eller flere av miljøparametrene endres, vil også organismesamfunnene endres. Samfunnene gjenspeiler miljøet.

Bunndyr er mest benyttet i siterte biologiske metoder for forurensningsovervåking (Hellowell 1986, Aanes & Bækken 1989). I bekker og elver er bunndyr den eneste dyregruppen ved siden av fisk.

Bunndyr er en svært heterogen gruppe organismer. Det finnes ekstreme rentvannsarter og det er arter som er svært tolerante overfor forskjellige typer forurensninger. Dette er en forutsetning for å kunne bruke dem i effektvurdering av forurensninger, og en viktig grunn til at de er mye brukt.

Bunndyrene er næringsgrunnlaget for fisk.



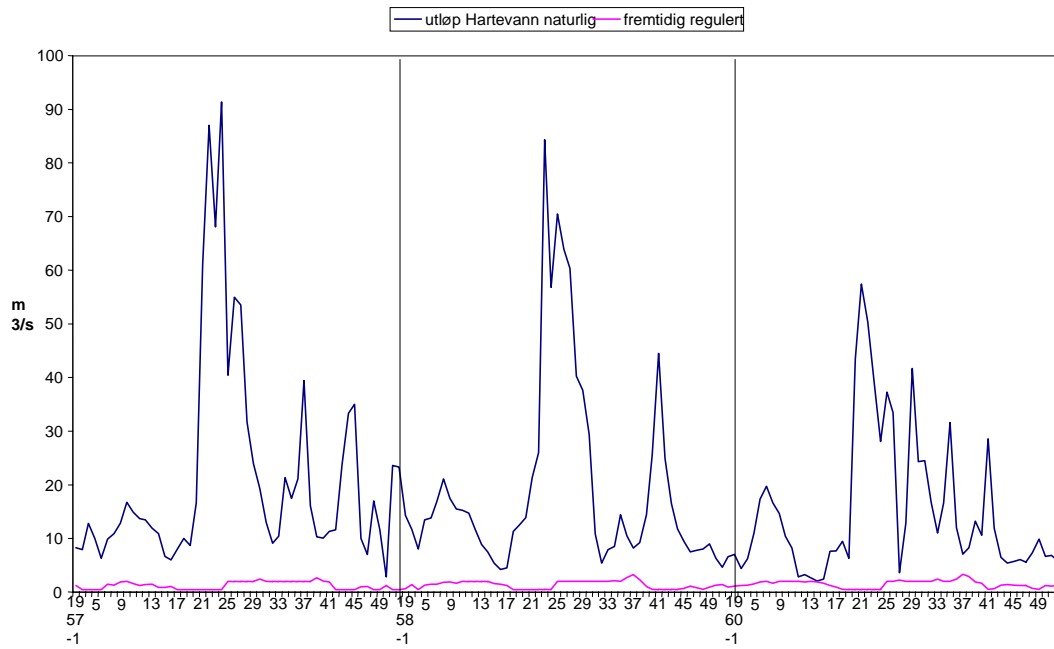


**Figur 2.** Otra med prøvetakingsstasjoner og renseanlegg. Stiplet linje angir planlagte hovedtraseer for vann og avløpssystemet.

