

Oppdragsgiver: **Nordre Land Kommune**

Oppdragsnr.: **52105232** Dokumentnr.:

Til: Frank Beitohaugen Granli

Fra: Nygård / Wagner / Fossum / Liane

Dato 2022-03-21

► Nytt Synnfjorden VBA - Skissenotat - Revidert 2022-03-17

Innhold

1. Bakgrunn	2
2. Dimensjonerende vannmengder	2
3. Vannkilde og dimensjonerende vannkvalitet	3
4. Prosessalternativer	6
4.1 Ozonering-biofiltrering	6
4.2 Filtrering med nanofiltreringsmembraner	8
5. Mikrobiell barriere analyse (MBA)	10
5.1 MBA for alternativ 1 'Ozonering-biofiltrering'	11
5.2 MBA for alternativ 2 'Nanofiltreringsmembraner'	12
6. Risikovurdering	12
6.1 Kriterier for sannsynlighet, konsekvens og risikomatrise	12
6.2 Alternativ 1 – Ozonering-biofiltrering og UV	14
6.3 Alternativ 2 – NF-membran og UV	15
6.4 Oppsummering av risiko	16
7. Vannverksbygg	17
7.1 Bygningsmessig utforming	17
8. Kostnadsvurderinger	18
9. Oppsummering og anbefaling	19

1. Bakgrunn

Nordre Land kommune planlegger felles vannforsyning til Synnfjellet. Det skal bygges nye VA-ledninger, nytt høydebasseng på Klevmosæterhøgda og nytt vannbehandlingsanlegg med Synnfjorden som kilde. Etter hvert skal forsyningsområdet utvides, og det skal da også bygges høydebassenger på Spåtind, Aassætra, og etter hvert Langhaugen.

Norconsult har siden 2017 rådet Nordre Land kommune til å etablere nytt felles vannverk med råvannsuttak i Synnfjorden. Begrunnelsen er at dagens vannforsyning basert på fjellbrønner på litt sikt ikke gir nødvendig kapasitet og sikkerhet i forsyningen, samt at investering i midlertidige vannforsyningsløsninger ikke vurderes som økonomisk hensiktsmessig.

Hensikten med foreliggende notat er å vurdere aktuelle vannbehandlingsprosesser for framtidig Synnfjorden vannverk, og finne den best egnede.

I skisseprosjektet for Klevmosæterhøgda HB datert 15.04.2021 ble det pekt på plassering av vannbehandlingsanlegget ved Klevmosæterhøgda høydebasseng som en mulig aktuell løsning. Dette har senere vært nærmere vurdert og diskutert. Ved Klevmosæterhøgda er tomtearealet svært begrenset. Samlokalisering med Klevmosæterhøgda høydebasseng ville medføre liten fleksibilitet for f.eks. evt. justeringer eller endringer i prosessløsning eller senere utvidelser av anlegget.

Dette er et viktig forhold som gjør at plassering ved høydebassenget frarådes, og medfører at plassering av vannbehandlingsanlegget ved sørenden av Synnfjorden anbefales og er lagt til grunn i dette notatet.

Ut fra råvannskvaliteten er det behov for humusfjerning/fargereduksjon, samt utvidet vannbehandling for å oppnå tilstrekkelig med hygieniske barrierer. Basert på tilgjengelige råvannsanalyser (med omfattende prøveprogram i 2021) anses følgende vannbehandlingsprosesser som mulige: Koagulering- direktefiltrering, koagulering-ultramembranfiltrering (UF), nanomembranfiltrering (NF) og ozonering-biofiltrering (OBF).

Utfordringen er å finne en vannbehandling som egner seg for det varierende vannforbruk man vil ha i et område med fritidsbebyggelse, og som kan skaleres opp fra dagens belastning til 2400 m³/døgn. Frem i tid når vannproduksjonen økes vil det ikke være ønskelig å ha mer enn 4 parallelle linjer å operere. Med 4 linjer som dimensjoneres for 2400 m³/døgn, vil hver linje klare 600 m³/døgn. Dette er i størrelsesorden 8-10 ganger så mye som nivået på dagens normalforbruk (under 100 m³/døgn). Det er få prosesser som fungerer optimalt i spennet fra 10% til 100% belastning. I dette notatet ser vi på hvilke prosesser som kan egne seg.

Koaguleringsanlegg ble tidlig forkastet som alternativ grunnet prosessens utfordring med å oppnå fullgod vannkvalitet ved stor variasjon eller stopp i vannproduksjonen. Med slike anlegg produseres mye slam, og det vil være behov for behandling av spyleslammet som vil inneholde aluminium eller jern. Tilsynsbehovet for koaguleringsanlegg vil være relativt stort.

Aktuelle prosesser som behandles i dette notatet er dermed:

- Ozonering - biofiltrering (OBF)
- Membranfiltrering / nanofiltrering (NF)

Notatet inneholder en MBA-analyse for å bekrefte at vurderte prosesser gir tilstrekkelig barrierehøyde.

2. Dimensjonerende vannmengder

Grunnlaget for dimensjonerende vannmengder er gitt av Nordre Land kommune. Det legges opp til at det i Synnfjellet i de neste tiårene vil være en kraftig utbygging av fritidsboliger. Det ønskes at vannbehandlingsanlegget skal dimensjoneres for en belastning på lengre sikt tilsvarende 3000 fritidsboliger. Dette tilsvarer

forventet utbygging i de delene av Synnfjellet som vurderes aktuelt å tilknyttes felles VA-nett i løpet av de neste 10-30 år.

Dimensjonerende spesifikt vannforbruk er satt til 800 l/boenhet per døgn. Det er dermed lagt til grunn at vannbehandlingen skal ha en produksjonskapasitet på 2400 m³/døgn (100 m³/h).

På lengre sikt vil det være aktuelt å etablere forsyning også til området mellom Langhaugen og Hugulia. Dette kan da tilsvare en samlet utbygging på opp mot 4000 fritidseiendommer. Ved vurdering av tomtevalg og utbyggingsmuligheter må behandlingsanlegget derfor legges til rette for en maksimal produksjon tilsvarende 3200 m³/døgn.

Dagens normalforbruk i aktuelt forsyningsområde er under 100 m³/døgn (4 m³/h), dvs. i perioder med lav belastning.

Utbygging av fritidsboliger vil skje gradvis og etableringen av et nytt VBA bør også gjøres slik at kapasitetsutbygging kan skje gradvis.

3. Vannkilde og dimensjonerende vannkvalitet

Vannkilden

Synnfjorden har maksimaldybde på ca. 40 m. Det er aktuelt å plassere inntaket på dyp 20-30 meter i den søndre del av vannet, se dybdekartet på neste side.

Synnfjorden er i dag resipient for behandlet avløpsvann fra Spåtind renseanlegg. Utløpet fra renseanlegget er ført ut i det nordre bassenget, mens vanninntaket skal plasseres i det søndre bassenget.

