

BACHELOROPPGAVE VÅREN 2016:

KARTLEGGING AV  
RESERVEVANN FOR  
VESTRE TOTEN KOMMUNE

FORFATTER:

ØYVIND FJELLHEIM

Dato: 18/5-2016  
NTNU i Gjøvik avd. TØL Byggingeniør

**SAMMENDRAG**

Tittel:	<u>Kartlegging av reservevann for Vestre Toten kommune</u>	Dato : 18/5-2016
Deltaker(e)/	<u>Øyvind Fjellheim</u>	
Veileder(e):	<u>Fred Johansen</u>	
Evt. oppdragsgiver:	<u>Vestre Toten Kommune</u>	
Stikkord/nøkkelord (3-5 stk)	<u>Reservevann, kartlegging, Vestre Toten, Østre Toten, Gjøvik</u>	
Antall sider: 34	Antall vedlegg: 4	Publiseringsavtale inngått: ja
Kort beskrivelse av bacheloroppgaven:		
<p>Reservevann blir et mer og mer aktuelt tema for vannverkseiere da de hele tiden må kunne levere tilstrekkelig mengde og sikkert drikkevann til abonnentene sine. Problemstillingen i oppgaven dreier seg i hovedsak om reservevannproblematikken til Vestre Toten kommune. Vannverket til Vestre Toten kommune har ikke tilgang på en reservevannkilde slik situasjonen er i dag, og de vil dermed ikke kunne levere drikkevann gjennom eksisterende ledningsnett dersom det skulle oppstå en krise.</p> <p>For å løse oppgaven er det gjennomført en grovere vurdering av potensielle alternativer som Vestre Toten kommune har, både når det gjelder å være selvforsynt eller ved gjensidig reservevann med nabokommuner.</p> <p>Konklusjonen på oppgaven er at Vestre Toten kommune har mange alternativer når det kommer til reservevannløsninger, men den beste løsningen er å etablere et reservevannsystem i samarbeid med Østre Toten kommune og Gjøvik kommune.</p>		

**ABSTRACT**

Title:	<u>Mapping of reserve water for Vestre Toten</u>	Date :	<u>18/5-2016</u>
Participants/	<u>Øyvind Fjellheim</u>		
Supervisor(s)	<u>Fred Johansen</u>		
Employer:	<u>Vestre Toten municipality</u>		
Keywords (3-5)	<u>Reserve water, mapping, Vestre Toten, Østre Toten, Gjøvik</u>		
Number of pages: 34	Number of appendix: 4	Availability: Open	
<p>Short description of the bachelor thesis:</p> <p>Reserve water becomes a more and more necessary theme for waterworks owners when they constantly have to deliver sufficient quantity and safe drinking water to their subscribers. The issue in the task is mainly about the spare water issue in Vestre Toten municipality. The waterworks in Vestre Toten municipality have not access to a reserve water source as the situation is today, and they will therefore not be able to supply drinking water through existing wiring in the event of a crisis.</p> <p>To solve the problem, it is completed a rougher assessment of potential options that Vestre Toten municipality have, both in terms of being self-sufficient or mutual spare water with neighboring communities.</p> <p>The conclusion of the thesis is that Vestre Toten municipality have many options when it comes to spare water solutions, but the best solution is to establish a reserve water system in cooperation with Østre Toten Municipality and Gjøvik Municipality.</p>			

## Forord

Denne bacheloroppgaven er gjennomført våren 2016 ved NTNU i Gjøvik og er en avsluttende oppgave i *Byggingeniørstudiet* for årskull 2013-2016. Forfatter av oppgaven har valgt retningen bygg- og anlegsteknikk og har derfor noe kunnskap om temaet fra emnet VA-teknikk.

Oppgaven gjennomføres i samarbeid med Vestre Toten kommune, da de etterspør informasjon og alternativer rundt deres situasjon til reservevann.

Gjøvik, 18.05.2016



---

Øyvind Fjellheim

## Innhold

SAMMENDRAG .....	II
ABSTRACT .....	III
Forord .....	IV
Tabelloversikt .....	VII
Figuroversikt .....	VII
1. Innledning .....	1
1.1. Tema, problemstilling og avgrensing .....	1
1.1.1. Bakgrunn .....	1
1.1.2. Problemstilling .....	2
1.1.3. Avgrensing .....	2
1.2. Generelt om drikkevann .....	2
1.2.1. Drikkevann .....	2
1.2.2. Reservevannkilde .....	3
1.2.3. Nødvann .....	3
1.3. Eksisterende vannforsyning .....	3
1.3.1. Dagens situasjon i Vestre Toten .....	3
1.3.2. Skjelbreia vannverk .....	4
1.3.3. Sivesind vannverk .....	4
1.3.4. Trevatn vannverk .....	4
2. Metode .....	5
2.1. Litteraturstudie .....	5
2.1.1. Behandling av drikkevann .....	5
2.1.2. Liknende løsninger for reservevann .....	6
2.2. Dimensjonerende vannforbruk .....	7
2.2.1. Befolkningsvekst .....	7
2.2.2. Dagens vannforbruk .....	8
2.2.3. Fremtidig vannforbruk .....	8
2.2.4. Ledig produksjonskapasitet .....	10
2.3. Alternative reservevannløsninger .....	11
2.3.1. Alternativer basert på ekstern råvannskilde .....	11
2.3.2. Einavatnet .....	12
2.3.3. Randsfjorden .....	13
2.3.4. Skumsjøen .....	14
2.3.5. Trevatna .....	14
2.3.6. Alternativer basert på gjensidig reservevann .....	15
2.3.7. Eksisterende hovedstammer i Vestre Toten kommune .....	16
2.3.8. Gjensidig reservevann med ett nytt vannverk .....	17
2.3.9. Gjensidig reservevann med eksisterende anlegg .....	18
2.4. Regulering til kraftformål .....	19
2.4.1. Alternativer som er regulert til kraft .....	19
3. Resultat .....	20

3.1.	To vannverk og to råvannskilder .....	20
3.2.	Sammenlikning av alternativene.....	20
3.2.1.	Sammenlikning av overflatekilder .....	20
3.2.2.	Sammenlikning av gjensidig reservevann .....	21
3.2.3.	Kombinasjon av pkt. 2.3.8 og pkt. 2.3.9 .....	22
4.	Drøfting.....	23
4.1.	Konklusjon.....	23
4.2.	Feilkilder.....	23
4.3.	Økonomiske vurderinger .....	23
4.4.	Videre undersøkelser .....	23
5.	Kilder .....	25
6.	Vedlegg.....	i

Antall ord i besvarelsen: 6 790

## Tabelloversikt

Tabell 1	Befolkningsvekst 2015-2060
Tabell 2	Dagens vannforbruk
Tabell 3	Vannbehov 2060
Tabell 4	Ledig kapasitet ved gjennomsnittlig døgntforbruk
Tabell 5	Ledig kapasitet ved maksimalt døgntforbruk
Tabell 6	Tilsig, middelvannføring og gjennomsnittlig tilrenning
Tabell 7	Fordeling av reservevann med dagens situasjon
Tabell 8	Fordeling av reservevann i 2060 med dagens situasjon
Tabell 9	Fordeling i 2060 med økt produksjon
Tabell 10	Kostnadsfordeling

## Figuroversikt

Figur 1	Mulig inntaksløsning fra Einavatnet
Figur 2	Mulig inntaksløsning fra Randsfjorden
Figur 3	Mulig inntaksløsning fra Trevatna
Figur 4	Avstand mellom eksisterende vannverk
Figur 5	Alternativ med nytt vannverk ved Skumsjøen

# 1. Innledning

## *1.1. Tema, problemstilling og avgrensing*

### *1.1.1. Bakgrunn*

I Norge tar vi det nærmest som en selvfølge at det kommer rent vann når vi skrur på vannkrana på kjøkkenbenken. Dette er takket være de 1600 vannverkene vi har i Norge som sørger for at vannet som dukker opp hjemme i vannkrana er trygt og godt drikkevann (Norsk Vann 2011a).

Men hva skjer dersom det oppstår en ulykke, krise, naturfenomen eller en situasjon som gjør at vannforsyningen svekkes? Svikter ett vannverk kan plutselig flere tusen personer våkne opp uten rent vann i krana. Derfor er det viktig at vannverkseierne har en god beredskapsplan når det kommer til krisesituasjoner, slik at abonnentene alltid har tilgang på trygt og godt drikkevann.

Forurensing av vannkildene er nok det aller største problemet vi står ovenfor som følge av klimaendringene som skjer (Norsk Vann 2013b). I Norge har nedbørsmengden økt med ca. 20 prosent det siste århundret og det er ventet at den fortsatt vil øke i årene som kommer (Klima- og miljødepartementet 2013).

Mer ekstremvær setter dagens avløpsnett på prøve og øker forurensingen av vannkildene. Dette fører til at vannverkene får et dårligere råvann som krever mer omfattende behandling.

Bakgrunnen for denne oppgaven er at Vestre Toten kommune ikke har tilgang på en fullgod reservevannløsning å tilby abonnentene sine, og de ønsker derfor en kartlegging på hvordan de kan løse dette problemet på best mulig måte. Slik situasjonen er i dag kan Vestre Toten kommune kun tilby abonnentene sine nødvann på flasker eller i større vanntanker dersom det skulle oppstå en krise som gjør at vannkvaliteten blir for dårlig, eller om det skulle oppstå andre problemer slik at dagens vannverk ikke kan benyttes.

Det må også foretas en vurdering i forhold til vannkvaliteten til kildene, enten ved hjelp av allerede eksisterende data for kildene eller ved en grovere vurdering basert på nedslagsfelt, beliggenhet og type kilde. Ved hjelp av denne informasjonen kan man dermed anslå hvilken type vannbehandling som må til for å oppnå en god og sikker reservevannkilde.