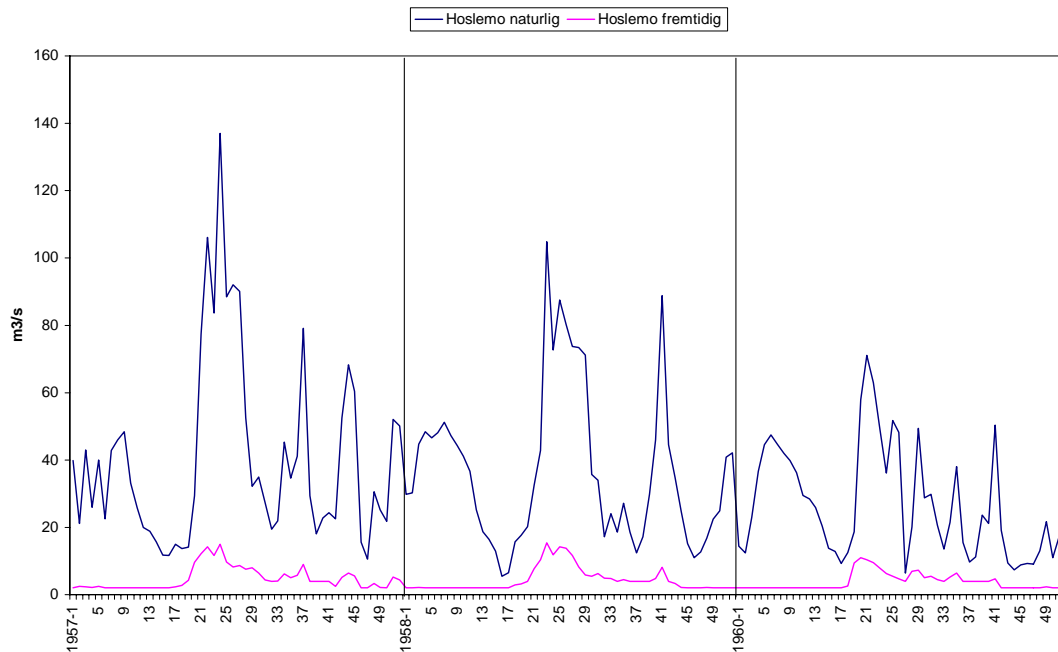
## 3. Resultater

### 3.1 Vannføring

Øvre Otra er regulert og vannføringen sterkt redusert forbi det planlagte renseanlegget. Før reguleringen varierte den naturlige vannføringen (ukemidler) ut av Harte vann fra ca  $2 \text{ m}^3/\text{s}$  i enkeltuker vinterstid til maksimum omkring  $90 \text{ m}^3/\text{s}$  i juli (**Figur 3**) (redegjørelse fra Ræstad & Østvold 1980). Redegjørelsen viste situasjonen for et vannrikt år, normalt år og et vannfattig år, henholdsvis 1957, 1958 og 1960. Snøsmelteperioden med etterfølgende høy vannføring varte fra ca midt i mai til ut juli. Gjennomsnittlig vannføring for disse årene var ca  $19 \text{ m}^3/\text{s}$ . Ved reguleringen ble det fastlagt minste vannføring på  $0,5 \text{ m}^3/\text{s}$  ut i Otra fra Harte vann i vinterperioden fra 15. september til 15. juni. Om sommeren skal minste vannføringen her være  $2,0 \text{ m}^3/\text{s}$ . Gjennomsnittlig beregnet vannføring for disse årene var  $1,4 \text{ m}^3/\text{s}$ . Lengre nedover i elva, ved Hoslemoen vannmerke, etter innløp av blant andre Geiskeliåni, Løyningåni og Tveråni, varierte den naturlige vannføringen fra ca  $5 \text{ m}^3/\text{s}$  til nærmere  $140 \text{ m}^3/\text{s}$  i disse tre årene (**Figur 4**). Gjennomsnittlig vannføring var  $35 \text{ m}^3/\text{s}$ . Minste vannføringen ved Hoslemo vannmerke skal være  $4,0 \text{ m}^3/\text{s}$  fra snøsmeltingen begynner til 15. oktober. Fra 15. oktober til snøsmeltingen begynner skal minste vannføringen her være  $2,0 \text{ m}^3/\text{s}$ . Gjennomsnittlig beregnet vannføring etter regulering ved Hoslemo var ca  $4,3 \text{ m}^3/\text{s}$ . Vannmerket er ca 2 km nedstrøms nederste prøvestasjon i foreliggende undersøkelse (Berdalsbru).



**Figur 3.** Naturlig vannføring ut av Harte vann i et vannrikt år (1957), normalt år (1958) og vannfattig år (1960). Beregnet vannføring ut av Harte vann etter regulering ved tilsvarende situasjoner (Ræstad og Østvold 1980).



**Figur 4.** Naturlig vannføring ved Hoslemoen vannmerke i et vannrikt år (1957), normalt år (1958) og vannfattig år (1960). Beregnet vannføring ved Hoslemoen vannmerke etter regulering ved tilsvarende situasjoner (Ræstad og Østvold 1980).

### 3.2 Vannkjemi.

Vannet i Otra 2. oktober 2000 var svakt surt-nøytralt, og hadde lave konsentrasjoner av næringssalter (**Tabell 1**). pH lå omkring 6,5 og konsentrasjonen av total fosfor (TotP) var 1 µg/l på alle tre stasjonene. Konsentrasjonene av total nitrogen (TotN) og nitrat (NO<sub>3</sub>-N) var henholdsvis omkring 110 µg/l-N og 40 µg/l-N på alle stasjonene. Det organiske innholdet, målt som totalt organisk karbon (TOC), var også lavt med konsentrasjoner fra 1-2 mgC/l. Den høyeste konsentrasjonen av TOC ble målt ved Ørnefjell bru. De vannkjemiske verdiene var i samme størrelsesorden eller lavere enn registrert i en tidligere vannkvalitetsundersøkelse i øvre Otra (Kaste & Håvardstun 1997).

### 3.3 Tarmbakterier

Forekomsten av termotolerante koliforme bakterier (TKB) viste 2 TKB/100 ml på stasjon1 (**Tabell 1**). Disse bakteriene indikerer fersk fekal forurensning fra dyr eller mennesker. Den foreliggende konsentrasjonen betegnes likevel som lav og innenfor bakgrunnsvariasjoner. På de to andre stasjonene ble det ikke påvist termotolerante bakterier. Konsentrasjonene var i samme størrelsesorden som funnet i de tilsvarende områdene av Kaste & Håvardstun 1997.

**Tabell 1.** Vannkjemi og innhold av termotolerante kolibakterier ved tre stasjoner i Otra mellom Harte vann og Berdals bru i Bykle kommune 02.10.2000.

Parameter	Enhet	Ørnefjell bru	Steinsland	Berdalsbru
		St1	St2	St3
pH		6,6	6,49	6,58
Konduktivitet	mS/m	1,13	1,1	1,14
Total fosfor TotP	µg/l P	1	1	1
Total nitrogen TotN	µg/l N	119	108	108
Nitrat nitrogen NO <sub>3</sub> -N	µg/l N	42	42	39
Totalt organisk karbon TOC	mg/l C	2	1,1	1,2
Termotolerante kolibakterier	antall/100ml	2	0	0

### 3.4 Begroing

Ved befaring 02.10.2000 ble det samlet prøver av begroingen på 3 stasjoner i Øvre Otra. Resultatene av begroingsundersøkelsen er gjengitt i **Tabell 2**.

På alle stasjonene var samfunnet preget av arter som er typiske for rene, upåvirkede lokaliteter med lavt innhold av næringssalter. Blågrønnalgene *Stigonema mamillosum* og *Scytonema mirabile*, samt grønnalgen *Zygonium* sp3 var vanlig på alle stasjonene og regnes som gode indikatorer på rent næringsfattig vann. Det ble ikke funnet arter som trives i forurensningspåvirket vann. Forekomsten av ciliater (*Vorticella* sp.) og svamp på st.1 indikere tilførsel av noe partikulært organisk materiale.

