Til:	Roy-Andre Midtgård
Fra:	Ranveig H. Paus
Dato	2016-12-06

Ny renseløsning Noresund

PN 3 - Fordrøyning

Sammendrag

Tilrenningsdata til Noresund RA viser at høybelastningsperioder opptrer i over en uke av gangen. Kapasiteten i flerdøgns magasineringbasseng vil derfor raskt være brukt opp i ferieukene, evt. medføre svært store magasineringsbehov. En slik løsning er derfor mindre egnet og bør forsøkes unngått.

Utjevning over døgnet er derimot mer aktuelt og trolig nødvendig basert på kapasiteten i ledningsnettet på Norefjell (oppgitt i notat fra Asplan Viak). Basert på ledningskapasiteter og estimert tilknytning i dag og fremtidig til de ulike knutepunktene, er det gjort en analyse av kapasitet i ledningsnettet. Denne har gitt følgende resultat som det kan konkluderes med:

- Dersom Sigdal knyttes til ved Leineseter, vil ledningskapasiteten herfra til Bøsetra ikke være tilstrekkelig. Dette gjelder også dersom antatt tilknytning på 4500 PE blir betydelig redusert. Døgnutjevning vil heller trolig ikke være tilstrekkelig. For å unngå svært store og flere utjevningsvolum foreslås det derfor å øke kapasiteten på dette strekket slik at alt vannet kan videreføres til Bøsetra for utjevning.

- Det vil trolig bli behov for utjevning ved Bøsetra før år 2025.

- Kapasiteten nedenfor Bøsetra er også potensielt for liten før 2035, på tross av full døgnutjevning ved Bøsetra. Dette kan løses ved oppdimensjonering av ledningsstrekket eller supplerende utjevningsbasseng ved Sandumseter og evt. utjevning ved Søndre Snesrud pumpestasjon. Kapasiteten her er imidlertid trolig tilstrekkelig lenger enn ved Bøsetra og det er større usikkerhet knyttet til når og evt. om kapasitetsproblemer vil vise seg. Utjevning her er derfor i utgangspunktet ikke forutsatt videre i forprosjektet, men antas håndtert på et senere tidspunkt når det foreligger bedre grunnlagsdata om det reelle behovet.

Usikkerheter knyttet til forutsetningene som ligger til grunn både ang. ledningskapasitet og fremtidige makstimesvannmengder er betydelig. Vår klare anbefaling er derfor å gjennomføre trinnvis utvidelse av ledningsnettet. Dermed kan investeringene på overføringsnettet avventes til dette er et mer reelt behov, samtidig som grunnlagsmaterialet er betydelig sikrere. I tiden fra anlegget er bygget frem til ledningskapasiteten må utvides anbefales det å gjennomføre et måleprogram i kjente knutepunkt i påsken, samtidig som tilrenningsvariasjonen over døgnet måles i renseanlegget. Her bør enkel modellering av ledningsnettet også vurderes før det foreligger et tilstrekkelig grunnlag å avgjøre hvilke løsninger som er mest kostnadseffektive og nødvendige på overførigsnettet.

B03	2016-12-06	Revidert etter kom. styringsgr. og vurdert red. bel. fra Sigdal	RHFre	EBjo	EBjo
B02	2016-10-11	Til kommentar i styringsgruppen	RHFre	EBjo	EBjo
B01	2016-10-07	Foreløpig (for gjennomgang i møte)	RHFre	EBjo	EBjo
Versjon	**Dato**	**Beskrivelse**	**Utarbeidet**	**Fagkontrollert**	**Godkjent**

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.

1 Ønske om magasinering

Magasinering i ledningsnettet kan ha flere fordeler:

- Redusere/eliminere behov for oppdimensjonering av ledningsnettet
- Mindre kapasitetsbehov i renseanlegget/utsette byggetrinn 2 i anlegget

Iht. Krødsherad kommunestyres vedtak 87/15 skal flerdøgns lukkede fordrøyningstanker på Norefjell vurderes.

