

Elias Karlsen
Øyvind Døsvik Haugen

Prosjektering av grunnvannsforsyning Korsvegen vannverk

Design of groundwater supply system
Korsvegen water works

Bacheloroppgave i Bachelor i ingeniørfag, bygg
Veileder: Rolf Edvard Petersen
Mai 2019

Elias Karlsen
Øyvind Døsvik Haugen

Prosjektering av grunnvannsforsyning Korsvegen vannverk

Design of groundwater supply system Korsvegen
water works

Bacheloroppgave i Bachelor i ingeniørfag, bygg
Veileder: Rolf Edvard Petersen
Mai 2019

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Fakultet for ingeniørvitenskap
Institutt for bygg- og miljøteknikk

Rapporten er ÅPEN

Problemdefinering/prosjektbeskrivelse og resultatmål

Et godt system for vannforsyning er avgjørende for å sikre befolkningen tilgang til rent drikkevann. Det stilles strenge krav til leveringssikkerhet og vannkvalitet. Disse kravene er gitt i Drikkevannsforskriften, og det er Mattilsynet som kontrollerer at kravene blir fulgt av vannverkseier.

Eid & Korsvegen vannverk, i Melhus kommune, har i dag en vannforsyning som ikke tilfredsstillter kravene i Drikkevannsforskriften og har fått pålegg fra Mattilsynet om å utbedre vannforsyningen. Etter vellykkede prøvepumper av grunnvann på Gresjmoen er det bestemt at disse grunnvannsressursene skal erstatte dagens vannkilde. Det skal derfor etableres en ny grunnvannsforsyning for vannverket. Når den nye grunnvannsforsyningen settes i drift endrer vannverket navn til Korsvegen vannverk. VA-Prosjekt AS er engasjert som prosjekterende og underentreprenør i maskintekniske fag for den nye grunnvannsforsyningen.

Prosjektet går ut på å vurdere, foreslå og prosjektere en løsning for ny grunnvannsforsyning for Korsvegen vannverk med fokus på styring av anlegget.

Resultatmål:

Prosjektet går ut på å vurdere, foreslå og prosjektere en løsning for ny grunnvannsforsyning for Korsvegen vannverk. Dette omfatter:

- Teknisk beskrivelse:
 - Løsning for to komplette grunnvannsbrønner. Det vil si pumper, instrumentering og røranlegg.
 - Løsning for pumpeledning/overføringsledning til eksisterende/nytt vannbehandlingsanlegg.
 - Løsning for vannbehandlingsanlegg. Vurdere og foreslå en løsning for tilstrekkelig antall hygieniske barrierer.
 - Dimensjonering. Det vil si dimensjonering av ledningsanlegg, pumper, instrumentering og renseprosesser.
 - Tegninger, flytskjemaer og systemskisser av:
 - Grunnvannsbrønner
 - Vannbehandlingsanlegg
 - Eventuelle ventilkummer
- Funksjonsbeskrivelse:
 - Styring av anlegget. Det vil si fra grunnvannsbrønner til og med høydebasseng. Det skal vurderes for ordinær drift, reservevann drift og bypassdrift.
- Mengdebeskrivelse inngår ikke i prosjektet.

Stikkord fra prosjektet:

Vannforsyning
Grunnvann
Prosjektering
Renseprosess
Styring og automasjon

Øyvind D. Haugen

.....
Øyvind Døsvik Haugen

Elias Karlsen

.....
Elias Karlsen

Abstract

A good system for water supply is essential to ensure access to clean drinking water for the population. There are strict requirements for delivery reliability and water quality. These requirements are given by the regulations concerning water supply and water intended for human consumption (Drikkevannsforskriften). The Norwegian Food Safety Authority (Mattilsynet) oversees if the requirements are being complied by the water works.

Eid & Korsvegen water works, located in Melhus municipality, do not have a water supply system that satisfies the requirements from the drinking water regulations (Drikkevannsforskriften). It has been discovered a groundwater resource at Gresjmoen, south for Gaustadvatnet. After successful pumping test, it is now decided that these resources will replace the current water source. A new groundwater supply system for the water works will therefore be established. When the new groundwater supply is put into operation, the water works will change their name to Korsvegen water works. VA-Prosjekt AS is engaged as a designer and subcontractor in mechanical engineering for this new groundwater supply.

The purpose of this project is to design a solution for groundwater supply for Korsvegen water works based on terms and conditions from the contracting authority VA-Prosjekt AS. This includes:

- Technical description with technical drawings of groundwater wells, new transmission pipeline and water treatment plant.
- Sizing of pipeline systems, groundwater pumps, instrumentation and water treatment processes.
- A function description for managing the groundwater supply.

The report contains:

- Solution for two complete groundwater wells with technical drawings.
- Solution for a groundwater house with technical drawings.
- Restriction and protection plan for the groundwater resources at Gresjmoen.
- Solution for the new transmission pipeline from Gresjmoen to the water treatment plant at Eid.
- Solution for new pipe gallery and UV-treatment in water treatment plant at Eid with technical drawings.
- Solution for increasing the oxygen level of the groundwater from Gresjmoen.

- A function description for managing the groundwater supply. This includes a flow sheet with TAG-numbers.
- Suggestions for further research

Innholdsfortegnelse

Forord.....	i
Abstract.....	iii
Tabeller.....	viii
Figurer.....	ix
1 Innledning.....	1
2 Eksisterende vannforsyning.....	2
2.1 Generelt.....	2
2.1.1 Beliggenhet.....	3
2.1.2 Oppbygning.....	3
2.1.3 Historie.....	4
2.2 Vannkilden.....	4
2.3 Høydebasseng og ventilkammer.....	6
2.4 Ledningstrasé.....	6
2.5 Vannbehandlingsanlegg.....	7
2.5.1 Rørrangement.....	7
2.5.2 Desinfisering.....	8
2.5.3 Pumper.....	10
2.5.4 Byggeteknisk.....	12
3 Ny vannkilde.....	14
3.1 Bakgrunn.....	14
3.2 Grunnvannskilder.....	14
3.2.1 Generelt.....	14
3.2.2 Grunnvann i løsmasser.....	14
3.2.3 Vannkvalitet.....	16
3.3 Geografisk plassering.....	16
3.4 Undersøkelser.....	18
3.4.1 Prøvepumping.....	18
3.4.2 Geologiske og hydrologiske forhold.....	19
3.4.3 Resultater fra prøvepumping.....	20
4 Prosjektering av ny grunnvannsforsyning.....	22
4.1 Innledning.....	22
4.1.1 Modellering og tegninger.....	22
4.2 Grunnvannsbrønner GV1-GV2.....	23
4.2.1 Utforming av grunnvannsbrønner.....	23

4.2.2	Forutsetninger	26
4.2.3	Dimensjonering og valg av pumper GP01-GP02	29
4.2.4	Prosjektering GV1-GV2	33
4.3	Klausuleringsplan	42
4.3.1	Potensielle forurensningskilder.....	42
4.3.2	Naturlig beskyttelse og sårbarhet.....	44
4.3.3	Klausuleringssoner.....	45
4.3.4	Beskyttelsestiltak og restriksjoner	46
4.4	Grunnvannshus GH1	48
4.4.1	Prosjektering GH1	48
4.5	Ledningsanlegg	52
4.5.1	Valg av trasé	52
4.5.2	Dimensjonering av overføringsledning.....	53
4.5.3	Ventilkum VK1-VK2.....	55
4.5.4	Ledningsgrøft.....	61
4.5.5	Sjøledning	61
4.6	Vannbehandlingsanlegg Eid VBA	65
4.6.1	Vannbehandlingsprosesser.....	65
4.6.2	Vurdering	70
4.6.3	Prosjektering Eid VBA	73
4.7	Høydebasseng HB1	76
4.7.1	Prosjektering HB1	76
4.8	Styring av vannforsyning	78
4.8.1	Analyseinstrumentering for styring og overvåkning	78
4.8.2	Funksjonsbeskrivelse ordinær drift.....	81
4.8.3	Funksjonsbeskrivelse reservevann drift.....	83
4.8.4	Funksjonsbeskrivelse bypass-drift utenom høydebasseng.....	85
4.8.5	SD-anlegg Korsvegen vannverk	86
5	Innovasjon.....	87
5.1	«Stjørdalsmodellen»	88
6	Konklusjon.....	90
6.1	Grunnvannsbrønner.....	90
6.2	Klausuleringsplan	90
6.3	Grunnvannshus	91
6.4	Overføringsledning	91
6.5	Vannbehandlingsanlegget på Eid.....	91

6.6 Høydebassenget på Skardåsen	92
6.7 Styring.....	92
Kilder	93
Vedleggliste	98
Tegningsliste	99

Tabeller

Tabell 1: Vannkvalitetsparametere – GV1 (16).....	21
Tabell 2: Vannkvalitetsparametere – GV2 (16).....	21
Tabell 3: Brønnkoordinater GV1-GV2.....	26
Tabell 4: Kotehøyder på installasjoner	26
Tabell 5: Vannmengder og trykk	26
Tabell 6: Dimensjoneringsparametere – GP01	30
Tabell 7: Dimensjoneringsparametere – GP02	32
Tabell 8: Potensielle forurensningskilder (16).....	43
Tabell 9: Fordeler og ulemper med PE-rør (28)	54
Tabell 10: Styrkeklasse for prefabrikkerte vannkummer og dimensjonerende testlast (33)	55
Tabell 11: Borehulldiameter (32)	56
Tabell 12: Beregningsresultater – Sjøledning.....	63
Tabell 13: Fordeler og ulemper ved UV (5)	65
Tabell 14: Karakterisering av hardheten til vann (46).....	69

Figurer

Figur 1: Oversiktskart – Korsvegen, Norge (1)	2
Figur 2: Oversiktskart – Eid, Korsvegen og Myra (1)	2
Figur 3: Oversiktskart – Korsvegen, Melhus kommune (1)	3
Figur 4: Oversiktskart – Vannkilde, høydebasseng og vannbehandlingsanlegg (1).....	4
Figur 5: 200 mm PE-inntaksledning med lengde på 410 meter, Store Grevsjø (1).....	5
Figur 6: Flyfoto – Høydebasseng og vannbehandlingsanlegg (1)	6
Figur 7: Foto – Trykkreduksjons- og sikkerhetsventil i vannbehandlingsanlegg på Eid	7
Figur 8: Foto – Vannmåler i vannbehandlingsanlegg på Eid	8
Figur 9: Foto – UV-reaktor i vannbehandlingsanlegg på Eid.....	9
Figur 10: Foto – Kloranlegg	10
Figur 11: Foto – To Grundfos CR 16-70 A-F-A-BUBE pumper i vannbehandlingsanlegg på Eid	11
Figur 12: Foto – Trykktanker.....	11
Figur 13: Foto – Inngangsparti, vannbehandlingsanlegg.....	12
Figur 14: Foto – Nivåstav	13
Figur 15: Grunnvann i løsmasser (2)	15
Figur 16: Oversiktskart – Gresjmoen, Melhus kommune (1).....	17
Figur 17: Oversiktskart – brønnområde, Gresjmoen (1).....	17
Figur 18: Kart/flybilde som viser plasseringen av GV1 og GV 2 (røde firkanter), samt peilebrønner (blå sirkel) som ble benyttet under prøvepumpingen (16).....	18
Figur 19: Løsmassekart – Gresjmoen (17).....	19
Figur 20: Brønnutforing – boret løsmassebrønn (21)	24
Figur 21: Eksempel på brønnhus (venstre) og brønnkum (høyre) (23)	25
Figur 22: Brønnskisse GV1 (16).....	27
Figur 23: Brønnskisse GV2 (16).....	28
Figur 24: Potensielle forurensningskilder i eller nær brønnenes tilsigsområde. Rød firkant: beliggenhet grunnvannsbrønner (1)	44
Figur 25: Bunnseksjon av betong med innstøpt forankringssett (33).....	56
Figur 26: Bjønnkonsoll (34).....	57
Figur 27: Bjønnkonsoll (34).....	57
Figur 28: Borepakning F911-Combi (35).....	59
Figur 29: Foto – Påkobling av lufteventil til armatur i kum	60
Figur 30: Synkerør (venstre) og belastningslodd (høyre) (38)	62

Figur 31: Illustrasjon av kaskadelufting (44).....	68
Figur 32: Illustrasjon av ionebyttingsprinsippet ved reduksjon av Kalsium (48).....	70
Figur 33: Illustrasjon av eventuell løsning for avherdingsanlegg.....	72
Figur 34: 2 stykk ionebyttingsanlegg med en tilhørende salt tank (49).....	73
Figur 35: Nivåsonde (51).....	78
Figur 36: Trykktransmitter (51).....	79
Figur 37: Eid VBA ordinær drift – Grunnvannet fra GV1 og GV2 føres til HB1 på Skardåsen (røde rør).....	82
Figur 38: Eid VBA reservevannndrift – Reservevann fra Store Grevsjø føres til HB1 på Skardåsen (røde rør).....	84
Figur 39: Eid VBA bypass-drift – Grunnvannet fra GV1 og GV2 føres rett på distribusjonsnett (røde rør). Reservevann kan også føres rett på distribusjonsnett.....	85
Figur 40: Maskinrom med stige (venstre), sumpkammer med stige (høyre) (52).....	87
Figur 41: Plan – toppdekk (52).....	89
Figur 42: 3D – "Stjørdalsmodellen".....	89
Figur 43: Plan – mellomdekk (52).....	89
Figur 44: Plan – bunndekkk (52).....	89

1 Innledning

Et godt system for vannforsyning er avgjørende for å sikre befolkningen tilgang til rent drikkevann. Det stilles strenge krav til leveringssikkerhet og vannkvalitet. Disse kravene er gitt i Drikkevannsforskriften, og det er Mattilsynet som kontrollerer at kravene blir fulgt av vannverkseier.

På Korsvegen, et lite tettsted i Melhus kommune, står Eid & Korsvegen vannverk for forsyning av drikkevann til områdene Eid, Korsvegen og Myra. Eid & Korsvegen vannverk er et privateid vannverk som i dag benytter Store Grevsjø som vannkilde. Ifølge Mattilsynet, tilfredsstillende ikke vannverkets vannforsyning kravene i Drikkevannsforskriften. Dette fordi vannverket ikke har reservevannkilde, tilstrekkelig antall hygieniske barrierer og fargereduksjon. Eid & Korsvegen vannverk ble derfor pålagt av Mattilsynet om å oppgradere vannbehandlingen, deriblant redusere fargetallet i drikkevannet. Vannverket var forberedt på fargereduksjon, men en vurdering av vannbehandlingsanlegget på Eid viste at avsatt areal for fargereduksjon var for lite. I tillegg var det vanskelig å etablere reservevannkilde. På bakgrunn av dette begynte derfor Eid & Korsvegen vannverk å vurdere andre drikkevannskilder.