### *1.1.2. Problemstilling*

Overordnet problemstilling:

«Hvordan kan reservevannproblematikken i Vestre Toten kommune løses?»

For å besvare problemstillingen må:

- Dagens vannforbruk og fremtidig vannforbruk beregnes for Vestre Toten-, Østre Toten-, og Gjøvik kommune
- Utrede mulige alternativer Vestre Toten kommune har for å etablere reservevann

### *1.1.3. Avgrensing*

For å finne ut vannkvaliteten til de aktuelle kildene har det ikke blitt tatt eller brukt vannprøver, på grunn av at det ville tatt unødvendig med tid og gitt lite informasjon.

På grunn av at noen av alternativene til reservevann innebærer samarbeid med Østre Toten kommune og Gjøvik kommune har det blitt gjort noen forenklinger og antagelser i forhold til disse kommunene.

## **1.2. Generelt om drikkevann**

### *1.2.1. Drikkevann*

Rent vann er livsnødvendig for alle levende organismer. Og vi mennesker har blitt svært avhengig av tilgang på rent vann både til drikkevann, personlig hygiene, klesvask og andre husholdningsfasiliteter. I Norge bruker en husholdning ca. 150 liter vann per person i døgnet (Ødegaard 2014).

Når det kommer til drikkevann har vi *Drikkevannsforskriften*, som har til formål å sikre tilfredsstillende mengde og kvalitet på drikkevannet, samt at det er hygienisk betryggende.

Drikkevann er beskrevet på følgende måte i *Drikkevannsforskriften* § 12. *Krav til kvalitet:*

«Drikkevann skal, når det leveres til mottakeren, jf. § 5, være hygienisk betryggende, klart og uten framtrædende lukt, smak eller farge. Det skal ikke inneholde fysiske, kjemiske eller biologiske komponenter som kan medføre fare for helseskade i vanlig bruk.....» (Drikkevannsforskriften 2001).

For at abonnentene skal vite at vannet de får er hygienisk betryggende er det under § 9. *Godkjennende myndighet* beskrevet at det er det lokale Mattilsynet som har ansvar for godkjenning av et vannforsyningssystem (Drikkevannsforskriften 2001). Et godkjent vannforsyningssystem må ifølge § 14. *Vannkilde og vannbehandling* ha minimum 2 hygieniske barrierer i vannforsyningssystemet (Drikkevannsforskriften 2001).

### *1.2.2. Reservevannkilde*

Ved å etablere og tilknytte en reservevannkilde til et eller flere vannverk har man alltid tilfredsstillende mengde med råvann å ta ut. En reservevannkilde skal derfor tilfredsstillende alle kravene i Drikkevannsforskriften (Drikkevannsforskriften 2001), og skal være en kilde som kan brukes når som helst, samt at den transporteres ut på det eksisterende ledningsnett.

### *1.2.3. Nødvann*

Vannverkseiere er ikke pålagt i å ha en fullgod reservevannkilde eller nødvann, men under § 11. *Leveringssikkerhet og beredskap* i drikkevannsforskriften er vannverkseiere pliktige til å utarbeide beredskapsplaner, samt gjennomføre nødvendig beredskapsplanlegging for å kunne sikre levering av tilstrekkelig mengde drikkevann under kriser og katastrofer (Drikkevannsforskriften 2001).

For de vannverkene som ikke har en fullgod reservevannløsning blir det ofte benyttet eksterne vannkilder eller vannverk hvor det blir opprettet provisoriske løsninger for å levere drikkevann, dette kalles ofte nødvann.

## **1.3. Eksisterende vannforsyning**

### *1.3.1. Dagens situasjon i Vestre Toten*

Vestre Toten kommune har i dag ett kommunalt vannverk som tar vann fra Skjelbreia vatn, i tillegg kjøper Vestre Toten vann fra Sivesind vannverk og fra Trevatna vannverk.

Lekkasjeandelen på vannledningene er relativt høy i kommunen og denne ligger på ca. 50 %. Kommunen jobber aktivt med å redusere lekkasjeandelen og har et mål om å redusere den til 35 % innen 2020. For å nå dette målet skal kommunen fornye ca. 3 km med vannledninger per år, som tilsvarer ca. 1,7 % av totalt ca. 176 km kommunale vannledninger.

Vestre Toten kommune har per i dag kun tilgang på nødvann som blir opprettet ved Einavatnet ved hjelp av en provisorisk løsning med slanger og lensepumper. Vannet blir tilsatt klor for desinfisering. Kommunen har ikke noe system for distribusjon av nødvann, slik at abonnentene må hente vannet selv ved hjelp av flasker eller kanner.

### *1.3.2. Skjelbreia vannverk*

Vannverket ved Skjelbreia forsyner ca. 70 % av befolkningen i Vestre Toten kommune.

Hovedvannkilden er Skjelbreia vatn som har et nedslagsfelt på 25,3 km<sup>2</sup>, vanninntaket ligger på 15 meters dyp og ca. 400 meter fra land (Vestre Toten kommune 2015).

Vannbehandlingen består av følgende trinn:

- 1) Siling (automatsil 50 $\mu$ )
- 2) Filtrering med membranfilter for fjerning av NOM
- 3) Marmorfilter for heving av pH verdien med tanke på korrosjon
- 4) Desinfeksjon med dosering av natriumhypokloritt og UV – bestråling

Vannkilden i seg selv er ikke godkjent som en hygienisk barriere og kravet til to hygieniske barrierer er dermed oppnådd i trinn 2 og 4.

### *1.3.3. Sivesind vannverk*

Sivesind vannverk er et privateid vannverk, som kjøper vann fra Østre Toten vannverk og leverer vann til ca. 2500 personer i Vestre Toten og ca. 900 personer i Østre Toten.

I Vestre Toten kommune er det i hovedsak Reinsvoll og Bøverbru områdene som forsynes fra Sivesind.

### *1.3.4. Trevetna vannverk*

Trevetna vannverk er eid og drives av Søndre Land kommune som selger vann til Vestre Toten kommune for å forsyne sine abonnenter i Solvoll-området (Søndre Land kommune 2010).

Vannbehandlingsanlegget er basert på fire fjellbrønner og en brønn i løsmasser. Selve vannbehandlingen består av lufting, filter for fjerning av jern og mangan samt dosering av natriumhypokloritt ved behov.

## 2. Metode

### 2.1. Litteraturstudie

Målet med denne bacheloroppgaven er å kartlegge aktuelle reservevannløsninger som Vestre Toten kommune har mulighet til å anlegge, enten ved egne vannkilder eller et samarbeid med nabokommuner. For å belyse dette problemet er det nødvendig å gjøre en informasjonsinnhenting, for å beskrive de ulike alternativene som kommunen har til rådighet.

Når det gjelder samarbeid med nabokommuner er det Gjøvik og Østre Toten kommune som er aktuelle, på grunn av geografien. Alle tre kommunene har et gjensidig ønske om å etablere en fullgod reservevannløsning for abonnentene sine, men dette er kun i utredningsfasen.

Vestre Toten kommune ønsker også å ha minimum to forskjellige vannkilder, med det menes det at hovedvannkilden og reservevannkilden skal være to uavhengige råvannskilder.

For å finne frem til aktuelle alternativer til en reservevannkilde benyttet jeg meg av karttjenester som Maps (Google Maps 2016) og Norgeskart (Kartverket 2016) for å få oversikt over det geografiske området til Vestre Toten kommune, samt nabo kommuner. Videre arbeid med vurdering av de ulike råvannkildene har jeg benyttet meg av Norges vassdrag- og energidirektoratets (NVE) karttjeneste NEVINA, som er et beregningsverktøy for nedbørsfelt og vannføringsindeksanalyse (Norges vassdrag- og energidirektorat 2015).

#### 2.1.1. Behandling av drikkevann

Behandling av drikkevann er en omfattende prosess som er sammensatt av flere prosesser, og type prosess varierer i forhold til råvannskvaliteten. Det blir ikke gått inn på hver enkelt rensemetode, men hovedprosessen til en stor/mellomstor humuspåvirket innsjø blir beskrevet i korte trekk under.

#### I. Vanninntak:

Råvann tas fra enten en overflatevannkilde eller en grunnvannskilde. For vannverk som forsyner over 5000 personer er det mest vanlig å benytte overflatevannkilder, hvor vanninntaket plasseres så dypt at det er under temperatursjiktet, men minst 2 meter over bunnen for å unngå bunnsedimenter (Ødegaard 2014).

#### II. Siling:

Microsiling for fjerning av alger og partikler større enn 10 – 50 µm.

### III. Membranfiltrering:

Nanofiltreringsmembraner for effektiv fjerning av høye (> 50 mg Pt/l) konsentrasjoner av humus/NOM (Ødegaard 2014). Denne metoden gir også en god hygienisk barriere mot bakterier, parasitter og virus.

### IV. Korrosjonskontroll:

Marmorfilter eller vannglass egner seg godt til korrosjonskontroll for å redusere korrosjonen på ledningsnett.

### V. Desinfeksjon:

Siste behandlingen av drikkevannet er desinfeksjon for å tilfredsstillere kravet til minimum to hygieniske barrierer. UV-bestråling er ofte foretrukket metode på grunn av god dokumentert effekt mot parasitter (Ødegaard 2014).

En viktig faktor å ta vare på når det gjelder overflatevannkilder er å utnytte temperatursjiktet, som er nevnt i punkt I, som oppstår i innsjøer som er minimum 20 meter dype. Dette temperatursjiktet dannes i sommerhalvåret hvor overflaten blir varmere enn dypvannslaget. På grunn av temperaturforskjellen til lagene vil de også ha forskjellig tetthet, som gjør at lagene heller ikke vil blandes så lett (Ødegaard 2014). Grenselaget mellom disse lagene kalles for temperatursprangsjiktet (Folkehelseinstituttet 2004), og fungerer i sommerhalvåret som en direkte barriere mot forurensning.