2 Tilrenning/grunnlagsdata

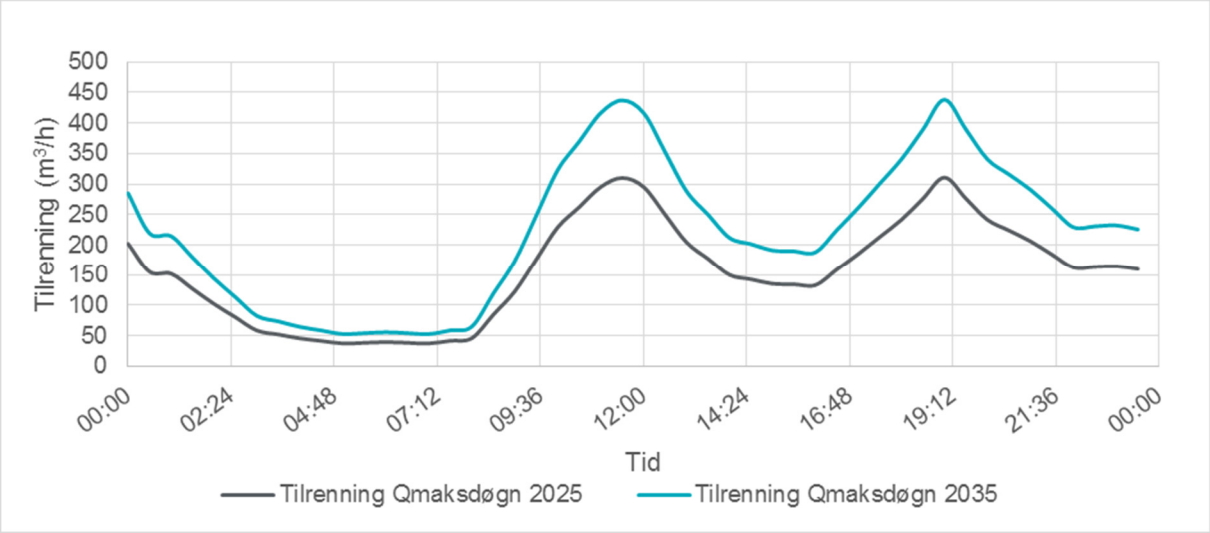
2.1 Variasjon over døgnet i år 2025 og 2035

Tilrenningen omtalt i *PN 2 – Dimensjoneringsgrunnlag* er lagt til grunn for å vurdere om kapasiteten i ledningsnettet er tilstrekkelig og evt. behov for magasineringsvolum.

Renseanlegget dimensjoneres for å håndtere $Q_{maksdim}$ som per definisjon er midlere døgnmengde som ikke overskrides til anlegget mer enn 5% av årets døgn. Tilrenning til anlegget over dette vil få noe dårligere renseresultat og ved betydelig overskridelser gå i overløp i anlegget.

Omfanget av absolutt største timesvannføring til anlegget er det derimot svært vanskelig å vurdere basert på tilgjengelig grunnlagsdata og naturlig usikkerheter knyttet til fremtidig belastning. Da det ikke foreligger timestilrenningsdata til anlegget er det forsøkt å vurdere $Q_{makstime}$ utfra $Q_{maksdim}$ som midlere døgntilrenning i år 2025/2035 og en faktor vurdert fra sammenlignbare Hartevatn RA, og satt til 2. Dette gir potensielt stor overdimensjonering, men er vist for å vise et potensielt maks vannføring som kan bli aktuelt.

Basert på dette er modellert tilrenning i et dimensjonerende døgn i år 2025 og 2035 vist i figuren under. Maksimal timestilrenning i 2035 er med denne beregningen 440 m³/h.



