



Ringerike Kommune

Forprosjekt Kilemoen vannbehandlingsanlegg

Utgave: 3

Dato: 2015-09-22

---

**DOKUMENTINFORMASJON**

---

Oppdragsgiver: Ringerike Kommune  
Rapporttittel: Forprosjekt Kilemoen vannbehandlingsanlegg  
Utgave/dato: 3 / 2015-09-22  
Arkivreferanse: -  
Lagringsnavn: forprosjekt kilemoen vb\_rev 220915  
Oppdrag: 535280 – FP Kilemoen VB  
Oppdragsleder: Jon Brandt  
Fag: Vann og miljø  
Tema: Vannbehandling  
Leveranse: Forprosjekt

Skrevet av: Jon Brandt  
Kvalitetskontroll: Asle Flatin

Asplan Viak AS [www.asplanviak.no](http://www.asplanviak.no)

---

## FORORD

Fra Ringerike kommune har disse personene deltatt:

- Svein Morten Westgård      Prosjektleder
- Jostein Nybråten
- Anders Guldbrandsen
- Per Magne Foss
- Ola Morten Solberg

Hos Asplan Viak har følgende personer vært sentrale:

Jon Brandt	Prosjekteringsleder	Sivilingeniør
Asle Flatin	Ansvarlig for hovedlayout, Kvalitetssikrer	Sivilingeniør
Elisabeth Stien Andersen	Bistand prosess og 3D-tegning av maskin og prosess	Sivilingeniør
Fredrik Ording	Ressursperson prosess	
John Inge Råsberg	Fagansvarlig byggeteknikk	Sivilingeniør
Knut Robert Robertsen	Fagansvarlig hydrogeologi	Miljøgeolog
Runar Westengen	Byggprosjektering og 3D tegning av bygg i Revit, kostnader	Ingeniør
Rozbeh Sadeghi	Byggprosjektering og 3D tegning av bygg i Revit	Ingeniør
Gunnar Lunde	Fagansvarlig arkitektur	Arkitekt
Aase Skaug	Landskapsarkitekt	Landskapsarkitekt
Arnt Mikal Følling	Fagansvarlig elektroteknikk	Ingeniør
Jan Trygve Olsen	VVS	Sivilingeniør
Olav Frydenberg	Grunnteknikk AS, Geoteknikk	Sivilingeniør

Sandvika, 12.11.2014



Jon Brandt  
Oppdragsleder



Asle Flatin  
Kvalitetssikrer

## SAMMENDRAG

Ringerike kommune har besluttet å bygge nytt vannbehandlingsanlegg ved Kilemoen med kapasitet for levering til minst 60 000 personer. I dag forsynes ca 24 000 personer av vannverket med grunnvannsbrønnene i Dødisgropa som vannkilde. I tillegg skal bassengkapasiteten utvides fra dagens 2 000 m<sup>3</sup> til 5 000 m<sup>3</sup> etter utbygging.

Bakgrunnen for utbyggingen er at vannkvaliteten fra Dødisgropa siden 2006 har vist et økende manganinnhold. I dag har vannet et manganinnhold som er vesentlig over grenseverdien i drikkevannsforskriften. Kommunen har satt i gang prøvepumping med 2 nye grunnvannsbrønner ved Tjorputten nærmere Begna. Samlet konsesjon for vannuttak er 300 l/s for de 6 brønnene i Dødisgropa og 100 l/s for de to brønnene ved Tjorputten.

I forkant av forprosjektet har kommunen valgt ozonering og filtrering som vannbehandlingsprosess. Videre har de også valgt at det nye høydebassenget skal være i syrefast stål.

Filteranlegget bygges som et trykkanlegg med filtertanker i syrefast stål. Trykklinja blir ikke brutt gjennom anlegget. Spylevannet hentes fra rentvannsiden etter UV, og det tas ut en delstrøm før vannet ledes til basseng.

Det nye vannbehandlingsanlegget skal også ha et UV-anlegg, slik at de to uavhengige hygieniske barrierene i vannforsyningen etter utbygging blir:

- Grunnvannsbrønner i løsmasser
- UV-anlegg med biodosimeterdose på 40 mJ/cm<sup>2</sup>

I tillegg vil ozoneringsprosessen gi en ekstra hygienisk sikkerhet, og man beholder eksisterende klordosering som reservedesinfeksjon på omløpsløsningen.

Ozongass og oksygen produseres på anlegget. Ozongassen innebærer en helsemessig risiko. Dette er hensyntatt i planleggingen ved at all ozonproduksjon og dosering av ozongassen er lagt til ett rom med rømningsvei direkte ut til terreng. Restozon fra prosessen luftes ut via ozondestrukturer i ozonproduksjonsrommet.

For å fjerne fri CO<sub>2</sub> fra grunnvannet, skal vannet filtreres gjennom marmor (kalsiumkarbonat). Gjennom denne karbonatiseringsprosessen vil pH, kalsium og alkalitet øke slik at vannet blir lite korrosivt på ledningsnett i grunnen og på kobberledninger i husholdningene. Marmoren løses langsomt opp og må etterfylles. Dette håndteres med en lagersilo og et vandrevet ejektorsystem for transport til filterne.

Dimensjonerende vannmengder for det nye vannbehandlingsanlegget er:

- $Q_{\text{midlere 2015}}$  : 105 l/s (9 100 m<sup>3</sup>/døgn)
- $Q_{\text{dim 2035}}$  : 225 l/s (19 500 m<sup>3</sup>/døgn)

Råvannsmengden vil ligge om lag 3 % over dette på grunn av tap av spylevann og modningsvann. Det er i dag verken spillvann eller overvannsledning fram til anlegget. Spylevann og modningsvann er foreslått ført til laguner for infiltrasjon i løsmasser. Infiltrasjonsløsningen krever ytterligere grunnundersøkelser for å avdekke om løsmassene er egnet til dette formålet. Alternativ løsning er å lede overvannet til Begna i overvannsledning parallelt med ny råvannsledning fra Tjorputten.

Anlegget skal plasseres på kommunens tomt i tilknytning til eksisterende basseng/ventilkammer. Nytt basseng er plassert inn mot ventilkammeret og driftsavdeling og filter-/prosesshall er plassert i nordøstlig retning.

Totalt vil den nye driftsavdelingen samlet utgjøre 1500 m<sup>2</sup>, med en grunnflate på 800 m<sup>2</sup>. I tillegg kommer bassengbygget med ståltanken med en grunnflate på 800 m<sup>2</sup>.

Plassering av byggene på tomten framkommer av landskapsplanen. Planløsningen er tilpasset framtidig utvidelse av filterhallen. Det er lagt vekt på å tilpasse byggene til eksisterende terreng. Det har vært utført grunnundersøkelser som konkluderer med faste morenemasser.

I drifts- og prosessavdelingen samles filterhall, driftsavdeling og publikumsavdeling med visningsrom. Anlegget bygges i hovedsak i stål og plasstøpt betong, mens fasadematerialene er foreslått i mørk tegl for bassengdelen og ordinær tegl, som for eksisterende basseng, i prosess/driftsavdeling. Brytningen mellom mørk og brun tegl er gjort for å bryte opp den store konstruksjonen.

Bygget er delt inn i ren og skitten sone blant annet fordi behandlingsanlegget også skal inkludere en driftssentral, og det vil være personell som kommer til anlegget rett fra arbeid på ledningsnett eller fra avløpsanlegg. Disse skal ha tilgang til driftssentralen, men ikke slippes inn i prosessdelen av anlegget uten først å ha blitt sluset gjennom en garderobeløsning mellom ren og skitten sone.

Kostnadsberegningene er i stor grad utført på postnivå for å være tilstrekkelig detaljerte. Dette gjelder spesielt de største fagene, bygg og maskin, som normalt har størst usikkerhet. For prosessdelen og bassenget har det benyttet budsjettpriser fra leverandør.

Tabellen under viser en samleoppstilling i mill kr eksklusive mva over kalkulerte anleggskostnader, både som entreprisekostnader inklusive rigg og drift og 15% uforutsett, og som budsjettkalkyle.

<b>KOSTNADSKALKYLE I MILL KR EKSKLUSIVE MVA</b>	<b>Sum (mill kr)</b>	<b>Sum inkl 15% uforutsett</b>
<b>Sum entreprisekostnader</b>	<b>80.6</b>	<b>93.4</b>
Prosjektering og byggeledelse 10 %		9.3
Byggherrekostnader 2 %		1.9
Prisstigning 3 %		2.8
<b>BUDSJETTKOSTNAD</b>		<b>107.4</b>

Kalkylen viser en total investering på 107,4 mill kr eksklusive mva. Sum entreprisekostnader er kalkulert til 93,4 mill kr eksklusive mva.

Framtidige driftskostnader i tabell under er stipulert for dagens vannforbruk på 105 l/s. Vedlikehold av bygg og prosess, samt bemanning er de dominerende driftskostnadene. Selve vannbehandlingsprosessen med kjemikalier og energi har lave kostnader. Energiforbruk til råvannspumpene er ikke tatt med i oppsettet.

Bygningmessig vedlikehold	187 500	kr/år
Vedlikehold teknisk utstyr	200 000	kr/år
Bemannning 1/2 årsverk	250 000	kr/år
Kjemikaliekostnader (se egen oppstilling)	51 000	kr/år
EI-kostnader til øvrig prosess (kompr, hydrofor, drivvann)	30 000	kr/år
UV-lampeskift, service	40 000	kr/år
UV-energikostnader	8 000	kr/år
Ventilasjon, varme, avfukting, lys (energi og vedlikehold)	30 000	kr/år
<b>SUM ÅRLIGE DRIFTSKOSTNADER (2015 - 105 l/s)</b>	<b>796 500</b>	<b>kr/år</b>
<b>eksklusive mva</b>		

Byggetid for anlegget med igangkjøring er anslått til ca 1 ½ år med byggestart april 2016 og anlegget i drift desember 2017. Før byggestart må E61 prosess og E62 basseng kontraheres som totalentrepriser, og øvrige entrepriser detaljprosjekteres og entreprenører kontraheres. Det er anbefalt en utbyggingsmodell med 6 delte entrepriser, som evt kan reduseres til 5 ved å slå sammen E71 og E21:

- E71 Grunn- og utomhus arbeider
- E21 Bygningmessige arbeider inklusive VVS
- E61 Prosess
- E62 Basseng
- E41 Byggelektro
- E51 Driftssentral

## INNHALDSFORTEGNELSE

Sammendrag.....	3
1 Innledning .....	10
1.1 Bakgrunn.....	10
1.2 Tidligere planer / grunnlagsmateriale .....	10
1.3 Formål med forprosjektet .....	10
2 Vannkilde og vannkvalitet.....	11
2.1 Grunnvannskilder .....	11
2.2 Vannkvalitet i råvann .....	12
2.3 Behov for vannbehandling.....	14
3 Rammebetingelser .....	17
3.1 Vannforbruk .....	17
3.2 Overvann og spillvann.....	18
3.3 Tomt / Byggegrunn.....	18
3.4 Kommunens føringer for forprosjektet .....	19
4 Prosessbeskrivelse .....	21
4.1 Vannbehandling .....	21
4.2 Bassengløsning.....	24
4.3 Håndtering av spylevann .....	24
5 Hovedutforming av anlegget.....	26
5.1 Plassering på tomt.....	26
5.2 Landskapstilpasning.....	26
5.3 Prosessanlegg med rentvannsbasseng.....	27
5.4 Eksisterende anlegg.....	28
6 Dimensjonering .....	29
6.1 Ozonproduksjon .....	29
6.2 Filter .....	29
6.3 Vannmengder.....	30
6.4 Kjemikalieforbruk.....	30
6.5 UV-anlegg .....	31
6.6 Marmorinnlasting.....	31

---

6.7	Pumper .....	31
6.8	Dimensjonerende funksjonskrav for prosessentreprisen .....	31
7	Bygningsmessig utforming .....	33
7.1	Grunnforhold .....	33
7.2	Romprogram .....	33
7.3	Brann og rømningsveier .....	33
7.4	Arkitektonisk utforming .....	33
7.5	Bygningsmessige arbeider .....	34
7.6	Ventilasjon .....	35
7.7	Varme/kjøling/energi .....	37
7.8	Sanitær .....	38
8	Prosessteknisk utforming .....	39
8.1	Prosess og maskinelt utstyr.....	39
8.2	Utvendig ledningsanlegg .....	40
8.3	Prosesstyring / driftskontroll .....	41
8.4	Elektrotekniske arbeider .....	43
9	Kostnadsberegninger .....	45
9.1	Forutsetninger .....	45
9.2	Anleggskostnader .....	45
9.3	Driftskostnader .....	47
10	Organisering og framdrift.....	49
10.1	Entrepriseinndeling .....	49
10.2	Framdrift.....	50



**TEGNINGER**

<b>Tegningsnr</b>	<b>Tittel</b>	<b>Målestokk</b>	<b>Rev nr</b>	<b>Rev dato</b>
LB001	Landskapsplan	1:500	01-F	12.11.2014
HB001	Ledningsplan	1:500		12.11.2014
AP U1 001	Plan kjeller	1:100	01-F	12.11.2014
AP 01 001	Plan 1. etasje	1:100	01-F	12.11.2014
AP 02 001	Plan 2. etasje	1:100	01-F	12.11.2014
AF 00 001	Fasader	1:200	01-F	12.11.2014
AS 00 001	Snitt A og B	1:100	01-F	12.11.2014
PM001	Flytskjema	-	01-F	12.11.2014
PPU1001	Plan kjeller nytt VBA, maskin	1:100	01-F	12.11.2014
PP01002	1. etg eksist VBA, maskin	1:100	01-F	12.11.2014
PP01001	1. etg nytt VBA, maskin	1:100	01-F	12.11.2014
PS001	Snitt A og B, maskin	1:50	01-F	12.11.2014
PS002	Snitt C, D og E, maskin	1:50	01-F	12.11.2014
PS003	Snitt F, G og H, maskin	1:50	01-F	12.11.2014
PS004	Snitt I og J, maskin	1:50	01-F	12.11.2014
PC001	3D Rørkjeller, maskin	-	01-F	12.11.2014
PC002	3D Råvannsinnløp, maskin	-	01-F	12.11.2014
PC003	3D UV, maskin	-	01-F	12.11.2014
PC004	3D Fordeling rentvannsbasseng, maskin	-	01-F	12.11.2014
PC005	3D Ozon-dosering 1 etg, maskin	-	01-F	12.11.2014
PC006	3D Verskted, maskin	-	01-F	12.11.2014

# 1 INNLEDNING

## 1.1 Bakgrunn

Ringerike vannverk forsyner i dag ca 24 000 personer med 6 grunnvannsbrønner i løsmasser som vannkilde. Fra brønnene pumpes vannet opp til et høydebasseng på Kilemoen. Grunnvannsmagasinet brønnene henter vannet fra, mates fra Begna i nord. I 2006 ble det påvist økte manganverdier i vannet fra grunnvannsbrønnene. I perioden 2006-2013 har manganinnholdet økt jevnt, og i enkelte av brønnene er nå manganinnholdet 20 ganger over grenseverdien i drikkevannsforskriften.