Asplan Viak AS har utført boring etter grunnvann og et område på Gresjmoen ga en vellykket prøvepumping. Grunnvannskilden på Gresjmoen skal derfor etableres som hovedvannkilde for Eid & Korsvegen vannverk. Vannverket endrer navn til Korsvegen vannverk når grunnvannsforsyningen settes i drift.

I denne rapporten er det prosjektert en løsning for ny grunnvannsforsyning for Korsvegen vannverk. Det er utarbeidet en teknisk beskrivelse med tegninger for grunnvannsforsyningen med løsning for grunnvannsbrønner, overføringsledning og vannbehandlingsanlegg.

Rørarrangement, pumper og instrumentering er dimensjonert for tilstrekkelig kapasitet. Styring av vannforsyningen er beskrevet i en funksjonsbeskrivelse, der ordinær drift, reservevann drift og bypass-drift er vurdert.

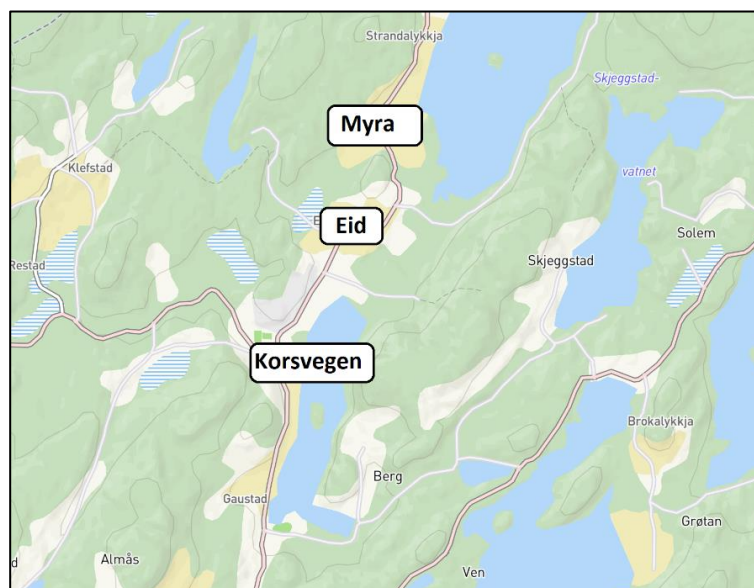
2 Eksisterende vannforsyning

2.1 Generelt

Eid & Korsvegen vannverk er et privat vannverk som leverer drikkevann til områdene Eid, Korsvegen og Myra, i Melhus kommune, i Trøndelag fylke. Disse områdene tilhører tettstedet Korsvegen, se Figur 1 og 2.



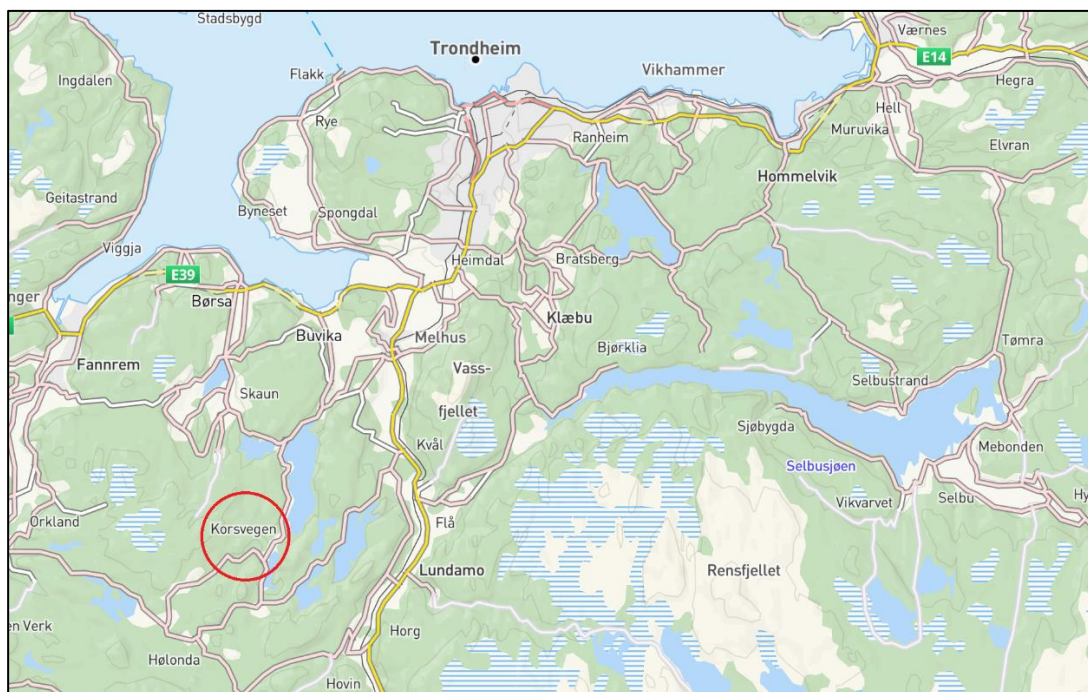
Figur 1: Oversiktskart – Korsvegen, Norge (1)



Figur 2: Oversiktskart – Eid, Korsvegen og Myra (1)

2.1.1 Beliggenhet

Korsvegen er lokalisert like ved innsjøen Gaustadvatnet som ligger 20 km sørvest for Melhus sentrum, se Figur 3. Frem til 1964 var Korsvegen selve kommunesenteret i Høllonda kommune, men ble etter 1964 en del av Melhus storkommune. Korsvegen har barne- og ungdomsskole, legesenter, bank, matbutikk, sykehjem, bilverksted, spisesteder og barnehager. Stedet har også egen travbane, ishockeybane og fotballbane.



Figur 3: Oversiktskart – Korsvegen, Melhus kommune (1)

2.1.2 Oppbygning

Dagens vannverk betjener i dag ca. 1000 Pe. SD-anlegg (sentralt driftsovervåkningsanlegg) oppgir:

- Gjennomsnittlig vannforbruk på 160 m³/d
- Maksimalt vannforbruk på 5,8 l/s
- Trykk ut på ledningsnett på ca. 7 bar (70 mvs)

Vannverket består i dag av vannkilden, Store Grevsjø, et høydebasseng med ventilkammer på Skardåsen og et kombinert vannbehandlings- og pumpeanlegg på Eid, se Figur 4. I pumpehuset er det etablert rensing av vann med UV-bestråling, samt et kloringsanlegg i reserve. Selve anlegget er fjernovervåket med eget meldingssystem ved feil. Alle deler av vannforsyningsanlegget er lett tilgjengelig for driftspersonell.



Figur 4: Oversiktskart – Vannkilde, høydebasseng og vannbehandlingsanlegg (1)

2.1.3 Historie

Opprinnelig bestod vannforsyningen på Korsvegen av to separate vannverk, Korsvegen vannverk og Eid vannverk. I 1969 ble Eid vannverk og Korsvegen vannverk slått sammen og etablert med Store Grevsjø som ny vannkilde. Utbyggingen av dette anlegget skjedde tidlig i 1970-årene, og kloring av vannet var da eneste vannbehandling.

I 1999 ble det behov for en oppgradering av anlegget. Det ble etablert et nytt vannbehandlingsanlegg på Eid med UV-desinfisering og nødchlor i reserve som vannbehandling, i tillegg til et pumpeanlegg. Et høydebasseng på Skardåsen ble også tilknyttet anlegget. I dag ser fortsatt vannforsyningen slik ut.

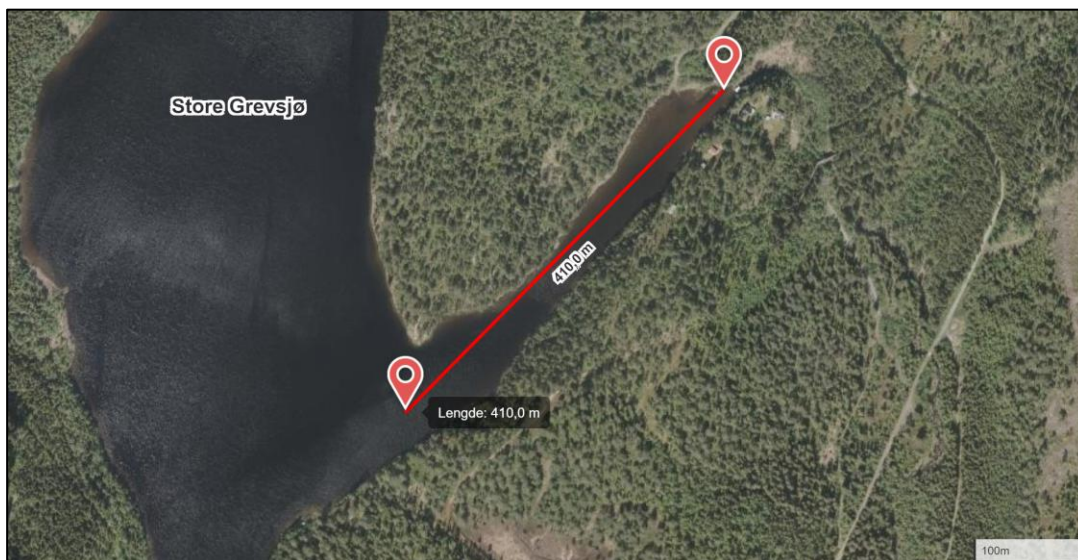
2.2 Vannkilden

Eid & Korsvegen vannverk forsynes i dag av vannkilden, Store Grevsjø. Store Grevsjø ble ved sammenslåingen av Eid vannverk og Korsvegen vannverk, på tidlig 1970-tall, etablert som ny vannkilde. Store Grevsjø har helt frem til i dag fungert som eneste vannkilde for området.

Vannet fra Store Grevsjø på kote 208 går med selvfall ned til vannbehandlingsanlegget på kote 180 før det ved hjelp av trykkøkning pumpes opp i høydebassenget på Skardåsen på kote 243.

Store Grevsjø er regnet som en grunn og humuspåvirket innsjø. Ifølge Ødegaard (2), har ikke grunne innsjøer et temperatursprangsjikt og det gjør innsjøen dårligere beskyttet mot forurensing. Store Grevsjø befinner seg ca. 2 km nord for Korsvegen. Inntaket av vannet skjer

med en 200 mm sammensveiset PE-vannledning som er 410 meter lang, se Figur 5. Denne vannledningen er loddbelastet og i selve inntaket er det montert en sil. Ifølge Ødegaard (2), er silenes funksjon å hindre fisk og andre gjenstander å komme inn i ledningsnett. Silen i Store Grevsjø er montert slik at den til enhver tid befinner seg minst 2 meter over bunnen. Dette for å unngå at bunnsedimenter dras inn i ledningen.



Figur 5: 200 mm PE-inntaksledning med lengde på 410 meter, Store Grevsjø (1)

Drikkevannsforskriften er en forskrift om vannforsyning og drikkevann. Den stiller krav til blant annet vannkvalitet gjennom gitte grenseverdier for ulike parametere. Vannprøver tatt av Mattilsynet viser at Store Grevsjø har for høyt fargetall i forhold til kravet i Drikkevannsforskriften. Kravet i Drikkevannsforskriften er >20 Pt/l (3), mens undersøkelsen viste en verdi på 20-28 Pt/l. Vannverket ble etter dette pålagt å redusere fargetallet.

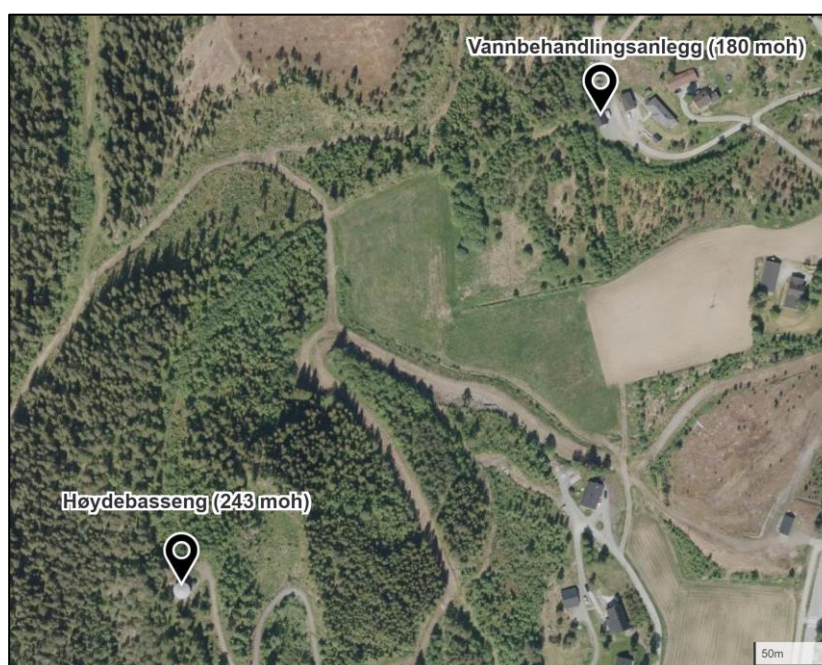
Fargetall sier noe om vannets innhold av farge. Høyt fargetall skyldes for det meste et høyt innhold av humusstoffer (naturlig organisk materiale) og jernforbindelser. Ifølge Ødegaard (4), er det en rekke årsaker til at man ønsker å fjerne humusinnholdet i drikkevannet. Høyt fargetall gir vannet en uestetisk, gulbrun farge og kan påvirke vannets smak og lukt. Høyt humusinnhold kan, ifølge Ødegaard (5), også påvirke vannbehandlingsprosesser negativt. For eksempel reduseres UV-transmisjonen ved UV-desinfisering og det kan dannes desinfeksjonsbiprodukter ved klorering. Høyt humusinnhold kan også ha innflytelse på ledningsnett gjennom korrosjon og beleggdannelse.