#### *2.1.2. Liknende løsninger for reservevann*

Fredrikstad kommune, Sarpsborg kommune og MOVAR (Mossregionen Vann-, Avløp- og Renovasjonsselskap) gikk i 2004 inn et samarbeid om etablering av felles reservevannforsyning for å øke vannberedskapen og leveringssikkerheten (MOVAR 2010).

Reservevannsamarbeidet består av fire vannverk som alle henter råvann fra forskjellige vannkilder, og disse vannverkene dekker til sammen åtte kommuner (Fredrikstad, Hvaler, Moss, Rygge, Råde, Sarpsborg, Vestby og Våler) eller ca. 200 000 innbyggere. På grunn av utbygging av E6 i området på samme tid, ble det inngått et samarbeid med Statens vegvesen. Dette samarbeidet gikk ut på at vegvesenet la ned en stor del av ledningsnett til reservevannsystemet samtidig med veiutbyggingen, og dermed ble kostnadene for prosjektet langt billigere. Når det gjelder den økonomiske finansieringen og kostnadsfordelingen av

reservevannsystemet blir kostnadene fordelt i forhold til brukt vannmengde og ledningsstrekking til hver enkelt kommune (MOVAR 2010).

## 2.2. Dimensjonerende vannforbruk

### 2.2.1. Befolkningsvekst

Befolkningen i Norge er stadig i endring og Statistisk Sentralbyrå (SSB) beregner og oppdaterer tall og statistikk i forhold til folketall. SSB har tre ulike modeller for å beregne befolkningsvekst, det er lav-, middel- og høy befolkningsvekst og tallene SSB opererer med gjelder frem til 2040 (Statistisk sentralbyrå 2014).

I denne oppgaven har jeg regnet ut befolkningen frem til 2060, på grunn av ønske fra Vestre Toten kommune. Derfor har jeg antatt middel befolkningsvekst for hver av kommunene i etterfølgende tabell og antatt lineær befolkningsvekst fra 2015 til 2060. Beregningene er utført ved hjelp av formelen for eksponentiell vekst som er:

$$(\text{befolkning 2015}) \times (1 + ((\% \text{ årlig vekst})/100))^{(\text{antall år})} = \text{befolkning 2060}$$

Kommune	Befolkning 2015	% årlig vekst	Befolkning 2060	Prosentvis endring 2060/2015
Vestre Toten	13 152	0,600	17 215	1,31
Østre Toten	14 796	0,558	19 006	1,28
Gjøvik	30 063	0,917	45 334	1,51

**Tabell 1: Befolkningsvekst 2015-2060**

### 2.2.2. Dagens vannforbruk

Dagens vannforbruk til Gjøvik-, Østre Toten- og Vestre Toten kommune er vist under i tabell 2, tallene er hentet ut fra kommunedelplanene til kommunene (Vestre Toten kommune 2015) (Østre Toten kommune 2012), samt at noe data er hentet fra forespørsel fra kommunene.

Vannverk	Antall personer forsynt	Qsnitt [m <sup>3</sup> /d]	Qmaks [m <sup>3</sup> /d]	Spesifikt forbruk [l/pe*d]	Lekkasjeandel på vannledninger [%]
Vestre Toten	9 206	4 425	8 500	481	50
Østre Toten*	14 205	5 575	9 500	392	54
Sivesind Østre Toten	900	1 500	-	441	-
Sivesind Vestre Toten	2 500				
Gjøvik	22 232	8 032	18 000	361	27
Biri	1 967	1 021	1 500	519	27
<b>SUM</b>	<b>51 010</b>	<b>20 553</b>	<b>37 500</b>	<b>2 195</b>	

\* Østre Toten vannverk produserer i tillegg alt vann som

Sivesind bruker.

### Tabell 2: Dagens vannforbruk

Når det gjelder Østre Toten vannverk leverer de vann til Sivesind vannverk, slik at  $Q_{\text{snitt}}$  for Østre Toten vannverk i praksis er:

$$5575\text{m}^3/\text{d} + 1500\text{m}^3/\text{d} = \underline{\underline{7075\text{m}^3/\text{d}}}$$

### 2.2.3. Fremtidig vannforbruk

Det å beregne det fremtidige vannbehovet for en kommune vil alltid være usikkert på grunn av at det ligger noe usikkerhet i hvordan industrien, befolkningen og samfunnet ellers utvikler seg.

Derfor har jeg gjort følgende antagelser for å anslå ca. fremtidig vannbehov til de ulike vannverkene:

- kommunene jobber aktivt med å redusere lekkasjeandelen, som gjør at det spesifikke vannforbruket reduseres
- befolkningen og industrien øker, og det kreves dermed mer vann

På grunnlag av disse antagelsene har jeg valgt og kun betrakte befolkningsøkningen i beregningen av fremtidig vannforbruk i tabell 3. Det vil si at jeg har brukt den prosentvise endringen fra tabell 1 til å regne ut vannbehovet i 2060 fra tabell 2.

Vannverk	Antall personer forsynt	Qsnitt2060 [m <sup>3</sup> /d]	Qmaks 2060 [m <sup>3</sup> /d]
Vestre Toten	12 050	5 792	11 126
Østre Toten	18 247	7 161	12 203
Sivesind Østre Toten	1 156	1 963	
Sivesind Vestre Toten	3 272		
Gjøvik	33 525	12 112	27 144
Biri	2 966	1 540	2 262
<b>SUM</b>	<b>71 217</b>	<b>28 568</b>	<b>52 734</b>

**Tabell 3: Vannbehov 2060**



#### 2.2.4. Ledig produksjonskapasitet

Produksjonskapasiteten til de aktuelle vannverkene i Gjøvik, Østre- og Vestre Toten er vist i tabell 3 og tabell 4. Med henholdsvis verdier for gjennomsnittlig døgnforbruk og maksimalt døgnforbruk. Som vist i tabellene er det Østre Toten vannverk som leverer vann til Sivesind vannverk og beregninger for Sivesind er derfor utelatt.

Vannverk	Kapasitet [m <sup>3</sup> /d]	Qsnitt [m <sup>3</sup> /d]	Ledig kapasitet i dag [m <sup>3</sup> /d]	Qsnitt2060 [m <sup>3</sup> /d]	Ledig kapasitet i 2060 [m <sup>3</sup> /d]
Vestre Toten	12 000	4 425	7 575	5 792	6 208
Østre Toten	14 000	7 075	6 925	9 125	4 875
Sivesind Østre Toten*					
Sivesind Vestre Toten*					
Gjøvik	24 000	8 032	15 968	12 112	11 888
Biri	1 500	1 021	479	1 540	-40
<b>SUM</b>	<b>51 500</b>	<b>20 553</b>	<b>30 947</b>	<b>28 568</b>	<b>22 932</b>

\*Produksjonen inngår under Østre Toten

vannverk

**Tabell 4: Ledig kapasitet ved gjennomsnittlig døgnforbruk**

I tabell 4 ser vi at det ved gjennomsnittlig døgnforbruk av drikkevann vil være et overskudd på tilsammen 22 932 m<sup>3</sup>/d for disse fire vannverkene, og det er kun Biri vannverk som går med et lite underskudd av drikkevann.

Under i tabell 5 er det beregnet ledig kapasitet ved maksimalt døgnforbruk, det vil si det forbruket som vannverkene maksimalt leverer i et døgn. I dag har vannverkene til sammen en ledig kapasitet på 14 000 m<sup>3</sup>/d, men i 2060 er det bare vannverkene i Østre-, og Vestre Toten som har ledig kapasitet. Og til sammen vil de fire vannverkene ha et underskudd på 1 234 m<sup>3</sup>/d med drikkevann i 2060.

Vannverk	Kapasitet [m <sup>3</sup> /d]	Qmaks 2015 [m <sup>3</sup> /d]	Ledig kapasitet i dag [m <sup>3</sup> /d]	Qmaks 2060 [m <sup>3</sup> /d]	Ledig kapasitet i 2060 [m <sup>3</sup> /d]
Vestre Toten	12 000	8 500	3 500	11 126	874
Østre Toten	14 000	9 500	4 500	12 203	1 797
Sivesind Østre Toten*					
Sivesind Vestre Toten*					
Gjøvik	24 000	18 000	6 000	27 144	-3 144
Biri	1 500	1 500	0	2 262	-762
<b>SUM</b>	<b>51 500</b>	<b>37 500</b>	<b>14 000</b>	<b>52 734</b>	<b>-1 234</b>

\*Produksjonen inngår under Østre Toten  
vannverk

**Tabell 5: Ledig kapasitet ved maksimalt døgnforbruk**

### 2.3. Alternative reservevannløsninger

#### 2.3.1. Alternativer basert på ekstern råvannskilde

For å finne frem til aktuelle råvannskilder i og rundt Vestre Toten kommune har jeg benyttet karttjenesten fra Google Maps (Google Maps 2016) og Norgeskart (Kartverket 2016), og kom frem til fire kilder som kan være aktuelle. Einavatnet, Skumsjøen, Randsfjorden og Trevatna er de største ferskvannskildene som ligger i området.

Ved å benytte meg av NVEs karttjeneste NEVINA (Norges vassdrag- og energidirektorat 2015) fikk jeg beregnet lavvannskart for hver enkelt kilde. Lavvannskartene inneholder feltparametere som tilsigsområde, middelvannføring, gjennomsnittlig tilrenning, klima og prosentandeler av dyrket mark, myr, skog, m.m. Relevant informasjon om vannføring fra lavvannskartene er vist i tabell 6, hvor jeg også har tatt med Vestre Totens hovedvannkilde Skjelbreia.