Ringerike kommune planlegger å etablere et nytt vannbehandlingsanlegg for manganfjerning. Samtidig skal bassengkapasiteten ved vannverket økes med et nytt basseng på 3 000 m<sup>3</sup>, slik at samlet bassengkapasitet blir 5 000 m<sup>3</sup>. Denne forprosjektrapporten beskriver disse planene.

Parallelt med utbyggingen av behandlingsanlegget arbeides det også med å fase inn 2 nye brønner som ligger nærmere Begna, ved Tjorputten. Disse brønnene har vært prøvepumpet i et år og viser vesentlig lavere manganverdier, men også her var det en tendens til økende manganverdier etter lengre tids pumping.

## 1.2 Tidligere planer / grunnlagsmateriale

- Skisseprosjekttegninger
- Diverse vannkvalitetsdata fra Dødisgropa og brønner ved Tjorputten
- Data på vannforbruk fra 2005-2013
- Tegninger av eksisterende anlegg
- Grunnlag for dimensjonering: Nytt renseanlegg – Monserud, saksfremlegg, datert 21.05.2014
- Diverse kommunikasjon med Bø vannverk og andre vannverk med samme prosess

## 1.3 Formål med forprosjektet

Formålet med forprosjektet er å:

- Beskrive vannbehandlingsprosess
- Beregne dimensjoneringsdata for anlegget
- Plassere vannbehandlingsanlegget og bassenget på tomta
- Vise og beskrive utforming av vannbehandlingsanlegget
- Beskrive teknisk utstyr og styring av anlegget
- Beskrive hvilke funksjoner som skal være på anlegget og sette av nødvendig plass til disse.
- Kostnadsberegne investering og drift
- Vurdere og anbefale entrepriseoppdeling
- Foreslå framdriftsplan for utbyggingen

## 2 VANNKILDE OG VANNKVALITET

### 2.1 Grunnvannskilder

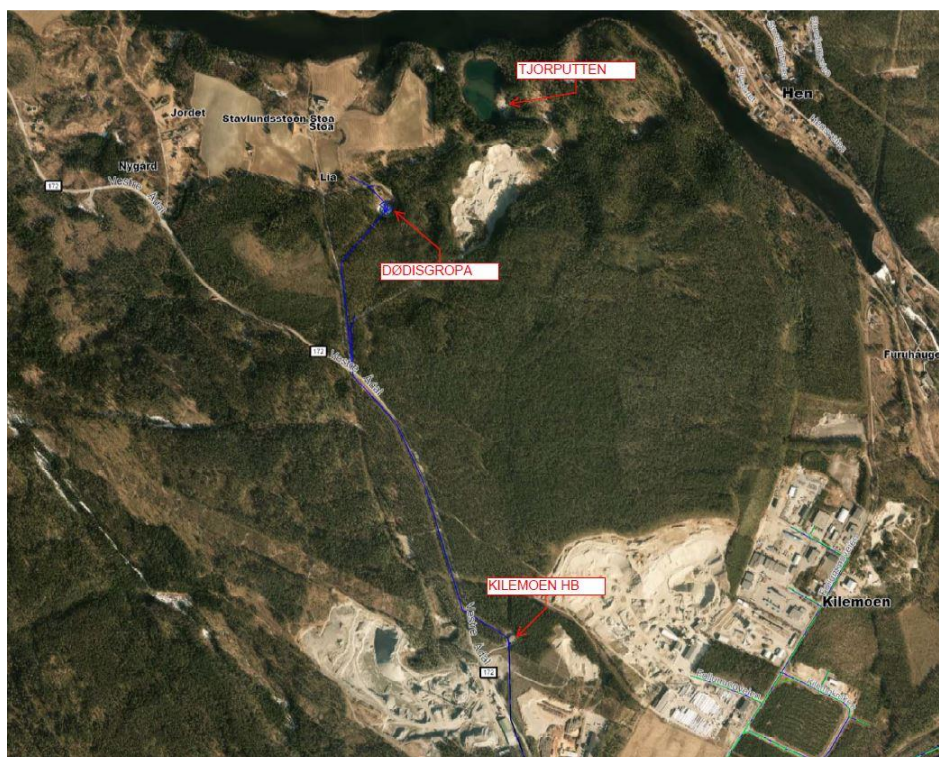
#### 2.1.1 Dødisgropa

Dødisgropa ligger ca 500 meter fra Begna, og her er det etablert 6 grunnvannsbrønner i løsmasserm 3 x Ø400 mm og 3 x Ø300 mm borhull.

Vannet pumpes til dagens eksisterende vannbehandlingsanlegg/basseng som ligger ca 1,5 km sør for Dødisgropa. Oversiktskartet i Figur 1 viser hvor Dødisgropa ligger i forhold til vannbehandlingsanlegget. Kildekonsesjonen for brønnene ved Tjorputten begrenser maks samlet uttak for de 6 brønnene til 300 l/s.

#### 2.1.2 Tjorputten

Ved Tjorputten er det etablert to produksjonsbrønner som supplerende vannforsyning til Ringerike vannverk. Brønnene (Ø237 mm) ligger ca. 150 meter fra Begna. Det har blitt gjennomført prøvepumping ved brønnene fra 17.8.2011 til 28.8.2012 for å kartlegge vannkvalitet og kapasitet. Brønnene benyttes ikke som råvannskilde i dag, men vil tas i bruk ved det nye vannbehandlingsanlegget. Oversiktskartet i Figur 1 viser hvor Tjorputten ligger i forhold til vannbehandlingsanlegget. Kildekonsesjonen for brønnene ved Tjorputten begrenser maks samlet uttak til 100 l/s. Det foregår et reguleringsarbeide knyttet til grunnvannsbrønnene, og realisering av overføringsanlegg fra Tjorputten ligger om lag 5 år fram i tid.



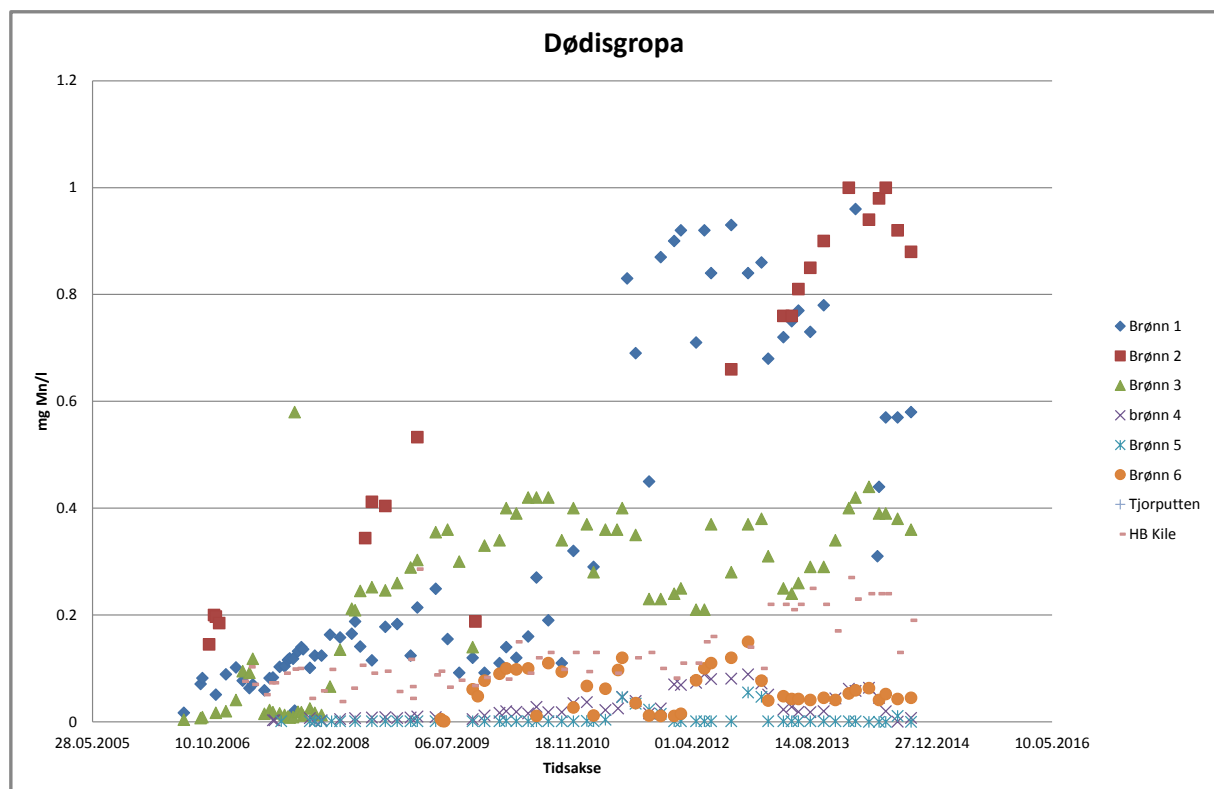
Figur 1: Oversiktskartet viser Dødisgropa og Tjorputten i forhold til eksisterende høydebasseng på Kilemoen.

## 2.2 Vannkvalitet i råvann

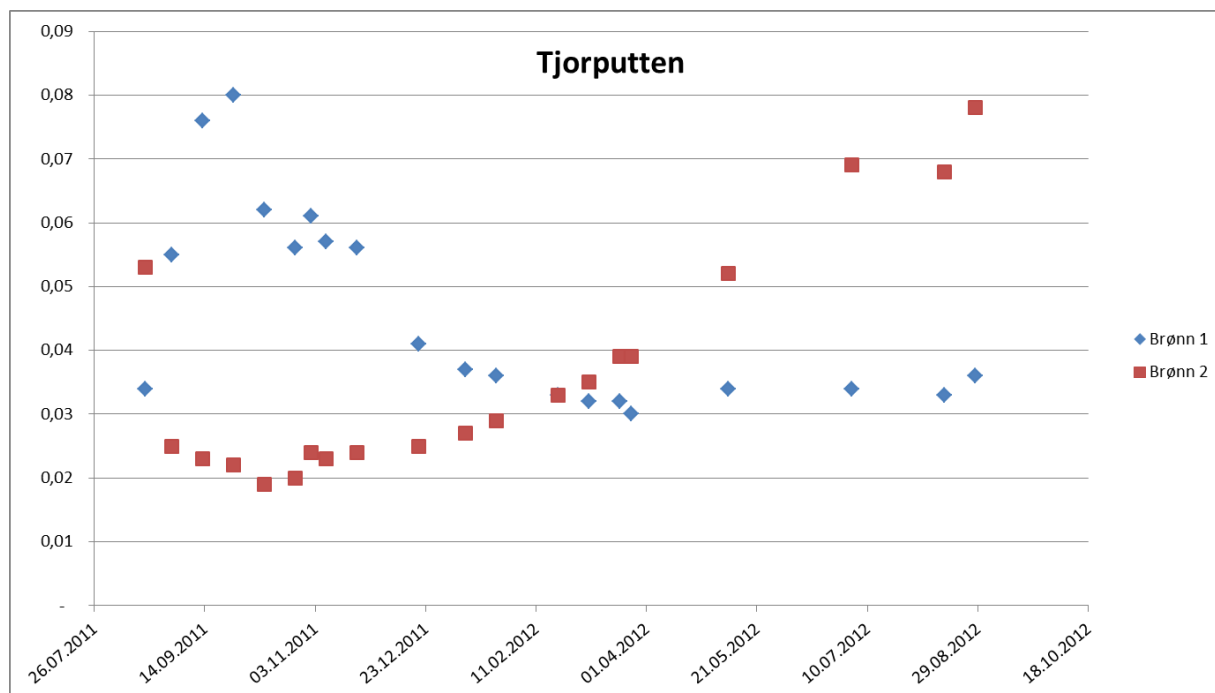
I begge råvannskildene er det meget god bakteriologisk vannkvalitet, det er ikke påvist koliforme bakterier i noen av brønnene og kimtall ligger godt under grenseverdien (100/ml) og ofte under deteksjonsgrensen. Den gode bakteriologiske kvaliteten tilsier at det er gode forhold for filtrering i løsmassene fra Begna til brønnene, selv om avstanden til Begna er veldig ulik for de to brønnområdene. Den bakteriologiske vannkvaliteten ved de to råvannskildene er sammenstilt i etterfølgende tabell.

Bakteriologisk kvalitet		
Parameter	Dødisgrova	Tjorputten
Kimtall v/22 °C	Stabilt lavt. Under grenseverdien for alle brønner.	Stabilt lavt. Langt under grenseverdien for begge brønner.
E.coli	Ikke detektert	Ikke detektert
Koliforme	Ikke detektert	Ikke detektert
Intestinale enterokokker	Ikke detektert	Ikke detektert
Clostridium perfringens	Ikke detektert	Ikke detektert

Når det gjelder de fysiske og kjemiske parameterne, så er kvaliteten generelt god, men det er et for høyt innhold av mangan, spesielt i Dødisgrova. Mangankonsentrasjonen i begge brønnene overstiger kravene i drikkevannsforskriften (0,05 mg Mn/l) og utførte analyser de siste årene viser at manganinnholdet er økende. Overvåking av manganinnholdet i Dødisgrova er vist i Figur 2 og fra Tjorputten i Figur 3. Det gjøres oppmerksom på skalaene for mg Mn/l er ulik i de 2 figurene.



Figur 2: Manganinnhold i brønnene 1-6 i Dødisgrova.



Figur 3: Manganinnhold i brønn 1 og 2 ved Tjorputten

Ettersom fargetallet og turbiditeten er lav, indikerer dette at mangan foreligger i løst form i grunnvannet, noe som også tilsier at vannet har lite oksygen (vanlig i grunnvannskilder). Dersom vannet hadde vært oksygenrikt, ville innholdet av mangan vært lavere, da en større andel ville ha vært utfelt som mangandioksid, og fargetall og turbiditet ville ha vært høyere. Generelt vil lavt innhold av oksygen gi dårlig lukt og smak på vannet. Det er ikke gjort analyser av lukt og smak på grunnvann fra Dødisgropa eller Tjorputten.

Ut over det høye manganinnholdet er den fysisk/kjemiske vannkvaliteten til råvannet sammenstilt i etterfølgende tabell.

Tabell 1 - Fysisk/kjemisk vannkvalitet for Dødisgropa og Tjorputten

Fysisk/kjemisk kvalitet		
Parameter	Dødisgropa	Tjorputten
pH	Svakt basisk: 7,2-7,8	Svakt sur til nøytral pH. pH-verdier ligger i området 6,5-7,2.
Alkalitet	Stor variasjon og til dels høy: 0,61 – 1,4 mmol/l. Brønn 1 og 2 har de høyeste verdiene.	Gjennomsnitt 0,20 mmol/l i brønn 1 og 0,39 mmol/l i brønn 2. Dette er noe lavt og vannet har lav bufferkapasitet.
Kalsium	Stor variasjon og til dels høy 10 – 22 mg Ca/l	Gjennomsnitt 3,37 mg/l i brønn 1 og 6,97 mg/l i brønn 2.
Fargetall	< 2 mg Pt/l.	<2 mg Pt/l. Indikerer veldig lavt innhold av humus.