Ødegaard (5) beskriver flere ulike renseprosesser som reduserer innholdet av humus i drikkevann. I Norge er de mest brukte prosessene koagulering/filtrering og membranfiltrering.

Fellesnevneren med slike fargereduksjonsprosesser er at de er kompliserte og kostbare. De er også noe arealkrevende.

2.3 Høydebasseng og ventilkammer

Som en del av oppgraderingen av Eid & Korsvegen vannverk i 1999 ble det etablert et høydebasseng på Skardåsen, se Figur 6. Dette høydebassenget har et volum på 471m³ og et vannspeil på 243 moh. Vannet, fra Store Grevsjø, pumpes fra vannbehandlingsanlegget på Eid og opp til høydebassenget. I høydebassenget er det etablert tømmerør, overløp, innløpsrør og utløpsrør. Det er et ventilkammer utenfor høydebassenget med bypass-løsning. Dette gjør det mulig med vannforsyning til abonnenter selv om bassenget er ute av drift.



Figur 6: Flyfoto – Høydebasseng og vannbehandlingsanlegg (1)

2.4 Ledningstrasé

Fra inntaket ved vannkilden Store Grevsjø føres vannet med selvføll til vannbehandlingsanlegget på Eid. Fra vannbehandlingsanlegget pumpes vannet opp i høydebassenget på Skardåsen. Derfra går vannet ned til vannbehandlingsanlegget igjen og fordeles ut til de tre trykksoneene Eid, Korsvegen og Myra, se Tegning 7 og 8. Ledningsnettets har blitt oppgradert/rehabiliteret kontinuerlig siden sammenslåingen av Eid & Korsvegen vannverk i 1969. Hovedsakelig består ledningsnettets av PE- og PVC-trykkrør. Vannverkets ansvar for levering av drikkevann gjelder vanligvis bare frem til anboringspunktet (6).

2.5 Vannbehandlingsanlegg

Vannbehandlingsanlegget på Eid ble etablert i 1999. Det ligger på kote 180 og mottar råvann ved selvføll fra innsjøen Store Grevsjø på kote 208. Vannbehandlingsanlegget er også en pumpestasjon. Desinfisering av drikkevannet utføres med UV-bestråling.

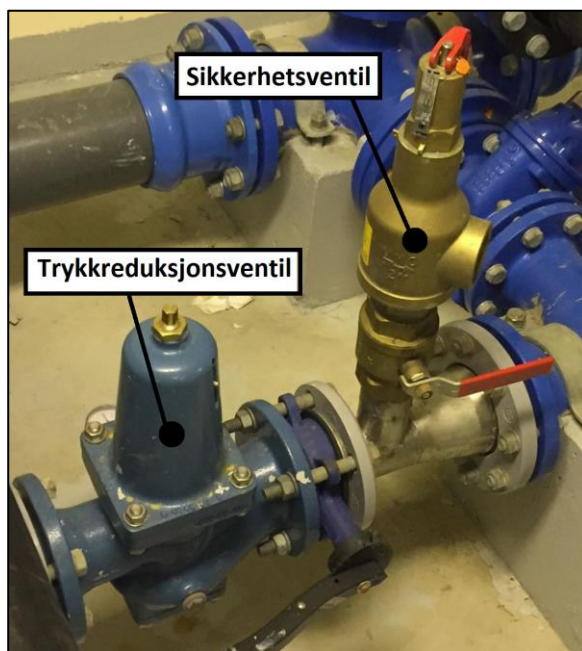
Vannbehandlingsanlegget på Eid står i dag for rensing av drikkevann til ca. 1000 Pe.

Vannbehandlingsanlegget er vist i Tegning 1-6.

2.5.1 Rørarrangement

Rørarrangementet i vannbehandlingsanlegget på Eid består i hovedsak av støpejerndele og PE/PVC-rør. Løsfleuser er sveiset på PE-rørene for en enkel sammenkobling med andre fleuserørdele. Dimensjoner på rørarrangement, pumper og instrumenter er beskrevet i rørdelsliste, se Vedlegg 3. I tillegg til sluseventiler brukes også små kuleventiler. Til forankring av tunge støpejerndele og pumper benyttes betongkonsoller, mens PE/PVC-rørene holdes oppe ved hjelp av understøttelse med rustfrie klammer.

Det er en bypass-løsning i vannbehandlingsanlegget som kan benyttes ved feil på overføringsledningen til høydebassenget. På denne bypass-løsningen er det plassert en manuell trykkmåler. På tappeledningen til Myra er det en trykkreduksjonsventil med tilhørende sikkerhetsventil, se Figur 7.



Figur 7: Foto – Trykkreduksjons- og sikkerhetsventil i vannbehandlingsanlegg på Eid

Trykkreduksjonsventiler reduserer vanntrykk i ledningen. Ifølge Lindholm (7), er trykkreduksjon gunstig fordi høye vanntrykk kan føre til skader på ledninger og utstyr, samt øke lekkasjeprosenten i ledningsnett. Sikkerhetsventiler hindrer skadelige høye overtrykk. Sikkerhetsventil brukes ofte i kombinasjon med en trykkreduksjonsventil. Ved feil på trykkreduksjonsventil vil en sikkerhetsventil sikre at vanntrykket ikke overstiger et forhåndsinnstilt maksstrykk ved å blåse ut overskytende trykk (7).

Det er totalt fire vannmålere i kjelleren. Disse har transmitter av typen Siemens SITRANS F M MAGFLO MAG 5000 med vannmåler MAGFLO MAG 3100W og er plassert på overføringsledningen fra Store Grevsjø og de tre tappeledningene til Eid, Korsvegen og Myra. Vannmålerne brukes for å se på vannføringen inn og ut av vannbehandlingsanlegget, se Figur 8.



Figur 8: Foto – Vannmåler i vannbehandlingsanlegg på Eid

2.5.2 Desinfisering

Vannbehandlingsanlegget på Eid bruker UV-bestråling som desinfisering av vannet fra Store Grevsjø. Det er også et kloringsanlegg i reserve.

UV

UV-anlegget består av et UV-aggregat, se Figur 9, og et kontrollpanel for styring. UV-aggregatet inneholder:

- Tre stykk UV-lamper
- Kvartsglass (beskyttelsesrør)
- UV-intensitetssensor
- Temperaturmåler
- Rengjøringsanordning for kvartsglasset
- En blødeventil



Figur 9: Foto – UV-reaktor i vannbehandlingsanlegg på Eid

Pumpestans vil føre til manglene vanngjennomstrømming i UV-aggregatet. Det er derfor en blødeventil som lekker konstant slik at vannet ikke blir stillestående og varmet opp. En temperatursensor vil også kontrollere og varsle ved en eventuell overoppheting av UV-aggregatet. Vannet som lekker fra blødeventilen føres til sluket.

Det er oppgitt følgende verdier ved siste service av UV-anlegg utført 06.02.2019:

UV-transmisjon ved kalibrering:	20 % v/T = 50
Maks tillatt vannmengde ved drift:	21 m ³ /t
Minimal tillatt UV-dose:	30 mWs/cm ²

UV-transmisjon på 20 % v/T = 50 er svært lavt og betyr at fargetallet og turbiditeten i vannet er veldig høyt. Dette kan påvirke graden av desinfisering negativt.

Klorering

Kloranlegget benytter Natriumhypokloritt (NaOCl) som klorforbindelse, noe som er vanlig å anvende ved små anlegg. Kloranlegget består i dag av to stykk 100 liter klortanker med inkludert doseringspumpe og komplett garnityr, se Figur 10.



Figur 10: Foto – Kloranlegg

2.5.3 Pumper

Trykkøkningen i vannbehandlingsanlegget på Eid foregår ved hjelp av to alternerende sentrifugalpumper, se Figur 11. Dette er nyttig som en sikkerhet hvis en av pumpene skulle svikte. Pumpene er av typen Grundfos CR 16-70 A-F-A-BUBE med Q lik $16 \text{ m}^3/\text{t}$ og løftehøyde på 83,3m. Ifølge Grundfos (8), er dette pumper med totalt sju pumpehjul i rustfritt stål. Pumpene har egen tørrløpssikring. Det er kuleventiler på oppstrøms og nedstrøms side av pumpene.

Pumpene styres ved direktestart etter vannivå i høydebassenget på Skardåsen. En nivåtransmitter i høydebassenget gir signal til styringsskapet i vannbehandlingsanlegget om vannivået og styrer dermed start og stopp av pumpene. Terskelnivået på start og stopp av pumpene er på en meter i høydebasseng. Ved bypass-drift utenom høydebasseng styres pumpene ved hjelp av en trykktransmitter med manometer plassert etter pumpene.



Figur 11: Foto – To Grundfos CR 16-70 A-F-A-BUBE pumper i vannbehandlingsanlegg på Eid

I vannbehandlingsanlegget på Eid er det to trykktanker på 500 liter som tiltak mot trykksstøt.
Se Figur 12.



Figur 12: Foto – Trykktanker

2.5.4 Byggeteknisk

Selve vannbehandlingsanlegget består av to etasjer med en grunnflate på 44 m² (5,6 x 7,9 m). I første etasje er det et inngangsparti med trapp ned til kjeller, et toalett med vask, samt en serviceport inn til et lagringsrom. Det er i kjelleren at selve vannbehandlingsanlegget med rørarrangement og pumper befinner seg.

Kjelleretasjen er av betong, der betongdekket er epoksymalt. Første etasje er et bindingsverk med liggende kledning, se Figur 13. Det er ingen form for kranbane eller luke i gulvet for rørdeler.



Figur 13: Foto – Inngangsparti, vannbehandlingsanlegg

I kjelleren er det et sluk som fører vann ut til resipient. Dette gjelder i hovedsak vann fra blødeventilen som er tilknyttet UV-anlegget. Under siste flom sto vannet 30 cm over kjellergulvet. Det ble etter dette etablert en tilbakeslagsventil på sluket, samt en nivåstav for måling av vannivået i kjelleren, se Figur 14. Denne nivåstaven er koblet til et styringsskap og en alarm går hvis vannivået når et visst nivå. I kjelleren er det også montert:

- 1 stykk automasjonsskap/fordelerskap
- 1 stykk styringsskap (SD-anlegg inkludert PLS) for styring av vannforsyningsanlegget



Figur 14: Foto – Nivåstav

3 Ny vannkilde

3.1 Bakgrunn

Asplan Viak AS fikk, i 2007, i oppdrag av Eid & Korsvegen vannverk å undersøke mulighetene for grunnvann som ny vannkilde for vannverket (9). Det ble gjort grunnvannsundersøkelser av fire potensielle grunnvannsområder i nærheten av vannverket. Av de fire undersøkte områdene var det grunnvannsforekomsten i løsmassene ved Gresjmoen som ga best resultat. Det ble derfor etablert et brønnområde for å kartlegge grunnvannsforekomsten ytterligere. Grunnvannsundersøkelsene ga vellykkede prøveresultater og grunnvannet på Gresjmoen skal derfor etableres som ny hovedvannkilde for Korsvegen vannverk i løpet av 2019.

3.2 Grunnvannskilder

3.2.1 Generelt

Ifølge Lov om vassdrag og grunnvann (Vannressursloven) (10), tilhører grunnvannsressurser eieren av den grunn som grunnvannet befinner seg i eller under, men det stilles strenge krav til uttak og bruk. Grunneier kan fritt ta ut vann til egen husholdning, hvis uttaket ikke påvirker nærliggende vassdrag. For uttak som overstiger dette skal det søkes om konsesjon til Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE). Alle uttak av grunnvann skal reguleres til det grunnvannsmagasinet tåler.

Ifølge Norges geologiske undersøkelse (NGU) (11), finnes Grunnvannsforekomster i løsmasser, fjell og oppkommer, men kan også infiltreres kunstig. Ifølge Ødegaard (2), er det i dag vanlig å benytte borebrønner i fjell og løsmasser som grunnvannsressurs. Disse er dypere og mindre utsatt for tørke enn gravde brønner. Selv om mesteparten av grunnvannsressursene i Norge finnes i løsmasser, er det etablert flere grunnvannsbrønner i fjell. Tradisjonelt benyttes grunnvannsressurser til drikkevann i spredt bebygde strøk der det ikke finnes egnede overflatekilder eller at avstanden til det kommunale vannforsyningsnett er for stort. Grunnvann står i dag for ca. 75 % av vannforsyningen i spredt bebygde kommuner i Norge.

3.2.2 Grunnvann i løsmasser

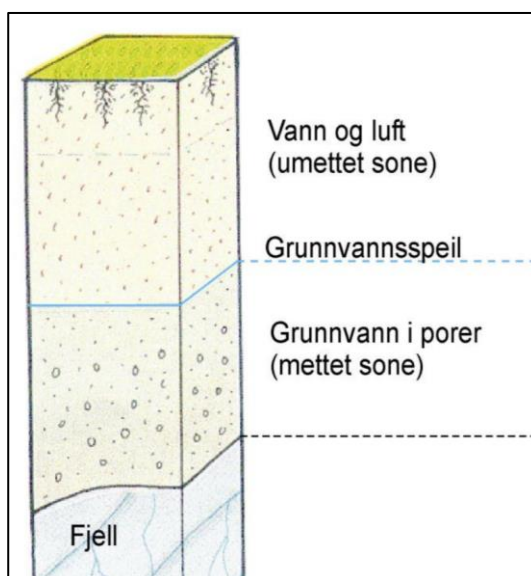
Ifølge NGU (12), transporteres nedbør og smeltevann enten ved overflateavrenning, fordampning eller infiltrasjon i bakken. Vannet som infiltreres i bakken tas enten opp av

planterøtter eller blir lagret som grunnvann. Noe av grunnvannet vil etterhvert strømme til overflaten, mens noe vil forbli under bakken på sin ferd mot havet.

NGU (11) hevder at grunnvann globalt utgjør 95 % av alt flytende ferskvann på jorden. Mengden grunnvann er avhengig av klimatiske og geodetiske forhold (13). Klima bestemmer mengden tilgjengelig vann gjennom nedbør og fordamping, mens geodetiske forhold bestemmer bakkens infiltrasjonsevne. Nedbørsinfiltrasjon er avhengig massenes permeabilitet. Permeabilitet beskriver massenes grad av vanngjennomstrømning. Høy permeabilitet gir økt infiltrasjon og raskere nydanning av grunnvann. Løst pakket, godt sortert sand og grus har relativt stor kornstørrelse og dermed høy permeabilitet. Silt og leire er derimot tett pakket sammen og har liten kornstørrelse, noe som gir lav permeabilitet.