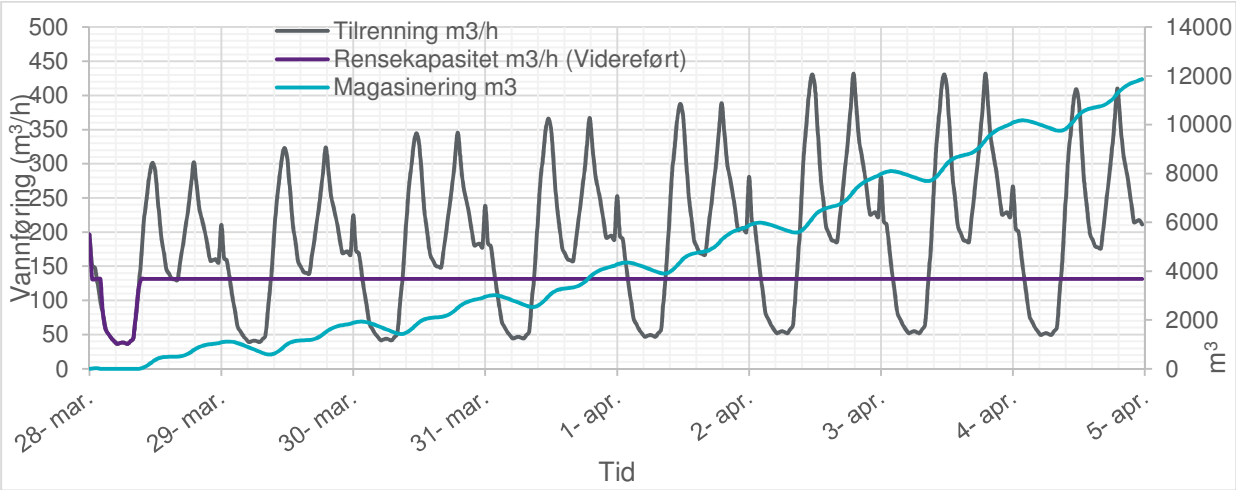
Figur 1: Modellert tilrenning over døgnet et maksdøgn hvor $Q_{maksdim}$ er midlere belastning, i hhv. 2025 og 2035.

Faktiske timesmålinger i påsken bør fremskaffes for en grundigere vurdering på et senere tidspunkt.

2.2 Vurdering av flerdøgnsutjevning 2035

Det har vært ønskelig å vurdere flerdøgnsutjevning. Etablering av et fordrøyningsvolum for å ta helgebelastningen vil ha lite for seg, da denne kapasiteten raskt vil være brukt opp ettersom det er høy belastning i hele uker i strekk (jul/nyttår, vinterferie og påskeferie).

Dersom anlegget dimensjoneres for full ukesutjevning i påsken med oppbygging mot maksdøgn langfredag og påskedag og anlegget samtidig dimensjoneres for Q_{dim} gir det et fordrøyningsbehov på ca. 12 000 m³, hvilket tilsvarer to 15 m høye tanker med en diameter på 22,5 m. Dette svært store utjevningsvolumet medfører et ekstra driftspunkt på nettet med potensielt anaerobe forhold og luktproblematikk, samt at det ikke gir tilsvarende store besparelser i redusert investering i renseanlegget.