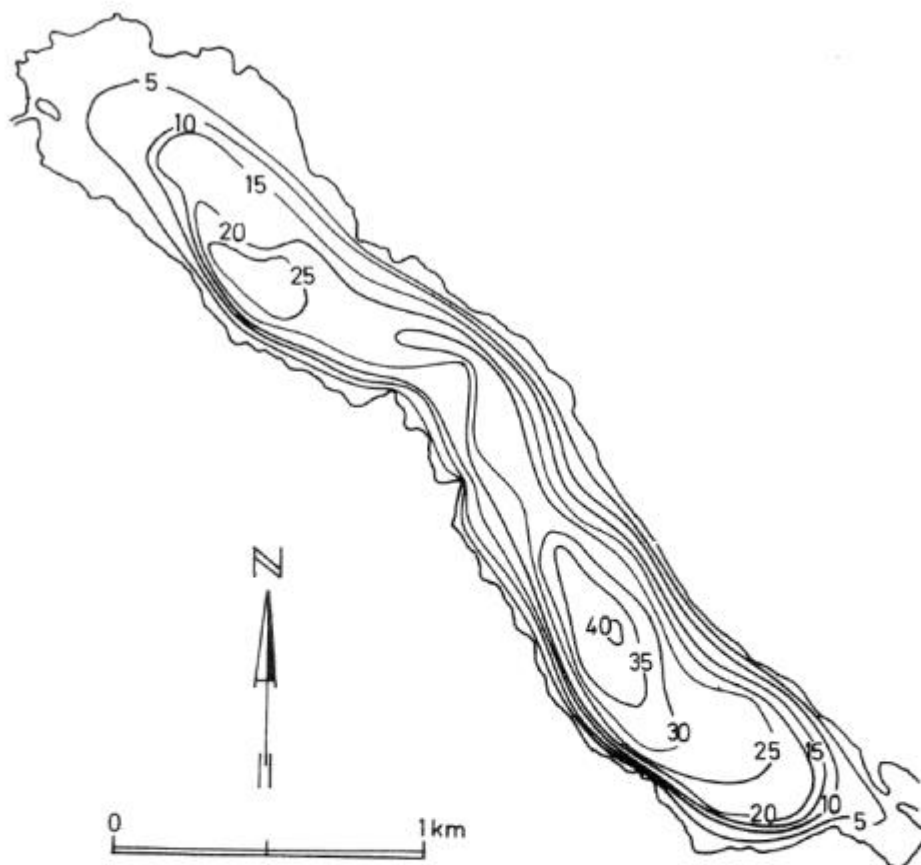
I følge «Kommunedelplan for Synnfjell Øst 2018-2030 – tematisk plan for vann og avløp» (2018), skal Spåtind RA legges ned og avløpet føres til Nordrumsetra RA. Det må da etableres ny, lang avløpsledning fra Spåtind RA til Nordrumsetra RA. Det er ikke avklart når avløpsledningen skal etableres, det vil bl.a. avhenge av utbygginger i de ulike områdene.

Planlagt utvikling på Spåtind er avhengig av mer vann enn den lokale vannkilden og vannverket der kan produsere, slik at Spåtind snart vil få behov for kommunal VA. Men det kan gå noen år etter at nytt Synnfjorden vannverk er satt i drift, før Spåtind renseanlegg saneres/legges ned. Når det vil skje, er per i dag usikkert. Risikoen for mikrobiologisk forurensning av Synnfjorden vil reduseres når renseanlegget er lagt ned.

Det er videre en del hytter på vestsida av Synnfjorden som har separate avløpsløsninger, hvor det pga. kostnader er vurdert som lite aktuelt å knytte hyttene til kommunalt VA-anlegg.

Det foregår beiting av husdyr, blant annet kjøttfe, i nedslagsfeltet til Synnfjorden. Det legges til grunn at landbruksnæringen får minst mulig grad av restriksjoner på beitebruk i området.

Vannbehandlingen må utformes med tilstrekkelige med hygieniske barrierer mht. forholdene i vannkildens tilrenningsområde/nedslagsfelt.



Figur 2. Dybdekart for Synnfjorden, fra Holtan mfl. (1980).

Tabell 1. Morfologiske og hydrologiske data for Synnfjorden fra NVEs innsjødatabase Regine og * er fra Holtan mfl. (1980).

Innsjøareal km ²	Feltareal km ²	Avrenn. l/s/km ²	Tilrenning m ³ /s	Tilrenning mill. m ³ /år	Middel- dyp *	Volum * mill. m ³	Utskifting * x / år
2,009	83,3	24,8	2,065	65,15	15,1	29,3	2,2

Figur 1 Dybdekart og opplysninger om Synnfjorden. (fra «Miljøtilstand 2016 for Synnfjorden og Synna i Nordre Land», rapport fra Rådgivende Biologer)

Vannkvalitet

Nedenfor presenteres et utvalg av analyseresultater fra prøvetaking i Synnfjorden utført av Nordre Land kommune (Tabell 1). Dataene er fra prøvetaking i 2021 samt noen prøver fra 2016 og 2017. Prøver er tatt ut på tre forskjellige dybder (20 m, 25 m, og 30 m).

Tabell 1 – Utvalgte råvannsdata Synnfjorden i 2021

Dato	Temperatur 20/30m	Dyp	Jern (mg/l)	Mangan (mg/l)	Turbiditet (FNU)	Fargetall (mg Pt/l)	Kalsium (mg/l)	Totalt organisk karbon TOC (mg O/l)	pH	Clostridium Perfringers (ant./100 ml)	E-coli (ant./100 ml)	Intestinale enterokokker (ant./100 ml)	Koliforme bakterier (ant./100 ml)	Kimtall (ant/ml)
2016-06-21		25	0,210	0,070					6,5	2	0	0	0	250
2016-09-20		30	0,049	0,003					6,6	0	1	1	50	32
2016-12-19		20	0,031	0,000		18	2,5		7,1		0		2	32
2017-02-06		20	0,047	0,070	0,19	21			8		0	0	0	17
2017-03-20		20	0,049	0,005	0	18			6,7		1	0	1	21
2017-04-18		20	0,055	0,000	0,17	18			6,5		0	0	1	18
2021-03-01		20	0,053	0,008		23	2,1		7		0		6	42
2021-03-15	2,5	20	0,054	0,005		22	2,5	3,4	6,8		0		1	39
2021-03-15	3	30	0,063	0,009		21	2,7	3,4	6,6		0		0	42
2021-03-29		25	0,064	0,008		22	1,8	3,6	6,5		0		0	48
2021-04-13	2,4	20	0,047	0,006		22	2	3,6	7		0		0	40
2021-04-13	2,5	30	0,065	0,022		21	2,4	3,5	6,5		0		0	10
2021-04-27		20	0,053	0,008		17	2,7	3	6,8		2	0	3	40
2021-04-27		30	0,072	0,028		16	2,5	2,8	6,6		0	0	0	50
2021-05-10	3	20	0,046	0,013		21	2,7	3,8	6,8		0		1	12
2021-05-10	3	30	0,05	0,026		20	2,1	2,5	6,7		0		1	17
2021-06-01	3,5	20	0,110	0,024		27	1,6	3	6,7		2		23	300
2021-06-01	3,6	30	0,108	0,025		26	1,6	3	6,6		3		12	190
2021-06-08	4,6	20	0,100	0,027		24	1,6	4	6,6		1		4	320
2021-06-08	4,6	30	0,11	0,031		24	1,8	4	6,5		0		1	300
2021-06-21	3,2	20	0,067	0,005		17	1,5	2	6,6		0		4	74
2021-06-21	5	30	0,041	0,005		17	1,5	4,4	6,6		0		0	170
2021-08-02	6,5	20	0,082	0,010		23	1,2	2,4	6,6		0		3	54
2021-08-02	6,8	30	0,087	0,011		24	2	2,4	6,6		0		0	50
2021-08-31	7,6	20	0,062	0,005		23	1,6	3,2	6,5		0		10	37
2021-08-31	7,2	30	0,07	0,005		23	1,6	3,1	6,4		0		12	54
2021-09-28	9	20	0,042	0,005		22	2,2	3,1	6,8		2		86	75
2021-09-28	2,9	30	0,055	0,005		23	1,8	3	6,4		0		60	42
2021-10-19		20	0,065	0,005		29	1,8	3,4	6,9		5		42	160
2021-10-19		30	0,067	0,006		29	1,8	0,57	6,9		4		43	190
2021-11-01	4,9	20	0,073	0,009	0,39	29	4,2	4	6,9	0	1	1	17	140
2021-11-01	2,9	30	0,063	0,007	0,38	29	3,6	3,9	6,9	0	3	0	22	130
2021-11-15	3,1	20	0,068	0,005	0,37	30		4	6,8	0	2	2	19	110
2021-11-15	3,4	30	0,071	0,005	0,39	30		3,4	6,8	0	3	0	21	120
2021-12-13	2,6	20	0,061	0,005	0,29	27	1,7		6,8	0	0	0	4	48
2021-12-13	2,9	30	0,064	0,005	0,28	27	1,7		6,7	0	1	0	3	40

Fargetallet på 20-30 m dyp varierer mellom 16-30 mg Pt/l. Vannbehandlingen må derfor omfatte et kontinuerlig fargejerningsstrinn.