Grunnvannsmagasin som inneholder utnyttbart grunnvann kalles, ifølge NGU (11), akviferer. Når grunnvann skal utnyttes til vannforsyning må en lokalisere en eller flere av disse. Akviferer i løsmasser i Norge består hovedsakelig av sand og grus.

NGU (14) omtaler grunnvannets overflate som grunnvannsspeilet. I grunnvannssonen under grunnvannsspeilet regnes alle hulrom i grunnen som mettet med vann. I sonen mellom terrengoverflaten og grunnvannsspeilet er hulrom delvis fylt med vann og luft, og defineres derfor som umettet sone, se Figur 15. I løsmasser infiltreres vann mellom jordpartikler og er en viktig faktor for grunnstabilitet. NGU (15) hevder at grunnvannsstrømning bestemmes hovedsakelig av løsmassenes og bergartenes permeabilitet og helningen på grunnvannsspeilet. Grunnvann strømmer fra høyere til lavere trykk ved hjelp av gravitasjon.



Figur 15: Grunnvann i løsmasser (2)

3.2.3 Vannkvalitet

Overflatevann gjennomgår en omfattende rensesprosess i det vannet infiltrerer grunnen til det når grunnvannsspeilet. Ifølge Ødegaard (2), er grunnvannskvaliteten derfor avhengig av:

- Tykkelse og art på overliggende løsmasser i umettet sone
- Hvor lenge vannet har vært i grunnen
- Grunnens filtreringsegenskaper
- Vannets evne til å utløse stoffer i grunnen

Grunnvann i permeable løsmasser er normalt godt beskyttet mot bakterier, virus og øvrige mikroorganismer fra overflaten. Grunnvann utgjør derfor en hygienisk barriere hvis størrelsen og karakteren på avsetningen er god nok.

Typiske problemer med grunnvann i løsmasser kan, ifølge Ødegaard (2), være:

- Høye forekomster av jern og mangan
- Lav pH-verdi og lav alkalitet
- Lavt oksygeninnhold
- Høye konsentrasjoner av kalsium og magnesium (hardt vann)
- Høye verdier av klorid, sulfat og natrium
- Ugunstige gasser (CO₂, radon, metan)

3.3 Geografisk plassering

Gresjmoen befinner seg om lag 1,4 km fra Korsvegen og ligger sør for Gaustadvatnet, se Figur 16. Den aktuelle grunnvannsforkomsten ligger i et skogkledd, flatt område sør for Hølonda Travbane og vest for elven Gresja, se Figur 17.

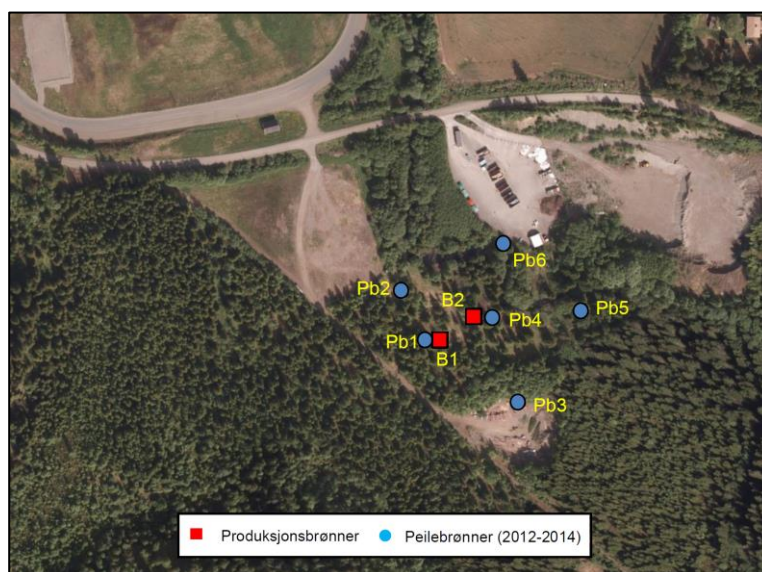
3.4 Undersøkelser

3.4.1 Prøvepumping

Som følge av undersøkelsene utført i 2007 startet Asplan Viak AS, i desember 2012, en prøvepumping av grunnvann med brønnetablering på Gresjmoen. Gjennomføringen og resultatene fra prøvepumpingen er beskrevet av Hilmo (16). Det ble etablert to nye Ø168 mm fullskala prøvebrønner med kapasitet til å dekke vannverkets produksjonsbehov på 6 l/s. Brønn 1 (GV1) ble etablert i 2012 og brønn 2 (GV2) i 2013. GV1 er etablert som hovedvannkilde med GV2 som supplerende vannkilde. Selve prøvepumpingen av brønnene ble avsluttet ved påsketider i 2014. En prøvepumping gir resultater på følgende:

- Maksimalt uttak av grunnvann over tid (kapasitet)
- Grunnvannskvaliteten over tid
- Grunnvannsmagasinetts påvirkninger av sesongvariasjoner
- Nødvendig beskyttelse av produksjonsbrønner (klausuleringsplan)

For hver av brønnene ble det gjennomført en korttids pumpetest, som ga data på brønnenes kapasitet og en indikasjon på tilstrømmingen til brønnene. I tillegg ble det gjennomført en kontinuerlig langtids pumpetest på 6 måneder av GV1 og 3 måneder av GV2. Data fra langtids prøvepumping ga svar på vannkvalitet og grunnvannsmagasinetts kapasitet over tid, samt sesongvariasjoners påvirkning. Figur 18 viser plassering av GV1, GV2 (produksjonsbrønner) og peilebrønner brukt under prøvepumpingen. Formålet med prøvepumpingen var, ifølge Hilmo (16), å danne et vurderingsgrunnlag for om grunnvann på Gresjmoen kunne benyttes som ny vannkilde for Eid & Korsvegen vannverk.



Figur 18: Kart/flybilde som viser plasseringen av GV1 og GV 2 (røde firkanter), samt peilebrønner (blå sirkel) som ble benyttet under prøvepumpingen (16)

3.4.2 Geologiske og hydrologiske forhold

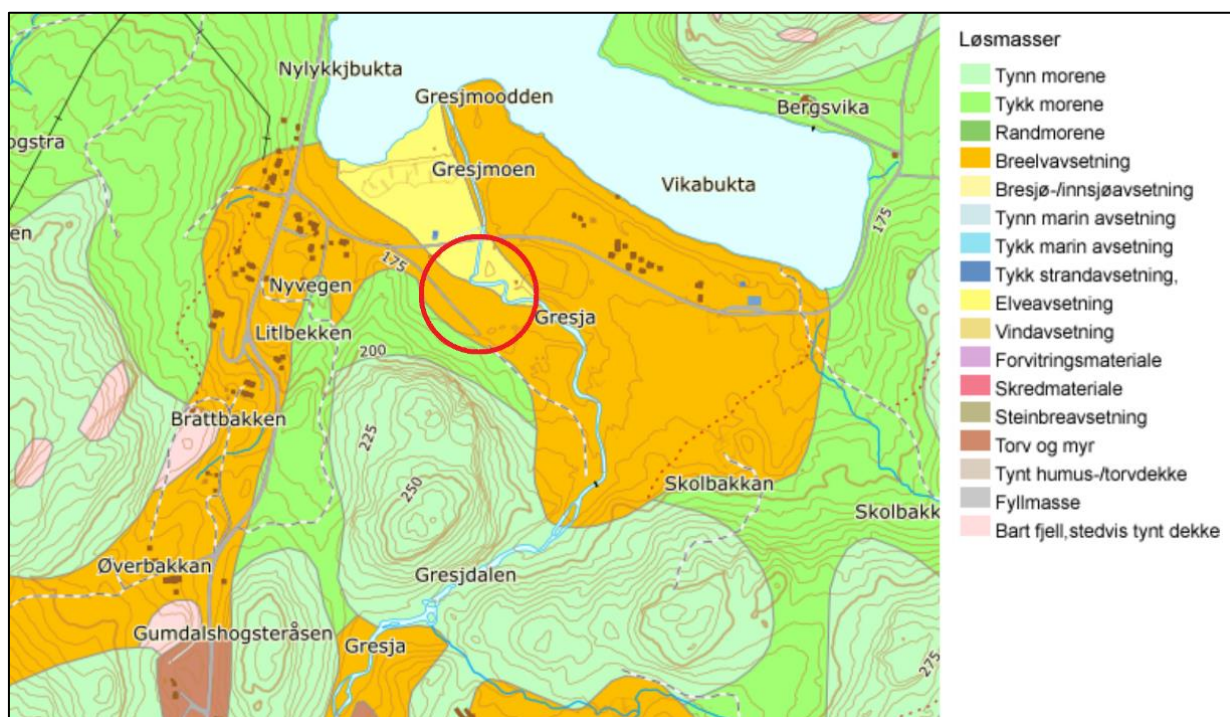
Løsmassene der brønnene er etablert er en del av en større breelvavsetning som strekker seg langs hele sørenden av Gaustavatnet, se Figur 19. Resultater fra prøveboringen viser at grunnvannsmagasinet på Gresjmoen er egnet for grunnvannsuttak.

Grunnvannsmagasin GV1:

- Grunnvannsmagasinet befinner seg i en dybde på 11 til 19 meter under terrengnivå. Massene består i hovedsak av grusig sand, med innslag av finsand og stein.
- Grunnvannsnivået er ca. 2 meter under terrengnivå.

Grunnvannsmagasin GV2:

- Grunnvannsmagasinet befinner seg i en dybde på 6 til 10 meter under terrengnivå. Massene består i hovedsak av løst pakket grusig sand.
- Grunnvannsnivået er ca. 1 meter under terrengnivå.



Figur 19: Løsmassekart – Gresjmoen (17)

3.4.3 Resultater fra prøvepumping

Kapasitet

GV1:

Ifølge Hilmo (16), viser senkningsdata at GV1 har en meget god langtidskapasitet på mer enn 6 l/s. Det er derfor konkludert med at uttaket er i henhold til produksjonskravet på 6 l/s.

Kapasitet GV1: $Q = 6 - 15 \text{ l/s}$

GV2:

Ifølge Hilmo (16), viser senkningsdata at kapasiteten til GV2 kan settes til 3-4 l/s. Kapasiteten i GV2 er lavere enn kapasiteten til GV1. Kapasiteten er lavere fordi filteret ikke er satt like dypt, samt at løsmassene har noe mindre vanngjennomgang.

Kapasitet GV2: $Q = 3 - 4 \text{ l/s}$

Nydannelse og grunnvannsstrømning

GV1 og GV2 får tilstrømning av grunnvann i hovedsak fra områdene mot sør hvor det tette laget over grunnvannsmagasinet kiler ut. Noe tilstrømning kommer også fra underliggende fjell, elven Gresja og nedbørsinfiltrasjon. Ved vannuttak øker grunnvannstilstrømningen mot brønnene. GV1 hadde en grunnvannstrømning med gradient opp mot 5 % nær brønnen under prøvepumping (16).

Vannkvalitet

Vannkvalitetsparametere for GV1 og GV2 er vist i Tabell 1 og 2.

Tabell 1: Vannkvalitetsparametere – GV1 (16)

Parameter	Målt verdi	Krav Drikkevannsforskriften (*anbefalt verdi)
Turbiditet	0,12-1,2 NTU	0,4-4,0 NTU
Fargetall	<1,0 mg Pt/l	>20 Pt/l
pH	7,8-8,0	6,5-9,5
Kalsium	38,4-42,1 mg Ca/l	15-25 mg Ca/l*
Mangan	0,0003-0,0022 mg Mn/l	0,05 mg Mn/l
Jern	0,001-0,0324 mg Fe/l.	0,02 mg Fe/l
Kimtall v 22grC	4-10 cfu/ml	100 cfu/ml
Koliforme bakterier	0 ml	0 ml
E.colie	0 ml	0 ml

Tabell 2: Vannkvalitetsparametere – GV2 (16)

Parameter	Målt verdi	Krav Drikkevannsforskriften (*anbefalt verdi)
Turbiditet	0,12-1,2 NTU	0,4-4,0 NTU
Fargetall	<1,0 mg Pt/l	>20 Pt/l
pH	7,5-7,7	6,5-9,5
Kalsium	35,2-41,8 mg Ca/l	15-25 mg Ca/l*
Mangan	0,0077-0,033 mg Mn/l	0,05 mg Mn/l
Jern	0,0108-0,0234 mg Fe/l.	0,02 mg Fe/l
Kimtall v 22grC	4-10 cfu/ml	100 cfu/ml
Koliforme bakterier	0 ml	0 ml
E.colie	0 ml	0 ml

Grunnvannet i begge brønnene oppfyller kravene i Drikkevannsforskriften med hensyn til bakteriologiske og fysisk/kjemiske parametere. Kalsiuminnholdet er derimot høyere enn det som regnes som gunstig verdi.

4 Prosjektering av ny grunnvannsforsyning

4.1 Innledning

Korsvegen vannverk skal benytte grunnvannsforkomsten på Gresjmoen som ny hovedvannkilde. Det er i den forbindelse prosjektert en løsning for grunnvannsforsyningen. Dagens vannkilde, Store Grevsjø, blir reservevannkilde for vannverket.

4.1.1 Modellering og tegninger

Det er utarbeidet tegninger for 2D- og 3D-dokumentasjon av prosjekteringen i DAK-programvaren AutoCAD utviklet av det amerikanske selskapet Autodesk Inc (18). Den norske AutoCAD-applikasjonen Focus VARDAK (19) er benyttet for detaljprosjektering av VA-løsninger. Prosjekterte rør- og kumdeler er derfor hovedsakelig hentet fra produktbiblioteket til Focus VARDAK.

Karttegninger er utarbeidet i Novapoint som er en profesjonell programvare for infrastruktur- og samferdselsprosjekter, utviklet av Trimble Solutions (20). Programvaren er en BIM (bygninginformasjonsmodellering)-løsning og benytter AutoCAD som DAK-plattform. Novapoint tilbyr en kompleks modellering som inkluderer 3D-terreng, 3D-lag i grunnen og 3D-konstruksjoner. Terrengmodell og eksisterende VA-ledningstraseer i prosjekteringsområdet er hentet fra digitale kartdata (SOSI-filer) fra Melhus kommune.