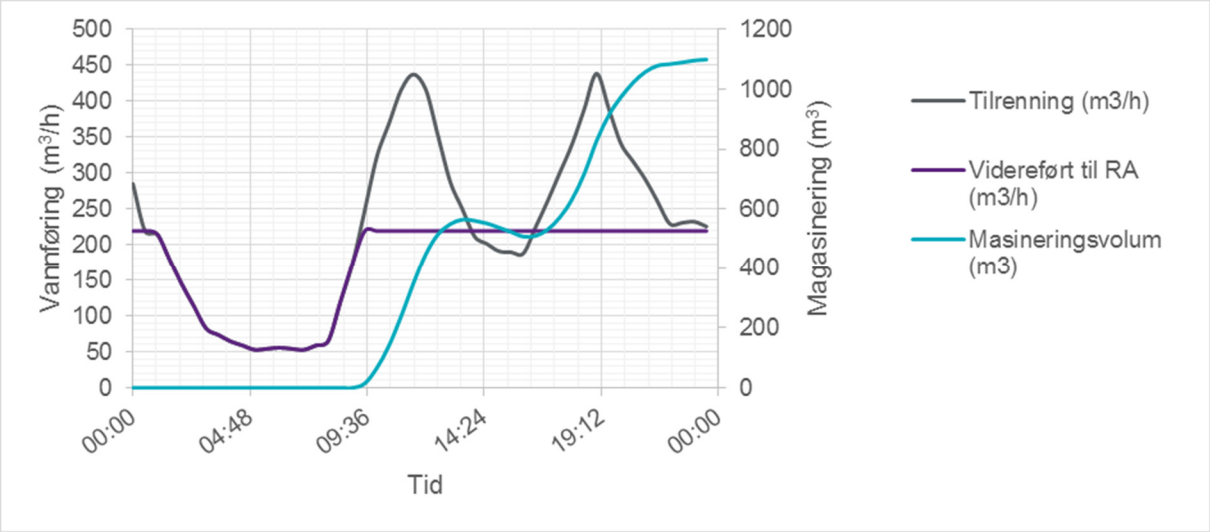


Figur 2: Modellert magasineringsbehov ved utjevning over en uke. Til grunn for modelleringen er at Q_{dim} (133 m³/h) kan videreføres, timesvariasjoner justert fra Hartevatn RA, og at $Q_{maksdim}$-døgn forekommer hele påsken.

Flerdøgns utjevning ansees derfor som lite aktuelt ved Noresund og vurderes ikke videre.

2.3 Timesutjevning over døgnet

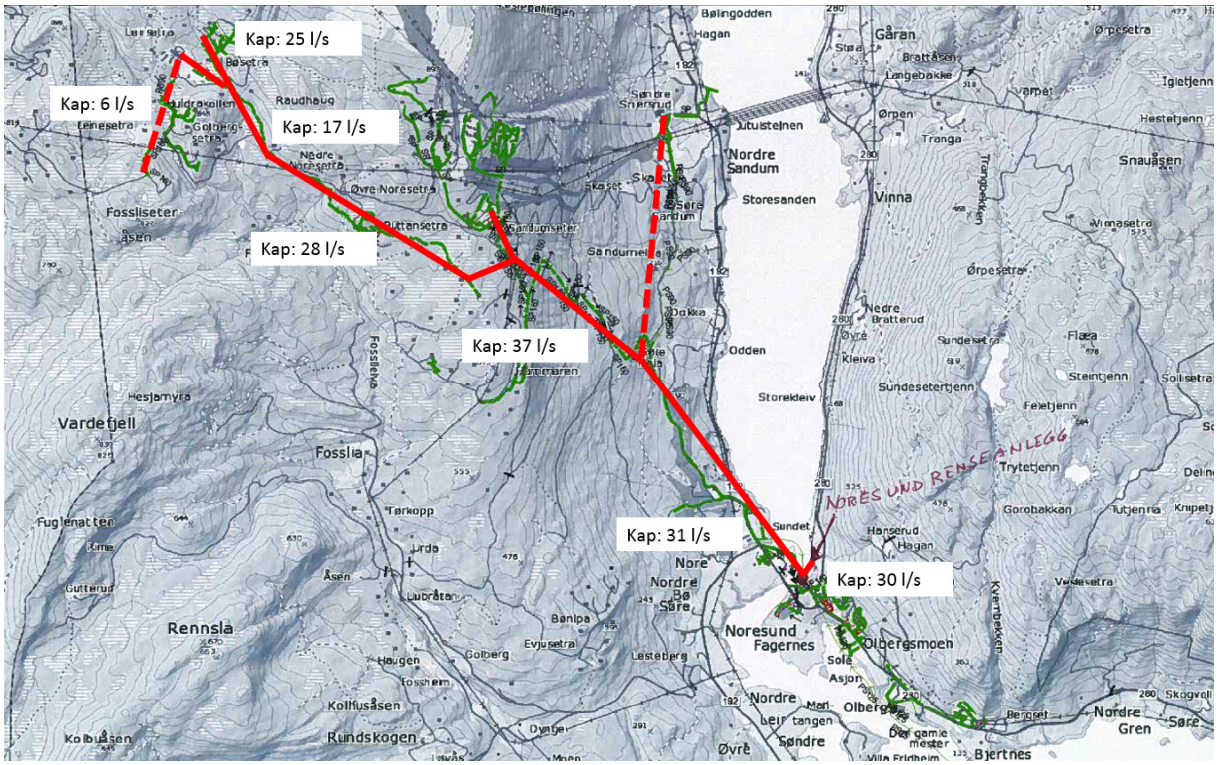
I et tilsvarende scenario hvor tilrenning over døgnet skal jevnes ut og renseanlegget dimensjoneres for å håndtere $Q_{maksdim}$, vil totalt døgnutjevningsvolum tilsvare ca. 1 100 m³. Dette kan f.eks. utformes som en 7m høy tank med en diameter på ca. 14m. Utjevningsvolum plassert høyere oppe i tilrenningsfeltet vil ha tilsvarende mindre utjevningsvolum.