UV-transmisjon	98,5-98,6 % UVT1cm 92,7-93,2 % UVT5cm	Ikke målt
Turbiditet	Ingen resultat fra brønnene. Turbiditet ut fra rentvannsbassenget er normalt under 0,1 FTU. Høyeste verdi er målt i 2008 på 1,0 FTU. Dette kan ha sammenheng med utfelling av MnO <sub>2</sub>	0,19 i brønn 1 og 0,43 i brønn 2. Dette er lavt.
Total organisk karbon (TOC)	Ikke målt	0,42-1,2 mg TOC/l. Dette er lavt.
CO <sub>2</sub> -innhold	I området 3-6 mg CO <sub>2</sub> /l.	Estimert til 4,04 mg CO <sub>2</sub> /l i brønn 1 og 5,4 mg CO <sub>2</sub> /l i brønn 2. Enkelte prøver har høyere innhold av fri CO <sub>2</sub>
Jern	Ikke målt	<0,2 mg Fe/l i brønn 1 og noe høyere i brønn 2. Men godt under grenseverdiene.

## 2.3 Behov for vannbehandling

Kravet til vannbehandling er regulert i Drikkevannsforskriften som sier at det skal være minimum 2 hygieniske barrierer i vannforsyningssystemet. I tillegg er det angitt bestemte kvalitetskrav som drikkevannet skal tilfredsstillende (sensoriske-, mikrobiologiske- og fysisk/kjemiske parametere). Det er også krav til at vannet ikke skal være korrosivt, og ofte er det behov for å justere en eller flere korrosjonsparametere; pH, alkalitet og kalsium.

### 2.3.1 Sensoriske parametere

Her inngår farge, lukt, smak og turbiditet. Vannet fra både Dødisgropa og Tjorputten tilfredsstiller kravene i Drikkevannsforskriften og det er ikke behov for vannbehandling med tanke på disse parametere.

### 2.3.2 Mangan

Høyt manganinnhold i drikkevann skaper hovedsakelig ulemper i lednings/transportanlegg (begroing), og kan føre til estetiske/bruksmessige (misfarging av klesvask) problemer for forbruker. Generelt ansees manganinnholdet i norsk drikkevann for å være så lavt at det er vanskelig å tillegge mangan noen negativ helsemessige betydning.

Mangan i vannforekomster kan foreligge både på løst form, og som bundet til mineraler eller organiske komplekser.

I grunnvann og overflatevann med lavt oksygeninnhold foreligger mangan hovedsakelig på ione-form, som Mn<sup>2+</sup>.

Kjemisk utfelling av mangan forutsetter at mangan bringes i kontakt med et oksiderende stoff. Det oksiderende stoffet kan være, f. eks. oksygen (luft), oksygen (ren), ozon, klor, kaliumpermanganat m.m.

For fjerning av mangan, har kommunen bestemt en prosess hvor ozon benyttes for å oksidere mangan. Videre fjernes oksidasjonsproduktet i et filter. Ozon er et meget kraftig oksidasjonsmiddel og oksiderer raskt ulike forbindelser i vann for eksempel NOM, jern og mangan.

Når ozon tilsettes råvannet, vil mangan straks oksideres til  $Mn^{4+}$  og felles ut som mangandioksid ( $MnO_2$ ), et salt som er uløselig i vann. Mangandioksid og eventuelt andre oksidasjonsprodukter vil holdes igjen i et sandfilter.

### 2.3.3 Fysisk/kjemiske parametere

For å tilfredsstillere kravene for de fysiske/kjemiske parameterne i Drikkevannsforskriften, er det behov for å fjerne mangan, som også er den eneste parameteren som overstiger grenseverdiene. Mangan har en grenseverdi på 0,05 mg/l. Vannet fra Dødisgropa (alle brønner) har i snitt et innhold på 0,19 mg/l og vannet fra Tjorputten (begge brønnene) har i snitt et innhold på 0,04 mg/l. Analyseresultater viser at manganinnholdet i både Dødisgropa og Tjorputten stiger (se Figur 2 og Figur 3). I tillegg er det ønskelig å øke innholdet av oksygen i rentvannet for å minske risikoen for dårlig lukt og smak.

Ozongassen som tilsettes i prosessen inneholder om lag 10 % ozon og 90 % oksygen. Ved tilsetning av ozon vil derfor oksygeninnholdet i vannet øke til tilfredsstillende nivå.

### 2.3.4 Mikrobiologiske parametere

For å sikre at drikkevann er mikrobiologisk sikkert er det viktig at kravet om hygieniske barrierer er oppfylt. Løsmasser over et grunnvannsmagasin har generelt meget god effekt som naturlig hygienisk barriere. I brønnene i Dødisgropa og Tjorputten er det ikke påvist mikrobiologisk forurensning, noe som indikerer at transporttiden av vannet gjennom løsmassene er tilstrekkelig for å inaktivere bakterier. Hvis en i tillegg beskytter brønnenes tilsigsområde og borehullene, vil kilden i seg selv utgjøre en hygienisk barriere. Både brønnene i Dødisgropa og Tjorputten utgjør derfor hver sin hygieniske barriere.

I Drikkevannsforskriften er det krav om minimum 2 hygieniske barrierer og de skal være uavhengig. Det anbefales derfor å etablere UV-desinfeksjon som hygienisk barriere nr. 2 ved det nye Ringerike vannverk. UV-bestråling er den vannbehandlingsmetoden som benyttes ved flest vannbehandlingsanlegg i Norge. Ved hjelp av UV-stråler inaktiveres mikrober (bakterier, virus, parasitter), og de vil ikke lenger utgjøre en fare for abonnenter.

Grunnvannskildene og UV-bestråling vil utgjøre de 2 hygieniske barrierene for den nye vannbehandlingen.

Ozoneringen med kontaktkolonner vil også ha en god desinfiserende effekt på de fleste mikrobiologiske parametere med unntak av parasitten cryptosporidium hvor ozon har begrenset effekt. Desinfeksjonseffekten til ozon vil være en positiv bieffekt ved dette behandlingstrinnet.

Anlegget har i dag et reservekloranlegg. Vi foreslår å beholde klor som reservedesinfeksjon.

### 2.3.5 Korrosjonsparametere

Drikkevannsforskriften stiller krav til at vannet ikke skal være korrosivt, og derfor er det vanlig å ha et prosesstrinn i vannbehandlingen som minsker korrosjonsegenskapene til drikkevannet. Vanlige tiltak for å minimere korrosjonsegenskapene til vannet er alkalisering eller karbonatisering og hardhetsøkning. Alkalisering innebærer kun å heve vannets pH og vil ikke endre bufferegenskapene til vannet. Ulempen med dette (dersom vannet har lav alkalitet i utgangspunktet), er at pH vil endre seg på nettet og det er vanskelig å opprettholde anbefalt pH-verdi. Karbonatisering og hardhetsøkning innebærer å øke alkaliteten (øke konsentrasjonen av  $\text{HCO}_3^-$ ) samt å øke vannet kalsiuminnhold (hardhet). Med økt bufferevne vil vannets pH holde seg mer konstant utover ledningsnettet. Kalsium vil også bidra til å holde pH konstant i tillegg til redusere korrosjonshastigheten av sementbaserte rør.

Råvannet fra Tjorputten har lav alkalitet og lavt kalsiuminnhold, pH er også litt for lav. I Dødisgropa er både alkaliteten og kalsiuminnholdet noe høyere enn i Tjorputten, men pH er tilnærmet den samme. På bakgrunn av vannkvaliteten i råvannskildene og den valgte vannbehandlingsprosessen på nye Ringerike vannverk, vil vi anbefale marmorfilter for korrosjonskontroll.

Marmor inkluderes i trykkfiltrene som skal fjerne mangan. Filtrene vil derfor bli tremedia-filter hvor mangan vil avsettes i de to øverste lagene og korrosjonsparameterne justeres i det nederste marmor-laget.

Marmor vil fjerne fri  $\text{CO}_2$  og øke pH, alkalitet og kalsiuminnhold i rentvannet. Det er ikke mulig å overdosere marmor da oppløsningen av marmor styres av karbonat-likevekten.

Anbefalt vannkvalitet for å minimere vannets korrosive egenskaper ved bruk av karbonatisering er vist i etterfølgende tabell<sup>1)</sup>.

Tabell 2: Anbefalt vannkvalitet for å minimere vannets korrosive egenskaper<sup>1)</sup>

Parameter	Enhet	Konsentrasjon
pH	pH-enheter	8,0-9,0
Alkalitet (Karbonat)	mmol/l (mg $\text{HCO}_3^-$ /l)	0,6-1,0 (36-60)
Kalsium	mg/l	15-25
Aciditet (fri $\text{CO}_2$ )	mmol/l (mg/l)	Lavest mulig

1) Veiledning til Drikkevannsforskriften, Mattilsynet, versjon 3 (mars 2011).

En normal blanding av råvann fra de ulike brønnene vil gi en middelvei som etter marmorfiltet vil ligge godt innenfor de anbefalte verdiene.

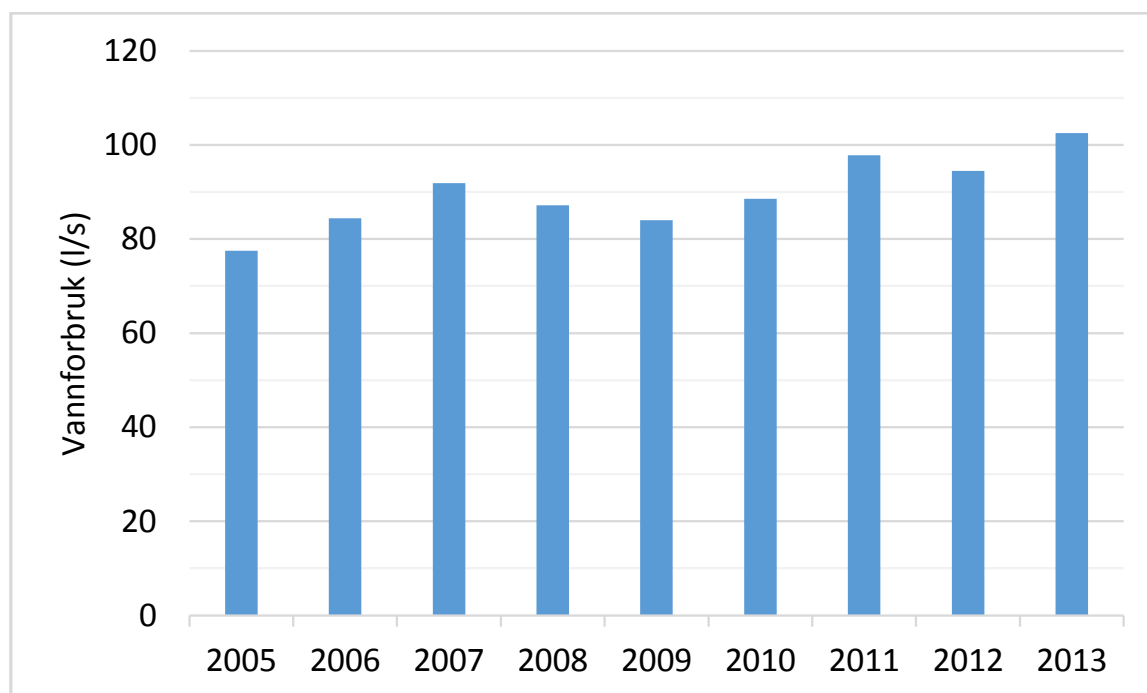


## 3 RAMMEBETINGELSER

### 3.1 Vannforbruk

I dag er 24 000 personer tilknyttet den kommunale vannforsyningen. Vannforbruket i 2013 ligger på ca 103 l/s i snitt. Dette gir 369 l/pe pr døgn i spesifikt forbruk. Det er begrenset med store industriuttak og tallene indikerer relativt høye lekkasjemengder.

Etterfølgende figur viser utviklingen i vannforbruk fra 2005-2013. I anlegget sitter det 2 mengdemålere, inn og ut av bassenget. Det er et avvik i målerne på 0-4 %. Oppgitte forbruk baserer seg på snittet av de to mengdemålerne.



Figur 4 - Utvikling i vannforbruk, Ringerike vannverk

Det er stor usikkerhet i den framtidige befolkningsveksten i Ringerike kommune. Veksten vil være sterkt avhengig av om/når planene for Ringeriksbanen blir realisert. Ringerike kommune ønsker at anlegget dimensjoneres for 60 000 personer i 2035.

Lekkasjemengdene i dag er store. Det antas at lekkasjemengdene i l/s holdes på samme nivå som i dag. Maks døgnfaktor i 2035 antas å bli 1,3.

**Dette gir 225 l/s i dimensjonerende rentvannsforbruk, (maksdøgn i 2035).** Anlegget dimensjoneres for en noe større maksproduksjon da anlegget skal produsere sitt eget spylevann og filter er ute av drift under spyling/modning.

Kildekonsesjoner er på 300 l/s (Dødisgropa) + 100 l/s (Tjorputten).

## 3.2 Overvann og spillvann

Eksisterende anlegg er bygget med en DN500 overvannsledning. Denne går nedstrøms over til en 315 ledning som er avsluttet i terreng ca 1300 m sør for anlegget.

Overløpet fra bassenget er koblet på denne overvannsledningen. Løsningen er gjennomgått med Ringerike kommune, og det er lite sannsynlig at overløpet har tilstrekkelig kapasitet ved full belastning på overløpet (full pumping mot basseng).

Spillvannsløsningen ved anlegget består i dag av en tett tank. Nærmeste spillvannsledning ligger om lag 580 m øst for anlegget, ved Ringeriksgass sitt anlegg på Nedre Kilemoen. Mellom spillvannsledningen og behandlingsanlegget ligger det et område som er avsatt til framtidig masseuttak i kommuneplanen.

## 3.3 Tomt / Byggegrunn

### 3.3.1 Plansituasjon

Tomta med eksisterende bygg inklusive areal til den forestående utvidelsen, eies i sin helhet av Ringerike kommune. Det foreligger ikke noen reguleringsplan for tomte der utvidelsen vil komme.

I kommuneplanen ligger eksisterende anlegg på areal for nåværende kommunaltekniske anlegg. Arealet der utvidelsen skal foretas er markert som areal for framtidig masseuttak.

I eksisterende kommuneplan heter det:

*I områder avsatt til byggeområder, kan arbeid og tiltak som nevnt i plan- og bygningslovens § 81, 86a), 93 a), b), c), f), g), h), i) og j), ikke finne sted før området inngår i reguleringsplan. Følgende tiltak kan unntas fra plankravet, dersom dette ikke vil vanskeliggjøre utarbeidelse eller gjennomføring av reguleringsplan:*

- Mindre tilbygg, påbygg eller ombygging av eksisterende bebyggelse.
- Utvidelse av eksisterende hytter og med ett frittliggende uthus.
- Installasjoner og bygninger som er del av kommunaltekniske anlegg.

Det vil derfor ikke være behov for å regulere området for å utvide anlegget.

### 3.3.2 Grunnforhold

Det har vært gjennomført en geoteknisk befaring av Grunnteknikk AS. De har utarbeidet et notat på bakgrunn av befaringen som suppleres med grunnundersøkelser.