Jernkonsentrasjoner er generelt lave. Men i analyser fra vinter/ vår 2016 og 2017 ble det påvist mangankonsentrasjoner like over tiltaksgrensen i drikkevannsforskriften. Det synes likevel ikke på bakgrunn av disse dataene å være nødvendig med vannbehandling innrettet for jern- eller manganfjerning.

Råvannet er bløtt, med et lavt kalsiuminnhold på generelt < 3 mg Ca/l. pH svinger mellom 6,4 og 7, og dermed ganske lav. Vannbehandlingen bør inkludere et trinn som reduserer korrosiviteten for eksempel gjennom å øke vannets pH og alkalitet.

I 14 av 36 vannprøver på 20-30 m's dyp er det påvist *E. coli*, i antall 1-5 per 100 ml. Intestinale enterokokker er det påvist i 3 av 13 analyser. Koliforme bakterier (som også kan være såkalte miljøkoliforme som finnes i naturlig jordsmonn) påvises regelmessig, og i perioder i høyt antall opptil 60-90 agens per 100 ml.

Innholdet av *E. coli* i nevnte mengder viser at fersk fekal forurensing periodevis kommer ned på 20-30 meters dyp. Den fekale forurensingen kan komme fra ville dyr og beitedyr, men human avstamming må også påregnes bl.a. pga. det nevnte utslippet fra Spåtind RA.

Rapporten «Miljøtilstand 2016 for Synnfjorden og Synna i Nordre Land» fra Rådgivende biologer (2016), viser at Synnfjorden hadde sprangsjikt på 10- 15 m's dyp i sommermånedene.

Temperaturmålinger av vannet fra 20-30 m dyp for perioden mellom 2021-03-15 og 2021-12-31, viser verdier mellom 2,5 og 7,6 °C.

Analyser av turbiditet fra 2021 viser verdier på 0,2-0,4 NTU. En målekampanje fra 2016 (Johnsen, 2016), viser 0,6-0,7 NTU for fem analyser mellom juni og oktober.

På basis av gjennomgangen av de tilgjengelige råvannsdataene (Tabell 1) må prosessen ved nytt vannbehandlingsanlegg inneholde:

- Kontinuerlig partikkel- og fargefjerningstrinn, som også gir hygienisk barriereeffekt
- Sluttdesinfeksjon med UV-bestråling og klortilsats (klor evt. i beredskap)
- Korrosjonskontroll for å øke pH og alkalitet

Manganinnholdet og oksygeninnholdet i det dypere vannet bør følges opp nærmere opp ved videre analyser/ undersøkelser.

4. Prosessalternativer

Råvann med ovenstående kvalitet kan behandles ved ozonering-biofiltrering eller ved nanofiltrering. Begge prosessalternativer er beskrevet i det etterfølgende.

Koaguleringsanlegg (tilsats av jern-/aluminiumkoagulant før sandfilter eller UF-membranfilter) er også mulig, men er som nevnt innledningsvis ikke å anbefale her pga. store produksjonsvariasjoner, behov for lokal slamvannshåndtering og forventet stort tilsynsbehov.

4.1 Ozonering-biofiltrering

Prosesstrinn: Råvannspumpestasjon (Synnfjorden) – Innløpssil – Tilsats ozon – Reaksjonskammer – Alkalkisk filter med CO₂ dosering (for å redusere organisk belastning på biofilteret og øke pH/alkalitet) – Biologisk filter – UV-desinfeksjon – Klorering – Lavreservoar/klorkontaktbasseng – Utløpsspumpeanlegg – Høydebassenger ved Klevmoseterhøgda og Spåtind.

Ved å tilsette det kraftige oksidasjonsmiddelet ozon til vannet, spaltes organiske komponenter, og fargen blir dermed kraftig redusert.

Ozon fjerner stoffer i vannet som gir lukt og smak, og spalter eventuelle mikroforurensinger. Ozon er også et kraftig desinfeksjonsmiddel, og ved lave doser inaktiveres virus, bakterier og de fleste parasitter. Erfaringene tyder på at ozon også gir en grad av mikroflokkulering, og dermed bedre partikkel-/turbiditetsfjerning i etterfølgende filter. Ozon dannes når oksyngengass kommer inn i et elektrisk spenningsfelt. Ozon-gass produseres lokalt på vannbehandlingsanlegget med luft og strøm som innsatsfaktorer, og det brukes kompressor, oksyngengenerator og ozongenerator. Ozon i seg selv fjerner ikke organisk stoff, det spalter langkjedede humus molekyler og gjør at organisk materiale i vannet blir lettere tilgjengelig for bakteriell biologisk nedbrytning.

Ozonert humusvann må derfor ikke slippes direkte på nett uten at det lett nedbrytbare organiske materialet er fjernet i et biologisk filter. Alternativet er kraftig og uakseptabel bakterievekst i ledningsnett. Et nedstrøms

biologisk filter bestående av knust Leca (Filtralite), antrasitt eller aktivt kull med normal oppholdstid (EBCT) over 30 minutt er å anbefale.

Erfaringer viser at det er fordelaktig å designe OBF-anlegg med et alkalisk forfiltertrinn etter ozonkontakt-tanken og før biofilteret. Dette vil forbedre og stabilisere vannkvaliteten (pH) inn på biofilteret. I tillegg vil metallhydroksider (Fe og Mn) som feller ut i den alkaliske filtersengen adsorbere og holde tilbake organisk materiale og mikroorganismer, noe som også vil redusere belastningen på bio-filteret og bidra til en bedre rentvannskvalitet. Restozon i vannet vil bli borte i forfiltertrinnet, noe som er gunstig for biofilterets funksjon.

Biologisk omsetning påvirkes av temperatur, og det må forventes å ta en del måneder før biofilteret får effekt litt avhengig av hvilken årstid vannbehandlingen startes opp, og hvor jevn og høy vannproduksjonen har vært. Dette vil medføre at i den første driftsperioden vil bli ført lettnedbrytbart, løst organisk stoff til nettet. Dette vil medføre «usynlig» biovekst (kim) på nettet, og kimtall som trolig kommer over grenseverdi. Fordi partikler, jern, mangan, m.m. fjernes effektivt i ozonerings-biofilterprosessen, blir det imidlertid neppe synlig beleggdannelse og slamproblemer i ledningsnettet.

Klorldoseringen på utløpet bidrar til å redusere/dempe kimvekst på ledningsnettet. Tilsats av klor i lav dose er nødvendig minst det første året etter oppstart av ny vannbehandling, men det kan også bli nødvendig på permanent basis siden belastningen på biofiltrene blir veldig variabel. Det kan forventes at endringer i vannproduksjon fører til at uønskede mengder lettnedbrytbart organisk materiale (BDOC) kommer ut på nett.