Figur 3: Nødvendig utjevningsvolum for døgnutjevning i et $Q_{maksdim}$-døgn i 2035 ved dimensjonerende kapasitet i renseanlegget på $Q_{maksdim-2035}$

3 Fordeling og kapasitet i ledningsnettet

Figur 4 illustrerer hovedstrekk i ledningsnettet fra Norefjell og minste kapasitet i ledningsstrekket. Kapasitetene er hentet fra notat fra Asplan Viak, datert 23.08.16.



Figur 4: Skisse over ledningsstrekk med minimumskapasitet, basert på notat fra Asplan Viak 23.08.2016

Det er ved telling av hytter fra norgeskart.no estimert fordeling av eksisterende tilrenning fra Norefjell på de ulike ledningsstrekkene. Deretter er det antatt at Sigdal knyttes til ved Leineseter og at resterende vekst i tilknytning fordeles prosentvis på ledningsstrekkene som vist i Tabell 1. Tabell 1 illustrere kapasiteter hentet fra Asplan Viaks notat sammen med estimert tilknytning i PE i fremtiden. Røde tall viser at ledningens kapasitet potensielt kan være nådd basert på denne tilnærmingen.

Tabell 1: Ledningsstrekk med tilhørende kapasitet (Asplan Viak) og antall PE tilknytteti 2025 og 2035.

Ledningsstrekk	Ledning	Kapasitet		Vekst % av NVA	2025	2035
		Uten innl. Tilsvarer PE	med 50% innl. Tilsvarer PE		Estimert PE	Estimert PE
Leineseter-Bøsetra	Ø90 PE	3456	2304	Sigdal + 10%	2949	4555
Tjern Bøsetra	Ø200 PE	14400	9600	15 %	4860	6647

Trase langs Bøsetravei	Ø160PVC	9792	6528	20 %	5505	7533
Etter kryss Bøsetra	Ø200PVC	16128	10752	5 %	5700	7788
Etter påkobl. Bøsetraledn.	Ø150 STJ	21312	14208	50 %	8642	11333
Til Sommero PST	Ø200	17856	11904		9106	11797
Fra Sommero PST-RA	-	17280	11520		9388	12079
Noresund RA					9875	12604

Tabellen indikerer at strekket fra Leineseter til Bøsetra er for lite samt at trase langs Bøsetraveien potensielt er flor liten med 50% tillegg for innlekking. Kapasiteten fra Asplan Viak tilsvarer midlere døgnmengde.

Videre er tilrenning til de ulike påkoblingspunktene vurdert utfra estimert antall PE, og fordeling av dimensjonerende tilrenning. Det gjøres oppmerksom på at $Q_{makstime}$ som tidligere omtalt kan være høyere enn $Q_{maksdim}$, men dette er ikke inkludert i vurderingene da dette usikkert og potensielt kan være delvis innbakt i $Q_{maksdim}$.

Tabell 2: Beregnet tilrenning til ulike ledningsstrekk i år 2025 og 2035. Verdiene er gitt som m³/h. 4 500 PE fra Slgdal i 2035 er inkludert påkoblet ved Leinseter i 2016.