**Tabell 2.** Begroingsamfunnet ved tre stasjoner i Otra i Bykle 02.10.2000.

Organisme	St. 1 Ørnefjell bru	St. 2 Steinsland	St. 3 Berdalsbru
<b>Blågrønnalger (Cyanophyceae)</b>			
<i>Calothrix</i> spp.	x	x	x
<i>Chroococcus</i> sp.	x		
<i>Clastidium setigerum</i>			x
<i>Coleodesmium sagarmathae</i>	x	x	x
<i>Cyanophanon mirabile</i>	x		x
<i>Gloeocapsa sanguinea</i>			x
<i>Merismopedia punctata</i>	x		x
<i>Hapalosiphon hibernicus</i>		x	
<i>Homoethrix</i> sp.	x	x	
<i>Rhabdoderma lineare</i>			x
<i>Rivularia</i> sp.		x	
<i>Schizothrix</i> sp.	xx	x	x
<i>Scytonema mirabile</i>	xxxx	xxxx	xx
<i>Scytonematopsis starmachii</i>	x		x
<i>Stigonema mamillosum</i>	xxxx	xxx	xxx
<i>Stigonema minutum</i>		x	
<i>Stigonema ocellatum</i>			x
Uide. Cyatri	xx	x	x
<b>Grønnalger (Chlorophyceae)</b>			
<i>Binuclearia tectorum</i>	x	x	x
<i>Bulbochaete</i> sp.	xx	xx	x
<i>Closterium</i> spp.		x	xx
<i>Cosmarium</i> spp.	x		
<i>Euastrum elegans</i>		x	
<i>Euastrum</i> sp.			x
<i>Mougeotia</i> a (6µ)			x
<i>Mougeotia</i> a (9-12µ)	x	x	
<i>Mougeotia</i> sp. (14µ)	x		
<i>Oedogonium</i> a (3µ)	x		
<i>Oedogonium</i> sp. (9-12µ)	x	x	x
<i>Penium</i> spp.	xx	x	xx
<i>Zygonium</i> sp3	xxxx	xxxx	xxxx
<b>Kiselalger (Bacillariophyceae)</b>			
<i>Frustulia rhomboides</i> var. <i>sax</i>	xx	x	xx
<i>Steropteroberia intermedia</i>	x	x	x
<i>Tabellaria flocculosa</i>	xxx	xx	xx
Ubestemte kiselalger	xxx	xxx	xxx
<b>Gullalger (Chrysophyceae)</b>			
<i>Chrysoxys maior</i>	xxx		
<b>Dekningsgrad, alger</b>			
	<b>95 %</b>	<b>60 %</b>	<b>60 %</b>
<b>Moser (Bryophyta)</b>			
<i>Blindia acuta</i>	xxxx		
<i>Nardia compressa</i>		xxxx	xxxx
<i>Scapania</i> sp.	xxxx		
<b>Dekningsgrad, moser</b>			
	<b>2 %</b>	<b>60 %</b>	<b>5 %</b>
<b>Nedbrytere/Konsumenter</b>			
Jernbakterier	xxx	xxx	xxx
<i>Ophrydium versatile</i>	x		
<i>Vorticella</i> sp.	xxx		
Svamp	xxxx		
x	tilstede		
xx	vanlig		
xxx	stor forekomst		
xxxx	dominerer		

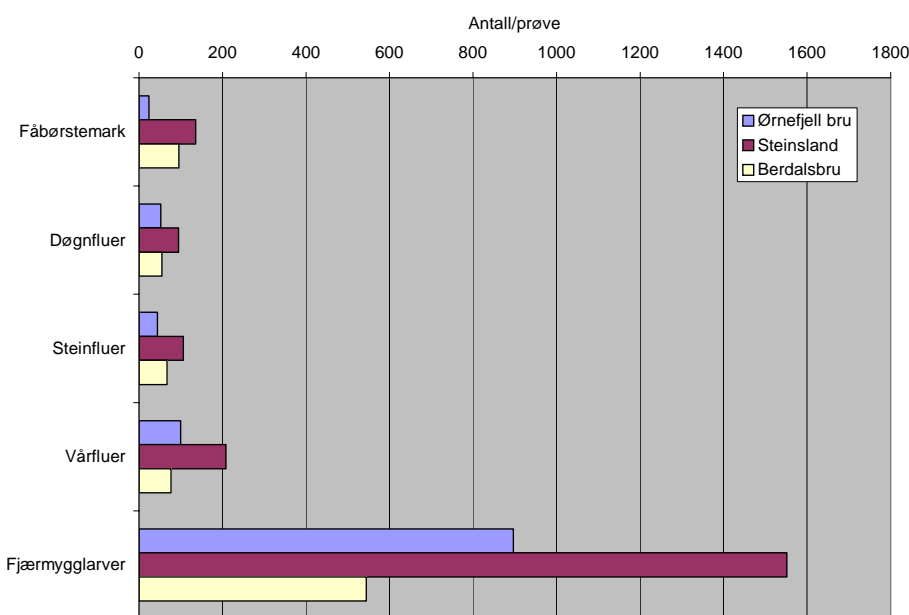
### 3.5 Bunndyr.

Bunndyrsamfunnet på alle stasjonene var dominert av fjærmygglarver (**Figur 5, Tabell 3**). Det var ellers middels stor forekomst av flere andre bunndyrgrupper. Blant disse var de tre artsbestemte gruppene døgnfluer, steinfluer og vårfluer (**EPT: Ephemeroptera Plecoptera Trichoptera**). Det biologiske mangfoldet uttrykt ved EPT var størst på st1 ved Ørnefjell bru. Her ble det registrert 23 EPT-arter (**Figur 6**). De to andre stasjonene hadde henholdsvis 16 og 17 ETP arter. Dette innebærer et middels stort biologisk mangfold på disse lokalitetene.