Forventede løsmasser i området er i NGU's løsmassekart beskrevet som breelavsetning. Breelavsetning er løsmasser avsatt av breelver, og sedimentene består av sorterte, ofte skråstilte lag av løsmasser med kornstørrelser fra fin sand til stein og blokk. Mektigheten er ofte flere ti-talls meter. Tilgrensede områder er beskrevet ved bart fjell og elveavsetning (ngu.no).

Overflate observasjoner under befaringen samsvarer med at løsmassene består av masser med kornstørrelse fra fin sand til stein.

Avstand til fjell er ukjent og vil avdekkes med sonderboringer.

### 3.3.3 Kraftledning

Anlegget er planlagt inntil Statnett sine to 300 kV linjer som går mellom Hallingdal og Sogn til Oslo. Disse to linjene inngår i Statnett sin nye nettplass for Stor-Oslo, og med bakgrunn i dette så vil det på sikt bli endringer på spenning og mulig antall linjer. Nye linjer vil bli bygget som 420 kV, men det er ikke tatt noen eksakte planer på dette enda.

Plasseringen av anlegget er avklart med Statnett. Det er lagt inn en byggegrense 27,5 m fra senter av den linja som er nærmest behandlingsanlegget. Adkomstveien er lagt mer enn 10 meter fra nærmeste mast, og høyden på ny adkomstvei under linja blir liggende lavere enn eksisterende adkomstvei.

Statnett setter krav til sikkerhet mot høyspentanlegget. Dersom det skal brukes byggekran eller andre kraner, så må slike ha "høyde og sidebegrensere" dersom de kan rekke bort til høyspentlinjene. Statnett skal ha avholdt sikkerhetskurs for kranførere og maskinførere før arbeidene starter opp. Dette må medtas i anbudsbeskrivelsene.

### 3.3.4 Kulturminner

I tomtas sørvestre del er det registrert et gravfelt fra jernalderen. Dette kulturminnet er automatisk fredet. Gravfeltet består av 3 rundhauger og 2 langhauger som alle ligger vest for fylkesveien, men grensen for kulturminnet er trukket inn på kommunens tomt øst for veien. Kulturminnegrensa fremgår av situasjonsplanen.

### 3.3.5 Nærhet til pukkverk

Behandlingsanlegget blir liggende ca 200 meter fra pukkverk på Øvre Kilemoen. Det er vesentlige støvplager i eksisterende anlegg. Særlig legger det seg på servere, elektrisk utstyr med viftekjøling. Det legges inn filter på ventilasjonsluften.

Øst for tomten, på Nedre Kilemoen, er det et annet pukkverk som har igangsatt reguleringsarbeid for framtidig masseuttak mot tomtengrensa.

## 3.4 Kommunens føringer for forprosjektet

### 3.4.1 Basseng i syrefast stål

Ringerike kommune ønsker at det nye bassenget skal bygges i syrefast stål. Bassenget i syrefast stål har enkelte fordeler. Det er bestandig ovenfor ozon og vil ikke bli utsatt for korrosjon. Bassenget er enkelt å vedlikeholde og kan leveres med automatisk mekanisme for rengjøring.

Bassenget krever imidlertid at det plasseres inne i et overbygg, hvilket fører til at løsningen er langt mer kostbar enn et betongbasseng. Som en del av prosjektet har Asplan Viak gjort en overordnet vurdering av ulike bassengtyper med kostnadskalkyle.

### **3.4.2 Prosessvalg**

Kommunen har tidligere gjennomført et skisseprosjekt der man har sett på ozon og etterfølgende filtrering som behandlingsmetode. Metoden kombinerer manganfjerning og oksygenering av vannet på en god måte. Metoden er bygd ut ved flere andre anlegg i Norge, blant annet i Bø, Gausdal, Granvin, Ringsaker (alle Hydro-Elektrik) og Drangedal (Sternes). Driftserfaringene fra anleggene er generelt gode.

På bakgrunn av skisseprosjektet har kommunen bestemt seg for denne metoden for det nye anlegget.

### **3.4.3 Inndeling i ren og skitten sone**

Kommunen ønsker å få delt inn vannbehandlingsanlegget i ren og skitten sone. Kommunen har dette som prinsipp, blant annet fordi behandlingsanlegget også skal inkludere en driftssentral og det vil være personell som kommer til anlegget rett fra «grøfta», eller fra avløpsanlegg. Disse skal ha tilgang til driftssentralen, men ikke slippes inn i prosessdelen av anlegget uten først å ha blitt sluset gjennom en garderobeløsning mellom ren og skitten sone.

## 4 PROSESSBESKRIVELSE

### 4.1 Vannbehandling

#### 4.1.1 Generelt

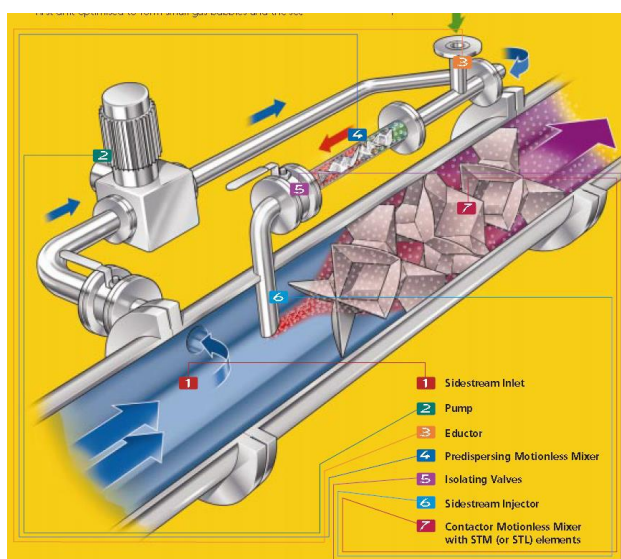
Prosessanlegget plasseres i forkant av eksisterende og nytt rentvannsbasseng. Trykklinja fra grunnvannspumpene i Tjorputten og Dødisgropa beholdes gjennom hele anlegget. Dette gjør at man sparer kostnadene med et pumpetrinn og basseng i behandlingsprosessen. Ulempen er at grunnvannspumpene må arbeide mot et noe større mottrykk. Det er antatt at det blir om lag 4 mVs ekstra trykktap, hvilket vil redusere pumpekapasiteten med om lag 10 % for grunnvannspumpene. Grunnvannspumpene i Dødisgropa har generelt god kapasitet, og nytt pumpetrinn ved Tjorputten må dimensjoneres for dette mottrykket.

#### 4.1.2 Produksjon og dosering av ozon

I dette forprosjektet er det lagt opp til å produsere oksygen på stedet. Luft komprimeres opp til rundt 6 bar og ledes inn på en oksygen-generator. Oksygen-generatoren trekker oksygenet ut av den komprimerte lufta med om lag 90-95 % renhet. Alternativt kan også oksygen transporteres til gasstank på anlegget (lox). IVAR har valgt den sistnevnte metoden ved utvidelsen av Langvatn vannbehandlingsanlegg.

Oksygenet kjøres videre inn i en ozongenerator. Denne produserer ozon i en gasskonsentrasjon på rundt 10 %. Resten forblir oksygen med den renhet som oksygen-generatoren gir.

Ozonet tilsettes en sidestrøm, trykksatt drivvann, med en mikser. Det legges opp til 2 doseringslinjer. Sidestrømmen utgjør en fast mengde uavhengig av produsert vannmengde. Gassen tilsettes i sidestrømmen foran en liten statisk mikser før den ozonerte sidestrømmen føres inn i hovedstrømmen foran en stor statisk mikser som knuser og finfordeler gassboblene i vannet.



Figur 5 – Prinsippplønsning for innblanding av ozon i vann

Doseringspunkt for ozon i sidestrømmen plasseres oppe i ozonproduksjonsrommet rett over råvannsledningen. På den måten sikrer man at ozonproduksjonsrommet blir det eneste rommet der man har ozongass i rør.

Etter ozondosering til råvannet, vil mangan umiddelbart felle ut som  $MnO_2$ . Dette vil legge seg som et belegg i råvannsledningen fram til kontaktkolonnene. Det tilrettelegges for pluggkjøring av råvannsledningen «motstrøms» normal strømningsretning, med plugginnføring i enden av filterhallen mot UV, og plugguttak i utvendig kum. Det legges inn et omløp forbi mikseren for å få pluggen forbi denne.

#### 4.1.3 Filteranlegg og kontaktkolonner

Fra råvannsledningen etter ozondosering ledes vannet inn på kontaktkolonner før filterne. Kontaktkolonnene kan enten plasseres på innløpet av hvert enkelt filter eller som felles kontaktkolonner før filterne.

Ikke løst oksygen og ozongass luftes ut i toppen av kontaktkolonnene og ledes til en ozondestruktør før utslipp i uteluft.

Utfelling av mangan vil i utgangspunktet skje momentant og man har derfor ikke behov for store kontaktkolonner for å gi tilstrekkelig reaksjonstid. Ved å legge inn kontaktkolonnene vil man likevel sikre at det blir tilstrekkelig tid, og man får også en bedre desinfeksjonseffekt av ozoneringen. Dersom man av ulike årsaker blir nødt til å kjøre et råvann med høyere mengde av organisk stoff inn på anlegget, vil man med kontaktkolonnene kunne kjøre en ozon/biofilter-prosess på en lavere vannmengde. Dette ligger ikke til grunn for dimensjonering av oppholdstid og filterstørrelser.

Filterne må tilbakespyles etter at de har vært i drift en stund. Tilbakespyling foretas med vann. I utgangspunktet er det planlagt at man spyler med trykk fra grunnvannsbrønnene, ved å strupe reguleringsventiler inn til hvert basseng. Alternativt kan det settes inn en spylepumpe som henter vann fra det nye rentvannsbassenget.

Filterne bør tilrettelegges for at man kan foreta luftspyling, hvis dette på et senere tidspunkt skulle vise seg å være nødvendig.

Filterne i forprosjektet er dimensjonert for en filterhastighet på rundt 10,5 m/t. Det antas at filterhastigheten kan kjøres en del høyere enn dette, opp mot 12-15 m/t, men det anbefales å være konservativ i valg av dimensjonerende filterhastighet.

#### 4.1.4 Filtersammensetning

Med råvannets relativt lave innhold av fri  $CO_2$ , 3-6 mg  $CO_2/l$ , antas en kontakttid med  $CaCO_3$  (marmor) på 10 minutter å være tilstrekkelig. Ved dimensjonerende filterhastighet på 12 m/t innebærer dette 2 meter marmor i filterne. Høyden på marmorlaget tilpasses dimensjonerende filterhastighet.

For øvrig vil det være naturlig å legge inn kvartssand og antrasitt over marmoren, det utfelte manganoksidet vil da lagres i denne delen av filteret.

Alternativt kan det benyttes filtralite Monomulti i stedet for sand/antrasitt.

#### 4.1.5 Inntransport av marmor

Inntransport av marmor vil foregå med et silo/ejektorsystem. Systemet består av følgende hoveddeler:

- Innblåsningsrør fra bil til silo
- Silo for lagring av marmor
- Utmater i bunn av siloen.
- Væter (skal sørge for at fuktet marmor ledes inn i ejektoren)
- Ejektor (for innblanding av marmor i transportledning)
- Transportrør fra siloer til de filterne

Marmorsiloen (30 m<sup>3</sup>) plasseres på siden av filterhallen i et lukket rom med inngang fra proseshallen. Det blåses direkte fra bulkbil inn på siloen. Overskuddsluften på siloen ledes ut via støvfilter på toppen av siloen og ut av silorommet.

Utmateren, ejektor og transportsystem dimensjoneres for en kapasitet på 1 tonn pr time. Det er planlagt transportrør i DN 80 fram til filterne. Nødvendig drivvannsmengde vil være rundt 8 l/s. Drivvannet hentes fra internvannforsyningen. Trykket på dette ligger på rundt 6 bar.

Transportsystemet fram til filtre utstyres med ekstra godstykkelse (4 mm) i alle bend for å gi økt slitasjemotstand. Det benyttes stengeventiler med luftbelg for å isolere filterne som ikke skal etterfylles. Ventilene er blokkeringsfrie og tåler høy slitasje.

#### 4.1.6 UV

Det planlegges å sette inn 3 UV-aggregat med alternerende drift. Det settes av plass til et 4. aggregat. Se også kapittel 6.5.

Det antas at det vil bli lite problemer med belegg på UV. UV-anleggene foreslås levert med viskere i tilfelle det skulle bli problemer med utfelling (etterfelling) av MnO<sub>2</sub>.

Det tilrettelegges for tilkobling av mobilt vaskeanlegg for syrevask. Vaskebehovet vil være svært begrenset, men det er normalt krav om kvartalsvis vask av kvartsglass og kammervegg i folkehelsas godkjenning av aggregatene.

#### 4.1.7 Omløp forbi prosessanlegget

Det legges inn DN500 omløpsledning forbi behandlingsanlegget. Omløpet vil bli driftet under hele byggeperioden med eksisterende prosess. Videre vil omløpet kunne brukes ved pluggkjøring av råvannssystemet og ved uforutsette hendelser som gjør at anlegget må stenges ned.

Eksisterende ejektorsystem for lufting av råvann beholdes som omløpsløsning for fylling av eksisterende basseng og kobles inn hvis ozoneringen bortfaller.

Eksisterende kloranlegg vil også beholdes som reservedesinfeksjon og kan settes i drift ved omløp forbi prosessanlegget.

## 4.2 Bassengløsning

Bassenget skal bygges i syrefast stål, se kapittel 3.4.1. Ståltanken krever et overbygg. Det er satt av 1,5 m avstand fra bassengvegg til innvendig vegg i overbygget og 0,7 m til UK gitterdrager.

Bassenget utstyres med dysesystem for automatisk rengjøring.

Bassenget legges med svakt fall mot en utløpssump hvor man kobler til utløpsledning og uttapping.

Bassengene utstyres med mannhull i toppen, samt se-glass i bunnen (gulvnivå) med innvendig belysning.

Overløp fra nytt basseng kobles sammen med overløp fra eksisterende basseng og ledes til lagune/infiltrasjonskammer.

## 4.3 Håndtering av spylevann

Alternative metoder for håndtering av spylevann er:

- Overføring til kommunalt renseanlegg.
- Overføring til Begna (1,5 km ny overvannsledning).
- Infiltrasjon i stedlige løsmasser, forutsatt at løsmassene har kapasitet til dette.

Spylevannet vil inneholde utfelt manganoksyd,  $MnO_2$  samt noe finstoff av  $CaCO_3$ .

I utgangspunktet er det ønskelig med infiltrasjon i stedlige løsmasser for å unngå å måtte bygge ny overvannsledning og å bruke kapasitet på kommunalt spillvannnett.

For å vurdere løsmassenes egnethet for infiltrasjon, er det utført 6 innledende borer i et mulig infiltrasjonsområde nordvest for høydebassenget. Boringene indikerer at løsmassetykkelsen er ca 20 m, med unntak av boring 9 (lagune) som møtte fjell ved til 12 m. Boreprofilene tyder på lagdelte løsmasser, med vekslende løse og harde lag. Det foreligger foreløpig ingen jordprøver fra boringene.