Kilde	Tilsigsområde [km <sup>2</sup> ]	Middelvannføring [l/(s*km <sup>2</sup> )]	Gjennomsnittlig tilrenning [m <sup>3</sup> /d]
Einavatnet	123,8	14,5	155097
Randsfjorden	2592,6	17,0	3808011
Skumsjøen	45,2	14,8	57798
Trevatna	70,2	13,3	80668
Skjelbreia	22	12,2	23190

**Tabell 6: Tilsig, middelvannføring og gjennomsnittlig tilrenning**

### 2.3.2. Einavatnet

Einavatnet eller Einafjorden som den også blir kalt ligger i Vestre Toten kommune og strekker seg 15 km sørover fra utløpet ved Eina (Einafjorden 2016). På det dypeste strekker Einavatnet seg ned til 56 meters dyp og har et tilsigsområde på ca. 123 km<sup>2</sup>. Med en gjennomsnittlig tilrenning på over 150 000 m<sup>3</sup>/d har Einavatnet mer enn nok kapasitet til å forsyne både Gjøvik, Østre Toten og Vestre Toten med reservevann. I tilsigsområdet til Einavatnet består litt over 15 % av arealet av dyrket mark og nesten 70 % skog (Norges vassdrag- og energidirektorat 2015), noe som betyr at det foregår mye jordbruksaktiviteter der. Ved å benytte satellittbilder i Google Maps ser man tydelig at hoveddelen av jordbruksaktivitetene ligger i strandkanten rundt hele Einavatnet, og avrenningen fra jordbruket havner raskt i vannet.

Vannkvaliteten i Einavatnet er beskrevet i kommunedelplanen for vann og avløp til Vestre Toten kommune, og vannkvaliteten er beskrevet som ikke egnet til drikkevann (Vestre Toten kommune 2015). Hovedgrunnen til dette er at humusinnholdet er relativt høyt, slik at det vil kreve en omfattende rensemetode for at det skal kunne bli godkjent som drikkevann.

Fra utløpet til Einavatnet er det under en kilometer opp til Vestre Toten vannverk som ligger ved Skjelbreia, men man må muligens legge en sjøledning noe ut i vannet for å finne et dypt nok og egnet sted for inntak. Vannverket ved Skjelbreia er beskrevet i pkt. 1.3.2 og er basert på membranfiltrering (nanofiltrering), som også er den anbefalte metoden ved større mengder med humus (Ødegaard 2014).



**Figur 1: Mulig inntaksløsning fra Einavatnet**

### 2.3.3. Randsfjorden

Det geografiske tilsigsområdet til Randsfjorden er relativt stort og strekker seg fra fjellområdene i Valdres til Hadeland. Fra lavvannskartet fra NEVINA har Randsfjorden et tilsigsareal på nesten 2600 km<sup>2</sup>, derav nesten 3 % dyrket mark, 62 % skog, 10 % snaufjell og resterende vann/myr (Norges vassdrag- og energidirektorat 2015). Randsfjorden er på sitt dypeste 121 meter, har et gjennomsnittlig tilsig på over 3,8 millioner m<sup>3</sup>/d og har dermed rikelig med kapasitet.

Randsfjorden har blitt klassifisert til tilstandsklasse I (meget god) (Søndre Land kommune 2010) og egner seg derfor godt til en råvannskilde for drikkevann. For å få tak i vannet må det legges en overføringsledning fra Randsfjorden og over til Skjelbreia vannverk, som blir ca. 15 km. Siden vannkvaliteten til Randsfjorden er såpass god som den er vil nok det eksisterende vannverket ved Skjelbreia være tilstrekkelig for rensing av råvannet.



**Figur 2: Mulig inntaksløsning fra Randsfjorden**

#### 2.3.4. Skumsjøen

Skumsjøen ligger i Gjøvik kommune og området rundt består i hovedsak av myr- og skogsområde (Norges vassdrag- og energidirektorat 2015), og kun 1,6 % av tilsigsarealet består av jordbruksareal. Gjennomsnittlig tilrenning for Skumsjøen er på ca. 57 000 m<sup>3</sup>/d og er litt over  $Q_{\text{maks}, 2060}$  fra tabell 5.

Vannkvaliteten til Skumsjøen blir i liten grad påvirket av avrenning fra jordbruk i nærheten, og vannkilden kan karakteriseres som humuspåvirket vannkilde (Ødegaard 2014). For at Vestre Toten kommune skal kunne benytte seg av Skumsjøen som råvannskilde må det bygges et nytt vannbehandlingsanlegg i nærheten. Deretter må det legges ned en overføringsledning på ca. 5 km ned mot Raufoss for påkobling på eksisterende nett. En annen løsning for Skumsjøen er i samarbeid med Gjøvik kommune og Østre Toten kommune og beskrives senere i pkt. 2.3.8.

#### 2.3.5. Trevatna

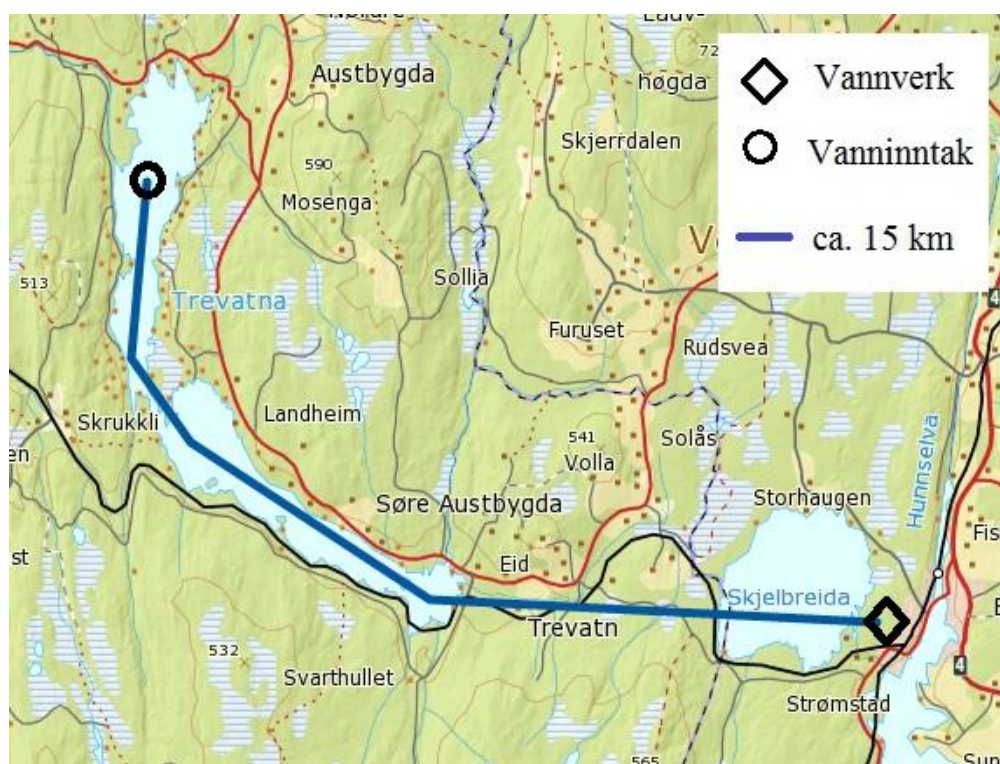
Trevatna er den nest største innsjøen i Søndre Land kommune (Gjøvikregionen 2016b) og har et tilsigsområde på rundt 70 km<sup>2</sup>. Tilsigsområdet til vannet er preget av skog (83 %), myr (6 %) og noe dyrket mark (ca. 4 %) (Norges vassdrag- og energidirektorat 2015).

I 1981 ble det gjennomført undersøkelser av fiskeribiologien i Trevatna i forbindelse med endring av reguleringshøyden (Hellner og Saltveit 1980). I forbindelse med denne undersøkelsen ble dybden til vannet sjekket med ekkolodd, resultatene viste at det i den sørlige delen av vannet kun va 16 meter på det dypeste og i den nordlige delen av vannet var



det 26 meter på det dypeste. I tillegg ble det konstatert at store deler av vannet består av grunnområder.

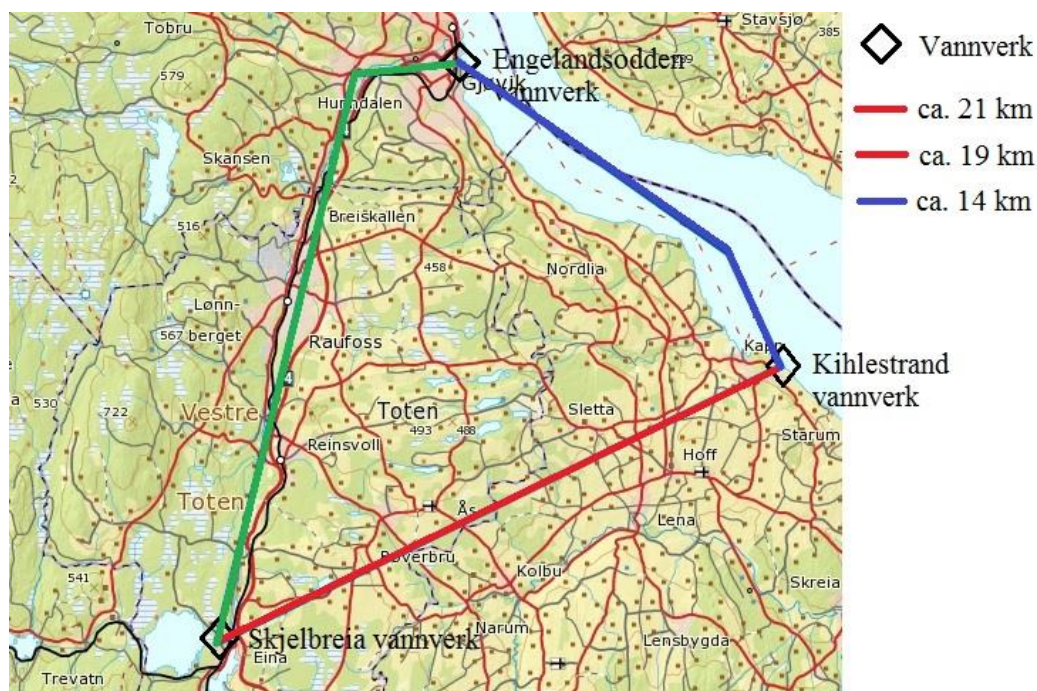
Kapasiteten til Trevatna er med sin gjennomsnittlige tilrenning på ca. 80 000 m<sup>3</sup>/d i utgangspunktet godt egnet som råvannskilde, og vannkvaliteten kan antas i å være god siden det er liten grad av forurensende aktiviteter rundt vannet. Inntaket må på grunn av dybden legges til den nordlige delen som vist i figur 3 under.