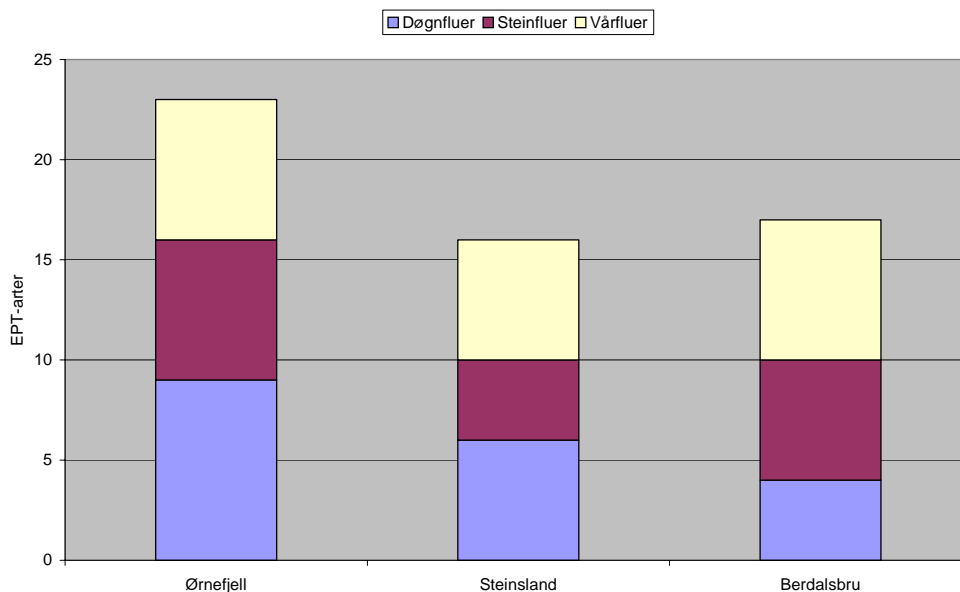
Av døgnfluene var det flest individer fra slekten *Baetis*. Mange av disse ble identifisert som *Baetis rhodani* (**Tabell 4**). Andre var for små til sikkert å kunne artsbestemmes. Trolig var disse også samme art. *Baetis rhodani* er Norges vanligste døgnflue i rennede vann, og er en god indikator ved forsurningsvurderinger. Tilstedeværelse av denne arten i humusfattige vassdrag indikerer liten eller ingen forsuring. Den tåler imidlertid endel annen forurensning. Det ble også registrert døgnfluearter som vanligvis foretrekker saktestrømmende eller stillestående vann. Dette var *Leptophlebia sp.* og *Centroptilum luteolum*. Deler av elva har lav vannhastighet grunnet liten vannføring og har derfor levesteder som passer disse artene.

Steinfluefaunaen var dominert av nyklekte individer av slekten *Amphinemura*. Forøvrigt var *Taeniopteryx nebulosa* og *Leuctra hippopus* vanlige på st2 og st3. Vårfluefaunaen var dominert av en art i slekten *Oxyethira*. Den var vanlig på alle stasjonene. Andre vanlige arter kom fra slekten *Hydropsyche*.

Sammensetningen av bunndyrsamfunnet var normal for en upåvirket elv.



**Figur 5.** Sammensetningen av hovedgrupper i bunndyrsamfunnet på tre stasjoner i Otra ved Bykle 02.10.2000.



**Figur 6.** Antall arter av døgn-stein- og vårfluer på tre stasjoner i Otra i Bykle 02.10.2000.

**Tabell 3.** Forekomst av hovedgrupper i bunndyrsammfunnet ved tre stasjoner i Otra i Bykle 02.10.2000.

		St1	St2	St3
		Ørnefjell bru	Steinsland	Børdalsbru
Fåbørstemark	Oligochaeta	24	136	96
Snegler	Gastropoda	1		
Småmuslinger	Lamellibranchiata	104		10
Vannmidd	Hydracarina	80	168	24
Muslingkreps	Ostracoda			1
Døgnfluer	Ephemeroptera	52	95	55
Steinfluer	Plecoptera	44	106	67
Vårfluer	Trichoptera	100	208	77
Knott	Simuliidae larver	3	32	32
Fjærmygglarver	Chironomidae larver	896	1552	544
Andre tovinger	Andre diptera	24	32	16
SUM		1328	2329	922