Det er videre gjennomført en innledende befarig, med geologisk vurdering, sjaktig med stor gravemaskin og infiltrasjonstest med infiltrrometer. Det er tatt ut jordprøver og utført kornfordelingsanalyser og beregning av k-verdi, se notat i vedlegg 7.

Notatet konkluderer med at grunnen har stor infiltrasjonskapasitet og at det derfor i utgangspunktet ligger godt til rette for å etablere en infiltrasjonsløsning. Notatet foreslår en noe justert laguneløsning i forhold til det som er foreslått i forprosjektet. Detaljene rundt dette løses i neste fase av prosjekteringen.

For å øke sikkerheten mot eventuelle ulemper ved at infiltrasjonsvannet får et uheldig strømningsmønster med utslag i nedenforliggende grustak, kan det være aktuelt med prøveinfiltrasjon i større målestokk. Det graves ut et basseng, og tilføres vann. Det settes ned peilerør (med borerigg) for å kunne registrere virkning i løsmasser og i grunnvannsmagasinet under infiltrasjonsområdet.

Foreslått løsning baseres på at det etableres 2 – 3 åpne infiltrasjonsbasseng, hver med kapasitet på 110 m<sup>3</sup>/døgn. Ved hjelp av manuelle ventiler ledes spylevannet til ønsket lagune.



Lagunene bygges med sideskråninger på 1:3, ned til et maksimalt dyp på 1 – 1,5 m. Total overflate pr lagune er 210 m<sup>2</sup> og effektivt volum blir 100 m<sup>3</sup>.

I lagunene legges det et lag av naturgrus, evt filtralite (knust leca).

Overløp fra eksisterende basseng legges om og føres til infiltrasjonsbassengene sammen med overløpet fra det nye bassenget.

Det må etableres overløp mellom infiltrasjonsbassengene, og det må vurderes muligheter for å etablere overløp til lukkede infiltrasjonsgrøfter beliggende på naboeiendommen nord for høydebassenget.

## 5 HOVEDUTFORMING AV ANLEGGET

### 5.1 Plassering på tomta

Eksisterende anlegg ligger helt på tomtas østre del. Råvannet fra Dødisgropa kommer fra nord og rentvannet ledes videre mot sør. Prosessanlegget er plassert i fallende terreng mot nordvest, fra kote 204 ved eksisterende basseng til kote 194 i tomtas nordvestre hjørne.

Ventilkammeret i eksisterende høydebasseng er planlagt med et nytt basseng bygd symmetrisk om ventilkammeret. Denne løsningen kommer i konflikt med Statnett sine 300 kV linjer som krysser tomtas søndre del, og kan derfor ikke bygges. Fra senter av den nordligste linja er det avsatt en sikkerhetsavstand på 27,5 meter, som utgjør byggegrense for konstruksjoner over bakken. Veianlegg skal ikke plasseres mer enn 10 m fra mast.

I tomtas sørvestre hjørne er det også et gravfelt fra jernalderen. Ledningsanlegg og veier er planlagt slik at det ikke kommer i konflikt med dette feltet.

Nytt basseng er plassert så tett på eksisterende ventilkammer som mulig, men det er rotert slik at man holder seg innenfor sikkerhetssonen til høyspentledningen.

Inngang til gulv i filterhallen på kote 198 er tilpasset terrenget for å unngå for store inngrep.

Laguner for infiltrasjon av spylevann er lagt parallelt med høydekurvene i tomtas vestre del, mot FV 172.

Situasjonsplanen viser foreslått plassering av anlegget på tomten.

### 5.2 Landskapstilpasning

#### *Landskap*

Anlegget ligger i furuskog, på et lite høydedrag. Mye av den tilgjengelige tomta vil bli utnyttet til prosessanlegg samt laguner for infiltrasjon av spylevann. I den grad det er mulig, vil eksisterende vegetasjon beholdes.

#### *Terrengbehandling*

Anlegget er i størst mulig grad tilpasset eksisterende høyder på stedet. Nytt basseng er lagt på samme nivå som eksisterende, og prosesshallen er senket for å beholde trykket gjennom filteranlegget. Byggene er plassert så lavt som de hydrauliske forhold tillater. Veier og adkomst er tilpasset eksisterende høyder slik at inngrepssonen minimeres.

#### *Vegetasjon*

Arealer med terrenginngrep istandsettes i størst mulig grad med naturlig revegetering. Eksisterende markdekke (jord, plantedeler og frø) skaves av i et ca 10 cm tykt lag og legges i depot. De stedige toppmassene benyttes ved revegetering av skjæringer og fyllinger. Kjøring og komprimering oppå det utlagte markdekket må unngås.

## 5.3 Prosessanlegg med rentvannsbasseng

### 5.3.1 Ren og skitten sone

Ny og eksisterende bygningsmasse er delt inn i ren og skitten sone. Hensikten er å forhindre at personell som kommer utenfra (grøfta) skal kunne komme direkte inn i prosessdelen av anlegget. Personell som skal inn i ren sone skal først sluses gjennom en garderobeløsning med en skitten og en ren del. Her skal personellet dusje og skifte klær.

Følgende hoveddeler er lagt i ren sone (grønn farge på tegningene):

- Filterhall
- Rentvannsbasseng
- Eksisterende anlegg med ventilkammer
- Ozonproduksjonsrom og kompressorrom
- UPS, tavlerom og nødstrøm
- Trapp ved basseng

Følgende hoveddeler er lagt i skitten sone (oransje farge på tegningene):

- Personaldel med kontrollrom, kontor, lab og garderober
- Visningsrom
- Ventilasjonsrom
- Hovedinngang med inngangshall
- Hovedtrapp og heis
- Verksted

Det vil være rømningsveier fra ren sone til skitten sone og fra ren sone og ut til terreng. Disse rømningsdørene skal kun kunne åpnes fra ren side.

### 5.3.2 Ozondosering og HMS

Av HMS-hensyn er det tilrettelagt for en sikrest mulig håndtering av ozongassen. Ozonproduksjon og dosering er lagt til samme rom, rett over rørkjeller der innblandingpunkt for sidestrømmen/drivvannet ledes inn på råvannet. Rørkjeller ligger vinkelrett på filterhallen og åpner for at filterhallen kan utvides i lengderetningen.

Ved lekkasje på ozonproduksjonsanlegget eller ozongassledninger, vil dette detekteres av sensorer som forrigles mot ozonproduksjonsanlegget, slik at dette slås av momentant ved gasslekkasje.

Luftledninger fra kontaktkolonnene i filterhallen ledes via ozonproduksjonsrommet der det monteres ozondestruktor for gassen ledes til utslipp.

### 5.3.3 Høyder og adkomstmuligheter

Prosessanlegget er foreslått med følgende hovedutforming:

- **Prosess/filteravdeling** – over 2 nivå med 10 filter, gulv kote 198
- **Drifts- og teknisk avdeling** – over 2 nivå. gulv kote 202 og kote 205,8.
- **Rentvannsbasseng** over 2 nivå, bunn basseng kote 203,5.

I drifts- og teknisk avdeling legges publikumsavdeling med hovedinngang på kote 202. Visningsrom og driftsrom er plassert i 2 etasje. Nødstrømsrom, serverrom og UPS-rom er plassert på kote 202 (bakkeplan).

Ventilasjonsrommet er plassert på kote 205,8, over verkstedet.

Det er tilrettelagt med rundkjøring for semitrailer rundt ny og gammel bygningsmasse. Bulkbil for leveranse av marmor vil benytte denne kjøreveien ved leveranse til silo for kalsiumkarbonat/marmor. Bulkbilen blåser marmor inn på toppen av siloen. Siloen er plassert i et lukket rom med adkomst fra gulv i filterhall.

Det er kjøreadkomst til verksted på kote 202 på baksiden av prosessanlegget samt til gulv filterhall på kote 198.

Anlegget er tilrettelagt for utvidelse i lengderetningen av filterhallen.

Prosessanlegget er delt inn i ren og skitten sone.

## 5.4 Eksisterende anlegg

Rentvannsbassenget bygges inn mot ventilkammeret på eksisterende anlegg. Arealet rundt nytt rentvannsbasseng blir gangvei/forbindelseslinje fra nytt til eksisterende anlegg.

Eksisterende anlegg blir i hovedsak liggende slik det er, og man benytter seg av de flenser/tilkoblingsmuligheter ventilkammeret ble bygget med.

Eksisterende anlegg vil i sin helhet (med unntak av lager) bli liggende i ren sone med følgende funksjon

- Verksted (ren sone)
- Lab (ren sone)
- Garderobe
- Reserveklordosering
- Lufting

## 6 DIMENSJONERING

Dimensjoneringen baserer seg på løsningen som er tegnet ut i forprosjektet, dvs 10 filter med diameter 3,2 m.

Ved en totalentreprikkonkurranse vil man kunne få inn andre løsninger som endrer på de dimensjonerende dataene.

Sist i dette kapittelet er det foreslått dimensjonerende data som kan benyttes videre som funksjonskrav til prosessentreprisen.

### 6.1 Ozonproduksjon

Tabell 3: Dimensjonerende verdier for prosessanlegget, basert på 10 filter med diameter 3,2 m

Dimensjonerende ozondose	1,5 mg O <sub>3</sub> /l
Midlere ozondose	0,5 mg O <sub>3</sub> /l
Dim ozonproduksjon	1,2 kg/t
Mildlere ozonproduksjon	0,19 kg/t

### 6.2 Filter

Tabell 4: Dimensjonerende verdier for prosessanlegget, basert på 10 filter med diameter 3,2 m

Dimensjonerende rentvannsvannproduksjon til nett	225 l/s
Midlere rentvannsvannproduksjon 2015	105 l/s
Antall filter	10 stk
Filterareal	10 x 8.04 = 80.42 m <sup>2</sup>
Effektiv filterhastighet ved Q <sub>dim</sub> (225 l/s)	10.5 m/t
Effektiv filterhastighet ved Q <sub>midlere</sub> (105 l/s)	4.8 m/t
Filtersammensetning	0,6 m 0,8-1,6 mm antrasitt 0,4 m 0,4-0,6 mm kvartssand 2,0 m, 1-3 mm marmor 0,2 m støttelag av finpukk
Filtreringstid ved Q <sub>dim</sub> anlegg (225 l/s)	30 timer
Filtreringstid ved Q <sub>midlere</sub> anlegg 2015 (105 l/s)	80 timer
Modningstid per filter	28 minutter
Modningshastighet	12 m/t

Spyle rutine	7 minutter vann
Spylevannshastighet vann	50 m/t
Spyleavløpsmengde (klart spyleavløp)	97 %
Spyleavløpsmengde (slam) til avløpsnett	3.5 %

## 6.3 Vannmengder

Tabell 5: Dimensjonerende verdier for prosessanlegget, basert på 10 filter med diameter 3,2 m

Maks råvannsutttak ved Qdim og modning	237 l/s
Dimensjonerende rentvannsproduksjon (korrigert for produksjon av spylevann og filter ute av drift ved spyling)	234 l/s
Midlere råvannsutttak	108 l/s
Maks mengde pr filter ved modning	27 l/s
Maks mengde pr filter ved produksjon	23 l/s
Midlere mengde pr filter ved produksjon	11 l/s
Modningsvannmengde	27 l/s
Modningsvannmengde per spyling	45 m <sup>3</sup>
Spylevannsmengde	112 l/s
Spylevannsmengde per spyling (7 min)	47 m <sup>3</sup>

## 6.4 Kjemikalieforbruk

Tabellen under viser doseringsmengder og årsforbruk av ulike kjemikalier ved  $Q_{\text{midlere}2015}$  (105 l/s)

Tabell 6: Forventet kjemikalieforbruk ved  $Q_{midlere}$  i 2015 for Kilemoen VB – 105 l/s

Ozon-dosering	0,4 mg O <sub>3</sub> /l
Årlig forbruk Ozon ved $Q_{midlere}$ (105 l/s)	1,4 tonn
Marmorforbruk	10 g/m <sup>3</sup> råvann
Årlig marmorforbruk ved $Q_{midlere}$ (105 l/s)	34 tonn

## 6.5 UV-anlegg

Det er lagt opp til å bruke biosimetriske testede UV-aggregater med bestrålingsdose på minimum 40 mJ/cm<sup>2</sup>.

UV-aggregatene dimensjoneres for UV-transmisjon på UVT5cm = 80%. Historiske vannkvalitetsdata viser at fargetallet alltid ligger under 2 mg Pt/l. Supplerende målinger av UV-transmisjon viser at denne ligger rundt UVT5cm = 93 %.

Ved å dimensjonere for en lavere UV-transmisjon sikrer man at kapasiteten opprettholdes også dersom det skulle danne seg noe belegg på lampe- og sensorglass.

Det velges en UV-rigg med 3 aggregater der 2 aggregater i parallell skal klare dimensjonerende vannmengde til rentvannsbasseng, dvs 225 l/s.

## 6.6 Marmorinnlasting

Kapasitet på marmorinnlastingen er satt til 1 tonn CaCO<sub>3</sub> pr time.

Forventet drivvannsmengde 8 l/s mot 40 mVs.

## 6.7 Pumper

Anlegget er planlagt uten spylepumper.

Det eneste pumpetrinnet er da hydroforpumpene som skal levere:

- Internvann til anlegget (sanitær, spyleslanger mm)
- Drivvann til marmorejektor
- Vann til 2 eksterne abonnenter; pukkverket og saga

Vannledningen ut fra til lokale abonnenter anlegget er en 75 mm PVC ledning.

Drivvannet til marmorejektoren vil ha det største vannforbruket på 8 l/s. Med en driftstid på rundt 34 timer pr år, vil det være liten sannsynlighet for maks tapping på de øvrige tappepunktene samtidig som man kjører internvann.

Hydroforanlegget dimensjoneres for en maksimal vannmengde på 12 l/s.

## 6.8 Dimensjonerende funksjonskrav for prosessentreprisen

Følgende dimensjonerende verdier foreslås stilt til prosessentreprisen:

- 
- Dimensjonerende netto rentvannsproduksjon: 225 l/s
  - Maksimalt trykktap i prosessen uten brutt vannspeil: 5 mVs (fra vegg i råvannskjeller til utløp eksisterende rentvannsbasseng)
  - Dimensjonerende manganinnhold i råvann: 1,5 mg Mn / l.
  - Dimensjonerende UV-transmisjon UVT5cm: 80 %
  - Minimum kontakttid (EBCT, Empty bed contact time) i marmorfilter: 10 min
  - Minimum kapasitet marmorinnlasting: 1 tonn pr time
  - Minimum tilleggskapasitet på hydroforanlegg utover drivvann til ejektor: 4 l/s
  - Maksimal spyle-/modningsmengde pr filterspyling: 100 m<sup>3</sup>.
  - Kapasitet overløp nytt rentvannsbasseng 250 l/s



## 7 BYGNINGSMESSIG UTFORMING

### 7.1 Grunnforhold

Det ble gjennomført 9 totalsonderinger på tomta 3-4.11.14. Endelig rapport fra disse grunnundersøkelsene foreligger ikke ved innlevering av forprosjektet. Foreløpig resultat fra totalsonderingene viser grunnforhold bestående av løsmasser i form av sandig og grusig morene. En av sonderingene ble avsluttet mot fjell på 12,5 m dyp. For øvrig ble det boret 20 m uten at man nådde fjell.