**Figur 3: Mulig inntaksløsning fra Trevatna**

### 2.3.6. Alternativer basert på gjensidig reservevann

Basert på beliggenhet har Vestre Toten kommune to aktuelle nabokommuner for gjensidig reservevann, som er Gjøvik kommune og Østre Toten kommune. Østre- og Vestre Toten kommune er omtrent jevnstore i forhold til folketall, mens Gjøvik kommune med sine 30 000 innbyggere er dobbelt så stor. Det geografiske området mellom disse tre kommunene er relativt flatt og under i figur 1 er vannverkene vist med avstand i mellom. Vannverket på Biri er ikke tatt med fordi det er Gjøvik kommune som evt. må tilknytte det mot Englandsodden.



**Figur 4: Avstand mellom eksisterende vannverk**

Utifra tabell 5 for maksimalt døgnforbruk er det ingen av dagens vannverk som har stor nok kapasitet til å kunne forsyne et av nabovannverkene med reservevann i 2060. For å løse det må det enten bygges et nytt vannverk eller de eksisterende vannverkene må utvides slik at man oppnår en ledig kapasitet som er stor nok til å forsyne bortfall av et vannverk.

### 2.3.7. Eksisterende hovedstammer i Vestre Toten kommune

Fra Skjelbreia vannverk og nordover til Raufoss sentrum går det overføringsledninger på begge sider av Hunnselva med dimensjoner på over 375 mm, slik at det her er god kapasitet på ledningsnett (Vestre Toten kommune 2015). Videre til kommunegrensa mot Gjøvik er det mindre dimensjoner på ledningsnett, og overføring av reservevann er derfor ikke mulig med dagens situasjon.

Ifølge opplysninger fra Vestre Toten kommune er det en vannledning som er fysisk frakoblet mellom Skjelbreia vannverk og Sivesind vannverk. Ved å koble til denne ledningen er det mulig å overføre vann mellom Østre Toten og Vestre Toten via Sivesind vannverk.

Ledningsnett består i hovedsak av mindre dimensjoner som 225 mm i diameter (Vestre Toten kommune 2015) og egner seg derfor ikke til overføring av større mengder drikkevann.



### 2.3.8. Gjensidig reservevann med ett nytt vannverk

Sammenlikner man Gjøvik-, Vestre Toten- og Østre Toten kommune med løsningen Fredrikstad kommune, Sarpsborg kommune og MOVAR har gjennomført for gjensidig reservevann, kan man fint få til et slikt samarbeid mellom kommunene.

For å kunne levere nok vann kan de tre kommunene gå sammen om å bygge et nytt vannverk som har stor nok kapasitet til å forsyne bortfallet av et av de eksisterende vannverkene. Siden Gjøvik og Østre Toten benytter Mjøsa som råvannskilde i dag er det hensiktsmessig å benytte seg av en annen råvannskilde med tanke på mulig forurensing og sikkerhet. Alle de fire råvannskildene som er nevnt ovenfor kan være aktuelle, men utifra beliggenhet vil det være mest naturlig å benytte skumsjøen som råvannskilde. Som nevnt i punkt 2.3.7 er overføringskapasiteten god fra Skjelbreia til Raufoss, dermed er det kun en kortere overføringsledning fra Raufoss til Gjøvik og opp til Skumsjøen som må til.



**Figur 5: Alternativ med nytt vannverk ved Skumsjøen**

Over i figur 2 er det skissert hvordan et nytt vannverk kan innarbeides i et gjensidig reservevannssamarbeid. For påkobling av Skumsjøen må det legges ca. 11 km med ny overføringsledning mot henholdsvis Gjøvik og Vestre Toten, og for tilknytning av Østre Toten kan det evt. legges en ny sjøledning på ca. 14 km.



### 2.3.9. Gjensidig reservevann med eksisterende anlegg

Istedenfor å bygge ett nytt vannverk kan man også se på muligheten ved og kun koble sammen vannverkene for gjensidig reservevann. Sammenkoblingen gjøres på samme måte som i figur 2, bare uten vannledningen opp til Skumsjøen.

I tabell 7 er det vist mulig overføringsmengde ved maks døgnforbruk i dagens situasjon hos vannverkene. Utifra tabellen ser man at dersom Østre Toten vannverk svikter klarer Vestre Toten og Gjøvik å levere akkurat nok vann til å dekke bortfallet. Men dersom Gjøvik bortfaller vil de tre kommunene få et underskudd på 11 500 m<sup>3</sup>/d ved dagen forbruk. Det betyr at det er Vestre-, og Østre Toten som må utvide vannverkene sine for å kunne dekke underskuddet av drikkevann i Gjøvik.

Reservevann til	Reservevann fra			Sum	Qmaks 2015	Differanse i forhold til Qmaks 2015
	Vestre Toten	Gjøvik	Østre Toten			
Vestre Toten		6000	4500	10500	8500	2 000
Gjøvik	3 500		4 500	8 000	19 500	-11 500
Østre Toten	3500	6000		9500	9500	0

**Tabell 7: Fordeling av reservevann med dagens situasjon**

Under i tabell 8 er det fremstilt mulig overføringsmengde mellom kommunene som i tabell 7, men med verdier for maks døgnforbruk i 2060. Her vises det relativt tydelig på differansen at vannverkene vil gå med store mengder underskudd på drikkevann ved dagens situasjon i 2060.

Reservevann til	Reservevann fra			Sum	Qmaks 2060	Differanse i forhold til Qmaks 2060
	Vestre Toten	Gjøvik	Østre Toten			
Vestre Toten		-3144	1797	-1347	11126	-12 473
Gjøvik	874		1 797	2 671	29 406	-26 735
Østre Toten	874	-3144		-2270	12203	-14 473

**Tabell 8: Fordeling av reservevann i 2060 med dagens situasjon**

For at kommunene skal kunne dekke underskuddet som er vist i tabell 8 må Vestre-, og Østre Toten kommune hver øke produksjonen sin tilsvarende minimum halve underskuddet til Gjøvik kommune. Samtidig ser man at Gjøvik kommune går med underskudd ved maksimalt døgnforbruk i 2060, slik at Gjøvik kommune må øke produksjonen med minimum det de går i underskudd med samt noe mer for og i det hele tatt kunne levere reservevann.

I tabell 9 nedenfor er det antatt at Vestre-, og Østre Toten kommune hver øker produksjonen med 14 000 m<sup>3</sup>/d og at Gjøvik kommune øker med 4 000 m<sup>3</sup>/d innen 2060. På denne måten får alle kommunene dekket et eventuelt bortfall av vannverket sitt.

Reservevann til	Reservevann fra			Sum	Qmaks 2060	Differanse i forhold til Qmaks 2060
	Vestre Toten	Gjøvik	Østre Toten			
Vestre Toten		856	15 797	16653	11126	5 527
Gjøvik	14 874		15 797	30 671	29 406	1 265
Østre Toten	14 874	856		15730	12203	3 527

**Tabell 9: Fordeling i 2060 med økt produksjon**

## 2.4. Regulering til kraftformål

### 2.4.1. Alternativer som er regulert til kraft

Vestoppland kommunale kraftselskap (VOKKS) regulerer Trevatna, Einavatnet, Skjelbreia og Skumsjøen til kraftformål (VOKKS AS 2016a). Trevatna blir benyttet som vannmagasin for Fall kraftverk og blir regulert med 3 meter (VOKKS AS 2016b). Langs Hunnselva, som strekker seg fra utløpet av Einavatnet til Mjøsa i Gjøvik, ligger det fire kraftstasjoner som benytter Einavatnet, Skjelbreia og Skumsjøen som vannmagasiner og vannstanden reguleres med 2,3 meter (VOKKS AS 2016c).

I Søndre Land kommune er Randsfjorden regulert til kraftformål og reguleres med 3,2 meter (Søndre Land kommune 2010). Randsfjorden med sine 121 meter på det dypeste gjør at nedtappingen blir ubetydelig. Trevatna derimot som kun er 26 meter på det dypeste, samt at vannet består av mange grunnområder, gjør at vannoverflaten blir betydelig redusert og utgjør en fare for kvaliteten ved full nedtapping.

## 3. Resultat

### *3.1. To vannverk og to råvannskilder*

Vestre Toten kommune ønsker at hovedvannkilden og reservevannkilden skal være to uavhengige kilder. Har man to mulige vannkilder tilknyttet til ett vannverk oppnår man en større råvannsikkerhet. For Vestre Toten kommune sin del er dette fullt oppnåelig med både Randsfjorden, Trevatna og Einavatnet.