**Tabell 4.** Arter av døgnfluer, steinfluer og vårfluer ved tre stasjoner i Otra i Bykle 02.10.2000.

	St1 Ørnefjell bru	St2 Steinsland	St3 Berdalsbru
<b>DØGNFLUER</b>			
<i>Ameletus inopinatus</i>	5	16	
<i>Baetis rhodani</i>	11	26	18
<i>Baetis sp.</i>	12	44	32
<i>Centroptilum luteolum</i>	5	5	2
<i>Heptagenia dalecarlica</i>	2		
<i>Heptagenia sp.</i>	4		3
<i>Heptagenia sulphurea</i>	3	2	
<i>Paraleptophlebia sp</i>	2		
<i>Leptophlebia sp.</i>	9	2	
Døgnfluearter	9	6	4
<b>STEINFLUER</b>			
<i>Diura nanseni</i>			1
<i>Isoperla sp.</i>	4		5
<i>Taeniopteryx nebulosa</i>	2	16	20
<i>Amphinemura sp.</i>	32	72	26
<i>Nemoura avicularis</i>	1		
<i>Capnia atra</i>	2	2	5
<i>Leuctra sp.</i>	2		
<i>Leuctra hippopus</i>	1	16	6
Steinfluearter	7	4	6
<b>VÅRFLUER</b>			
<i>Rhyacophila nubila</i>	2	3	2
<i>Ithytrichia lamellaris</i>	9		1
<i>Oxyethira sp.</i>	24	132	54
<i>Polycentropus flavomaculatus</i>	13	14	1
<i>Polycentropidae indet</i>	12	32	
<i>Hydropsyche pellucidula</i>	10	3	
<i>Hydropsyche sp.</i>	28	24	10
<i>Lepidostoma hirtum</i>			3
Trichoptera indet			7
Vårfluearter	7	6	7
Antall EPT arter	23	16	17

## 4. Vurderinger

Det er i dag omkring 600 hytter i det aktuelle utbyggingsområdet. Endel av disse ønsker en tilkobling til det planlagte renseanlegget. Maksimalt er det regnet med en belastning på 3000 pe. Belegget på hyttene vil noe sesongavhengig. Belegget på de fremtidige hytteområdene regnes med å bli tilsvarende eller større enn det som er vanlig i de eksisterende hytteområdene. Hyttene antas å bli mest brukt i påskeferien. Men området regnes også å bli mye brukt i andre perioder om vinteren. Sommerferien (juli) vil også få høyt belegg, men gjennomsnittlig trolig noe lavere enn i de nevnte vinterperiodene. Den resterende bruken blir fordelt på helger og høstferie. Det må derfor regnes med en ujevn belastning på renseanlegget og derved på resipienten.

Fosfor er oftest det næringssaltet som begrenser planteveksten i ferskvann. I øvre Otra er fosforkonsentrasjonen naturlig meget lav med  $1\mu\text{g/l}$  i foreliggende undersøkelse og med  $1-2\mu\text{g/l}$  registrert i tidligere undersøkelser (Kaste & Håvardstun 1997). Øvre grenseverdi for "meget god" vannkvalitet (tilstandsklasse I) med hensyn på totalt fosfor er satt til  $6,9\mu\text{g/l}$  (SFT1997). Øvre Otra er imidlertid en høyfjellsresipient der denne konsentrasjonen blir en betydelig konsentrasjonsøkning i forhold til naturlig bakgrunn. En bør derfor søke å nå lavere konsentrasjoner enn dette. Ved minstevannføring  $0,5\text{ m}^3/\text{s}$  kan fosforkonsentrasjonene komme opp i ca  $12\mu\text{g/l}$  når det er fullt belegg på hyttene (**Figur 7**). Dette gjelder etter full innblanding i vannmassene. Situasjonen er realistisk for påskeferier, men vil også gjelde andre perioder med full eller tilnærmet full belastning på renseanlegget med minstevannføring i vinterperioden. Fosfortilførslen medfører "mindre god" tilstand i følge vannkvalitetskriteriene. Strekninger med åpent vann og god lystilgang i de nærmeste områdene nedstrøms får økt algebegroing. Begroingen vil trolig være et lokalt og begrenset problem. Tilførselen av nitrogen ved full belastning kan gi konsentrasjoner omkring  $600-700\mu\text{g/l}$  (**Figur 8**). Det tilsvarer tilstandsklasse "dårlig" (tilstandsklasse IV). Utslippene av organisk stoff blir trolig så lave at det etter innblanding er innenfor grenseverdiene for "meget god" vannkvalitet. Innholdet av TKB forventes å komme opp i flere titalls per  $100\text{ ml}$ . Under forutsetningene gitt for beregningene (99% rensegrad) kan en få  $60-70\text{ TBK}/100\text{ ml}$  etter innblanding i vannmassene ved lav vannføring ( $0,5\text{ m}^3/\text{s}$ ) og full belastning på renseanlegget (**Figur 9**). Dette betegnes som en "mindre god" tilstand i vannkvalitetskriteriene. Det er imidlertid angitt stor variasjon i rensegraden for TKB (se 2.2). Ved lavere rensegrad kan derfor bakterieinnholdet mangedobles og gi "dårlig" tilstand. Vannet bør ikke i noe tilfelle anvendes som drikkevann.