UV-desinfeksjon er nødvendig etter det biologiske filteret, både for å oppnå samlet god nok barrierehøyde, som selvstendig barriere mot enkelte parasitter (*Cryptosporidium*) som kan overleve ozonbehandlingen, og for å redusere eventuelle kim.

Det er etter hvert blitt mange vannverk med ozonering-biofiltrering i Norge. Erfaringene fra vannverk der det organiske innholdet i råvannet er relativt lavt, er svært gode. På vannverk hvor råvannets organiske innhold er høyt (> 5 mg TOC/l), eller der biofilteret ikke fungerer godt, kan høy kimvekst på nett bli en utfordring, uten at det nødvendigvis fører til problemer med slamdannelse.

Utfordringen på Synnfjorden VV er at det i lengre perioder vil være svært lavt vannforbruk ($\leq 100 \text{ m}^3/\text{døgn}$ – $4,2 \text{ m}^3/\text{h}$). Det er lite tilgjengelig dokumentasjon på om biofilteret vil fungere tilfredsstillende ved veldig lave filterhastigheter. Noenlunde jevn belastning ville høyst sannsynlig vært en stor fordel, og flere timer med full produksjonsstopp bør om mulig unngås.

Fordeler med prosessen er:

- Ozon har god barrierehøyde mot patogene mikroorganismer, bortsett fra parasitten *Cryptosporidium*. UV-bestråling gir imidlertid god barrierehøyde mot parasitter.
- Ozonet reduserer farge og øker UV-transmisjon. Løst jern og mangan fjernes effektivt, og filteret gir god partikkelfjerning/turbiditetsreduksjon.
- Det blir gode forhold for etterfølgende UV-desinfisering pga. stabil rentvannskvalitet. Det er lett å styre og oppnå ønsket fargetall.
- Det er ikke behov for ekstra internvannproduksjon for prosessens del, pga. meget lavt spylevannsforbruk.
- pH heves gjennom alkalisk filter som plasseres foran biofilteret. Da trengs også CO_2 -tilsats i forkant for å oppnå forsvarlig kontroll. Alkalisk filter vil redusere den organiske belastningen på biofilteret. Ingen ytterligere kjemikalier er nødvendig for korrosjonskontroll.
- Vannproduksjonen kan reguleres i område 20-100 % av Q_{dim} . Full stans i produksjonen i opptil ett døgn kan forsvares i spesielle tilfeller, men ikke på normal basis.
- Svært liten slamproduksjon, og filterspyling kan skje sjelden, ca. hver 4. uke.

- Ved utslipp til større vassdrag (f.eks. til Synna) kan spylevannet føres direkte til vassdraget siden det ikke er tilsatt kjemikalier, og slampartiklene stammer utelukkende fra Synnfjorden selv. Spylevannsmengden ved ozonering- biofiltrering vil utgjøre en svært liten andel av vannproduksjonen (normalt < 2 %).
- Prosessen er fullautomatisk og krever lite tilsyn. Kompressorer, oksygenanlegg, ozongeneratorer og UV-anlegg trenger årlig vedlikehold. Online analyseinstrumenter ved behov.

Ulemper er:

- Vannføringen kan ikke stoppe i lengre tid med tanke på funksjonen til biofilteret. Noenlunde jevn produksjon er en fordel.
- Det vil ta tid å få biofilteret til å fungere. Det er usikkerhet om biofiltertrinnet også etter innkjøringsperioden vil evne å bryte ned lett tilgjengelig organisk stoff i tilstrekkelig grad til å unngå høye kimtall på ledningsnett. For anlegg i turistområder og forbruksmønster med store variasjoner i vannforbruket, er erfaringsgrunnlaget lite. Problemer kan avhjelpes med kunstig tapping flere steder ute på distribusjonsnett, samt ved kontinuerlig klorering. Kimvekst kan bli et permanent problem på ledningsstrek med lite utskifting av vannet.
- Etter perioder med lav vannproduksjon bør produksjonen økes langsomt, for å muliggjøre tilpasning av biomassen i filtrene.
- Utvidelse av produksjonskapasitet krever at nye biofiltre/filtertanker installeres, noe som også vil innebære bl.a. bygningsmessige tiltak.
- Ozon er god barriere mot aktuelle mikroorganismer med unntak av parasitten *Cryptosporidium*, jf. MBA beregning i kap. 5. UV gir god barriereeffekt mot *Cryptosporidium*, men vannbehandlingsanlegget vil da ha ikke flere uavhengige barrierer mht. denne parasitten. Det er rapportert at beitedyr, f.eks. unge kalver, er potensiell årsak til tilførsel av *Cryptosporidium* til overflatevann.

Et aktuelt tiltak i perioder med lavt vannforbruk er å etablere kunstig tapping noen steder på nettet, samt evt. tilpasse styringsopplegget slik at en oppnår nødvendig vannutskifting i forsyningssystemet. Det er spesielt viktig å sørge for god vanngjennomstrømning og begrenset stillstand i høydebasseng.

4.2 Filtrering med nanofiltreringsmembraner

Prosesstrinn: Råvannspumpestasjon/innløppspumpe (opptil 6 bar) – Mikrosil (evt annen type forbehandling) – Membrananlegg (NF) – UV-desinfeksjon – Klorering i reserve – Alkalisk filter for pH justering (evt. dosering av vannglass) – Lavreservoar/rentvannsbasseng – Utløppspumpeanlegg – Høydebasseng ved Klevmo-sæterhøgda og Spåtind. Ved å filtrere humusholdig vann gjennom membraner med poreåpning på 3-5 nanometer holdes humus, partikler, virus, bakterier og andre mikrober tilbake. Spiralmembran laget av syntetisk materiale passer til formålet. Nødvendig driftstrykk for disse er 3-6 bar. Råvannet ledes på tvers over membranoverflaten og sirkuleres over anlegget for å begrense rask beleggdannelse på membranoverflaten.

Forbehandling kan enten være mikrosil/automatsil (med 50 µm silåpning) eller sandfiltrering for å fjerne partikler som kan skade membranfilteranlegget. I Sverige er det foran membrananlegg benyttet biofiltrering for å redusere innholdet av lett nedbrytbart organisk stoff dersom dette finnes i råvannet. Forbehandling må vurderes nærmere i et forprosjekt.

25-30 % av inngående vannmengde må ledes kontinuerlig til avløp som konsentrat. Dette er å anse som rent overvann og kan føres direkte til resipient.

Tilstrekkelig rengjøring av membranene er nødvendig for å unngå kapasitetssvikt. De vaskes normalt daglig med svakt alkalisk organisk vaskemiddel og klor, noe som skjer automatisk. Vaskevannsavløpet må føres til spillvannsnett. I tillegg kan behøves syre/base-vask én eller to ganger i året for å fjerne belegg som ikke

fjernes ved standard vask. Spesialvask gjøres vanligvis av leverandør som del av en serviceavtale. Dette vil medføre stans i vannproduksjonen i opptil en hel dag, og bør utføres i perioder med lavt vannforbruk. Vannforsyningen opprettholdes ved forsyning fra høydebasseng.

Membranfiltrering fungerer som hygienisk barriere, forutsatt at det ikke oppstår brudd i membranflate eller i skjøtene mellom membranelement. Etterfølgende kontinuerlig UV-desinfeksjon er nødvendig som tilleggsbarriere.

Høyt belastet alkalisk filter (uten CO₂-tilsats) eller vannglass kan brukes for pH-justering og korrosjonskontroll.