4.2 Grunnvannsbrønner GV1-GV2

Før grunnvannsbrønn etableres i løsmasser må det gjennomføres tilstrekkelige grunnvannsundersøkelser (21). Grunnvannsundersøkelse på Gresjmoen er utført av Asplan Viak AS ved Hilmo (16), og beskrevet i Kapittel 3. *Ny vannkilde*.

Det er prosjektert to produksjonsbrønner på Gresjmoen, basert på forarbeid utført av Hilmo (16). Det vil si at undersøkelsesbrønnene, GV1 og GV2, skal videreutvikles til fullkommende produksjonsbrønner. GV1 er prosjektert som hovedvannkilde, med GV2 som supplerende vannkilde til vannverket.

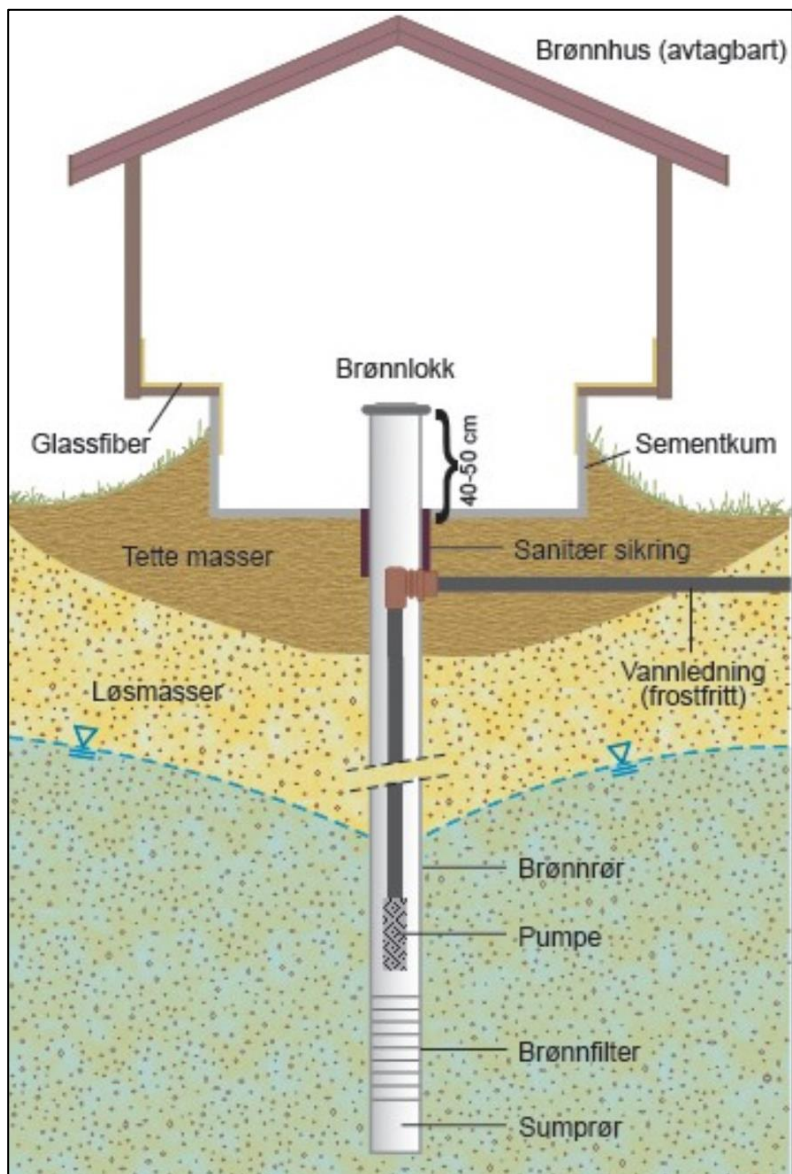
4.2.1 Utforming av grunnvannsbrønner

Borebrønn i løsmasser

Ifølge Gaut (22), består løsmassebrønner av følgende komponenter:

- **Fôringsrør:** Rør som sørger for stabilisering og tetting av borehullsvegg og holder løsmasser og vann ute fra brønninstallasjonen.
 - Benyttes som arbeidsrør under brønnboring.
 - Skal være av egnet stål eller plastmateriale.
 - Minimum veggtykkelse er 4 mm.
 - Sveiseskjøt skal være tett og tåle det samme trykket som selve røret.
- **Brønnrør:** Tett rør fra brønnfilter opp til brønnhode.
- **Stigerør/pumperør:** Rør fra pumpe opp til brønnhode som har i oppgave å frakte oppumpet grunnvann til vannledning i frostfri sone.
- **Pumpe:** Nedsenkbar brønnpumpe for pumping av grunnvann.
- **Brønnfilter:** Filterrør som fungerer som vanninntak og har til oppgave å slippe sandfritt grunnvann inn i brønnen. Brønnfilteret plasseres i ønsket dybdeintervall med slisser (åpninger) tilpasset løsmassenes kornstørrelse. Det er viktig at brønnfilteret plasseres i riktig dybdeintervall. Ved feil plassering av brønnfilter kan kapasiteten bli mindre enn ønsket, finstoff kan trekkes inn i brønnen og/eller vannkvaliteten forringes. Brønnfilter er som oftest utformet i rustfritt stål.
- **Sumprør:** Brønnrør som plasseres under nederste filterrør og har som oppgave å lagre finstoff som kommer inn i brønnen slik at det ikke trekkes inn i pumpa. Det bygges oftest i rustfritt stål. Sumprør er ikke nødvendig i alle løsmassebrønner.
- Materialer som er i kontakt med forbruksvannet skal ikke redusere vannets kvalitet.

Figur 20 viser et eksempel på en boret løsmassebrønn med brønnhus.



Figur 20: Brønnutføring – boret løsmassebrønn (21)

4.2.2 Forutsetninger

Prosjekteringen av de nye produksjonsbrønnene er basert på spesifikasjonene til de eksisterende undersøkelsesbrønnene.

Data

Koordinatene til brønnene GV1 og GV2 er beskrevet i Tabell 3, kotehøyder på installasjoner er beskrevet i Tabell 4 og vannmengder og trykk er beskrevet i Tabell 5.

Tabell 3: Brønnkoordinater GV1-GV2

Brønnkoordinater GV1-GV2		
	Øst (Y)	Nord (X)
GV1	555650,054	7001882,421
GV2	555675,892	7001886,433

Tabell 4: Kotehøyder på installasjoner

Kotehøyder på installasjoner	
Topp brønn GV1	kote + 165
Bunn brønn GV1	kote + 150
Topp brønn GV2	kote + 165
Bunn brønn GV2	kote + 155

Tabell 5: Vannmengder og trykk

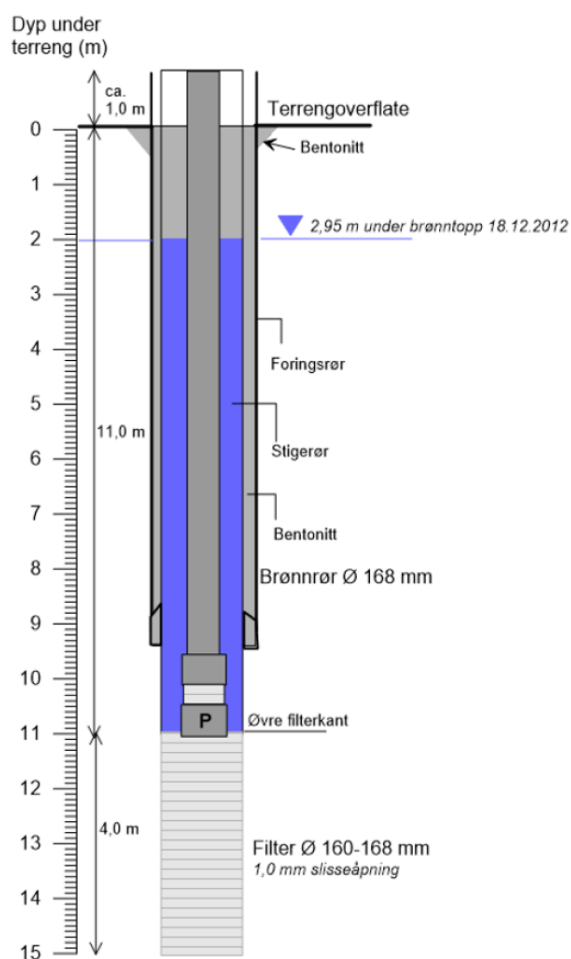
Vannmengder og trykk	
Kapasitet for brønn GV1	$Q = 6 - 15 \text{ l/s}$
Kapasitet for brønn GV2	$Q = 3 - 4 \text{ l/s}$
Gjennomsnittlig forbruk (SD-anlegg)	$160 \text{ m}^3/\text{d}$
Maksimal mengde registrert Q_{maks} (SD-anlegg)	$Q_{\text{maks}} = 5,8 \text{ l/s}$
Utgående trykk i dag ved vannbehandlingsanlegg Eid	$ca. 7 \text{ bar}$

Spesifikasjoner på undersøkelsesbrønn GV1

Hilmo (16):

- **Brønnrør:** Ø168 mm
- **Filter:** Ø160-168 mm, 1,0 mm slisseåpning
- **Filterlengde:** 4 meter (11-15 meter under terrengnivå)
- **Brønnhøyde:** ca. 1 meter over terrengnivå
- Tettet med bentonitt mellom brønnrør og stigerør
- **Sumprør:** ikke brukt

Figur 22 viser en brønnskisse av GV1 brukt under prøvepumpingen.



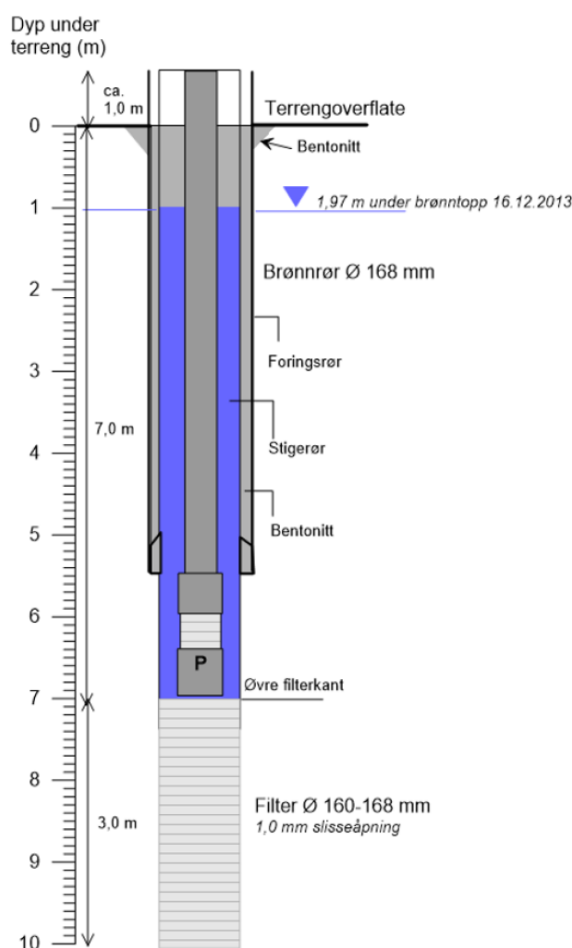
Figur 22: Brønnskisse GV1 (16)

Spesifikasjoner på undersøkelsesbrønn GV2

Hilmo (16):

- **Brønnrør:** Ø168 mm
- **Filter:** Ø160-168 mm,
1,0 mm slisseåpning
- **Filterlengde:** 3 meter (7-10 meter under terrengnivå)
- **Brønnhøyde:** ca. 1 meter over terrengnivå
- Tettet med bentonitt mellom brønnrør og stigerør
- **Sumprør:** ikke brukt

Figur 23 viser en brønnskisse av GV2 brukt under prøvepumpingen.



Figur 23: Brønnskisse GV2 (16)

4.2.3 Dimensjonering og valg av pumper GP01-GP02

Det maksimale vannuttaket til Eid og Korsvegen vannverk er registrert til 5,8 l/s i sentralt driftsovervåkningsanlegg (SD-anlegg). Hilmo (16) oppgir et dimensjonerende produksjonsbehov på 6 l/s for Korsvegen vannverk.

Kriterier for valg av pumpe

Ifølge Lindholm (7), kalles den pumpetypen som normalt brukes innenfor vannforsyning sentrifugalpumper. Hovedhensikten med slike pumper er å øke vannets trykknivå. En sentrifugalpumpe består av:

- En eller flere roterende pumpehjul (impeller)
- Pumpehus
- Motordrevet aksel
- Akseltetning

Vannet som går inn pumpehuset tilføres kinetisk energi og slynges rundt på grunn av pumpehjulene. Vannet mister farten og den tilførte kinetisk energien går over til trykkøkning i ledningen.

Ulemper med sentrifugalpumper:

- Pumpehuset må være helt fylt med vann for at pumpen skal kunne fungere
- Pumpens virkningsgrad og pumpede vannmengde påvirkes kraftig av trykkvariasjoner før og etter pumpen.

På grunn av dette er ofte sentrifugalpumper sikret mot tilbakeslag og tørrløpskjøring.

Tørrløpsikring vil si at pumpen stopper automatisk ved for lite inngående vann, og dermed unngår tørrkjøring som kan forårsake havari av akseltetninger. Sentrifugalpumper har ofte innebygd tilbakeslagsventil for situasjoner hvor det er fare for at pumpehuset kan tømmes for vann. Det er også ønskelig å unngå kavitasjon i sentrifugalpumper fordi kavitasjon kan skade pumpen. Ifølge Lindholm (7), kan fenomenet kavitasjon oppstå ved store trykkvariasjoner i vannet. Ved for lavt innløpstrykk til pumpen kan det dannes dampblærer på grunn av koking. Dampblærene klapper sammen (imploderer) når det forekommer en rask økning av trykket (for eksempel på pumpens trykkside).

Lindholm (7) påpeker at det er flere viktige kriterier som må vurderes ved valg av pumpeprodukt for topp ytelse og effektivitet:

- Pumpen skal ha nødvendig løftehøyde og vannføring
- Pumpens maksimale virkningsgrad skal være i nærheten av driftspunktet (gir størst energieffektivitet og mindre vibrasjoner)
- Mulighet for frekvensregulering (styring)
- Driftssikkerhet
- Innkjøpspris

GVI – Grunnvannspumpe GP01

Hilmo (16) oppgir brønnens kapasitet til 6 - 15 l/s. Det tas utgangspunkt i at brønnen har et dimensjonerende produksjonsbehov på 8 l/s for å sikre tilstrekkelig vannforsyning.