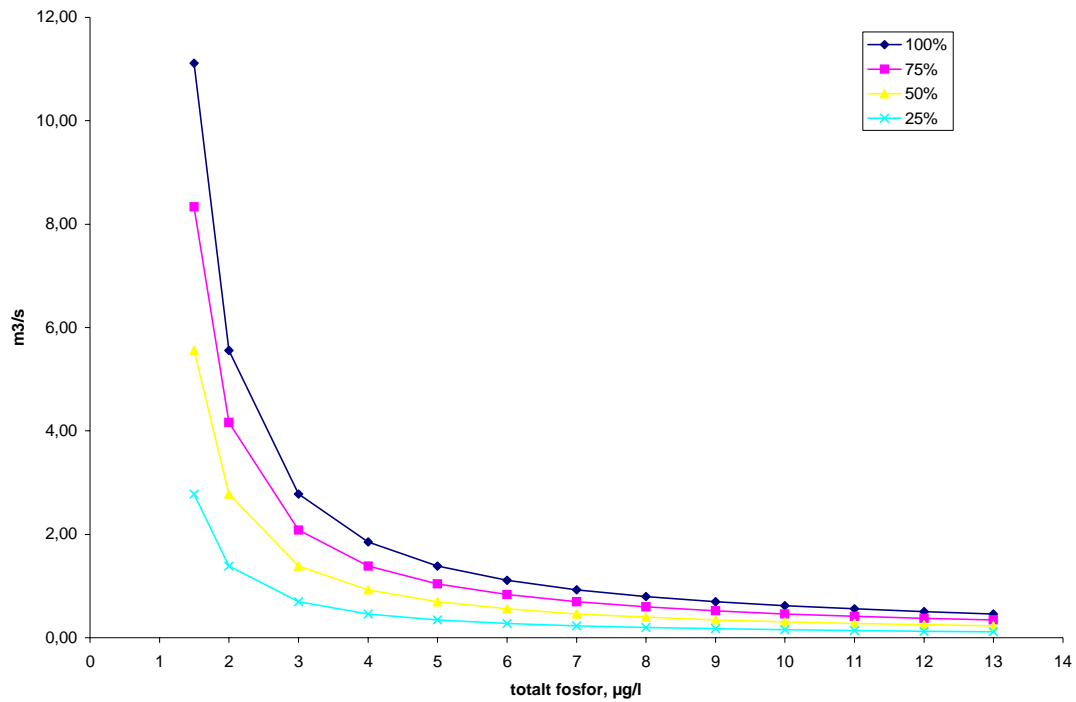
Om sommeren er det antatt at det gjennomsnittlige belegget på hyttene er noe lavere. Minstevannføringen har økt til  $2\text{ m}^3/\text{s}$ . Det innebærer at de refererte konsentrasjonene ovenfor blir betydelig redusert. Med en beleggsprosent på 75% vil det gi total fosforkonsentrasjon på ca  $3\mu\text{g/l}$ , og med beleggsprosent 50% ca  $1,4\mu\text{g/l}$  (**Figur 7**). Dette nærmer seg akseptable konsentrasjoner, og er godt innenfor tilstandsklasse I, "meget god" vannkvalitet. Lys og temperaturforhold er bedre for begroing i sommerhalvåret enn om vinteren. Den økte forfortilgangen kan derfor gi noe økt begroing i elva, men trolig ikke i store mengder. For nitrogen og organisk stoff vil også konsentrasjonene ligge innenfor grenseverdiene for "meget god" vannkvalitet. Det må regnes med noe forhøyet innhold av TKB i vannmassene under de nevnte situasjonene. Også for denne parameteren vil vannkvaliteten i følge kriteriene være "god" ved høy rensegrad. Ved lavere rensegrad kan imidlertid vannkvaliteten med hensyn på TKB bli betydelig forringet (**Figur 9**). Vannet bør ikke anvendes til drikkevann.

Lengre nedstrøms, etter innløp av Tveråni og Løyningsåni, ved Hoslemoen vannmerke, er minstevannføringen økt til  $2\text{ m}^3/\text{s}$  om vinteren og  $4\text{ m}^3/\text{s}$  om sommeren. Det gir ytterligere henholdsvis 4 ganger og 2 ganger fortykning av forurensningene og akseptable forhold for de omtalte parameterene. Det er likevel å forvente forhøyede konsentrasjoner av TKB også her, og vannet bør ikke brukes til drikkevann.

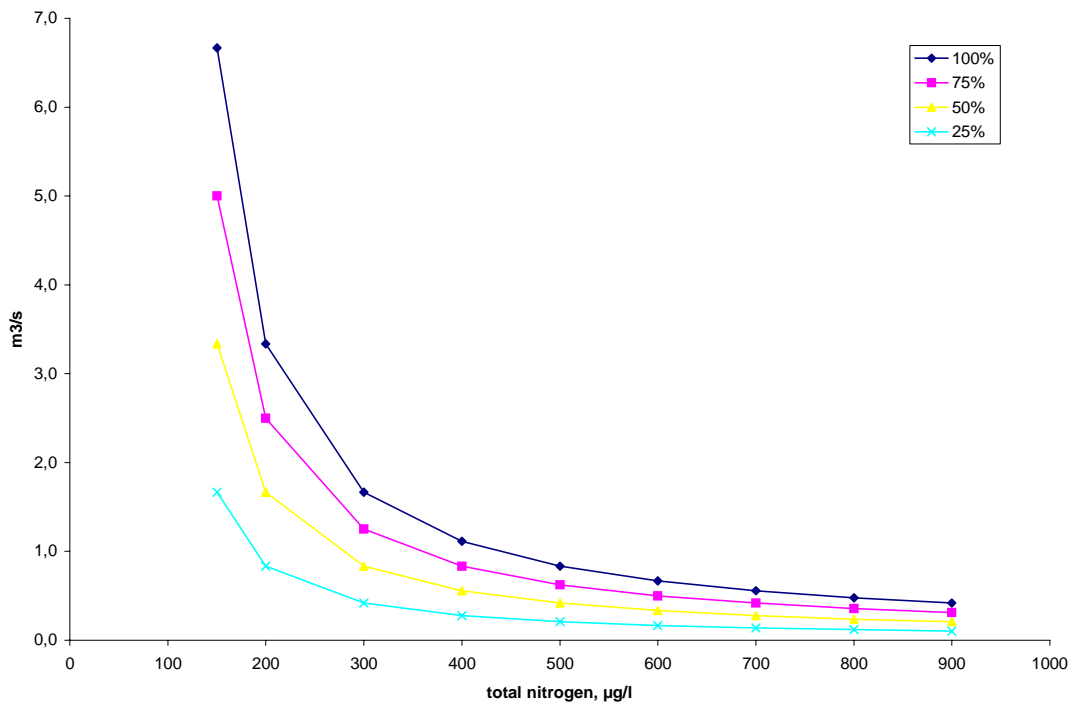
Alle beregningene forutsetter at renseanlegget drives godt, og at det ikke skjer uhell. Erfaringsmessig viser det seg at anlegg med store variasjoner i belastningen ofte har driftsproblemer med påfølgende redusert rensegrad eller direkte utslipp av råkloakk. Resipienten bør derfor ha en viss "overkapasitet" for bedre å kunne motta slike støt.