Det antas at den faste morenemassen er egnet for direkte fundamentering, uten at det er behov for peling.

### 7.2 Romprogram

Se romprogrammatrise i vedlegg samt forprosjekt-tegningene som ligger vedlagt rapporten.

### 7.3 Brann og rømningsveier

Det er ikke gjennomført noen brannteknisk vurdering, siden dette ikke var beskrevet som en del av forprosjektet.

Rømningsveier. Anlegget er planlagt med 2 rømningsveier ut fra lukkede rom. Rømningsveiene vil både gjelde brann og vannlekkasje i prosessrom. Eneste stedet som ikke har 2 rømningsveier ut, er silorom i rørkjeller og ozon-/innløpskjeller hvor man må gjennom dør mot prosesshall hvor man har flere rømningsveier.

Filterhallen har totalt 5 rømningsveier:

- Ut på terreng kt 198 i filterhallens kortvegg mot nordvest
- Nøddør mot hovedtrapperom i prosesshall
- Trapperom på andre siden av UV-anlegget (bassengtrapp)
- Leider over filter mot verksted
- Leider over filter mot ozonproduksjonsrom

Brannalarmanlegg. Vi vil uansett krav anbefale at det monteres brannalarmanlegg.

Etter kontrahering av prosessleverandør og ved oppstart av detaljprosjektering på bygg, må det gjennomføres en brannteknisk vurdering utført av brannrådgivere.

### 7.4 Arkitektonisk utforming

#### *Form*

Det er lagt vekt på optimalisere arealutnyttelsen ved å begrense ubenyttet areal rundt den nye ståltanken. Veggene rundt ståltanken har derfor fått en sirkulær form, avsatt 1,5 meter fra tankveggene i henhold til leverandørs beskrivelse. Med dette sparer vi både materiell og sørger for en helhetlig arkitektonisk utforming tilpasset eksisterende runde bassengform.

### *Materialer*

Vi foreslår en videreføring av teglstein som er brukt i eksisterende anlegg. For å dempe størrelsen på den store nye tanken, og å bryte opp mellom personal og prosessbygg og bassengbygg, foreslår vi at bassengbygget oppføres i en mørk grå, nesten sort teglstein. Dette vil skape den effekten at tanken ser mindre ut og bryte opp noe konstruksjonen. Personaldel og prosessdel foreslår vi oppført i teglstein som har tilnærmet farge som den i det eksisterende anlegget.

### *Lys*

Vinduer er plassert i forhold til hva romfunksjonene tillater. I 2. etasje er det mht. til gjennomsiktighet i personaldel plassert store vinduer i syd-vest fasaden, der dagslyset dominerer. Lyset når helt ut i gangen gjennom glassarealer i veggene som skiller kjøkken og gang og videre inn til kontrollrommet, som også har vinduer til nord-øst siden. På denne måten føres dagslyset gjennom bygget fra syd-vest til den mørkere nord-øst siden.

Rommet rundt tanken kan fort bli mørkt. Dette har vi løst ved å legge inn tre høye glasspartier i veggene, for å slippe dagslys til her også.

I filterhallen er det vinduspartier i nordsiden siden denne siden er mørklagt. For å kompensere ytterligere er det foreslått ovenlysvinduer i taket rett over gangbanen.

Sirkulære vinduer er foreslått diverse steder i bygget, dette benyttes også på det eksisterende anlegget.

I visningsrommet er det satt inn høye smale glasspartier for å gi rommet et mer teatralisk uttrykk gjennom lysinnfall.

### *Løsninger/funksjon*

Inngangspartiet har blitt tydeliggjort med et vindfang og et takutstikk, som gjør opphold mulig på utsiden av bygningen i all slags vær. Her er det hovedinngang samt egen inngang tilknyttet garderobesone for uren sone.

Kjøkkenet er slått sammen med spiserom fordi det er naturlig å kombinere disse til et større fellesareal. Store vinduspartier slipper inn dagslys og gir god utsikt. Adgang til balkong over hovedinngang gir mulighet for å trekke frisk luft i 2. etasje også, eller benyttes i til spising dersom været tillater det. Balkongen kan evt. gjøres mindre.

Bygget er prosjektert iht TEK 10. Isolasjonstykkelse i bassengbygg og filterhall vurderes nærmere i detaljprosjektet, da det er mindre krav til oppvarming av dette rommet.

## **7.5 Bygningsmessige arbeider**

### **7.5.1 Innledning**

Det foreligger ikke egne RIB tegninger på dette stadiet av prosjektet. Prinsipp for betongkonstruksjoner er vist på arkitekt tegningene. Det forutsettes at endelige dimensjoner av den bærende konstruksjonen beregnes og dokumenteres i detaljprosjektet. Antatte og foreslåtte dimensjoner er basert på erfaringer fra tidligere prosjekter.

### 7.5.2 Fundamentering

Den geotekniske vurderingen utført av Grunnteknikk, vedlegg 6, konkluderer med blant annet:

- Nybygget bør kunne direktefundamenteres på hel stiv plate av betong, evt. stive stripefundamenter under personal-/prosessdel.
- For å minimere risiko for skjevsetninger som følge av belastning fra oppfyllingen er det aktuelt å etablere en forbelastningsfylling av anslagsvis 2 – 3 m stein på området i forkant av byggeprosjektet for å avvike evt. setninger. Det er drenerende masser i området og vi forventer at setningene komme raskt og at forbelastningsfyllingen kan fjernes etter ca. 1 mnd.

### 7.5.3 Bæresystem

Underetasjen plasstøpes med antatt 300 mm bunnplate og 250 mm yttervegger. Yttervegger støpes med pilastere for overliggende søyler.

Hovedbæresystemet i første og andre etasje oppføres i stål. Antatt søyler av hulprofiler og bjelker av H-profil. Etasjeskillere av HD 265 og 250 mm plasstøpt betong, samt gulv på grunn i personaldel t = 100 mm.

Bygget avstives med vindkryss og innvendig trappesjakt.

Takkonstruksjoner over filterhall og personaldel foreslås utført med «Lett tak»-systemer.

### 7.5.4 Basseng

Bassenget fundamenteres på plasstøpt bunnplate, t = 200 mm med kantforsterkning og opplegg for teglforblending.

Hovedbæresystemet bygges opp i plasstøpt betong med veggykkelse 200 mm og pilastere for opplegg av gitterdragere i tak. Det legges et isolert tak med korrugerte ståplater over gitterdragerne.

## 7.6 Ventilasjon

Det benyttes et felles aggregat for hele nybygget. Aggregatet utstyres med roterende gjenvinner for maksimal energigjenvinning, kjølebatteri for kjøling og avfukting sommertid, samt varmebatteri for oppvarming.

Tilluften filtreres med finfilter klasse F7, for å unngå støvinnrensning fra omgivelsene. I tillegg installeres HEPA filter i tilluftsventilen i server-rommet, for ekstra støvbeskyttelse.

Ventilasjonsanlegget plasseres i rom 215 i 2. etasje. Inntaksrist plasseres i yttervegg mot nord. Det er gunstig med tanke på kjølig tilluft sommerstid, da fasaden ikke er solpåkjent. Innenfor inntaksristen bygges det et romslig luftinntakskammer / snøfelle, gulv utrustes med våtroms-belegg, sluk og varmekabler.

Avkast via jet-hette over tak.

Typisk størrelse for ventilasjonsanlegget er

Bredde x høyde x Lengde: 1600 mm x 1600 mm x 4000 mm

I lengderetning må det også være plass til luftinntak og lydfeller.

#### Driftstid ventilasjon:

Dimensjonerende luftmengde er ca 8.000 m<sup>3</sup>/h med forsert luftmengde til visningsrommet (aktiveres med overtidsur på vegg). Normal luftmengde på dagtid vil være ca 6.800 m<sup>3</sup>/h, med redusert luftmengde ubetjent / natt / helg. Generelt er det balansert ventilasjon til alle områder (tilluft og avtrekk). Men det gjøres noen unntak, med tilluft i korridorer og avtrekk på for eksempel bøttekott.

Anlegget kan være kun sporadisk betjent. Normal luftmengde på aggregatet vil være nattsenking. Arbeidstid-ventilasjon aktiveres ved tablå i vindfang.

Driftsmodi:

Grunnventilasjon natt / ubetjent: 3.400 m<sup>3</sup>/h

Arbeidstid – lokalet i bruk: 6.800 m<sup>3</sup>/h

Arbeidstid –og visningsrom i bruk: 8.000 m<sup>3</sup>/h

Det kan legges inn et ytterligere modus med reduserte luftmengder når driftspersonell ikke er til stede på anlegget. De frekvensstyrte viftene går da ned til en minimumsmengde.

### **7.6.1 Sikkerhetsventilasjon for ozon**

Grunnventilasjon (tilluft / avtrekk) betjenes fra det ordinære ventilasjonsanlegget. Tilluft og avtrekkskanalene har egne stengespjeld, så rommet kan isoleres ved O<sub>3</sub>-alarm.

I tillegg installeres det er nødventilasjonsanlegg som trer i kraft ved signal fra ozon-detektorer i rommet. Separat avtrekksvifte (i rommet) starter, tilkoplek avkastkanal utvendig på vegg med avkast i sikker høyde / på sikkert sted.

Mateluft til nødventilasjon via egen inntaksrist, spjeld åpner på signal.

O<sub>3</sub>-detektorene må være fail safe – de må varsle ved unormal høy O<sub>3</sub> nivå – man skal kunne gå inn i rommet uten puskesmaske osv.

Ved alarm:

- Generell tilluft og avtrekk stenges med spjeld
- Alle spjeld holdes åpen med holdemagnet, en spent fjær åpner / stenger spjeldet når magneten slipper. Magnetten slipper når strømmen brytes, enten på signal fra automatikken, eller fordi strømmen går.

Dette er et sikkerhetssystem, og hele ozon-problematikken må tas som tema på en egen haz-op (Hazard and Operability Analysis).

### **7.6.2 Tank-rom og filterhall**

Det installeres grunnventilasjon for utskifting av luften. I tillegg installeres et avfuktingsanlegg for å holde inneluftens duggpunkt under vanntemperaturen, dette for å unngå kondensering på kalde flater. Grunnventilasjonen kan reduseres i perioder med høyt fuktinnhold i uteluften.

## 7.7 Varme/kjøling/energi

### 7.7.1 Oppvarmingsbehov

Dimensjonerende utetemperatur – vinter (DUT): - 24 °C

Årsmiddeltemperatur: + 4,7 °C

Samlet oppvarmingsbehov for ventilasjonsluft og transmisjonsbehov ifg TEK 10:

#### Ventilasjon

25 kW ettervarme (antar roterende varmegjenvinner med 80 % gjenvinning).

#### Transmisjon:

For å beregne bygningens transmisjonstap (varmetap) ved DUT så antas det følgende:

- Eksisterende anlegg: Skal ikke ha varme fra nytt anlegg
- Filterhall: Skal ikke ha varmetilskudd fra varmeanlegget, rommet vil ha innetemperatur +5 °C på grunn av store tankoverflater.
- Rom rundt nytt rentvannsbasseng: Skal ikke oppvarmes, holder +5 °C.
- Kontorfløy 1. og 2. etasje: Vegger mot det fri og alle yttertak: -24 °C utetemperatur.
- Vegger mot filterhall: +5 °C utetemperatur.

Tabell 7 - Totalt transmisjonstap for nytt anlegg

Område:	Totalt [m <sup>2</sup> ]	U verdi	t-ute	t inne	trans-tap [W]
Gulv i kjeller	518,5	0,15	1	1	-
Gulv på grunn 1. etg	423	0,15	1	20	1 206
Kjeller-Yttervegger	455,7		1	1	-
Yttervegger mot tankrom	383,6	0,18	5	20	1 036
Yttervegger mot det fri	460,2	0,18	-24	20	3 645
Tak 2. etg	287	0,13	-24	20	1 642
Vinduer	46,6	1,2	-24	20	2 460
Dører	16,38	0,5	-24	20	360
Glasspartier	15,3	1,2	-24	20	808
Glassdører	12,01	2	-24	20	1 057
Ovenlysvinduer	3,3	2	-24	20	290
<b>Totalt transmisjonstap</b>					<b>12 504</b>

Sum varmebehov ved DUT:

- Ventilasjon: 25 kW
- Transmisjon: 13 kW
- Sum: 38 kW

### 7.7.2 Energi-system:

Det etableres et vannbårent oppvarmingssystem som henter varme fra kjølevannet for trykkluftkompressorer og ozon-produksjon. I tillegg installeres en elkjel (100 % kapasitet) for oppvarming i perioder med driftsavbrudd eller streng kulde.

Innkjøp av trykkluftkompressorer må koordineres så prosessutstyret forberedes for vannkjøling.

Grunnoppvarming vil være en væske / vann varmpumpe, samt grunnbrønner.

Varmepumpe-effekt (foreløpig): 20 kW varmt vann / 6 kW strømforbruk.

Energibrønner: 2 stk. Antar 25 meter løsmasser (foringsrør) over fast fjell.

I energibrønnene sirkulerer det en lukket krets med frostvæske (35 % etanol).

En egen kjølekurs i bygget kjøler ozon-generatorene og server-rommet, og varmeveksler (forvarmer) vannet fra brønnene før det når varmpumpen. På sommerstid (VP ikke i drift) dumpes overskuddsvarmen i energibrønnene

Trykkluft-kompressorene har så høy kjølevannstemperatur så den benyttes til oppvarming på varmeanlegget. Sommerstid må denne energien også dumpes i energibrønn-kretsen.

## 7.8 Sanitær

Vannforsyning: Forsynes fra byggets hydroforanlegg, tilkoples ny vannforsyning til marmordistribusjon.

Tradisjonelt sanitæranlegg, hvitt sanitærporselen, veggengte WC'er med utenpåliggende cisterne, alle servantbatterier med berøringsfri betjening, dusjbatteri med termostat, dusjhode med fleksibel slange og regulerbar stang. All skjult rørføring med rør-i-rør og vannskadesikre installasjoner ihht TEK 10.

Utslagsvask, slangekran og sluk i alle tekniske rom (ikke elektrorom)

Avløp: MA / støpejern i nedløpsrør og stammer, plast fra servanter og sluk. Bunnledninger under terreng i PVC.

Grensesnitt mot utvendig VA: 1 meter utenfor grunnmur / veggliv.

Byggdrenering og radontiltak: vurderes i detaljprosjekt.

## 8 PROSESSTEKNISK UTFORMING

### 8.1 Prosess og maskinelt utstyr

#### 8.1.1 Rør og rørdeler

Dimensjoner på rør er satt opp med bakgrunn i vannhastigheter. I detaljprosjekteringen må prosessleverandør dimensjonere røropplegget og tilpasse det til sin løsning.