Grunnvannspumper GP01-GP02 pumper direkte til høydebassenget (HB1) på Skardåsen.

Pumpeproduktet skal være en dykkpumpe til grunnvann med integrert tilbakeslagsventil for å hindre at vann i pumpeledningen skal strømme tilbake til brønnen.

Dimensjoneringsparametere

Dimensjoneringsparametere for GP01 er vist i Tabell 6. Se Vedlegg 4 for beregninger.

Tabell 6: Dimensjoneringsparametere – GP01

Parameter	Verdi
Vannmengde, Q_{Dim}	8 l/s
Rørlengde (antatt)	ca. 4000 m
Absolutt ruhet, k	0,25
Vanntemperatur	10 °C
Rørdimensjon (valgt)	DN180 PE 100 RC SDR 11
Dybde pumpe GP02	ca. 10 m
Geodetisk løftehøyde, h_g (Pumpe GP01 → høydebasseng HB1)	ca. 90 m (243 – (165 – 10))
Friksjonstap i ledning, h_f	ca. 10 m
Singulær tap, h_s (antatt)	ca. 10 m
Løftehøyde, H_{GP01}	110 m

Dimensjonering i Gundfos Product Center (24)

- Driftspunkt:
 - Vannmengde: $Q = 8 \text{ l/s}$
 - Løftehøyde: $H = 110 \text{ m}$
 - Antall pumper: 1
- Dimensjoneringstype:
 - Pumpedesign: Dykkpumpe til grunnvann
 - Anvendelse: Grunnvannsforsyning

Resultat – Valgt pumpeprodukt (25)

- 1 stykk dykkpumpe type Grundfos SP30-14
 - Kapasitet $Q = 8 \text{ l/s}$ mot 111,9 m
 - Motor 15 kW, 3x400V, 50 Hz, 2900 o/min
 - Motordiameter: 6''
 - Pumpeutløp: RP3 (3'')
 - Tilbakeslagsventil: JA

Produktbeskrivelse, dimensjoneringsresultater og pumpekurve er vist i Vedlegg 5.

GV2 – Grunnvannspumpe GP02

Hilmo (16) oppgir brønnens kapasitet til 3 - 4 l/s. Det tas utgangspunkt i at brønnen har et dimensjonerende produksjonsbehov på 4 l/s for å sikre tilstrekkelig vannforsyning. Vannet skal pumpes fra GV2 til HB1. Pumpeproduktet skal være en dykkpumpe til grunnvann med integrert tilbakeslagsventil for å hindre at vann i pumpeledningen skal strømme tilbake til brønnen.

Dimensjoneringsparametere

Dimensjoneringsparametere for GP02 er vist i Tabell 7. Se Vedlegg 4 for beregninger.

Tabell 7: Dimensjoneringsparametere – GP02

Parameter	Verdi
Vannmengde, Q_{Dim}	4 l/s
Rørlengde (antatt)	ca. 4000 m
Absolutt ruhet, k	0,25
Vanntemperatur	10 °C
Rørdimensjon (valgt)	DN180 PE 100 RC SDR 11
Dybde pumpe GP02	ca. 5 m
Geodetisk løftehøyde, h_g (Pumpe GP02 → høydebasseng HB1)	ca. 85 m (243 – (165 – 5))
Friksjonstap i ledning, h_f	ca. 2,5 m
Singulær tap, h_s (antatt)	ca. 5 m
Løftehøyde, H_{GP02}	92,5 m

Dimensjonerer i Grundfos Product Center (24)

- Driftspunkt:
 - Vannmengde: $Q = 4 \text{ l/s}$
 - Løftehøyde: $H = 92,5 \text{ m}$
 - Antall pumper: 1
- Dimensjoneringstype:
 - Pumpedesign: Dykkpumpe til grunnvann
 - Anvendelse: Grunnvannsforsyning

Resultat – Valgt Pumpeprodukt (26)

- 1 stykk dykkpumpe type Grundfos SP17-10
 - Kapasitet $Q=3,8 \text{ l/s}$ mot 92,5 m
 - Motor 5,5 kW, 3x400V, 50 Hz, 2900 o/min
 - Motordiameter: 4''
 - Pumpeutløp: RP2 ½ (2 ½'')
 - Tilbakeslagsventil: JA

Produktbeskrivelse, dimensjoneringsresultater og pumpekurve er vist i Vedlegg 6.

4.2.4 Prosjektering GV1-GV2

Prosjekteringen av produksjonsbrønner er basert på spesifikasjonene til eksisterende undersøkelsesbrønner, samt Hilmo (16) sine anbefalinger til videre arbeid. Rørarrangement i kum og brønn er prosjektert i rustfritt stål SIS 2333. Prosjekterte brønner er vist i Tegning 16-19.

Grunn- og terrengarbeider

I henhold til Hilmo (16), er det forutsatt at det er stabile grunnforhold på Gresjmoen. Terrengoverflaten rundt GV1 og GV2 utformes med helning slik at overflatevann renner vekk fra brønnens nærområde. Overskuddsmasser ved etablering av grunnvannsbrønner GV1-GV2, og andre installasjoner i tilknytning til grunnvannsanlegget vil fraktes vekk og eventuelt erstattes med godkjente omfyllingsmasser.

Grunnvannsbrønn GVI

Pumpe GP01:

Lokalisering	8,7 – 11,0 m (under terreng)
Type	Dykkpumpe, Grundfos SP30-14 (sentrifugalpumpe)
Kapasitet	Q = 8 l/s mot 111,9 m
Motor	15 kW, 3x400 V, 50 Hz, 2900 o/min
Motordiameter	6''
Pumpeutløp	PR3 (3'')
Lengde	2,3 m
Installasjonskrav	Monteres med Wire festet i brønnhatt
Antall pumper [stk]	1

Brønnhode:

Lokalisering	1,0 m (over terreng) – 3,1 m (under terreng)
Materialkvalitet	Betong
Utforming	Prefabrikkert DN1600 inspeksjonskum med bunn, toppdekk og mannhull Ø800 mm.
Andre krav	Lufting for å unngå undertrykk i kum
Antall brønnhoder [stk]	1

Rørarrangement i kum:

Lokalisering	2,25 m (under terreng)
Utforming	<p>DN80 rørarrangement i rustfritt stål SIS 2333 fra stigerør (3'') til vannledning (DN90 PE 100 SDR 11) i frostfri sone. Dette inkluderer:</p> <ul style="list-style-type: none">• Dimensjonsovergang (3''/DN80)• Stengeventil• Lufteventil (for å hindre ugunstige luftlommer i ledningen)• Gummikompensator (for å dempe vibrasjon og lyd)• Armerte flensepakninger mellom hver flensekobling (for å sikre en tett kobling) <p>Se Tegning 17.</p>

Brønnhatt:

Lokalisering	2,5 m (under terreng)
Materiale	Rustfritt stål SIS 2333
Type	<p>Blindflens DN150 med påsveiset:</p> <ul style="list-style-type: none">• Muffe 3'' for stigerør og rørarrangement i kum• Muffe Ø32 mm for varerør• Wirefeste til pumpewire• PG-nipler for tett kabelgjennomføring for el.kabler til pumpe og nivåsonde• Serviceventil ½''
Illustrasjon	<p style="text-align: center;">BRØNNHATT</p> <p>The diagram shows a circular flange with a central hole. It has several smaller holes around the perimeter. Labels point to specific features: 'Blindflens DN 150' points to the outer edge, 'Wirefeste til pumpewire' points to a small rectangular feature, 'PG-nippel pumpe' points to a hole on the left, 'Muffe varerør 32mm' points to a hole at the top, 'PG-nippel Nivåsonde' points to a hole on the right, 'Brønnrør Ø168' points to the central hole, and 'Muffe stigerør 3\"</p>
Antall [stk]	1

Føringsrør:

Lokalisering	3,1 – 9,5 m (under terreng)
Materialkvalitet	Rustfritt stål SIS 2333
Rørdimensjon	Ø200 mm, 4,0 mm
Installasjonskrav	Tetting imellom bunn av brønnkum og føringsrør med bentonitt
Krav til skjøting	Sveiset skjøt skal ha samme kvalitet som selve røret
Lengde [m]	6,4 m

Brønnrør:

Lokalisering	2,5 – 11,0 m (under terreng)
Materialkvalitet	Rustfritt stål SIS 2333
Rørdimensjon	Ø168 mm, 3,0 mm
Krav til skjøting	Sveiset skjøt skal ha samme kvalitet som selve røret
Lengde [m]	8,5 m

Hygienisk sikring:

Lokalisering	3,1 – 9,5 m (under terreng)
Materialer	Bentonitt
Metode	Tetting mellom føringsrør og brønnkum, samt tetting mellom føringsrør og brønnrør
Antall	1

Filtorrør med slisseåpning:

Lokalisering	11,0 – 15,0 m (under terreng)
Materialkvalitet	Rustfritt stål SIS 2333
Rørdimensjon	Ø160-168 mm, 1,0 mm slisseåpning
Krav til skjøting	Sveiset skjøt skal ha samme kvalitet som selve røret
Lengde [m]	4,0 m

Krage brønnrør/filtorrør:

Lokalisering	11,0 m (under terreng)
Materiale	Rustfritt stål SIS 2333
Type	Påsveiset Ø168 mm
Antall [stk]	1

Bunntetting:

Lokalisering	15,0 m (under terreng)
Materiale	Rustfritt stål SIS 2333
Type	Blindflens Ø168 mm påsveiset
Antall [stk]	1

Stigerør:

Lokalisering	2,5 – 8,7 m (under terreng)
Materialkvalitet	Rustfritt stål SIS 2333
Nominell diameter	3", PR3 (Ø90 mm)
Skjøtemetode	Sveiset skjøt
Lengde [m]	6,2 m

Rør for nivåsonde LT01:

Lokalisering	2,5 – 10,5 m (under terreng)
Type og materialkvalitet	Varerør for nivåsonde LT01 i rustfritt stål SIS 2333
Funksjon	Stabiliserer nivåsonden og letter vedlikeholdet
Nominell diameter	Ø32 mm
Samlet lengde	8,0 m

Nivåsonde LT01:

Lokalisering	10,5 m (under terreng), 0,5 m over pumpeinnløp
Type utstyr	Senkbar nivåsonde type SGE med koblingsboks og kabel
Materialkvalitet	Rustfritt stål
Målemetode	Vannivåmåling med trykkløler
Antall enheter [stk]	1

Grunnvannsbrønn GV2

Pumpe GP02:

Lokalisering	5,5 – 7,0 m (under terreng)
Type	Dykkpumpe, Grundfos SP17-10 (Sentrifugalpumpe)
Kapasitet	Q = 3,8 l/s mot 92,5 m
Motor	5,5 kW, 3x400 V, 50 Hz, 2900 o/min
Motordiameter	4''
Pumpeutløp	RP2 ½ (2 ½'')
Lengde	1,5 m
Installasjonskrav	Monteres med Wire festet i brønnhatt
Antall pumper [stk]	1

Brønnhode:

Lokalisering	1,0 m (over terreng) – 3,1 m (under terreng)
Materialkvalitet	Betong
Utforming	Prefabrikkert DN1600 inspeksjonskum med bunn, toppdekk og mannhull Ø800 mm.
Andre krav	Lufting for å unngå undertrykk i kum
Antall brønnhoder [stk]	1

Rørarrangement i kum:

Lokalisering	Brønnkum
Utforming	<p>DN80 rørarrangement i rustfritt stål SIS 2333 fra stigerør (2 ½'') til vannledning (DN90 PE 100 SDR 11) i frostfri sone. Dette inkluderer:</p> <ul style="list-style-type: none">• Dimensjonsovergang (2 ½''/DN80)• Stengeventil• Lufteventil (for å hindre ugunstige luftlommer i ledningen)• Gummikompensator (for å dempe vibrasjon og lyd)• Armerte flensepakninger mellom hver flensekobling (for å sikre en tett kobling) <p>Se Tegning 17.</p>

Brønnhatt:

Lokalisering	2,5 m (under terreng)
Materiale	Rustfritt stål SIS 2333
Type	<p>Blindflens DN150 med påsveiset:</p> <ul style="list-style-type: none">• Muffe 2 ½'' for stigerør og rørarrangement i kum• Muffe Ø32 mm for varerør• Wirefeste til pumpewire• PG-nipler for tett kabelgjennomføring for el.kabler til pumpe og nivåsonde• Serviceventil ½''
Illustrasjon	<p style="text-align: center;">BRØNNHATT</p> <p>The diagram shows a circular well head assembly. It features a central opening for a well pipe (Brønnrør Ø168) surrounded by a 2.5-inch riser pipe (Muffe stigerør 2,5''). The assembly is mounted on a DN 150 blind flange (Blindflens DN 150). Various ports are provided for connections: a 32mm riser pipe fitting (Muffe varerør 32mm), a pump fitting (PG-nippel pumpe), and a level probe fitting (PG-nippel Nivåsonde). A pump wire fitting (Wirefeste til pumpewire) is also shown.</p>
Antall [stk]	1

Føringsrør:

Lokalisering	3,1 – 5,5 m (under terreng)
Materialkvalitet	Rustfritt stål SIS 2333
Rørdimensjon	Ø200 mm, 4,0 mm
Installasjonskrav	Tetting imellom bunn av brønnkum og føringsrør med bentonitt
Krav til skjøting	Sveiset skjøt skal ha samme kvalitet som selve røret
Lengde [m]	2,4 m

Brønnrør:

Lokalisering	2,5 – 7,0 m (under terreng)
Materialkvalitet	Rustfritt stål SIS 2333
Rørdimensjon	Ø168 mm, 3,0 mm
Krav til skjøting	Sveiset skjøt skal ha samme kvalitet som selve røret
Lengde [m]	4,5 m

Hygienisk sikring:

Lokalisering	3,1 – 5,5 m (under terreng)
Materialer	Bentonitt
Metode	Tetting mellom føringsrør og brønnkum, samt tetting mellom føringsrør og brønnrør
Antall	1

Filtorrør med slisseåpning:

Lokalisering	7,0 – 10,0 m (under terreng)
Materialkvalitet	Rustfritt stål SIS 2333
Rørdimensjon	Ø160-168 mm, 1,0 mm slisseåpning
Krav til skjøting	Sveiset skjøt skal ha samme kvalitet som selve røret
Lengde [m]	3,0 m

Krage brønnrør/filtorrør:

Lokalisering	7,0 m (under terrng)
Materiale	Rustfritt stål SIS 2333
Type	Påsveiset Ø168 mm
Antall [stk]	2

Bunntetting:

Lokalisering	10,0 m (under terreng)
Materiale	Rustfritt stål SIS 2333
Type	Blindflens Ø168 mm påsveiset
Antall [stk]	1

Stigerør:

Lokalisering	2,5 – 5,5 m (under terreng)
Materialkvalitet	Rustfritt stål SIS 2333
Nominell diameter	2 ½'', PR2 ½ (Ø75 mm)
Skjøtemetode	Sveiset skjøt
Lengde [m]	3,0 m

Rør for nivåsonde LT02:

Lokalisering	2,5 – 7,0 m (under terreng)
Type og materialkvalitet	Varerør for nivåsonde i rustfritt stål SIS 2333
Funksjon	Stabiliserer nivåsonden og letter vedlikeholdet
Nominell diameter	Ø32
Samlet lengde	12 m

Nivåsonde LT02:

Lokalisering	7,0 m (under terreng), rett over øvre filterkant
Type utstyr	Senkbar nivåsonde type SGE med koblingsboks og kabel
Materialkvalitet	Rustfritt stål
Målemetode	Vannivåmåling med trykføler
Antall enheter [stk]	1

4.3 Klausuleringsplan

I henhold til § 4 i Drikkevannsforskriften (3), er det forbudt å forurense drikkevann. Forbudet gjelder alle aktiviteter som medfører forurensning, inkludert friluftsliv og annen utøvelse av allemannsretten. Vannverkseier er ansvarlig for at vanntilsigsområdet og råvannskilden er beskyttet mot forurensning gjennom nødvendige beskyttelsestiltak i henhold til § 12 i Drikkevannsforskriften. Dette gjelder også å informere allmenheten om eventuelle forbud. Tiltak som krever oppfølging skal være avklart med pårørte kommune som også skal vurdere restriksjonstiltak i samarbeid med vannverkseier.

Ved etablering av grunnvannsbrønner er det viktig å beskytte kilden mot forurensninger. Gaut (22) hevder beskyttelsen skal sikre abonnentene et hygienisk sikkert og godt drikkevann, ved at vannkvaliteten ikke påvirkes negativt av forurensende aktiviteter i grunnvannets tilsigsområde.

Klausuleringsplanen for grunnvannsanlegget tar utgangspunkt i Hilmo (16) sine forslag til beskyttelse av grunnvannsforekomsten på Gresjmoen.

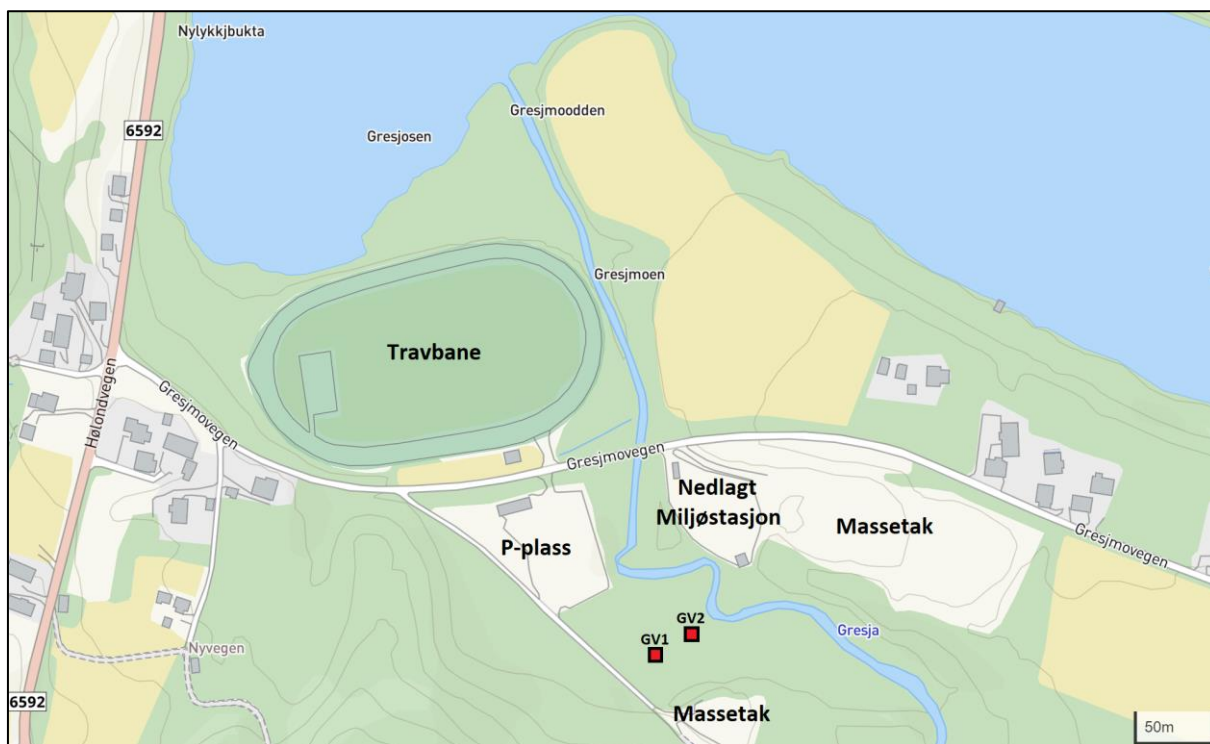
4.3.1 Potensielle forurensningskilder

Ifølge NGU (21), påvirker arealbruken og aktiviteten som foregår oppå og under jordoverflaten grunnvannets kvalitet fordi uønskede stoffer som petroleumsprodukter, kloakk, plantevernsprodukter, gjødselprodukter og kjemikalier kan sige ned til grunnvannet. Gaut (22) hevder at de viktigste forurensningskildene er landbruksaktivitet, bebyggelse, industri, trafikk og avfallsdeponier.

Brønnområdet på Gresjmoen består i dag av skogledd utmark, mens nærområdet har variert arealbruk. Hilmo (16) har kartlagt og vurdert beskyttelsestiltak mot potensielle forurensningskilder for grunnvannsuttaget. Potensielle forurensningskilder er beskrevet i Tabell 8 og illustrert i Figur 24.

Tabell 8: Potensielle forurensningskilder (16)

Aktivitet	Plassering	Trussel	Tiltak
Tidligere miljøstasjon	Like øst for elven Gresja.	Potensielt miljøfarlig avfall med en risiko for forurensning.	Fjerne forurensende avfall.
Travbane	Ca. 130 m nord for brønnområdet.	Ligger nedstrøms for brønnområdet og utgjør en meget liten trussel.	Ingen tiltak.
Parkeringsplass (travbane)	Ca. 40 m nord for brønnområdet.	Tidvis innhegning for hest. Utøver en viss trussel selv om det ligger nedstrøms for brønnområdet.	Flytte område utenfor Sone 1. Tette flaten ved asfaltering og hindre infiltrasjon av eventuelt forurenset vann.
To masseuttak (Grustak)	Like sør for brønnområdet og øst for elven Gresja.	Ingen/lite uttak. Lagring av for eksempel maskiner, drivstoff og skrot. kan utgjøre en trussel.	Fjerne skrot i massene. Avklare hvordan uttaket eventuelt skal driftes, slik at vannuttaket blir ivaretatt.
Vei	Ca. 100 m til nærmeste kommunale vei/fylkesvei fra brønnområdet.	Liten trussel.	Ingen tiltak.
Bebyggelse	Ca. 250 m til nærmeste bolighus fra brønnområdet.	Liten trussel.	Ingen tiltak.
Skogbruk	Rundt brønnområdet.	Maskiner og sprøytemidler kan potensielt være en trussel.	Avklare skogbruksaktivitet.
Dyrket mark	Drøyt 100 m til nærmeste jorde, nordøst for brønnområdet.	Ingen trussel.	Ingen tiltak.
Friluftsliv	Rundt brønnområdet.	Ingen trussel.	Ingen tiltak.



Figur 24: Potensielle forurensningskilder i eller nær brønnenes tilsigsområde. Rød firkant: beliggenhet grunnvannsbrønner (1)

4.3.2 Naturlig beskyttelse og sårbarhet

Ifølge Gaut (22), beskriver grunnvannskildens sårbarhet graden av naturlig beskyttelse mot forurensning. Kartlegging av sårbarhet gjennom geologiske analyser er derfor nødvendig før brønner kan etableres med tanke på klausulering. Ifølge Gaut (22), kartlegges størrelse og beliggenhet til grunnvannsuttakets påvirkede område ved prøvepumping og registrering av grunnvannssenkning og strømningsforhold.

Hilmo (16) har gjennom sine forundersøkelser vurdert den naturlige beskyttelsen til brønnenes akvifer. Sør for travbanens parkeringsplass ligger grunnvannsmagasinet sand- og grusmasser på 11 meters dyp, og er godt beskyttet mot forurensninger fra overflaten med et tre meter tykt lag med tette masser av silt og leire. Disse massene har lav permeabilitet og hindrer infiltrasjon av potensielt forurenset vann. Området rundt brønnene er imidlertid ikke like godt beskyttet av tette masser, og har større sårbarhet mot infiltrasjonsvann. Hilmo (16) vurderer likevel den samlede naturlige beskyttelsen av brønnområdet som tilfredsstillende for brønnetablering.

4.3.3 Klausuleringssoner

For å sikre best mulig råvannskvalitet er det viktig å beskytte brønnenes tilsigsområder. Ifølge Gaut (22), er vannets oppholdstid i grunnen (umettet- og mettet sone) avgjørende for grunnvannets kvalitet. Områdebeskyttelse gjennomføres derfor ved hjelp av klausuleringssoner basert på grunnvannets oppholdstid. Det knyttes arealrestriksjoner til de ulike sonene som avtar i styrke med økende avstand fra uttaksstedet. Grunnvannsuttak i løsmasser påvirker omgivelsene ved at grunnvannsspeilet synker og trykknivået blir lavere. Hastigheten til tilsigsvann øker derfor i takt med uttaksmengden, som vil si at vannets oppholdstid i grunnen reduseres. Ved en økning i vannuttak må derfor soneinndelingen justeres.

Ifølge Gaut (22), benyttes følgende soneinndelingssystem i Norge ved grunnvannsanlegg i løsmasser:

- **Sone 0: Brønnområdet.**

Brønnområdet strekker seg 10-30 m utover fra alle brønnene. Området skal gjerdes inn og ha låst port. Ferdsel i brønnområdet er kun tillatt om det er tilknyttet vannverksdriften.

- **Sone 1: Det nære tilsigsområde.**

Grunnvann (mettet sone) i yttergrensen av sonen må bruke minimum 60 døgn fram til nærmeste brønn ved full pumpebelastning.

- **Sone 2: Det fjerne tilsigsområde.**

Hele infiltrasjonsområde utenfor Sone 1 der grunnvannet med sikkerhet når brønnen.

- **Sone 3: Det ytre verneområde.**

Arealer som kanskje kan innvirke på grunnvannets kvalitet. Dette er usikre deler av tilsigsområdet og deler av nedbørfeltet som drenerer mot tilsigsområdet. Foreslåtte restriksjoner og arealbruk innenfor denne sonen styres i stor grad av kommunenes arealplaner (kommuneplan og kommunedelplan) og annet lovverk som Forurensningsloven, Vannressursloven og Plan- og bygningsloven.

Det er utarbeidet et forslag av Hilmo (16) til soneinndeling på Gresjmoen beregnet etter et samlet grunnvannsutttak tilsvarende vannverkets produksbehov på 6 l/s:

- **Sone 0:** Et felles brønnområde settes til 650 m² rundt brønnekummene GV1 og GV2.
- **Sone 1:** Ved et dimensjonerende vannforbruk på 6 l/s er strømningshastigheten nær brønnene beregnet til opp mot 12 m/døgn. Avstanden fra brønnene til yttergrensen av det nære tilsigsområdet er anslått til 79 meter. Sonens areal vil hovedsakelig ligge mot sør.
- **Sone 2:** Arealet til det fjerne tilsigsområdet består av resterende infiltrerende sand- og grusmasser (breeløvsetning) utenfor sone 1. Yttergrensen er satt slik at elven Gresja er inkludert i øst og strekker seg videre inn mot Sagåsen i sør. Den nordlige grensen er noe utvidet ved parkeringsplassen til travbanen.
- **Sone 3:** Det ytre verneområdet omfatter området opp til toppen av Sagåsen, parkeringsplassen til travbanen og områder langs Gresja mellom Gresjmovegen i nord og over Sagåsen i sør.

Se Tegning 9 for soneinndelingskart.

4.3.4 Beskyttelsestiltak og restriksjoner

Ifølge Hilmo (16), blir brønnene liggende i et lite belastet område med potensielle forurensningskilder som ikke vil utgjøre noen alvorlig trussel mot grunnvannskilden. Det er likevel utarbeidet en klausuleringsplan for brønnområdet. Bestemmelser innenfor sonene er som følger:

Beskyttelse og restriksjoner Sone 0:

Innenfor sonegrensen plasseres også et grunnvannshus (GH1) for GV1 og GV2, se kapittel 4.4 *Grunnvannshus GH1*. Sone 0 skal kun benyttes til aktivitet knyttet til driften av anlegget. Sonen beskyttes med flettverksgjerde med en høyde på 2,0 meter (21 x 31 m) og låsbar adkomstport med en bredde på 4,0 meter.

Det etableres en grusvei innfor Sone 0, for å sikre lett tilgjengelighet til anlegget, se Tegning 10. Dette medfører en forurensningsrisiko og ferdsel med kjøretøy innenfor inngjerdingen skal derfor begrenses til spesielle tilfeller.

Restriksjoner Sone 1, Sone 2 og Sone 3:

Forslag til restriksjoner i Sone 1, Sone 2 og Sone 3 er beskrevet i rapporten *Resultater fra prøvepumping av brønn 1 og 2 på Gresjmoen med forslag til klausuleringsplan* utarbeidet av Hilmo (16).