Vannbehandling med NF-membraner benyttes på mange små og mellomstore vannverk i Norge med normalt gode resultat mht. vannkvalitet. Problem med kapasitetssvikt forekommer, og noen steder må de kostbare membranene skiftes etter kortere tid enn forespeilet 6-8 års levetid. Ved et anlegg med produksjonskapasitet 100 m³/h (2400 m³/døgn), kan kostnader for å bytte membraner antydes til 2 mill. kr.

Fordeler med prosessen er:

- NF-membraner har god barrierehøyde mot patogene mikroorganismer inkl. aktuelle parasitter.
- NF-membraner gir lavt fargetall < 10 mg Pt/l og øker UV-transmisjon.
- Prosessen er lite påvirket av variasjoner i råvannskvalitet (men ved høyere turbiditet må forbehandlingen forbedres for å unngå membranskade).
- Vannproduksjonen kan stoppes i ca. 12 timer uten at det oppstår driftsproblemer.
- Enkelt å øke kapasiteten ved å installere ytterligere trykkrør med nye membranmoduler og/eller nye membranrigger.
- Vannproduksjonen kan reguleres anslagsvis i område 30-100 % av Q_{dim}.
- Prosessen er fullautomatisk, men krever etterfylling av vaskekjemikalier.

Ulemper er:

- Kontinuerlig konsentratvannsavløp på ca. 30% av tilført vannmengde. Her vil konsentratet greit kunne føres tilbake til vannkilden.
- Daglig vask med vaskemidler og klor (automatisk).
- Årlig manuell syre- og/eller lutvask av membraner.
- Bytte av membraner hvert 5-8. år. Dyrt vedlikehold.
- Høyt energiforbruk til føde- og sirkulasjonspumping.
- Membranvaskevann må antagelig ledes til spillvannsnettet.
- Jern og mangan kan gi problemer med membranene. Med bakgrunn i foreliggende vannanalyser fra Synnfjorden vil dette antakelig ikke være noe problem her.

Hvis NF-membranfiltrering er en aktuell behandlingsmetode, kan det være aktuelt å måle SDI-verdien (silt density index) for råvannet. SDI verdien benyttes for å bestemme innhold av kolloider i råvannet. Dette for å kunne si noe om hvor raskt membranene tetter seg og behovet for tilbakespyling. Andre dimensjoneringsparametere er silikatinnhold, partikkelstørrelse og partikkelfordeling i råvannet. Dette er kanskje ikke så relevant her i og med dypt vanninntak og lav turbiditet.

For sikkerhets skyld bør mangan- og oksygeninnholdet i råvannet analyseres etter lengre tid med islagt vann og risiko for anaerobe forhold ved bunnen. En slik vannprøve fra 30 m dyp bør tas ut rundt påsketider.

5. Mikrobiell barriere analyse (MBA)

Mikrobielt vannkvalitetsnivå kan bestemmes i henhold til Norsk Vann rapport 209/2014 «Veiledning i mikrobiell barriere analyse (MBA)».

Ifølge tidligere undersøkelser fra Rådgivende Biologer (2016) ligger sprangsjiktet ved ca. 10- 15 meters dyp. Råvannsinntaket vil være aktuelt å etablere på 20- 30 m's dybde.

Det er funnet *E. coli* i 14 av 36 vannprøvene er tatt ut på dyp 20- 30 m. Høyeste verdi for *E. coli* er 5 /100 ml i én prøve.

På lengre sikt skal > 10.000 personer tilknyttes vannverket. Da vil utslippet fra Spåtind renseanlegg være lagt ned og overført til Nordrumsetra renseanlegg. Det vil imidlertid pågå beiting i nedslagsfeltet, og det er et visst omfang av separate avløpsanlegg.

Med bakgrunn i prøveresultater, forutsetning om at det vil foregå beiting i nedslagsfeltet samt utslipp av avløpsvann fra renseanlegg i den første tiden nytt vannverk er i drift, er det lagt til grunn vannkvalitetsnivå kategori «Db».

Kravet til barrierehøyde settes dermed til 6,0b + 6,0v + 4,5p, jf. tabell 2.2 i MBA-veiledere fra Norsk Vann. Dette betyr behov for 6,0 log reduksjon for bakterier, 6,0 log reduksjon for virus og 4,5 log reduksjon for parasitter.

Mikrobiell barriere analyse er utført for de to prosessalternativene, og resultatene presenteres nedenfor (Figur 1 og 2).

5.1 MBA for alternativ 1 'Ozonering-biofiltrering'

Figur 1 angir barriere status ved vannkvalitetsnivå Db og > 10 000 personer tilknyttet og uten dosering av klor.

Vannverkets barrierestatus. Oppsummering basert på utfyllingene i foregående ark (automatisk overført).			Bakterier	Virus	Parasitter	
		Giardia			Crypto-sporidium	
Nødvendig barrierehøyde	A		6,00	6,00	4,50	4,50
Hygieinske barrierer før desinfeksjon	B	Innsjøens logkreditt	0,00	0,00	0,00	0,00
		Grunnvannets logkreditt	0,00	0,00	0,00	0,00
		Infiltrasjon av overflatevann	0,00	0,00	0,00	0,00
	C	Vannbehandling prosess 1	0,50	0,25	0,50	0,50
		Vannbehandling prosess 2	0,00	0,00	0,00	0,00
Nødvendig log-reduksjon i sluttdesinfeksjon	D	D = A ÷ B ÷ C	5,50	5,75	4,00	4,00
Desinfeksjonens barrierereffekt	E	UV-bestråling	4,00	3,50	4,00	4,00
		Klor-tilsats	0,00	0,00	0,00	0,00
		Klordioksid-tilsats	0,00	0,00	0,00	0,00
		Ozon-tilsats	4,00	3,02	1,34	0,07
Vannverkets barrierestatus			2,50	0,77	1,34	0,07

Figur 1 – Oppsummering MBA for OBF-prosessen

Klor-tilsats brukes i utgangspunktet kun for å dempe kimvekst på ledningsnettet og står ellers som reserve. Det kan være nødvendig med klor-tilsats særlig det første året etter oppstart av ny vannbehandling, men kan også bli nødvendig på permanent basis.

Driftes anlegget med klortilsats, kan barrierestatusen antydes til 5,0 log for bakterier, 1,3 log for virus og 0,1 log for Cryptosporidium.

OBF-prosessen gir tilstrekkelig hygienisk barrierereffekt, men resultatet ligger i grenseland for parasitten Cryptosporidium.

5.2 MBA for alternativ 2 'Nanofiltreringsmembraner'

Figur 2 angir barrierestatus for nanofiltreringsprosessen ved vannkvalitetsnivå Db og > 10 000 personer tilknyttet, uten klorering.

Vannverkets barrierestatus. Oppsummering basert på utfyllingene i foregående ark (automatisk overført).			Bakterier	Virus	Parasitter	
					Giardia	Crypto-sporidium
Nødvendig barrierehøyde	A		6,00	6,00	4,50	4,50
Hygieinske barrierer før desinfeksjon	B	Innsjøens logkreditt	0,00	0,00	0,00	0,00
		Grunnvannets logkreditt	0,00	0,00	0,00	0,00
		Infiltrasjon av overflatevann	0,00	0,00	0,00	0,00
	C	Vannbehandling prosess 1	3,00	3,00	3,00	3,00
		Vannbehandling prosess 2	0,00	0,00	0,00	0,00
Nødvendig log-reduksjon i sluttdesinfeksjon	D	D = A ÷ B ÷ C	3,00	3,00	1,50	1,50
Desinfeksjonens barrierereffekt	E	UV-bestråling	4,00	3,50	4,00	4,00
		Klor-tilsats	0,00	0,00	0,00	0,00
		Klordioksid-tilsats	0,00	0,00	0,00	0,00
		Ozon-tilsats	0,00	0,00	0,00	0,00
Vannverkets barrierestatus			1,00	0,50	2,50	2,50

Figur 2 – Oppsummering MBA for NF-prosessen

Anlegg med nanofiltreringsprosess gir høy og tilstrekkelig barrierereffekt. Klortilsats til behandlet vann forventes ikke å bli nødvendig.