Ledningsstrekk	Kap.	2016	2025		2035	
		$Q_{maksdim}$	Q_{dim}	$Q_{maksdim}$	Q_{dim}	$Q_{maksdim}$
Leineseter-Bøsetra	**22**	11	28	45	47	78
Tjern Bøsetra	**90**	26	47	74	69	114
Trase langs Bøsetravei	**61**	27	53	84	78	129
Etter kryss Bøsetra	**101**	27	55	87	81	133
Etter påkobl. Bøsetraledn.	**133**	42	83	132	118	194
Til Sommero PST	**112**	47	87	139	123	202
I Sommero PST-RA	**108**	49	90	143	126	207
Noresund RA		54	95	150	131	216

Følgende kan leses ut fra tabellene for år 2025:

- Strekningen mellom Leinesetra og Bøsetra har for liten kapasitet til både Q_{dim} og $Q_{maksdim}$ allerede i år 2025, selv om infiltrasjon holdes på et minimum i høysesongen. Dette skyldes stor planlagt vekst fra Sigdal og lav kapasitet på ledningen/pumpene. Selv ved betydelig lavere tilvekst enn planlagt vil kapasiteten være for lav. Det kan evt. plasseres et utjevningsvolum her, men et døgnutjevningsvolum vil tilsynelatende ikke være tilstrekkelig. Det foreslås derfor å utvide kapasiteten, slik at det kan lages et samlet utjevningsvolum lenger nede i feltet.

- Basert på estimert utbygging er det behov for døgnutjevning før 2025 ved Bøsetra.

Følgende kan leses ut fra tabellene for år 2035:

- Det er potensielt for liten kapasitet i tjern ved Bøsetra i 2035. Dette avhenger av hvor ny bebyggelse knyttes til og det antas at ny bebyggelse i større grad kan knyttes til knutepunkt nedenfor slik at utjevning her kan anvendes.

- Kapasiteten i Sommero pumpestasjon bør utvides før 2035. Dette er inkludert videre på toss av at det antas at det er naturlig å skifte pumpene før 2035 grunnet levetid.

Dersom det etableres et fordrøyningsbasseng ved Bøsetra har det følgende konsekvenser for ledningsnettet nedstrøms:

- Ved full døgnutjevning ved Bøsetra vil kapasiteten i resterende ledningsanlegg tilsynelatende være tilstrekkelig til å håndtere $Q_{maksdim}$ i 2025.

- Nærmere år 2035 kan det derimot bli nødvendig med utjevning/utvidelse av kapasiteten på siste strekket ned til fjorden. I så tilfelle antas det etablering av et fordrøyningsbasseng ved Sandumseter og evt. utjevning ved Søndre Snesrud pumpestasjon.

Kapasitet i ledningsnettet ved redusert belastning fra Sigdal

Det er videre gjort en vurdering av $Q_{maksdim}$ i ledningnettet ved redusert tilrenning fra Sigdal. Dette for å se hvor lav tilknytningen fra Sigdal må bli før ledningsnettet ikke trenger oppgradering. Vurderingen er gjort basert på $Q_{maksdim-2035}$ hentet fra PN2 og skalert for antatt tilknytning gitt som PE.

Det presiseres at vurderingene er basert på erfaringstall fra veileder etc. Dette er det beste estimatet som foreligger. Fordelingen av vekst i ledningsnettet er antatt som angitt i tabell 1. Tabell som viser forventet $Q_{maksdim}$ i ledningsnettet ved tilknytning fra 4500 PE til 500 PE er vist i vedlegg 1 (antatt 90% belastning i høysesongen). Ved mengder over kapasiteten vil det skje en oppstuvning og/eller overløp. Noe oppstuving trenger imidlertid ikke nødvendigvis å være et problem da det er noe lagringskapasitet i rørene.

Basert på denne teoretiske vurderingen må påkobling fra Sigdal helt ned i 500 PE før ledningsnettet tilsynelatende kan håndtere $Q_{maksdim}$.

Vi anbefaler forøvrig å vurdere maksbelastningsfaktorene i julen 2016, og vinterferie og påsken 2017 for en sikrere vurdering. Deretter kan en enkel modell av ledningsnettet på Norefjell være et nyttig verktøy for å vurdere hvor og når ledningsnettet må oppgraderes.

4 Konklusjon

Det er trolig ikke umiddelbar behov for utjevning på ledningsnettet, men at kapasitetsproblemene nærmer seg etter hvert som utbyggingen foregår.