Men dersom det oppstår et problem med det ene vannverket hjelper det lite at det er tilknyttet to råvannskilder. Derfor mener jeg at det bør være minimum to vannverk som forsynes fra forskjellige råvannskilder. Dette betyr at dersom Vestre Toten kommune skal være selvforsynte må de bygge et nytt vannverk, som selvsagt er en relativt stor kostnad.

### *3.2. Sammenlikning av alternativene*

#### *3.2.1. Sammenlikning av overflatekilder*

De fire overflatevannkildene som er beskrevet i pkt. 2.3.2 til pkt. 2.3.5 er alle overflatevannkilder og betegnes som middels til store overflatevannkilder. Utifra tabell 5 ser vi at maksimalt døgnforbruk til Vestre Toten kommune er litt over 11 000 m<sup>3</sup>/d, og sammenlikner man dette med gjennomsnittlig tilrenning i tabell 6 ser vi at alle kildene har mer en stor nok kapasitet til å forsyne Vestre Toten med reservevann. Faktisk så har alle de utvalgte kildene stor nok kapasitet til å forsyne Østre Toten kommune og Gjøvik kommune i tillegg.

Men det er ikke bare kapasiteten til kildene som spiller inn, tilgangen på råvannet og kvaliteten på det er også særdeles viktig å vurdere. Utifra lavvannskartene som jeg laget i NVEs kartdatabase NEVINA, samt annen tilgjengelig informasjon om kildene, ga informasjon om tilsigsområde og en grov kvalitetsvurdering kunne anslås. Det viste seg dermed at det er Randsfjorden som har den beste vannkvaliteten, men at det kreves en lang overføringsledning for å føre vannet fra Randsfjorden og over til Skjelbreia.

Å bruke Trevatna som en råvannskilde vil være en varierende kilde med tanke på vannkvalitet. På grunn av at Trevatna blir regulert til kraftformål, samtidig som den ikke er dypere enn 26 meter kan man trolig ikke benytte seg av et evt. temperatursjikt som barriere. Einavatnet har tilstrekkelig dybde til at man får benyttet seg av et temperatursjikt som barriere, men på grunn av at det er mye nærliggende jorbruksaktivitet i tilsigsområdet vil det kreve en omfattende renseprosess samtidig som man må jobbe aktivt i mange år for å redusere avrenningen til et akseptabelt nivå.

Skumsjøen som reservevannkilde er en lett tilgjengelig og sikker kilde å benytte seg av. Men skal denne kilden brukes vil det være en altfor tungvint løsning å legge overføringsledning til Skjelbreia vannverk for behandling. Derfor bør det bygges et nytt vannverk i nærheten av Skumsjøen og da vil det være lønnsomt for Vestre Toten kommune å inngå et samarbeid med Gjøvik kommune og evt. Østre Toten kommune.

Dersom Vestre Toten kommune ønsker å være selvstendige og selvforsynte med drikkevann og reservevann er nok den beste løsningen Randsfjorden. Dette gir i hvert fall størst sikkerhet i forhold til vannkvalitet.

### *3.2.2. Sammenlikning av gjensidig reservevann*

Vestre Toten kommune har to aktuelle nabokommuner som de kan samarbeide med når det gjelder reservevann. Gjøvik kommune har dobbelt så mange innbyggere som totenkommunene, mens Østre Toten kommune har litt fler enn Vestre Toten. I pkt. 2.3.8 og pkt.2.3.9 er det presentert to alternativer til gjensidig reservevann. Det finnes selvsagt flere en disse to måtene å løse det på, som for eksempel at bare Vestre Toten og Gjøvik samarbeider eller bare Vestre- og Østre Toten. Men utifra de to løsningene som er skissert over dekker man de fleste løsninger ved at man bare endrer til den ønskede løsningen.

Gjøvik kommune er den dimensjonerende faktoren ved gjensidig reservevannssamarbeid fordi de har det største vannforbruket. I 2060 har Gjøvik kommune ved maksimalt døgnforbruk behov for nesten 30 000 m<sup>3</sup>/d, skal de tre kommunene basere seg på løsningen med ett nytt vannverk vil vannverket ha en veldig stor overkapasitet når kommunene ikke har behov for reservevann. Gjøvik kommune vil i fremtiden ha stor nytte av et evt. nytt vannverk

fordi de før eller senere vil få underskudd på drikkevann. Men vannverket vil være ulønnsomt på grunn av at det har såpass stor kapasitet som ikke blir utnyttet.

Alternativet i pkt. 2.3.9 er heller ikke en spesielt god løsning med tanke på at Østre-, og Vestre Toten kommune må doble produksjonen sin for å kunne levere nok vann ved bortfall av vannverket i Gjøvik kommune. For Vestre Toten kommune er dette alternativet heller ikke mulig på grunn av kapasiteten til Skjelbreia. Ser vi på gjennomsnittlig tilrenning til Skjelbreia i tabell 6 er den på litt over 23 000 m<sup>3</sup>/d, i dag er maks kapasitet 12 000 m<sup>3</sup>/d og med en økning på 14 000 m<sup>3</sup>/d til 26 000 m<sup>3</sup>/d er det over kapasiteten til innsjøen.

### 3.2.3. Kombinasjon av pkt. 2.3.8 og pkt. 2.3.9

Setter man derimot sammen alternativene i pkt. 2.3.8 og pkt. 2.3.9 kan man oppnå en mye bedre og mer rettferdig løsning for de tre kommunene. Ved å benytte seg av et noe mindre vannverk ved Skumsjøen og samtidig kobler sammen Gjøvik-, Østre-, og Vestre Toten kommune oppnår man tre forskjellige råvannskilder fordelt på fire forskjellige vannverk. I tillegg unngår man en stor overproduksjon av drikkevann.

For å løse dette alternativet må man ta hensyn til Gjøvik kommune som er den dimensjonerende faktoren siden de har det største vannbehovet. På grunn av at Gjøvik kommune vil gå med underskudd av drikkevann kan man også løse det ved at Gjøvik eier en større andel av et evt. vannverk ved Skumsjøen, slik at Gjøvik benytter Skumsjøen også som hovedvannkilde.

For å fordele kostnadene mellom kommunene kan man gjøre det på samme måte som reservevannsammarbeidet som er beskrevet i pkt. 2.1.2 ved at man fordele kostnadene prosentvis mellom kommunene basert på forbruk. For Gjøvik kommune, Vestre Toten kommune og Østre Toten kommune vil en kostnadsfordeling grovt sett være som vist under.

Kostnadsfordeling i prosent		
Vestre Toten	Østre Toten	Gjøvik
21	23	56

**Tabell 10: Kostnadsfordeling**

## 4. Drøfting

### 4.1. Konklusjon

Hensikten med denne oppgaven var å undersøke mulige reservevannløsninger for Vestre Toten kommune, samt å finne frem til hvordan problemet kan løses. Gjennom arbeidet med denne bacheloroppgaven har jeg funnet ut at Vestre Toten kommune har veldig mange alternative måter for å løse problemstillingen på, og det vil kreve store ressurser for å etablere et reservevannsystem for kommunen.

Konklusjonen min er at Vestre Toten kommune må etablere et gjensidig reservevannsystem sammen med nabokommunene Gjøvik og Østre Toten. Et slikt system er alle kommunene tjent med i årene som kommer og systemet bør utarbeides som beskrevet i pkt. 3.2.3.

### 4.2. Feilkilder

I forhold til befolkningsveksten og vannbehovet i 2060 er dette noe usikkert på grunn av at man ikke vet nøyaktig hvordan utviklingen vil være siden det er mange år fram i tid. Men beregningene gir likevel en veiledende pekepinn på problemet.

Lavvannskartene som er utarbeidet med karttjenesten NEVINA kan også være en stor feilkilde, fordi indekser blir automatisk generert i forhold til hvor man plasserer punktet man ønsker en beregning fra. Resultatene bør derfor undersøkes nærmere og sammenliknes med andre observasjoner og/eller målestasjoner.

### 4.3. Økonomiske vurderinger

Den økonomiske kostnaden for å anlegge et reservevannsystem vil være en relativt stor kostnad for Vestre Toten kommune uansett hvilken løsning de velger.

### 4.4. Videre undersøkelser

Videre undersøkelser i forbindelse med reservevann bør fokusere på et gjensidig reservevannsystem mellom Vestre Toten-, Østre Toten- og Gjøvik kommune. Fordi et gjensidig reservevannsystem vil øke leveringssikkerheten og det blir lønnsommere for

kommunene da de kan fordele kostnadene i forhold til vannbehov og ledningsstrek til hver enkelt kommune.

## 5. Kilder

Drikkevannsforskriften (2001). *Forskrift om vannforsyning og drikkevann* [online]. Lovdata.  
URL: [https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2001-12-04-1372#KAPITTEL\\_4](https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2001-12-04-1372#KAPITTEL_4) (07.03.2016)

Einafjorden (2016) *Einafjorden* [online].  
URL: <http://www.einafjorden.no/> (27.02.2016)

Folkehelseinstituttet (2004) *Vannforsyningens ABC, Kapittel C. Vannkilder og nedbørfelt* [online]. URL: <http://www.fhi.no/artikler/?id=46542> (08.03.2016)

Gjøvikregionen (2016a) *Randsfjorden* [online].  
URL: <http://www.gjovik.com/opplevelser/randsfjorden-p638853> (26.02.2016)

Gjøvikregionen (2016b) *Trevatna* [online].  
URL: <http://www.gjovik.com/opplevelser/trevatna-p639593> (26.02.2016)

Google Maps (2016) *Kartdata* [online].  
URL: <https://www.google.no/maps/@61.891463,9.1048427,13z> (26.02.2016)

Hellner og Saltveit (1980) *Fiskeribiologiske undersøkelser i forbindelse med endret regulering av Trevatn, Oppland* [online].  
URL: <http://web.archive.org/web/20150328121649/http://www.nhm.uio.no/forskning/publikasjoner/lfi-rapporter/50.pdf> (27.02.2016)

Kartverket (2016) *Norgeskart* [online].  
URL:  
[http://www.norgeskart.no/?\\_ga=1.215378079.900435493.1427054553#5/378604/7226208](http://www.norgeskart.no/?_ga=1.215378079.900435493.1427054553#5/378604/7226208)  
(03.03.2016)



Klima- og miljødepartementet (2013) *Klimatilpasning i Norge*. Meld. St. 33 (2012-2013).