6. Risikovurdering

Dette kapittelet ser på ulike hendelser som kan oppstå og hvordan prosessene kan håndtere det. Merk at dette ikke er en full vannforsynings-ROS, men det er i utgangspunktet samme metodikk som benyttes.

En utfordring ved begge prosessene vil være å få et velfungerende robust prosessanlegg selv med veldig store endringer i vannproduksjonen.

6.1 Kriterier for sannsynlighet, konsekvens og risikomatrise

Kriterier for sannsynlighet og risiko er hentet fra Mattilsynet sin veileder Økt sikkerhet og beredskap i vannforsyningen – fra ROS til operativ beredskap, 2017. Disse er vist i tabellene under (Tabell 2-4).

Tabell 2: Kriterier for sannsynlighet

S-NIVÅ	KRITERIER
S1: Liten sannsynlighet	a: Hendelsen er ukjent i bransjen b: Faglig skjønn tilsier at hendelsen ikke helt kan utelukkes c: Trusselvurdering tilsier at hendelsen er lite sannsynlig
S2: Middels sannsynlighet	a: Bransjen kjenner til at hendelsen har inntruffet de siste 5 år b: Faglig skjønn og føre-var hensyn tilsier at det er riktig å ta høyde for at hendelsen kan oppstå i vannverket de neste 10-50 år c: Trusselvurdering tilsier at hendelsen er middels sannsynlig
S3: Stor sannsynlighet	a: Det er kjent i bransjen at hendelsen forekommer årlig b: Vannverket har selv opplevd enkeltstående tilfeller, eller hendelsen har nesten inntruffet c: Faglig skjønn og føre-var hensyn tilsier at hendelsen kan oppstå i vannverket i løpet av de neste 1-10 år d: Trusselvurdering tilsier at hendelsen har stor sannsynlighet
S4: Svært stor sannsynlighet	a: Hendelsen forekommer fra tid til annen i vannverket b: Trusselvurdering tilsier at hendelsen har svært stor sannsynlighet

Tabell 3: Kriterium for konsekvens

K-NIVÅ	KRITERIER
K1: Liten konsekvens	a: Kvalitet: Kvalitet påvirkes noe, men krav overholdes b: Leveranse: Ubetydelig påvirkning c: Omdømme & økonomi: Omdømme ikke truet, eller økonomisk tap mindre enn 5% av årlig driftskostnader
K2: Middels konsekvens	a: Kvalitet: Kortvarig, mindre brudd på gjeldende krav b: Leveranse: Kortvarig (timer) svikt i forsyning til enkelte områder c: Omdømme & økonomi: Omdømme truet, eller økonomisk tap 5-10% av årlig driftskostnader
K3: Stor konsekvens	a: Kvalitet: Brudd på gjeldende krav, ulempe for helse b: Leveranse: Langvarig svikt (dager) i forsyning til enkelte områder c: Omdømme & økonomi: Omdømme kortvarig tapt, eller økonomisk tap 10-20% av årlig driftskostnader
K4: Svært stor konsekvens	a: Kvalitet: Alvorlig brudd på gjeldende krav, fare for liv og helse, drikkevannsforskriften § 9 andre ledd trer i kraft b: Leveranse: Langvarig svikt som rammer flertallet av abonnentene c: Omdømme & økonomi: Omdømme langvarig tapt, eller økonomisk tap større enn 20% av årlig driftskostnader

Tabell 4: Risikomatrise

SANNSYNLIGHET	KONSEKVENNS			
	K1 - Liten	K2 - Middels	K3 - Stor	K4 - Svært stor
S4 - Svært stor	gul	rød	rød	rød
S3 - Stor	grønn	gul	rød	rød
S2 - Middels	grønn	grønn	gul	rød
S1 - Liten	grønn	grønn	gul	gul

6.2 Alternativ 1 – Ozonering-biofiltrering og UV

Stans i ozonproduksjon

Sannsynl.	Konsekvens	Risiko
S2	K2	

Det skal være to ozonlinjer for å minske risikoen for stans i ozonproduksjon og -innblanding. Dersom ozon-tilsatsen skulle stoppe, vil det fremdeles være noe barriere- og dybdevirkning i filteret. Men isolert sett vil ikke filteret alene være en hygienisk barriere. Risiko for lengre ozonproduksjonsavbrudd reduseres ved å ha reservedeler på anlegget. I tillegg har anlegget klor i beredskap dersom ozon-tilsetningen ikke fungerer. Volumet i lavreservoaret vil ha > 20 minutters klorkontaktid i en beredskapssituasjon, og klor vil dermed ha god virkning.

Ozonlekkasje

Sannsynl.	Konsekvens	Risiko
S2	K2	

Det skal være ozondetektorer i prosesshallen og ozonproduksjonsrommet. Dersom ozonlekkasje oppstår, skal ozonproduksjonen kjøres ned og audiovisuell alarm aktiveres. Utluftingsventilasjon startes automatisk. Høyt ozoninnhold i rommet er helseskadelig, og entring av områder hvor det er ozongass skal kun gjøres med åndedrettsvern som dekker øynene.

Plutselig forverring i råvannskvalitet

Sannsynl.	Konsekvens	Risiko
S2	K3	

Et tilfelle med plutselig høy turbiditet i råvatnet vil fanges opp av biofilteret slik at UV-anlegget ikke påvirkes negativt. Ved en eventuell redusert UV-transmisjon vil begge UV-aggregater kunne driftes samtidig.

Øking av fargetallet i råvannet fjernes effektivt av prosessen ved å øke ozondosen. Høyere organisk belastning på filtrene vil kunne redusere vannmengden noe siden oppholdstiden i biofiltrene helst bør økes.

Økt innhold av organisk materiale håndteres av prosessen ved å øke ozondosen.

Nedbørhendelser samtidig med sirkulasjonsperiode kan føre til forhøyet mikrobiologisk belastning i råvannet pga. avrenning fra beiteområder mm. Vannbehandlingsanlegget har 2 uavhengige barrierer mot aktuelle mikroorganismer, med unntak av *Cryptosporidium* som bl.a. kan tilføres fra beitedyr, hvor UV er den eneste barrieren. UV betraktes som en sikker barriere, og det legges inn overvåking som stanse vannproduksjonen om begge UV-aggregater faller ut. Det medfører en viss sårbarhet at anlegget har kun UV som barriere mot *Cryptosporidium*.

Feil på/ stans av UV-anlegg

Sannsynl.	Konsekvens	Risiko
S2	K2	

Dersom et UV-aggregat får en feil, stopper det automatisk og det neste aggregatet tar over. Ved feil på begge UV-aggregatene må vannproduksjonen stanse. Oppstart av vannverk med ozon og klor må gjøres av driftsoperatør, det skal ikke skje automatisk.

Gjennombrudd i filter

Sannsynl.	Konsekvens	Risiko
S2	K2	

Det skal installeres turbiditetsmåler etter biofiltrene. Et eventuelt slipp gjennom filteret vil derfor fanges opp, og filteret kan da automatisk bli satt i spyling.