Øvre Otra ved utløpet av Hartevann har lav resipientkapasitet. Forurensningstilførslene fra renseanlegget kan i perioder med minstevannføring medføre øket uønsket algebegroing og høye konsentrasjoner av tarmbakterier (TKB). For å øke resipientkapasiteten anbefales det å øke minstevannføring i perioder med full belastning på renseanlegget. Alternativt kan avløpet ledes til en sterkere resipient. Under naturlige vannføringsforhold ville ikke forurensningen fra renseanlegget skapt vesentlige forurensningsproblemer.

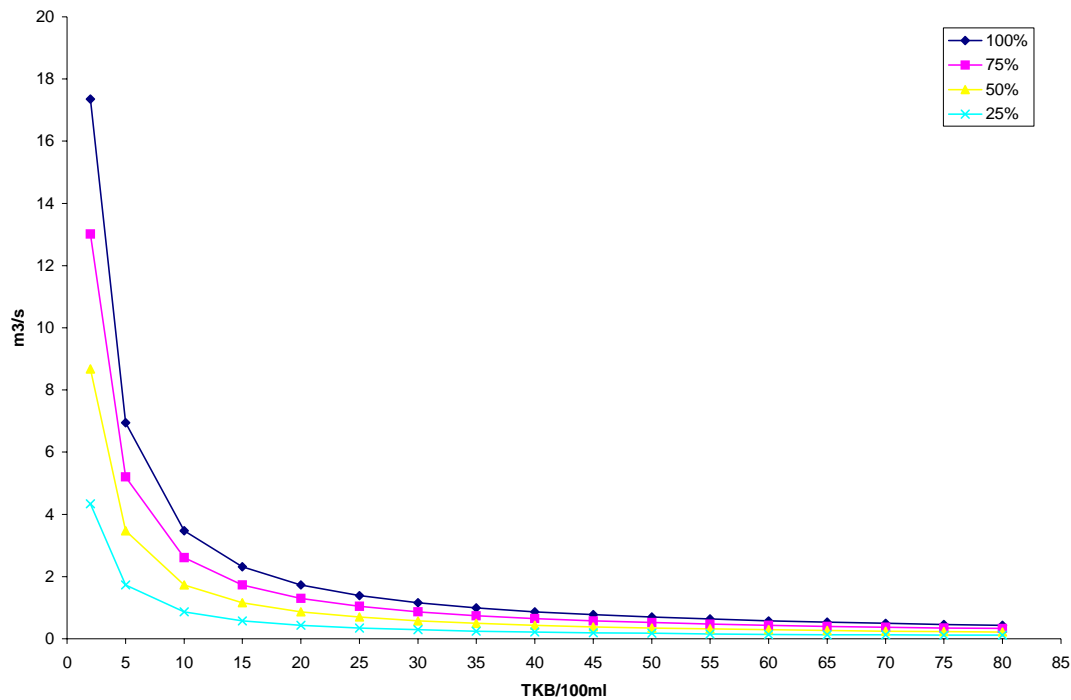




**Figur 7.** Forventede konsentrasjoner av totalt fosfor i forhold til vannføring. Fire situasjoner med ulik grad av bruk av hyttene.



**Figur 8.** Forventede konsentrasjoner av totalt nitrogen i forhold til vannføring. Fire situasjoner med ulik grad av bruk av hyttene.



**Figur 9.** Forventede konsentrasjoner av termotolerante koliforme bakterier (TKB) i forhold til vannføring. Fire situasjoner med ulik grad av bruk av hyttene.

## 5. Litteratur

Midttun, I. 1993: Patogener i kommunalt avløpsvann. Det Norske Veritas Industri Norge AS. - SFT-rapport nr. 93:25.

Ræstad, E. & Østvold, E. 1980: 3074 SKJØNN ØVRE OTRA, Redegjørelse nr. 4. Utbyggingsvirkninger på strekningen Hartevann-Sarvsfossen. Datert 25. mars 1980.

Hellawell, J.M. 1986: Biological Indicators of Freshwater Pollution and Environmental Management. Elsvier. London, 546 s.

Aanes, K.J. & Bækken, T. 1989: Bruk av vassdragets bunnfauna i vannkvalitetsklassifisering. Nr. 1 generell del. - NIVA Rapport 2278.

Kaste, Ø. & Håvardstun, J. 1998: vannkvalitetsundersøkelse i Otra med tilløp 1997. - NIVA Rapport 3866-98.

Andersen, J.R., Bratli, J.L., Fjeld, E., Faafeng, B., Grande, M., Hem, L., Holtan, H., Krogh, T., Lund, V., Rosland, D., Rosseland, B.O., og Aanes, K.J. 1997: Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann. - SFT-veiledning 97:04, TA-1468/1997.

## 6. Vedlegg

Vannføringsdata fra Ræstad og Østvold (1980).