Oslo: Klima- og miljødepartementet

MOVAR (2010). *Reservevann* [online].

URL: <http://www.movar.no/reservevann.html> (25.02.2016)

Norges vassdrag- og energidirektorat (2015) *NEVINA*. [online].

URL: <https://www.nve.no/karttjenester/kartlosninger/nevina/> (07.04.2016)

Norsk Vann (2011a). *Informasjon om vann* [online].

URL: <http://norskvann.no/index.php/vann/om-vann> (21.03.2016)

Norsk Vann (2013b). *Klimatilpassning og planlegging* [online].

URL: <http://norskvann.no/index.php/vann/klimatilpassning> (21.03.2016)

Statistisk sentralbyrå (2014) *Befolkningsframskrivingene* [online].

URL: <http://www.ssb.no/befolkning/artikler-og-publikasjoner/befolkningsframskrivingene>  
(03.03.2016)

Søndre Land kommune (2010) *Hovedplan vann og avløp 2011 – 2020*. Søndre Land: Siv.ing.

Steinar Skoglund AS

Vestre Toten kommune (2015) *Kommunedelplan vannforsyning og avløp 2015-2023*.

Lillehammer: Norconsult

VOKKS AS (2016a) *Kraftproduksjon* [online].

URL: <http://kraft.vokks.no/kraftproduksjon/> (08.03.2016)

VOKKS AS (2016b) *Fall kraftverk* [online].

URL: <http://kraft.vokks.no/kraftproduksjon/vassdrag-1/> (08.03.2016)

VOKKS AS (2016c) *Hunnselva - Einafjorden* [online].

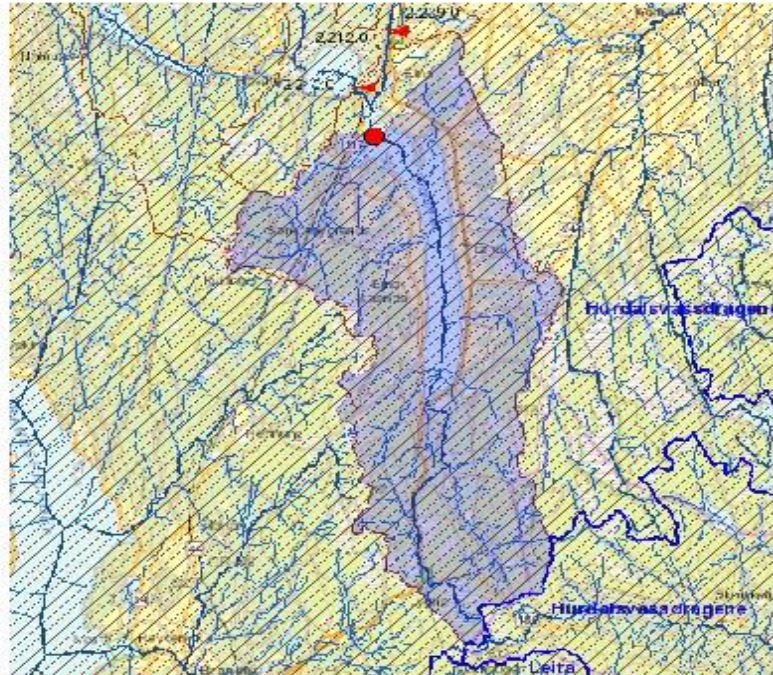
URL: <http://kraft.vokks.no/kraftproduksjon/vassdrag-3/> (08.03.2016)

Ødegaard, H. red. (2014) *Vann- og avløpsteknikk*. Trondheim: Norsk Vann.

Østre Toten kommune (2012) *Hovedplan vannforsyning og avløp*. Lillehammer: Norconsult

## 6. Vedlegg

### Vedlegg 1: Einavatnet



Norges  
vassdrags- og  
energidirektorat

NVE

Kartbakgrunn: Statens Kartverk

Kartdatum: EUREF89 WGS84

Projeksjon: UTM 33N

Nedbørfeltgrenser, feltparametere og vannføringsindekser er automatisk generert og kan inneholde feil. Resultatene må kvalitetssikres.

### Lavvannskart

Vassdragsnr.: 002.DCD12  
Kommune: Vestre Toten  
Fylke: Oppland  
Vassdrag: HUNNSELVA

Vannføringsindeks, se merknader

Middelvannføring (61-90)	14.5 l/s/km <sup>2</sup>
Alminnelig lavvannføring	1.8 l/s/km <sup>2</sup>
5-persentil (hele året)	1.7 l/s/km <sup>2</sup>
5-persentil (1/5-30/9)	1.2 l/s/km <sup>2</sup>
5-persentil (1/10-30/4)	4.3 l/s/km <sup>2</sup>
Base flow	6.5 l/s/km <sup>2</sup>
BFI	0.5

Klima

Klimaregion	Ost
Årsnedbør	837 mm
Sommernedbør	415 mm
Vinternedbør	422 mm
Årstemperatur	1.7 °C
Sommertemperatur	10.1 °C
Vintertemperatur	-4.2 °C
Temperatur Juli	12.7 °C
Temperatur August	12.1 °C

Feltparametere

Areal (A)	123.8 km <sup>2</sup>
Effektiv sjø (S <sub>eff</sub> )	13.9 %
Elvelengde (E <sub>L</sub> )	23.9 km
Elvegradient (E <sub>G</sub> )	11.5 m/km
Elvegradient <sub>1085</sub> (G <sub>1085</sub> )	12.7 m/km
Feltlengde (F <sub>l</sub> )	19.8 km
H <sub>min</sub>	397 moh.
H <sub>10</sub>	398 moh.
H <sub>20</sub>	419 moh.
H <sub>30</sub>	438 moh.
H <sub>40</sub>	464 moh.
H <sub>50</sub>	492 moh.
H <sub>60</sub>	526 moh.
H <sub>70</sub>	562 moh.
H <sub>80</sub>	595 moh.
H <sub>90</sub>	640 moh.
H <sub>max</sub>	753 moh.
Bre	0.0 %
Dyrket mark	15.2 %
Myr	3.4 %
Sjø	10.7 %
Skog	69.7 %
Snau fjell	0.0 %
Urban	0.0 %

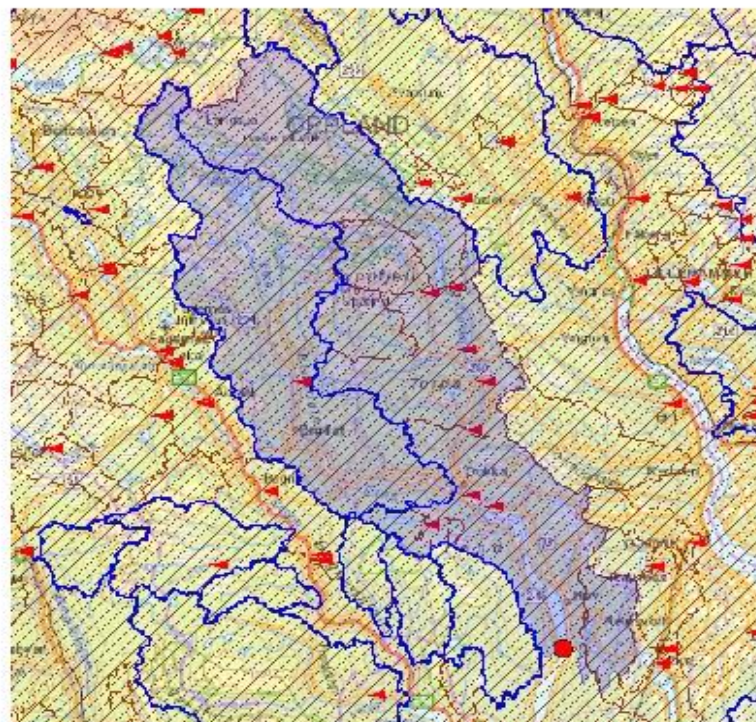
De estimerte lavvannindeksene i denne regionen er usikre. Spesielt gjelder dette 5-persentil (vinter) når sjøprosenten er høy. Indekser som ikke er beregnet skyldes manglende parameter(e).

Det er generelt stor usikkerhet i beregninger av lavvannindekser. Resultatene bør verifiseres mot egne observasjoner eller sammenlignbare målestasjoner.

I nedbørfelt med høy breprosent eller stor innsjøprosent vil tørvørsavrenning (baseflow) ha store bidrag fra disse lagringsmagasinene.



## Vedlegg 2: Randsfjorden



Norges  
vassdrags- og  
energidirektorat

Kartbakgrunn: Statens Kartverk  
Kartdatum: EUREF89 WGS84  
Projeksjon: UTM 33N

Nedbørfeltgrenser, feltparametere og vannføringsindekser er automatisk generert og kan inneholde feil. Resultatene må kvalitetssikres.