Rør i rustfritt og syrefast stål, NS-EN 10088-2 og NS-EN 10088-3 (SS2333/2343) skal ha følgende minimumskrav til godstykkelse:

DN≤50: t = 1,5 mm

DN65 – DN200 t = 2,0 mm

DN250 – DN350 t = 3,0 mm

DN400 – DN500 t = 4,0 mm

I hovedsak skal rør og rørdeler prefabrikeres på verksted, men det kan tillates sveising på anleggsstedet. Det skal benyttes TIG-sveis med bakgass. Sveising skal utføres av sertifisert og kvalifisert personell. Ved røntgenkontroll skal sveisekarakteren være minimum 3.

Alle rør skal merkes med medium, strømningsretning og til/fra adressering. Det skal skilles mellom vanntypene som råvann, filtrert vann, rentvann, spylevann, spyleavløp, modningsvann, slam etc.

#### 8.1.2 Pumper og maskiner

Turtall på pumper skal være maks 1500 o/min. Det skal benyttes keramiske tetninger i pumpene.

Pumper monteres slik at de ikke blir påført krefter fra rørsystemet. Fortrinnsvis, spesielt ved høye trykk, forankres trykk og sugestokk i dekke eller veggjennomgang.

Pumper monteres slik at de ikke påfører vibrasjoner til rørsystemet. På suge- og trykkstuss monteres ikke-strekkfaste straub-koblinger.

Prosessleverandør avgjør om man skal inn med spylepumper. For øvrig er det de mindre hydroforpumpene som skal inn.

#### 8.1.3 Måleutstyr

Anlegget utrustes med utstyr for kontinuerlig overvåkning av råvanns- og rentvannskvalitet i henhold til Tabell 8.

Tabell 8 - Instrumentering for kontinuerlig måling av vannkvalitet

Vannstrøm	Instrumentering	Hensikt
Råvann	Mangan	Dokumentere råvannskvalitet. Evt styre ozondose. Kontrollere effekt av manganfjerningstrinnet
	pH	Dokumentere råvannskvalitet
Rentvann før basseng	Mangan	Kontrollere effekt av manganfjerningstrinnet
	Turbiditet	Vurdere modningstid, rentvannskvalitet
	pH	Vurdere effekt av marmorfilter

Laboratoriet som bygges i det nye anlegget er planlagt i skitten sone, og vil fungere som sentral for uttak av nettprøver. Laboratoriet i eksisterende anlegg blir liggende i ren sone. Her vil man kunne ta analysere vannprøver fra anlegget. Det anbefales å utstyre dette laboratoriet med pH-måler, turbidimeter og spektrofotometer for måling av fargetall, mangan og evt restklor.

#### 8.1.4 Løfteutstyr og transportåpninger

Permanente løsninger:

- Det er planlagt transportåpning/luke fra verksted til underliggende UV-rom / filterhall. Det legges bjelke med manuell talje/løpekatt i verkstedet, sentrert over luka. Garasjeporten i verkstedet er også sentrert i forhold til luke/bjelke, slik at man kan løfte utstyr rett opp på lastepanet på en liten lastebil/pick-up.
- Filterhall – kranbane ca 3 tonn for justering av filtertanker. Det anlegges en bjelke sentrert over hver filterrekke.
- Filterhall får kjøreadkomst med dobbel dør i enden.

Midlertidige løsninger i byggefasen:

- Bygging av bassenget i syrefast stål krever en transportåpning på 4x4 m. Dette settes av i bassengvegg.
- Nødvendig transportåpning for inntransport av filtre og røropplegg settes av i kortenden på filterhallen. Denne tettes og to-fløyet dør monteres når maskinmontasjen tillater det.

## 8.2 Utvendig ledningsanlegg

Utvendige ledningsanlegg framkommer av tegning HB 00 001 Ledningsplan som er vedlagt rapporten.

Ledningsanlegget består av følgende:



- DN600 råvannsledning fra Dødisgropa fram til behandlingsanlegget
- DN500 råvannsvannledning fra Tjorputten fram til behandlingsanlegget
- DN500 spylevannsledning fra behandlingsanlegg til laguner/infiltrasjonsbasseng
- DN500 overløpsledning fra nytt og gammelt basseng til lagune/infiltrasjonsbasseng
- DN500 omløpsledning fra omløpskum til eksisterende ventilkammer
- DN315 rentvannsledning fra eksisterende ventilkammer mot Hen

Følgende kummer etableres:

- Omløpskum for råvann fra Dødisgropa og Tjorputten. Ledes direkte inn på eksisterende basseng.
- Plugguttakskum for ledninger fra Tjorputten og Dødisgropa, samt råvannstokk i anlegget fram til filter.
- Fordelingskummer til laguner for infiltrasjon av spylevann

I dag er det tett tank for oppsamling av spillvann i området. Med den planlagte utvidelsen av vannbehandlingsanlegget, samt etablering av en driftssentral i bygget, vil bruken bli så stor at man bør sørge for at spillvannet blir knyttet til offentlig avløp.

Dette kan gjøres ved å bore ny spillvannsledning fra Nedre Kilemoen, ca 600 m fram til anlegget. Traseen vil da gå gjennom område avsatt til framtidig masseuttak. Dette må avklares før man velger løsning. Med boret selvfallsledning direkte til Nedre Kilemoen, vil man få gravitert avløpet ut av anlegget.

Alternativt legges ny selvfallsledning opp langs FV172, ca 1300 meter. Denne traseen vil få et høybrekk sør for anlegget og det må pumpes fra behandlingsanlegget opp til dette. Det etableres da en enkel spillvannspumpestasjon på utsiden av anlegget. Man ønsker ikke å etablere en slik stasjon i ren sone (laveste nivå i anlegget).

## 8.3 Prosesstyring / driftskontroll

### 8.3.1 Styring av anlegget

Regulering av vannproduksjon er i hovedsak basert på følgende hovedprinsipper:

- *Grunnvannspumpene* reguleres mot nivå i eksisterende og nytt høydebasseng, enten i form av et fast settpunkt, eller ved at driftsoperatør velger pumpet mengde ved ulike nivåer i bassengene (operatørstyrt reguleringskurve). Trykklinja brytes ikke gjennom anlegget. Grunnvannspumpene fortsetter som i dag å pumpe direkte mot bassengnivå. Det må legges opp til en samkjøring av pumpedriften fra Dødisgropa og pumpene ved Tjorputten. Tjorputtenpumpene har ikke løftehøyde nok til å pumpe fram til vannbehandlingsanlegget, så her vil sannsynligvis det bli etablert et styringsbasseng og et ekstra pumpetrinn. Samkjøring av grunnvannspumpene fra de to anleggene mot bassengnivå gjøres av en egen PLS. Prosessleverandørens styringssystem må da forholde seg til det produksjonsregimet som er satt av operatør i systemet for styring av grunnvannspumpene.
- *Mengde gjennom filtre* reguleres med reguleringsventil og mengdemåler på innløp. PLS skal sørge for at vannproduksjonen fordeles likt på alle filterne som er i drift, dvs at filter med mye slam/høy filtermotstand, får større åpningsgrad på ventilen.

- *Reguleringsventiler innløp basseng* regulerer mengden slik at 2/5 går til eksisterende basseng og 3/5 går til nytt basseng. Dette vil sikre lik oppholdstid i begge basseng. Fordelingen skal kunne stilles av operatør i skjermbilde.
- *Fordeling på UV-anlegg.* Med foreslått UV-løsning vil det maks være drift på 2 aggregater samtidig. Det foreslås å øke dimensjonen på stokken før og etter UV, slik at tapene gjennom UV-aggregatene som er i drift blir identiske. Da får man også samme vannmengde gjennom UV som er i drift, og man unngår mengdemåling/regulering på hvert enkelt aggregat. I alternativet som ligger inne i forprosjektet er dimensjon på samlestock før og etter UV DN600, mens påstikkene har dimensjon DN350.
- *Filterspyling* styres ved å strupe ned reguleringsventiler på innløp til basseng. Det bygger seg da opp et trykk som sikrer tilstrekkelig spylemengde til filteret. Spylevannsmengden kontrolleres med egen mengdemåler på felles rentvannsutløp / innløp spylevann i bunnen av hvert filter. Alternativt monteres egen mengdemåler på samlestock for spylevann.
- *Spylesyklus* styres av mengde produsert over filteret. Eventuelt kan man legge inn kriterier for trykktap som overstyrer når filteret skal tas ut til spyling. Dette overlates til leverandør.
- *Modning av filter* vil pågå helt til vannkvaliteten ut av filteret gir tilfredsstillende turbiditet og manganinnhold. Modningstiden stilles inn på tid og kontrolleres med manuelle prøver. Filterdelen utgjør ingen hygienisk barriere, derfor er ikke filtrene satt opp med separate on-line instrumenter.
- *Hydroforpumper* styres mot trykk på hydrofortank.
- *Alternering.* Det legges opp til alternering for å fordele driftstiden likt på pumper, UV-aggregat og andre komponenter.

### 8.3.2 PLS-utstyr

Prosessleverandørens skal kommunisere med kommunens framtidige top system, DSC system fra Visiontech.

Det skal etableres en driftssentral på anlegget med skjermer for overvåking av utestasjoner og prosessanlegg.

Det er lagt fiber fram til tomte som man vil gjøre operativ i det nye anlegget. Dagens kommunikasjonsløsning baserer seg på radio.

## 8.4 Elektrotekniske arbeider

### 8.4.1 Beregnet effektbehov

Tabell 9: Effektbehov

<b>Effektbehov Kilemoen VB</b>							
Spenning: 400V	Ant	kW	Sum kW totalt	Antall samtidig drift	kW	Sum kW	Merknad
Ozongeneratorer	3	11	33	2	11	22	
Trykkluftproduksjon	3	5,5	22	2	5,5	11	
Eksisterende anlegg	1	10	10	1	10	10	
Elkjel	1	40	40	0,75	40	30	
Tilluftsvifte aggregat	1	2,5	2,5	1	2,5	2,5	
Avtrekksvifte aggregat	1	2,5	2,5	1	2,5	2,5	
Nødvifte Ozon	1	0,5	0,5	1	0,5	0,5	
VV-beredning	1	1,5	1,5	0,75	1,5	1,1	
Kompressorer	4	5,5	22	4	5,5	22	
UV-aggregater	3	2	6	3	2	25	Estimert 25 kW ved mellomtrykk
Trykkforsterkeranlegg	1	6	6	1	6	6	
Måleutstyr, ventiler etc	10	0,1	1	10	0,1	1	
Kraner, løfteutstyr	1	3	3	0,75	3	2,3	
Varme	1	5	5	0,75	5	3,8	
Lys	1	8	8	1	8	8	
<b>Sum samtidig</b>						<b>148</b>	
Reserve 15%						22,0	
SUM kW			141			169,6	

### 8.4.2 Hovedelementer i kraftforsyningen

#### Spenningsystem og effektbehov.

Byggets spenningsystem er 400 V anlegg. Effektbehov nybygg er summert til ca 170 kW inklusive reserve, se vedlagte oppstilling over effektbehov i vedlegg. Anlegget inneholder ikke store motorer eller effektkrevende utstyr med store startstrømmer.

#### Inntak og fordelinger.

Eksisterende inntak må oppgraderes og tilpasset nytt effektbehov. Eksisterende transformator som forsyner anlegget og omegn er mastemontert og omtrent fullbelastet. Dette medfører at ny transformatorstasjon må etableres på bakken, og det må legges 2 nye parallelle kabler inn til strømforsyningen. Anleggskostnader for dette er ikke kjent, men grovt estimert kan man regne NOK 50.000,- for kabler inkl. grøft og et noe større anleggsbidrag for bytte av transformator, antatt kr 150 000,-.

Ny elkraft fordeling plasseres i nytt tavlerom 107. For eksisterende installasjoner etableres et koblingsskap der eksisterende fordeling står, slik at alle eksisterende kurser kan forlenges og blir tilkoblet ny fordeling.

Fordelingen inneholder:

- *Skiftekontraktorer mot reservekraft*
- *Avganger til prosessstavler*

Prosesstavlene settes i egnede rom , kan plasseres i tavlerom hvis hensiktsmessig.

- *Tavlene inneholder avganger til alle motorer og prosesskurser*
- *UPS 10kVA - forsyning til styrestrøm, UV, PLS , reserveklorpumpe og PCer. UV blir dimensjonerende for disse*
- *PLS*

I tillegg til disse fordelingene vil det ute i prosessen bli plassert:

- *En tavle for hvert UV aggregat, (leveres av prosess)*
- *Omformere for pumper*

#### *Reservekraftaggregat.*

Dimensjoneres for å kunne drifte ozonproduksjonsanlegget, UV, PLS , reserveklorpumpe og PCer, inklusive lys og enkel ventilasjon Dette gir et effektbehov på ca 80kVA. Aggregatet plasseres i eget rom i 114. Luft inn og ut blir gjennom hvert sitt spjeld i vegg. I tillegg blir det eksosutslipp gjennom vegg og dieselpåfylling i aggregatrommet.

Kabler legges åpent på bruer i alle prosessrom og skjult der det er mulig. Fra frekvensomformere til motor benyttes skjermede eller symmetriske kabler for å redusere elektromagnetisk støy. Ute ved alle motor/elektrisk tilkoblede maskiner i prosess monteres sikkerhetsbryter.

### **8.4.3 Sikkerhetsvurderinger**

Vannbehandlingsanlegget vil få en hygienisk barriere med det nye UV-anlegget. Den andre hygieniske barrieren sitter i grunnvannskildene. Ved svikt på prosessanlegget vil man få bortfall av en av barrierene, men man vil kunne etablere reserveklor på omløpet. Det anbefales at reserveklorpumpa kobles opp mot UPS-anlegget, slik at dette kan driftes også ved bortfall av reservekraft.

Det legges ikke opp til noen linjedeling på anlegget med separate PLS'er, men kritisk prosessutstyr, doseringsutstyr, UV etc, blir dublert.

### **8.4.4 Oppdeling av entreprisen**

Det legges opp til at prosess-elektro følger prosessentreprisen (totalentreprise). Herunder ligger tavler, PLS, elektrisk utstyr mm.

Byggelektro blir lagt til egen elektroentreprise som også inkluderer inntakstavle, UPS-anlegg og reservekraft.

Det vil være hensiktsmessig å samkjøre kablingen av prosess og byggelektro. Ett alternativ er at kabelbruer blir samkjørt, mens hver elektroleverandør foretar egne kabelarbeid. Alternativt kan prosessleverandør beskrive all kabling med tavle og loop-tegninger, og så blir all kabling utført av entreprenør for byggelektro.

Det foreslås at det gis opsjon på kabling av prosesselektro, og at entreprenør for byggelektro også får anledning til å prise denne kablingen.

## 9 KOSTNADSBEREGNINGER

### 9.1 Forutsetninger

Kostnadsberegninger for bygging og drift er per november 2014. Det er lagt inn 3% prisstigning fram til byggestart.

Kostnadsberegningene baserer seg på enhetspriser fra tilsvarende anlegg, justert for prisstigning og geografi. Kalkylen av prosess og basseng baserer seg på budsjettpriser fra leverandører i skisse og forprosjektfasen. Prisene er justert i forhold til prisstigning og valutaregulering.