1957	utløp		Hoslemo		1958 Harte vann		Hoslemo		1960 Harte vann		Hoslemo	
	Uke	Harte vann	naturlig	regulert	naturlig	regulert	naturlig	regulert	naturlig	regulert	naturlig	regulert
1	8,3	1,2	39,9	2	14,3	0,6	29,8	2	7	1,1	14,4	2
2	7,9	0,5	21,2	2,5	11,7	1,4	30,3	2	4,4	1,2	12,4	2
3	12,8	0,5	43	2,4	8	0,5	44,7	2,1	6,2	1,3	23	2
4	10	0,5	26	2,1	13,4	1,3	48,4	2	11	1,5	36,7	2
5	6,3	0,5	40	2,5	13,8	1,5	46,6	2	17,4	1,9	44,6	2
6	9,9	1,5	22,5	2	16,9	1,5	48,1	2	19,7	2	47,5	2
7	10,9	1,3	42,9	2	21,1	1,8	51,2	2	16,6	1,6	44,7	2
8	12,9	1,9	46	2	17,5	1,9	47,2	2	14,6	2	42	2
9	16,8	2	48,4	2	15,5	1,7	44,3	2	10,4	2	39,9	2
10	14,9	1,6	33,1	2	15,2	2	41,2	2	8,2	2	36,2	2
11	13,7	1,2	25,8	2	14,7	2	36,7	2	2,9	2	29,5	2
12	13,5	1,4	20	2	11,7	2	25,2	2	3,3	1,9	28,4	2
13	11,9	1,5	18,8	2	8,9	2	18,7	2	2,7	2	25,9	2
14	10,9	0,9	15,7	2	7,5	2	16,5	2	2,1	1,9	20,4	2
15	6,7	0,9	11,8	2	5,4	1,6	12,9	2	2,4	1,6	13,8	2
16	6	1,1	11,7	2	4,2	1,5	5,4	2	7,6	1,2	12,8	2
17	8	0,5	15	2,3	4,5	1,2	6,5	2	7,7	0,9	9,3	2
18	10	0,5	13,7	2,8	11,3	0,5	15,7	2,9	9,5	0,5	12,5	2,6
19	8,7	0,5	14,1	4,3	12,5	0,5	17,6	3,2	6,3	0,5	18,7	9,4
20	16,6	0,5	29,4	9,6	13,9	0,5	20,2	4	43,4	0,5	57,9	11
21	61,1	0,5	77,4	12,2	21,3	0,5	32,5	7,7	57,4	0,5	71,1	10,4
22	87	0,5	106,1	14,2	26	0,5	42,9	10,4	50,4	0,5	62,9	9,5
23	68,1	0,5	83,7	11,7	84,3	0,5	104,9	15,4	39,1	0,5	49,4	7,9
24	91,4	0,5	137	15	56,8	0,5	72,7	11,9	28,1	0,5	36,1	6,3
25	40,5	2	88,5	9,7	70,5	2	87,5	14,2	37,3	2	51,7	5,4
26	55	2	92	8,2	63,9	2	80,3	13,8	33,5	2	48,2	4,7
27	53,5	2	90,1	8,7	60,3	2	73,7	11,6	3,6	2,2	6,4	4
28	31,7	2	52,6	7,6	40,3	2	73,4	8,2	12,9	2	20,1	7
29	24	2	32,2	8	37,6	2	71,2	5,9	41,7	2	49,4	7,3
30	19,3	2,4	35	6,4	29,4	2	35,7	5,5	24,3	2	28,8	5
31	13	2	27,4	4,4	10,8	2	34	6,3	24,5	2	29,8	5,5
32	9,1	2	19,4	4	5,4	2	17,2	4,9	16,8	2	20,6	4,5
33	10,4	2	21,9	4,1	7,9	2	24	4,8	11	2,4	13,6	4
34	21,4	2	45,3	6,2	8,5	2,1	18,6	4	16,6	2	21,5	5,2
35	17,5	2	34,6	5	14,4	2	27,1	4,5	31,6	2	38,1	6,4
36	21,1	2	41,2	5,8	10,5	2,7	18,6	4	12	2,4	15,5	4
37	39,4	2	79,1	9	8,2	3,2	12,4	4	7,1	3,3	9,7	4
38	16,1	2	29,4	4	9,2	2,3	17,2	4	8,3	2,9	11,2	4
39	10,3	2,7	18,1	4	14,4	1	29,8	4	13,2	1,9	23,6	4
40	10,1	2,1	22,8	4	25,6	0,5	46	4,8	10,6	1,6	21,2	4
41	11,3	1,9	24,4	4	44,5	0,5	88,8	8,1	28,6	0,5	50,3	4,7
42	11,6	0,5	22,5	2,5	24,9	0,5	44,6	4	11,9	0,6	19,1	2
43	23,8	0,5	52,5	5,1	16,5	0,5	34,7	3,3	6,5	1,3	9,4	2
44	33,3	0,5	68,3	6,4	11,8	0,5	24,8	2,1	5,4	1,4	7,4	2
45	35	0,5	60,4	5,6	9,5	0,7	15,2	2	5,7	1,3	8,9	2
46	10	1	15,6	2	7,5	1,1	11	2	6,1	1,2	9,3	2
47	7	1,1	10,6	2	7,8	0,8	12,7	2	5,6	1,2	9,1	2
48	17	0,5	30,6	3,3	8	0,5	16,8	2,1	7,3	0,7	13	2
49	11,6	0,5	25,2	2,1	9	0,9	22,4	2	9,9	0,5	21,7	2,3
50	2,8	1,2	21,8	2	6,3	1,3	24,9	2	6,7	1,2	11	2
51	23,6	0,5	52,1	5,2	4,6	1,4	40,8	2	6,8	1,1	17,1	2
52	23,3	0,5	50,1	4,4	6,6	0,9	42,1	2	5,8	1,2	17,2	2
X	21,67	1,24	40,51	4,79	19,31	1,37	36,64	4,37	15,18	1,50	26,78	3,79