### Lavvannskart

Vassdragsnr.: 012.EC51  
Kommune: Søndre Land  
Fylke: Oppland  
Vassdrag: RANDSELVA

#### Vannføringsindeks, se merknader

Middelvannføring (61-90)	17.0 l/s/km <sup>2</sup>
Alminnelig lavvannføring	1.7 l/s/km <sup>2</sup>
5-persentil (hele året)	1.7 l/s/km <sup>2</sup>
5-persentil (1/5-30/9)	4.6 l/s/km <sup>2</sup>
5-persentil (1/10-30/4)	1.6 l/s/km <sup>2</sup>
Base flow	6.6 l/s/km <sup>2</sup>
BFI	0.4

#### Klima

Klimaregion	Ost
Årsnedbør	753 mm
Sommernedbør	406 mm
Vinternedbør	347 mm
Årstemperatur	-0.1 °C
Sommertemperatur	7.9 °C
Vintertemperatur	-5.8 °C
Temperatur Juli	10.5 °C
Temperatur August	10.4 °C

#### Feltparametere

Areal (A)	2592.6 km <sup>2</sup>
Effektivt sjø ( $S_{eff}$ )	7.9 %
Elvelengde ( $E_L$ )	130.4 km
Elvegradient ( $E_G$ )	7.8 m/km
Elvegradient <sub>1085</sub> ( $G_{1085}$ )	8.0 m/km
Feltlengde ( $F_L$ )	97.6 km
$H_{min}$	134 moh.
$H_{10}$	418 moh.
$H_{20}$	529 moh.
$H_{30}$	622 moh.
$H_{40}$	725 moh.
$H_{50}$	804 moh.
$H_{60}$	869 moh.
$H_{70}$	930 moh.
$H_{80}$	989 moh.
$H_{90}$	1056 moh.
$H_{max}$	1681 moh.
Bre	0.0 %
Dyrket mark	2.8 %
Myr	12.2 %
Sjø	4.8 %
Skog	62.5 %
Snau fjell	9.9 %
Urban	0.2 %

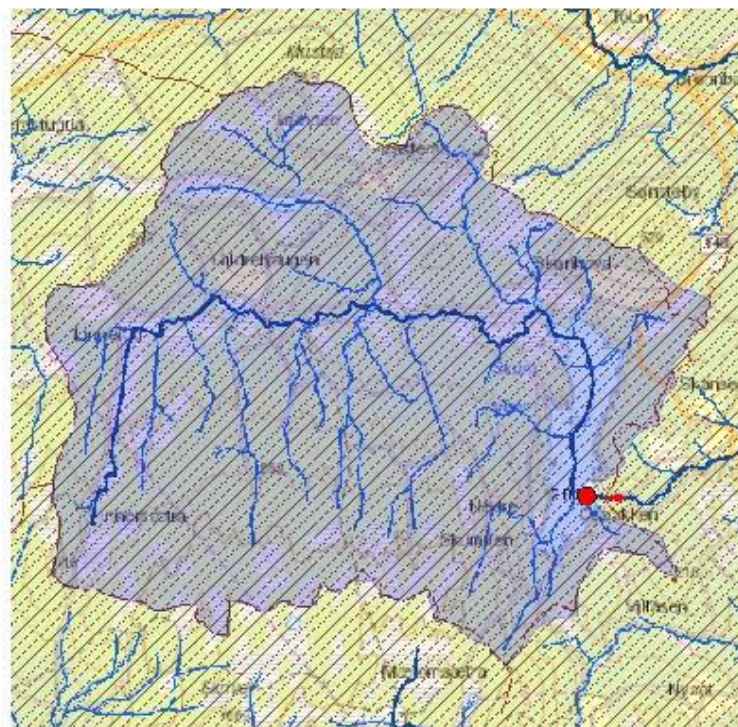
De estimerte lavvannsindeksene i denne regionen er usikre. Spesielt ofte er 5-persentil (sommer) for liten. Indekser som ikke er beregnet skyldes manglende parameter(e).

Det er generelt stor usikkerhet i beregninger av lavvannsindeks. Resultatene bør verifiseres mot egne observasjoner eller sammenlignbare målestasjoner.

I nedbørfelt med høy breprosent eller stor innsjøprosent vil tørvørsavrenning (baseflow) ha store bidrag fra disse lagringsmagasinene.



## Vedlegg 3: Skumsjøen



Norges  
vassdrags- og  
energidirektorat

Kartbakgrunn: Statens Kartverk  
Kartdatum: EUREF89 WGS84  
Projeksjon: UTM 33N

Nedbørfeltgrenser, feltparametere og vannføringsindekser er automatisk generert og kan inneholde feil. Resultatene må kvalitetssikres.

## Lavvannskart

Vassdragsnr.: 002.DCBB  
Kommune: Gjøvik  
Fylke: Oppland  
Vassdrag: SKUMSJØELVA

## Vannføringsindeks, se merknader

Middelvannføring (61-90)	14.8 l/s/km <sup>2</sup>
Alminnelig lavvannføring	1.1 l/s/km <sup>2</sup>
5-persentil (hele året)	1.2 l/s/km <sup>2</sup>
5-persentil (1/5-30/9)	0.7 l/s/km <sup>2</sup>
5-persentil (1/10-30/4)	1.2 l/s/km <sup>2</sup>
Base flow	6.7 l/s/km <sup>2</sup>
BFI	0.5

## Klima

Klimaregion	Ost
Årsnedbør	718 mm
Sommernedbør	366 mm
Vinternedbør	353 mm
Årstemperatur	1.6 °C
Sommertemperatur	9.8 °C
Vintertemperatur	-4.3 °C
Temperatur Juli	12.6 °C
Temperatur August	12.0 °C

## Feltparametere

Areal (A)	45.2 km <sup>2</sup>
Effektivt sjø ( $S_{eff}$ )	4.1 %
Elvelengde ( $E_L$ )	13.2 km
Elvegradient ( $E_G$ )	8.3 m/km
Elvegradient <sub>1085</sub> ( $G_{1085}$ )	7.6 m/km
Feltlengde ( $F_L$ )	7.5 km
$H_{min}$	432 moh
$H_{10}$	443 moh
$H_{20}$	460 moh
$H_{30}$	477 moh
$H_{40}$	490 moh
$H_{50}$	502 moh
$H_{60}$	519 moh
$H_{70}$	536 moh
$H_{80}$	555 moh
$H_{90}$	587 moh
$H_{max}$	647 moh
Bre	0.0 %
Dyrket mark	1.6 %
Myr	7.9 %
Sjø	4.3 %
Skog	85.4 %
Snauvfjell	0.0 %
Urban	0.0 %

De estimerte lavvannsindeksene i denne regionen er usikre. Spesielt gjelder dette 5-persentil (vinter) når sjøprosenten er høy. Indekser som ikke er beregnet skyldes manglende parameter(e).

Det er generelt stor usikkerhet i beregninger av lavvannsindekser. Resultatene bør verifiseres mot egne observasjoner eller sammenlignbare målestasjoner.

I nedbørfelt med høy breprosent eller stor innsjøprosent vil tørværsavrenning (baseflow) ha store bidrag fra disse lagringsmagasinene.

**Vedlegg 4: Trevatna**



Norges vassdrags- og energidirektorat

Kartbakgrunn: Statens Kartverk  
 Kartdatum: EUREF89 WGS84  
 Prosjeksjon: UTM 33N

Nedbørfeltgrenser, feltparametere og vannføringsindekser er automatisk generert og kan inneholde feil. Resultatene må kvalitetssikres.

**Lavvannskart**

Vassdragsnr.: 012.ECSB  
 Kommune: Søndre Land  
 Fylke: Oppland  
 Vassdrag: FALLSELVA

**Vannføringsindeks, se merknader**

Middelvannføring (61-90)	13.3 l/s/km <sup>2</sup>
Alminnelig lavvannføring	1.2 l/s/km <sup>2</sup>
5-persentil (hele året)	1.3 l/s/km <sup>2</sup>
5-persentil (1/5-30/9)	0.8 l/s/km <sup>2</sup>
5-persentil (1/10-30/4)	1.6 l/s/km <sup>2</sup>
Base flow	6.3 l/s/km <sup>2</sup>
BFI	0.5

**Klima**

Klimaregion	Ost
Årsnedbør	706 mm
Sommernedbør	360 mm
Vinternedbør	347 mm
Årstemperatur	1.6 °C
Sommertemperatur	9.9 °C
Vintertemperatur	-4.3 °C
Temperatur Juli	12.6 °C
Temperatur August	12.0 °C

**Feltparametere**

Areal (A)	70.2 km <sup>2</sup>
Effektivt sjø (S <sub>eff</sub> )	10.7 %
Elvelengde (E <sub>L</sub> )	21.0 km
Elvegradient (E <sub>G</sub> )	9.9 m/km
Elvegradient <sub>1085</sub> (G <sub>1085</sub> )	10.0 m/km
Feltlengde(F <sub>L</sub> )	9.6 km
H <sub>min</sub>	383 moh.
H <sub>10</sub>	399 moh.
H <sub>20</sub>	426 moh.
H <sub>30</sub>	446 moh.
H <sub>40</sub>	468 moh.
H <sub>50</sub>	485 moh.
H <sub>60</sub>	507 moh.
H <sub>70</sub>	531 moh.
H <sub>80</sub>	567 moh.
H <sub>90</sub>	600 moh.
H <sub>max</sub>	718 moh.
Bre	0.0 %
Dyrket mark	3.9 %
Myr	6.1 %
Sjø	5.4 %
Skog	83.5 %
Snufjell	0.0 %
Urban	0.1 %

De estimerte lavvannsindeksene i denne regionen er usikre. Spesielt gjelder dette 5-persentil (vinter) når sjøprosenten er høy. Indekser som ikke er beregnet skyldes manglende parameter(e).

Det er generelt stor usikkerhet i beregninger av lavvannsindeks. Resultatene bør verifiseres mot egne observasjoner eller sammenlignbare målestasjoner.

I nedbørfelt med høy breprosent eller stor innsjøprosent vil tørværsavrenning (baseflow) ha store bidrag fra disse lagringsmagasinene.