Det er en rekke forutsetninger som ligger til grunn for vurderingene som medfører stor usikkerhet knyttet til fremtidig kapasitet i ledningsnettet. Hovedsakelig gjelder dette vanskeligheter med å sette $Q_{makstime}$ – tilrenningen en maksimaltime i høysesongen som det antas ikke akseptert at medføre overløp på Norefjell. Usikkerheten her skyldes hovedsakelig stor forventet vekst i området og usikkerheter knyttet til fordeling av denne og at det ikke foreligger timesmålinger til dagens anlegg som kan benyttes til å vurdere maks time. Det er også usikkerhet knyttet til faktisk kapasitet i ledningsnettet.

Basert på dette bør det legges opp til en trinnvis utbygging av fordrøyningsvolum eller utvidelse av kapasiteten på overføringsnettet, etterhvert som behovet melder seg og det foreligger betydelig bedre grunnlagsdata for en mer kvalifisert vurdering av omfang.

For å sikre et bedre beslutningsgrunnlag når behovet nærmer seg anbefales det å gjennomføre et måleprogram i gitte flaskehalser/knutepunkt i påsken i forkant. Da foreligger det også timestilrenningsdata til nytt anlegg. Det bør fortrinnsvis også gjennomføres en enkel modellering av avløpsnettet på dette tidspunktet før nødvendig magasineringsvolum bestemmes og vurderes kontra oppdimensjonering av ledningsnettet. En grundigere gjennomgang av hvor forventet utbygging knyttes til er også å anbefale.

Basert på vurderingene gjort her kan det imidlertid foreløpig gjøres følgende konklusjoner:

- Kapasitet fra Leinestre til Bøsetra må utvides for påkobling av Sigdal.

- Før år 2025 må det trolig settes inn utjevningsvolum for døgnutjevning ved Bøsetra, med mindre ledningskapasiteten utvides. Det foreligger ikke tilstrekkelig grunnlaget til å fastsette reelt behov for magasinering ved Bøsetra per i dag. Da dette behovet trolig ligger noen år frem i tid anbefales det derfor trinnvis utbygging, hvor detaljert planlegging utsettes til behovet nærmer seg.
- Nærmere år 2035 kan det muligens også bli nødvendig med utjevning/utvidelse av kapasiteten på siste strekket ned til fjorden. I så tilfelle antas det etablering av et fordrøyningsbasseng ved Sandumseter og evt. utjevning ved Søndre Snesrud pumpestasjon. Basert på usikkerhetene knyttet rundt grunnlaget inkluderes ikke dette i forprosjektet, da dette kan vise seg å bli unødvendig. Et evt. behov bør heller vurderes når det nærmer seg og nødvendig grunnlag foreligger.

Vedlegg 1

Beregnet vannføring i ledningsnettet basert på $Q_{maksdim}$ 2035. Timesvariasjonen kan vise seg betydelig høyere, og dette er derfor kun å anse som veiledende.

Tabell 3: Antatt avløsmengde i ledningsnettet ved varierende tilknytning fra Sigdal ($Q_{maksdim}$)

Ledningsstrekk	Kap.	2035								
		$Q_{maksdim}$-4500PE Sigdal	$Q_{maksdim}$-4000PE Sigdal	$Q_{maksdim}$-3500PE Sigdal	$Q_{maksdim}$-3000PE Sigdal	$Q_{maksdim}$-2500PE Sigdal	$Q_{maksdim}$-2000PE Sigdal	$Q_{maksdim}$-1500PE Sigdal	$Q_{maksdim}$-1000PE Sigdal	$Q_{maksdim}$-500PE Sigdal
Leineseter-Bøsetra	**22**	78	70	63	55	47	39	32	24	16
Tjern Bøsetra	**90**	114	106	98	91	83	75	68	60	52
Trase langs Bøsetravei	**61**	129	121	114	106	98	91	83	75	67
Etter kryss Bøsetra	**101**	133	126	118	110	103	95	87	79	72
Etter påkobl. Bøsetraledn.	**133**	194	186	179	171	163	156	148	140	132
Til Sommero PST	**112**	202	194	187	179	171	164	156	148	140
I Sommero PST-RA	**108**	207	199	192	184	176	168	161	153	145
Noresund RA		216	208	201	193	185	177	170	162	154