Biofilterdrift og kimvekst på nett

Sannsynl.	Konsekvens	Risiko
S3	K2	

Forbruksmønster med store variasjoner i vannforbruk kan gi problemer med å opprettholde et effektivt biofilter. Kimvekst kan da oppstå på nettet og medføre uønskede analyseresultater, uten at det nødvendigvis vil føre til «praktiske» problemer i form av slamdannelse og slamslipp. Når det etableres kunstig forbruk/tapping på nettet som det skal legges opp til her, vil det sikres filterhastighet i biofilteret på > 2,0 m/h, men sannsynligheten for uønskede kimtall (over 100 kim/ml) på endeleddninger bør nok likevel settes til Stor (S3) i alle fall i de første driftsårene. Praktisk konsekvens er å anse som liten eller middels (K2).

Kan en viss filterhastighet ikke opprettholdes (for eksempel ved ofte svært lange produksjonsstopp og/eller filterhastighet på < 1 m/h i lengre perioder), blir det stor sannsynlighet (S4) for at det vil bli problematisk å sikre kontinuerlig effektiv drift av biofilteret, hvorfor risikoen ville øke ytterligere.

Svikt i PLS

Sannsynl.	Konsekvens	Risiko
S2	K3	

Dersom PLS svikter, må anlegget driftes manuelt. Ozontilsetningen er nokså komplisert og manuell drift bør unngås. Filter, UV og klor kan fint kjøres i manuell modus.

6.3 Alternativ 2 – NF-membran og UV**Feil på/stans i ultrafiltreringsanlegget**

Sannsynl.	Konsekvens	Risiko
S2	K3	

Ved feil på en membran kan hele trykkhuset (som inneholder flere membranelement) kobles ut. Dette vil medføre redusert kapasitet på anlegget. Dersom det er noe feil med riggen, ventiler etc., må vannproduksjonen evt. begrenses/stanse. Anlegget har klor i beredskap dersom NF-riggen stanser.

Brudd på membraner

Sannsynl.	Konsekvens	Risiko
S2	K1	

Årsaken til brudd på en membran kan skyldes at skarpe eller slitende partikler kommer inn på membranen. Denne risikoen reduseres ved å installere mikrosil før membranriggen. Anlegget utstyres også med et system for automatisk integritetstesting (AIT) som kjøres med jevne mellomrom for å kontrollere at membranene er intakte.

Feil på/ stans av UV-anlegg

Sannsynl.	Konsekvens	Risiko
S2	K2	

Dersom et UV-aggregat får en feil, stopper det automatisk og det neste aggregatet tar over. Ved feil på begge UV-aggregatene må vannproduksjonen stanse. Oppstart av vannverk med membran og klor må gjøres av driftsoperatør, det skal ikke skje automatisk.

Plutselig forverring i råvannskvalitet

Sannsynl.	Konsekvens	Risiko
S2	K3	

Ved plutselig høy turbiditet i råvatnet kan membranen tette seg raskere og redusere mengden behandlet vann, men kvaliteten på vannet blir ikke dårligere. Sannsynligheten for dette vurderes å være lav ved inntak på 20-30 m's dyp i Synnfjorden. Redusert permeabilitet i membranene og redusert produksjonskapasitet kan i verste fall bli driftskritisk.

Økt innhold av mikroorganismer vil kunne håndteres av prosessen i og med at nanofilteranlegget er en fysisk barriere mot parasitter, bakterier og virus.

Svikt i PLS

Sannsynl.	Konsekvens	Risiko
S2	K3	

Dersom PLS svikter, må anlegget driftes manuelt. Drift av membraner i manuelt bør unngås. UV og klor kan fint kjøres i manuell modus.

6.4 Oppsummering av risiko

Alternativ 1 med OBF er relativt robust mot forverra råvannskvalitet, med mindre det organiske innholdet mot formodning skulle øke vesentlig. Det legges til grunn at det etableres alkalisk filter med dosering av CO₂ foran biofilteret. Dette vil stabilisere vannkvaliteten og redusere belastningen på biofilteret samt sørge for vannbehandling mht. korrosjonskontroll.

Det er risiko knyttet til å ikke oppnå god funksjon for biofilteret hvis gjennomstrømningen blir for lav, og dernest ved stans i ozontilsetning. Risikoen for problemer med biofilteret reduseres hvis det tillates å kjøre minimum 8 m³/h gjennom biofilteret (forutsetter diameter på ø2400mm). Vann må i perioder tappes kunstig på nettet eller evt. produseres til overløp i vannbehandlingsanlegget. Risikoen med stans i ozontilsetningen håndteres med backup på produksjons- og innløsningsystem for ozon. De to systemene må automatisk alternere på tid. God driftsoppfølging, periodisk service og tilgang på kritiske reservedeler vil sikre pålitelig drift av det tekniske anlegget. Svikt i ozonering eller UV-anlegg må medføre automatisk stans i vannproduksjon og alarmvarsling.

Alternativ 2 med NF-membran er mer robust mot variasjoner i og forverring av råvannskvaliteten. Dette er med bakgrunn i at membranene i seg selv er et fysisk hinder mot bakterier, virus og parasitter, samt humus og andre partikler. Vesentlig øking av partikkelinnhold/turbiditet i råvannet kan begrense membranenes kapasitet, og utvidet forbehandling må da vurderes. Prosessen er sårbar mot svikt i PLS siden anlegget vanskelig kan driftes manuelt. Prosessen er også sårbar om nanofiltreringen stanser helt. Svikt i membranfilter og UV-anlegg må medføre automatisk stans i vannproduksjon og alarmvarsling.

7. Vannverksbygg

7.1 Bygningsmessig utforming

De to prosessalternativer gir forskjellig størrelse for vannverksbygget:

- **Alternativ 1: Ozonering biofiltrering og UV:**

Arealbehov for vannverksbygget estimeres til ca. 330 m² per etasje over to etasjer, se eget notat og tegninger som viser en aktuell arrangementsløsning. Dette gjelder ved plassering ved Synnfjorden der arealbehovet blir større pga. behov for et rentvannsbasseng og egen utløpspumpestasjon mm. Dette er funksjoner som kan plasseres i byggets kjeller.

- **Alternativ 2: Nanofiltrering og UV:**

Arealbehovet for vannverksbygget er estimert til ca. 280 m² per etasje over to etasjer, jf. eget notat med skisser som viser en aktuell utførelse av anlegget.

Det er ønskelig at tomte skal ha fleksibilitet for framtidig endringer i kravene til vannbehandling og forutsetninger forøvrig.

Plassering ved Klevmosæterhøgda høydebasseng ville medføre at tilgjengelig plass på tomte blir svært begrenset. Samlokalisering med Klevmosæterhøgda høydebasseng vil gi liten fleksibilitet for eventuelle framtidige endringer i prosessløsning eller bygningsmessige utvidelser.

Plassering av vannbehandlingsanlegget ved Synnfjorden vil gi bedre atkomstforhold for store kjøretøyer enn plassering ved Klevmosæterhøgda. Her vil det være langt bedre plass for eventuelle senere utvidelser.

Ut fra dette er plassering av vannbehandlingsanlegget ved sydenden av Synnfjorden lagt til grunn for begge prosessalternativer.

8. Kostnadsvurderinger

Beregninger av investeringskostnader må gjøres gjennom skisse- eller forprosjekt. Men grove vurderinger av de to vurderte prosessalternativene OBF og NF tyder på at investeringskostnader vil være omtrent på samme nivå.

Hva angår driftskostnader, vil membrananlegget bli dyrere i drift, pga. kostnader til membranbytte, kjemikalieforbruk, og ikke minst høyt energiforbruk pga. høyt driftstrykk og sirkulasjonspumping over NF-membranene. Tilsynsbehovet vil være lavt, og om lag det samme, for begge prosessalternativene.