Utomhus er det tatt med kostnader for ledningsanlegg fra og med omløpskum fram til behandlingsanlegget. Kostnader i forbindelse med overføringsledninger fra Tjørputten fram til anlegget og etablering av nytt pumpetrinn ved Tjørputten er ikke tatt med.

Kostnader for ny Ø315 ledning fram til Hen er tatt med mellom behandlingsanlegget og omløpskummen.

Det er tatt med kostnader til etablering av en spillvannspumpestasjon, men etablering av spillvannsledning fram til anlegget er ikke tatt med.

### 9.2 Anleggskostnader

Kostnadsberegningene er i stor grad utført på postnivå. Dette gjelder spesielt de største fagene, bygg og maskin, som normalt har størst usikkerhet. Etterfølgende tabell viser en samleoppstilling i mill kr eksklusive mva over kalkulerte anleggskostnader både som entreprisekostnader inklusive rigg og drift og 15% uforutsett, og som budsjettkalkyle.

Følgende fordeling av kostnadsbærere er foretatt, se også oppstilling under entrepriseinndeling:

#### *E71 Grunn- og utomhusarbeider*

- Vegetasjonsrydding og revegering
- Byggegrep med avretting og pukk i byggegrop
- Veier og plasser med underbygning
- Ledningsanlegg, vannledninger fram til omløpskum
- Laguner
- Spillvannspumpestasjon

#### *E21 Bygningsmessige arbeider*

- Betongkontstruksjoner
- Stålarbeider og metallarbeider
- Tømrerarbeider
- Mur, puss og flisarbeider
- Tak og blikkenslagerarbeider
- Malerarbeider
- Isolasjons- og tekkingsarbeider
- Dører og vinduer
- Løfteutstyr

- VVS-arbeider
- Div oppgradering eksisterende anlegg
- Inventar, visningsrom, driftsrom, kjøkken, lab
- Bygningsmessige arbeider for E41 og E61

#### *E61 Prosess*

- Filtertanker i syrefast stål med filtermedia
- Rørapplegg og armatur i filterhall
- Ozonproduksjon- og doseringsutstyr
- Måleutstyr for ozonproduksjon og ozondeteksjon
- PLS, driftskontrollsystem
- Prosesselektro
- Gangbane i filterhall
- Detaljprosjektering av prosess

#### *E61 Prosess, kompletterende arbeider*

- Marmorsilo
- Inntransportsystem for marmor
- Hydroforanlegg
- UV-anlegg med vaskeanlegg
- Rørapplegg i råvannskjeller
- Rørapplegg til og fra nytt og eksisterende basseng
- Diverse måleutstyr
- Diverse oppgradering av eksisterende anlegg

#### *E62 Basseng*

- Basseng, 3000 m<sup>3</sup> i syrefast stål
- Mannhull
- Avfukter
- Belysning
- Seglass
- Detaljprosjektering

#### *E41 Byggelektro*

- Inntakstavle, fordelinger
- Reservekraft
- UPS-anlegg
- Lys, stikk nytt anlegg
- Brannvarslingssystem
- Tilkobling av VVS og øvrig byggteknisk utstyr
- Kabling
- Oppgradering av eksisterende anlegg

#### *E51 Driftssentral*

- Driftskontrollsystem
- Servere
- PC'er, skjermer, annen hardware, driftsrom
- Arbeidsstasjon ren sone

- Rapportsystem
- Kommunikasjonsløsning basert på fiber

### 9.2.1 Samleoppstilling investeringskostnader

Tabell 10 – Samleoppstilling for investeringskostnader i mill kr eksklusive mva

KOSTNADSKALKYLE I MILL KR EKSKLUSIVE MVA		Sum (mill kr)	Sum inkl 15% uforutsett
<b>Entreprisekostnader</b>		<b>80.6</b>	<b>93.4</b>
Prosjektering og byggeledelse	10 %		9.3
Byggherrekostnader	2 %		1.9
Prisstigning	3 %		2.8
<b>BUDSJETTKOSTNAD</b>			<b>107.4</b>

## 9.3 Driftskostnader

### 9.3.1 Kjemikaliekostnader

Kjemikaliekostnadene er i hovedsak knyttet til produksjon av trykkluft og ozon, samt kalsiumkarbonat (marmor). Etterfølgende tabell viser forventede kjemikaliekostnader basert på stipulerte forbrukstall og budsjettpriser fra aktuelle leverandører. Grunnlaget for beregningene er et midlere brutto vannforbruk i 2015 for Ringerike kommune på 105 l/s.

Tabell 11: Kjemikaliekostnader

	kr (kWh)/kg O <sub>3</sub>	kg/år	kr/år	øre/m <sup>3</sup>
Ozonproduksjon	10.6	1656	17 550	0.004
Oksygenproduksjon	8.2	1656	13 576	0.003
<hr/>				
	kr/tonn CaCO <sub>3</sub>	tonn/år		
Marmor	600	34	20 000	0.004
<b>Totalt (kr/år)</b>			<b>51 126</b>	<b>0.01</b>

### 9.3.2 EI-kostnader pumping og øvrig prosess

Her regnes kostnader til kompressor for trykkluft til ventiler, hydroforanlegg, avfukting, drivvann for ozondosering etc.

Samlet energiforbruk er på 2,25 GWh/år ved produksjon av  $Q_{midl}$  på 150 l/s. Pumpene står for ca 85 % av samlet energiforbruk. I 2060 med midlere vannforbruk på 260 l/s, vil energiforbruket ligge rundt 4,1 GWh/år, og pumpene vil stå for over 90 % av samlet energiforbruk.

Det er benyttet en energipris på 1 kr/kWh og kronebeløpene blir tilsvarende energiforbruket.

Energikostnader til grunnvannspumpene er ikke tatt med.

### 9.3.3 Driftskostnader UV-anlegg

Det er lagt inn driftskostnader basert på lavtrykksaggregat som er lagt inn i kostnadskalkylen. Lavtrykksaggregat har normalt høyere lampekostnad, men vesentlig lavere energikostnad enn mellomtrykksaggregat.

**Lampeskift.** Det er 6 lamper per aggregat og lampene har en levetid på ca 12 000 timer. Med lampeskift i 1,5 aggregat per år og kr 3 500 per lampe, gir dette en årlig lampekostnad på kr 32 000. I tillegg kommer mindre kostnader til årlig service med utskiftning av viskergummi, sensorkalibrering etc, estimert til kr 8 000.

**Strømforbruk UV.** Hvis vi regner ett aggregat på 1,8 kW (100 % pådrag) og en energikostnad på 1,00 kr per kWh, utgjør dette et årlig strømforbruk på kr 18 000.

### 9.3.4 Samleoppstilling driftskostnader

Tabell 12: Samleoppstilling over årlige driftsutgifter eksklusive mva

Bygningsmessig vedlikehold - 0,75% av anleggskostnad	187 500	kr/år
Vedlikehold teknisk utstyr - 0,5 % av anleggskostnad	200 000	kr/år
Bemanning 1/2 årsverk	250 000	kr/år
Kjemikaliekostnader (se egen oppstilling)	51 000	kr/år
EI-kostnader til øvrig prosess (kompr, hydrofor, drivvann)	30 000	kr/år
UV-lampeskift, service	40 000	kr/år
UV-energi kostnader	8 000	kr/år
Ventilasjon, varme, avfukting, lys (energi og vedlikehold)	30 000	kr/år
<b>SUM ÅRLIGE DRIFTSKOSTNADER (2015 - 105 l/s)</b>	<b>796 500</b>	<b>kr/år</b>
<b>eksklusive mva</b>		

Det er benyttet en lav sats (0,5 %) på vedlikehold av teknisk utstyr i forhold til anleggskostnad. Mye av anleggskostnaden ligger i det syrefaste bassenget og filterne som krever lite vedlikehold.

Vedlikehold på bygg, teknisk utstyr og bemanning utgjør de største driftskostnadene.

Kostnader til kjemikalier og øvrig drift av prosessen er lave.



## 10 ORGANISERING OG FRAMDRIFT

### 10.1 Entrepiseinndeling

Vi foreslår følgende entrepiseinndeling:

- **E61 Prosess.** Totalentrepise med prosessansvar. Entrepisen inneholder alt prosessteknisk utstyr, inklusive utstyr for produksjon av ozon fra luft, doseringsutstyr, filteranlegg, UV-anlegg og røropplegg i rustfritt stål, PLS og programkode for styring. Elektrotavler for prosess. Opsjon på kabling av prosesselektro.
- **E62 Basseng i rustfritt stål**  
Totalentrepise på leveranse av basseng i rustfritt stål. Det settes funksjonskrav til bassenget, leverandør står for prosjektering.
- **E71 Grunn- og utomhus arbeider.** Omfatter alle grunnarbeider inklusive tilbakefylling, veiarbeider/utvendig plass, fundamentjord, VA-grøfter, VA-ledninger, VA-kummer, kabelgrøfter, grøntanlegg, natursteinsmurer.
- **E21 Bygningsmessige arbeider.** Omfatter betongarbeider, prefabrikerte betongelementer, mur-, puss- og flisarbeider, tømmer- og snekkerarbeider, dører og vinduer, beslagsarbeider, stål og metallarbeider, malerarbeider, isolasjons- og tekkingsarbeider, blikkenslagerarbeider, innredningsutstyr, løfteutstyr, VVS-arbeider og bygningsmessige arbeider for E41 og E61
- **E41 Elektrotekniske anlegg.** Omfatter inntak, byggelektro med alle fordelinger og all kabling på stiger, UPS-anlegg og reservekraftaggregat. Prosesstavler leveres av E61. Opsjon på kabling av prosesselektro.
- **E51 Driftssentral.** Omfatter etablering utesentral. PC-anlegg med for overvåkning av alle prosessavsnitt ved anlegget samt brønner i Dødisgropa og Tjorputten. I tillegg skal alle utestasjoner på vann og avløp være tilgjengelige i systemet.

Denne utbyggingsmodellen gir størst mulig konkurranse på prosess med prosessgaranti. Samtidig er det forsøkt å begrense antall kontraktpartnere, slik at det blir færre konflikter om ansvarsgrenser, og dessuten mindre behov for koordinering fra byggherrens side.

Fra tilsvarende prosjekt på avløpssiden, har vi god erfaring med å trekke kabling av prosesselektro ut av prosessleveransen, men vi foreslår å ha med opsjon på dette i E61 prosess.

Siden man i dette prosjektet skal etablere en større driftssentral, vil det være hensiktsmessig å ha en egen entrepise på dette, hvor man også legger driftskontrollen av prosessanlegget. Man får da et PC-basert skjermesystem for styring i stedet for operatørpanel slik leverandørene ofte har som standardløsning.

Det kan være et godt alternativ at E21 byggentreprenør utfører byggeplassadministrasjon og framdriftskontroll for E61 Maskin og E41 Elektro. Dette for å legge mer ansvar på entreprenørene for koordinering.

Et alternativ er også å slå E21 Bygningsmessige arbeider og E71 Grunn- og utomhusarbeider sammen. Det er ingen sprenging og relativt enkle grunnarbeider og en sammenslåing vil forenkle koordineringen.

## 10.2 Framdrift

Ut fra erfaringer fra andre anlegg er det stipulert med en byggetid inklusive igangkjøring på i overkant av 1 ½ år, se hovedframdriftsplanen i vedlegg. Byggestart er satt april 2016, og dette gir at anlegget vil være i ordinær drift fra ca desember 2017. Se hovedframdriftsplan i vedlegg.

### 10.2.1 Detaljprosjektering/kontrahering av totalentreprise.

Det er lagt opp til oppstart av detaljprosjektering den 1. mars 2015.

Detaljprosjekteringen begynner med å utarbeide totalentreprisegrunnlag/kravspesifikasjon for E61 og E62. Oppstart av detaljprosjektering av bygningsmessige arbeider samt grunnarbeider starter parallelt med kontrahering av E61 og E62, men kan ikke ferdigstilles før valg av prosess og basseng er foretatt.

På framdriftsplanen er sluttdato angitt for hver entreprise for prosjektering, og denne sluttdatoen gjelder utsendelse av tilbudsdokumenter.

### 10.2.2 Kontrahering

Under fasen kontrahering ligger tiden som entreprenørene bruker for prising av tilbud, tilbudsåpning, evaluering, ev forhandlinger, innstilling og kontrakt mellom byggherre og entreprenør. Det er satt av om lag 4 måneder for kontrahering av hver entreprise. Kontrahering av basseng og prosess vil foregå parallelt. Erfaringsmessig har både byggherre og rådgiver nok arbeid med kontrahering av en entreprise av gangen.

### 10.2.3 Byggeperioden

Vi anbefaler at det legges opp til en styring av framdriften mellom de delte entreprisene i tilbudsdokumentene. Dette gjøres ved å sette opp delfrister for hver entreprise for når neste entreprenør skal slippe til for hver bygningsdel. Første delfrist er for E21 byggentreprenør som skal ha klart prosessrom for E61 maskin og E41 elektro. Delfristen er bla tett bygg, ferdig malt med ett strøk, med trappeatkomst og rømningsvei samt transportvei inn. Delfristene må vurderes for hver bygningsdel slik at alle entreprenørene kan få en hensiktsmessig framdrift. På denne måten legges det opp til at arbeidene skal gå smidig og unngå at alle delentreprisene jobber samtidig på samme sted. Det må likevel avholdes jevnlig koordineringsmøter med sideentreprenørene på samme måte som at det er jevnlig byggemøter.

## **VEDLEGG – Ingen vedlegg**

**TEGNINGER**

<b>Tegningsnr</b>	<b>Tittel</b>	<b>Målestokk</b>	<b>Rev nr</b>	<b>Rev dato</b>
LB001	Landskapsplan	1:500	01-F	12.11.2014
HB001	Ledningsplan	1:500	01-F	12.11.2014
AP U1 001	Plan kjeller	1:100	02-F	28.11.2014
AP 01 001	Plan 1. etasje	1:100	01-F	12.11.2014
AP 02 001	Plan 2. etasje	1:100	01-F	12.11.2014
AF 00 001	Fasader	1:200	01-F	12.11.2014
AS 00 001	Snitt A og B	1:100	02-F	28.11.2014
PM001	Flytskjema	-	02-F	28.11.2014
PPU1001	Plan kjeller nytt VBA	1:100	01-F	12.11.2014
PP01002	1. etg eksist VBA	1:100	01-F	12.11.2014
PP01001	1. etg nytt VBA	1:100	01-F	12.11.2014
PS001	Snitt A og B	1:50	02-F	28.11.2014
PS002	Snitt C, D og E	1:50	01-F	12.11.2014
PS003	Snitt F, G og H	1:50	01-F	12.11.2014
PS004	Snitt I og J	1:50	01-F	12.11.2014
PC001	3D Rørkjeller, maskin	-	01-F	12.11.2014
PC002	3D Råvannsinnløp, maskin	-	02-F	28.11.2014
PC003	3D UV, maskin	-	01-F	12.11.2014
PC004	3D Fordeling rentvannsbasseng, maskin	-	01-F	12.11.2014
PC005	3D Ozon-dosering 1 etg, maskin	-	01-F	12.11.2014
PC006	3D Verksted, maskin	-	01-F	12.11.2014