For OBF-anlegget må innregnes en kontinuerlig tapping på nett som gir en minimumsproduksjon på 15-20% av maksimal produksjonskapasitet. Produsert rentvann til tap må da pumpes via høydebasseng. Nordre Land kommune opplyser at de – uavhengig av vannbehandlingsmetode – planlegger å legge til rette for kunstig tapping for å redusere oppholdstiden i vannledningsnettet i perioder med lavt vannforbruk.

Energitap med nødvendig minimumsproduksjon på NF-anlegget vil bli større enn tilsvarende minimumsproduksjon på OBF-anlegg.

Samlet sett forventes at driftskostnaden på NF-anlegget som blir nær det doble av driftskostnaden for et OBF-anlegg.

9. Oppsummering og anbefaling

Utfordringen for dette anlegget er at majoriteten av abonnentene er fritidsboliger. Vannforbruket vil stige kraftig i høytider og ferier. Dimensjonerende vannmengde på 2400 m³/døgn er ca. 50 ganger så høy som dagens normalforbruk.

De to prosessalternativene som her er presentert, er svært ulike.

Råvannskvaliteten er god, og begge prosessene er i utgangspunktet egnet for å produsere godt drikkevann.

Fordeler med alternativ 1 – Ozonering biofiltrering:

- Prosessen vil gi god hygienisk sikkerhet, og den er robust mot forverret råvannskvalitet og fargetall opp til 30 mg Pt/l.
- pH- og alkalitetsøkning kan gjøres gjennom forbehandling i alkaliske filtre plassert foran biofilteret.
- Alt spylevannsavløp kan ledes til Synna eller Synnfjorden siden prosessen ikke innebærer tilsetning av kjemikalier.
- Eventuelt jern og mangan vil bli oksydert og holdt tilbake i filtersystemet.
- Det er lett å styre prosessen til ønsket fargetall og UV-transmisjon i rentvannet.

OBF-prosessen vil i liten grad redusere innholdet av organisk materiale, og dersom ikke biofilteret fungerer fullt ut, vil en del lett-nedbrytbart organisk stoff følge med ut på nett. Det vil gi grobunn for kimvekst og dermed analyseverdier for kimtall i nettvann som kan komme langt over tiltaksgrensen i drikkevannsforskriften. Dette kan trolig avhjelpes med kunstig tapping flere steder ute på ledningsnettet, og med kontinuerlig svakklorering av utløpsvannet.

Erfaring fra et par anlegg med denne prosessen tyder på at drift med veldig lav filterhastighet og forholdsvis raske endringer i vannproduksjon gir vil gi dårligere effekt av biofilteret.

Fordeler med alternativ 2 – Nanofiltreringsmembraner:

- En driftssikker prosess som gir svært god hygienisk barrierevirkning.
- Eventuell økning i råvannets humusinnhold vil ha lite å si for prosessens funksjon.
- Det er enkelt å øke kapasiteten gradvis ved å installere ytterligere trykkrør med nye membranmoduler og/eller nye parallelle membranrigger – dvs. at anlegget gradvis kan tilpasses den fremtidige utviklingen av vannbehovet.
- pH-heving og korrosjonskontroll kan gjøres enkelt gjennom et mindre alkalisk filter (uten CO₂-tilsats) etter membranriggene, eller ved tilsetning av vannglass på utløpet.

Ulemper med alternativ 2:

- NF-prosessen medfører at 30% av tilført vann forbrukes. Kontinuerlig konsentratvannstrøm kan føres tilbake til Synnfjorden, men vaskevann som inneholder såpe og klor må føres til spillvannsnett og avløpsrensning.
- Driftskostnadene er høye pga. stort energiforbruk, forbruk av vaskekjemikalier, og regelmessig membranbytte (forvent hvert 8. år).

Investeringskostnader for de to prosessalternativene kan forventes å være omtrent på samme nivå. Samlet utbyggingskostnad kan først beregnes gjennom et forprosjekt, når detaljert plassering, bygningsmessig størrelse og anleggsoppbygging er nærmere vurdert.

Membranbytte, kjemikalieforbruk og ekstra energitap i et NF-anlegg vil bidra til høyere driftskostnader enn for et OBF-anlegg. Ozonering-biofiltreringsprosessen vil dermed samlet sett – ut fra en nåverdibetraktning – falle rimeligere ut.

Som det kommer frem av MBA-beregningene vil begge prosessene gi tilstrekkelige hygienisk barrierer. Både ozonerings-biofiltreringsprosessen og nanofiltreringsprosessen kan forventes å gi hygienisk sikkert drikkevann til enhver tid.

Spåtind renseanlegg som har utslipp til Synnfjorden skal etter hvert legges ned, og avløpsvannet overføres til felles renseanlegg for Synnfjellet øst ved Nordrumsetra. Framdriften kommunen ser for seg vil innebære at renseanlegget først er i drift noen år etter at vannverket med inntak i Synnfjorden er satt i drift. Med bakgrunn i kartlagt råvannskvalitet (jf. tabell 1) og MBA-beregningene er dette akseptabelt. Men økt tilknytning til renseanlegget medfører større fare for vesentlig mikrobiologisk forurensing av Synnfjorden. Nærmere risiko- og farevurdering, noe som er et krav i Drikkevannsforskriften, vil gi bedre grunnlag. Omfanget av fortsatt utslipp av rensset spillvann fra Spåtind RA til Synnfjorden må endelig avklares med Mattilsynet.

Løsning med nanofiltrering har fordel i forhold til OBF-prosessen ved at man får flere uavhengige barrierer også mht. Cryptosporidium. Med bakgrunn i forholdene i nedslagsfeltet med bl.a. beiting vurderes dette å være en fordel.

Utenom høytidsdager og ferier er vannbehovet veldig lavt. Med dagens vannforbruk i lavforbruksperioder vil det bli vanskelig å oppnå stabil funksjon i biofilteret. OBF-prosessen vil dermed betinge en minimums vanngjennomstrømning i biofilteret, og lange perioder med forholdsvis omfattende kunstig vanntapping ute på ledningsnettet for å dempe kimvekst. Nødvendig minimumsproduksjon kan forventes til 15-20% av dimensjonerende vannmengde.

Med bakgrunn i en samlet vurdering av forholdene her er Norconsult sin anbefaling å gå videre med prosessløsning basert på **nanomembranfiltrering, altså prosessalternativ 2**. Dette gjelder selv om prosessen vil innebære høyere driftskostnader. Bakgrunnen er at nanofiltrering vil ha:

- Vannproduksjon og pumpedrifter kan lettere tilpasses det variable forbruksmønsteret.
- Større fleksibilitet for etappevis kapasitetsutvidelse ved å montere inn nye trykkrør ettersom tilknytning og vannforbruk øker.
- Større robusthet mht. variasjoner i og eventuell forverring av råvannskvaliteten.
- Et biostabilt drikkevann, dvs. lav tilførsel av lettnedbrytbart organisk stoff ut på nettet. Dette fordi prosessen innebærer fysisk fjerning av organisk stoff (i motsetning til OBF-prosessen hvor organisk stoff spaltes og gjøres tilgjengelig for biologisk vekst).

C04	2022-03-21	Revidert etter innspill fra NLK	Tore Fossum	Svein F. Liane	Terje Eikanger
C03	2022-01-25	Revidert etter møte med kommunen	Tore Fossum	Svein F. Liane	Terje Eikanger
C02	2021-11-04	Revidert etter gjennomgang med kommunen	Tore Fossum	Svein F. Liane	Terje Eikanger
Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. 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.