4.4 Grunnvannshus GH1

Det er prosjektert et grunnvannshus GH1 i tilknytning til grunnvannsbrønnene GV1-GV2 innenfor inngjerdingen i klausuleringszone 0. GH1 er prosjektert ca. 30m fra GV1 og GV2 på kote 165 og forener pumpeledningene fra brønnene. GH1 inneholder også nødvendige komponenter for styring av grunnvannsforsyningen.

4.4.1 Prosjektering GH1

Prosjektert GH1 er vist i Tegning 20-28.

Byggeteknisk

Det er prosjektert en løsning for GH1 med betongkonsoll inkludert ringmur og tilhørende overbygg uten byggeteknisk dimensjonering. Det må først etableres en byggegrop med permeable masser der bunnledninger med flens og murkrage plasseres i riktig posisjon. Dette gjelder bunnledninger for:

- Innløp GV1 DN80 (SIS 2333)
- Innløp GV2 DN80 (SIS 2333)
- Utløp GH1 DN150 (SIS 2333)
- Bunnledning for sluk DN110 (SIS 2333)

Deretter støpes betongkonsollen over isolasjon og beskyttelsesplast. Slukledningen er en DN110 PVC- ledning. Det monteres en tilbakeslagsventil på slukledningen for å hindre tilbakeslag av flomvann, og slukledning skal føres til bekk nedstrøms for grunnvannsuttaget.

Betongkonsoll med ringmur:

For å hindre oppdrift av GH1 skal det støpes en betongkonsoll med ringmur. Detalj uten dimensjoner er vist i Tegning 28.

B x L	2,4 x 3,5 m
Type	Dobbeltarmert betongplate med ringmur av isolerte lettklinkerblokker
Materialkvalitet	Armering: B500C Betong: C35
Etterbehandling	Betongkonsollen blir epoksybelagt og stålglattet

Overbygg:

Overbygget skal plasseres på den støpte betongkonsollen.

B x L	2,4 x 3,5 m
Vegger	<ul style="list-style-type: none">• Isolert bindingsverk• Utvendig kledning: Stående, trykkimpregnert tømmermannkledning• Innvendig kledning: Elitex-plater som tåler vannsprut Veggdetalj uten dimensjoner er vist i Tegning 28.
Dør	900 x 2100 mm ståldør
Vindu	1000 x 800 mm
Tak	<ul style="list-style-type: none">• 30 grader• Isolert sperretak• Mønebjelke i stål• Himling: Elitex-plater som tåler vannsprut• Takteking: Sorte, korrugerte stålplater• Takrenner og nedløpsrør Mønedetalj uten dimensjoner er vist i Tegning 27.
Kranbane	Det monteres en løpekatt med talje i tilknytning til stålbejelken i taket. Dette vil fungere som en kranbane.

Rørarrangement og installasjoner

Rørarrangement innomhus er prosjektert i rustfritt stål SIS 2333.

Rørarrangement:

Utforming	<p>I GH1 forenes vannstrømmen fra brønnene GV1 og GV2. Det er prosjektert:</p> <ul style="list-style-type: none">• 2 stykk innløpsrør for GV1 og GV2• 1 stykk samlestock• 1 stykk lufteventil• 1 stykk vannprøveuttak• 1 stykk pluggkjøringsflens for muligheter for mottak/innføring av renseplugg. <p>Mellom hver flensekobling er det montert armerte flensepakninger for å sikre en tett kobling. Se dimensjoner og komplett rørarrangement i Tegning 20 og 23.</p>
Forankring	<p>Til å holde oppe det nye rørarrangement brukes understøttelse med rustfrie klammer.</p>

Som sikring dersom ordinær vannbehandling for grunnvannsforsyningen er ute av drift tilrettelegges det for nødkloranlegg i GH1. En av de to 100 liter nødklortankene i vannbehandlingsanlegget på Eid flyttes til GH1. Nødklortanken inkluderer en doseringspumpe og komplett garnityr.

En 500 L trykktank monteres også for reduksjon av trykksstøt på ledningsnettet. Trykksstøt oppstår ved endringer av vannhastigheten og kan, ifølge Lindholm (7), ødelegge rør og utstyr. Trykktanken består av en luftlomme som står under høyt trykk og reduserer og eliminerer de største trykkutslagene gjennom å tilføre og motta vann fra pumpeledningen. Trykksstøt er spesielt vanlig ved direktestartede pumper og strømbrudd. Det antas at en 500 liter trykktank i GH1 er tilstrekkelig for å oppta trykksstøt siden pumpene i GV1 og GV2 er frekvensstyrte.

Instrumentering/styring

Det er prosjektert to stykk elektromagnetiske vannmålere på hvert innløpsrør i GH1. Det er ikke behov for å øke eller redusere vannhastighetene gjennom vannmålerne da begge vannstrømmene ligger innenfor ønsket hastighet på 0,25 til 10 m/s. Det er anlagt rettstrekk på 3 x diameter foran innløp og 2 x diameter etter utløp til vannmålerne. Beregninger er vedlagt i Vedlegg 9.

Instrumentering/styring:

Elektromagnetiske vannmålere	Transmitter: Siemens SITRANS FM MAGFLO MAG 5000 Vannmåler: Siemens SITRANS FM MAG 5100W Antall: 2
Trykktransmitter inkl. manometer	For overvåkning og måling av vanntrykk
Nivåstav	For alarm ved vann på gulv

Elektro og automasjon

Det monteres og installeres en komplett elektromontasje.

Elektro og automasjon:

Automasjon/styringsskap	1 stykk Automatikkskap/SD-anlegg inkludert PLS for styring av vannforsyning.
Frekvensomformere	2 stykk for frekvensstyring av grunnvannspumper <ul style="list-style-type: none">• SC01 for GP01• SC02 for GP02
Komplett el-installasjon	<ul style="list-style-type: none">• Kabling fra skap i GH1 til utstyr/komponenter. Dette gjelder også:<ul style="list-style-type: none">○ Motorkabel til pumper i GV1 og GV2.○ Kabel til nivåsonder i GV1 og GV2.• Lys og varme i GH1

Annet utstyr

Utstyr:

Spyleslange med veggoppheng	For spyling og rengjøring
Avfukter inkludert hygrostat	For å redusere kondens på rørarrangement. Hygrostat regulerer automatisk luftfuktigheten (27)

4.5 Ledningsanlegg

Det er bestemt at det eksisterende vannbehandlingsanlegget på Eid (Eid VBA) skal benyttes som en del av den nye grunnvannsforsyningen for Korsvegen vannverk. Se kapittel 4.6 *Vannbehandlingsanlegg Eid VBA*. Det er derfor prosjektert en løsning for overføringsledning fra grunnvannsbrønnene GV1-GV2 på Gresjmoen til Eid VBA. Utenom dette benyttes eksisterende ledninger i prosjekteringen. Prosjekteringen er basert på kjente opplysninger, samt veiledning fra VA-normen for Melhus kommune og aktuelle VA/Miljø-blader.

4.5.1 Valg av trasé

Vurdering av egnet trasé er basert på følgende:

- **Økonomiske årsaker:** Det ønskes ofte en billigst mulig og dermed en kortest mulig overføringsledning (7).
- **Offentlig eller privat grunn:** Det kreves tillatelse fra grunneiere for å kunne anlegge ledninger (7). Landleidninger bør derfor så fremt det er mulig legges på offentlig grunn for å unngå problemer med grunneiere, som i verste fall kan føre til tidkrevende og kostbare rettsprosesser.
- **Drift og vedlikehold:** Ledninger og kummer legges mest mulig tilgjengelig for driftspersonell. Der det er mulig legges ledningen langs veier.
- **Topografiske og klimatiske forhold:** Ved kryssing av bekker/elver legges ledningen under vassdraget. Overføringsledningen skal legges på frostfri dybde.
- Krav om avstander til eksisterende ledninger og kabler, bygg og andre faste konstruksjoner.

Beskrivelse

Overføringsledningen deles opp i flere parseller. Avstand i luftlinje fra grunnvannsbrønnene til Eid VBA er ca. 3,4 km. Det er utarbeidet en skjematisk ledningsplan som viser en mulig trasé for overføringsledningen. Se Tegning 11-13. Siden det mangler grundige forundersøkelser av store deler av traséen er det ikke tegnet lengdeprofil.

Parsell 1:

Parsell 1 av overføringsledningen går fra grunnvannsbrønnene GV1 og GV2 til en felles samlestokk i grunnvannshuset GH1.

Parsell 2:

Fra GH1 legges en landleddning frem til en ventilkum (VK1) på Gresjmodden.

Parsell 3:

For å unngå eventuelle problemer med grunneiere og mye gravearbeid er det bestemt at store deler av overføringsledningen legges som en sjøledning i Gaustadvatnet. Fra VK1 vil det derfor gå en sjøledning på østsiden av Holmen i Gaustadvatnet frem til neste ventilkum (VK2) på Eidsmoan. Sjøledningens optimale trasé for kryssing av Gaustadvatnet bør bestemmes etter grundige forundersøkelser. Kartlegging av sjøbunn kan for eksempel utføres med ekkoloddundersøkelse med GPS-plott og dykkerundersøkelse.

Parsell 4:

Fra VK2 legges en ny landleddning frem til nordvestlige vegg i Eid VBA.

Parsell 5:

Fra Eid VBA går eksisterende overføringsledning som kjent opp i høydebassenget HB1 på Skardåsen. Denne parsellen vil forbli slik den er i dag.

4.5.2 Dimensjonering av overføringsledning

Forutsetninger

Dimensjonering:

Siden det benyttes et høydebasseng (HB1) for utjevning kan overføringsledningen fra Gresjmoen dimensjoneres for midlere vannføring i det maksimale døgnet ($Q_{D, maks}$). Dette reduserer rørdiameteren på ledningen, og er vesentlig billigere, enn ved å dimensjonere for årets maksimale time ($Q_{H, maks}$) (7).

Rørmateriale:

PE (polyetylen) er et termoplastmateriale og benyttes som rørmateriale i den nye overføringsledningen. Ifølge Norsk Rørsenter (28), har PE-rør egenskaper som gjør at de egner seg meget godt i grøfter med ustabile grunnforhold og som sjøledninger. Tabell 9 beskriver fordeler og ulemper med rør i PE materiale.

Tabell 9: Fordeler og ulemper med PE-rør (28)

Fordeler	Ulemper
<ul style="list-style-type: none"> • Hydraulisk glatte rør • Lav vekt • Korrosjonsbestandig • Høy slagfasthet også ved lave temperaturer • God tetthet i skjøt (sveising) • Skrekkfaste skjøter ved blidsveising eller elektromuffesveising • Stor fleksibilitet • God motstand mot slitasje • Tåler store deformasjoner før brudd 	<ul style="list-style-type: none"> • Stor termisk lengdeutvidelseskoeffisient og må derfor forankres • Ømfintlig for diffunderende stoffer ved små dimensjoner • Redusert styrke ved høye temperaturer • Ømfintlig for punktlaster

Ifølge Norsk Rørsenter (28), er det anbefalt å bruke sikkerhetsfaktor $C = 1,6$, som omfatter transport, behandling, legging og drift av rørledningen i Norge. Prosjektering med denne sikkerhetsfaktoren sikrer en dimensjonerende levetid på minst 100 år for PE-rør.

Norske produsenter leverer PE-rør i PE 100 materiale. Dette materialet har en MRS-verdi (Minimum Required Strength) på 10,0 MPa. Det finnes flere varianter av PE 100. PE 100 RC (Resistance to crack) er en variant som har bedre motstand mot sprekkevekst og punktlaster. Norsk Rørsenter (28) hevder derfor at PE 100 RC er mye brukt i sjøledninger under vann.

Ledningsanlegg GV1 - GH1 og GV2 - GH1

Dimensjoneringen gjelder Parsell 1.

Dimensjon: *DN90 PE 100 SDR 11*

Dimensjonering av ledningsanlegg er vist i Vedlegg 7.

Ledningsanlegg GH1 til Eid VBA

Dimensjoneringen gjelder Parsell 2, 3 og 4.

Dimensjon: DN180 PE 100 RC SDR 11

Dimensjonering av ledningsanlegg er vist i Vedlegg 7.

4.5.3 Ventilkum VK1-VK2

Det er prosjektert to ventilkummer med prefabrikkerte delløsninger på overføringsledningen fra grunnvannshuset GH1 til Eid VBA. Kummene er utformet i henhold til Norsk Rørsenter AS (29) og Cowi AS (30) og med veiledning fra VA-normen for Melhus kommune (31).

Rørgjennomføringer er utformet i henhold til Norsk Rørsenter AS (32). Prosjektert VK1 og VK2 er vist i Tegning 14-15.

Prosjektering VK1 og VK2

Styrkeklasse og innvendig kumdiameter:

Ved prosjektering av vannkummer må styrkeklassen til kummen angis. Styrkeklassen til en kum er resultantkraften, målt i tonn, som forankringskonsoll, armatur og kum skal tåle. Det er angitt styrkeklasser for ledningsdiameter fra 100 mm til 400 mm i Tabell 10.


Styrkeklassen og innvendig diameter i VK1 og VK2 avhenger av den største nominelle ledningsdiameteren. Armatur i kummene er prosjektert til DN 150, som gir en styrkeklasse på 15 tonn og en innvendig diameter lik 1200/1400 mm. VA-normen for Melhus kommune (31) sier at innvendig kumdiameter minst skal være 1600 mm for vannkummer. Dette endrer styrkeklassen for VK1 og VK2 til 30 tonn.

Tabell 10: Styrkeklasse for prefabrikkerte vannkummer og dimensjonerende testlast (33)

Styrkeklasse for prefabrikkerte vannkummer og dimensjonerende testlast

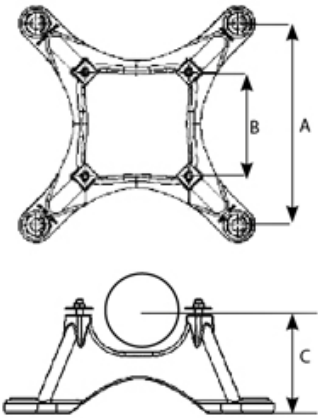

Største nominelle ledningsdiameter (mm)	Veiledende (innvendige) kumdiameter DN	Styrkeklasse (tonn)
100	1200/1400	10
150	1200/1400	15
200	1400/1600	25
250	1600	30
	2000	
300	2000	45
400	2400/2500/3000	65

Bunnseksjon av betong med innstøpt forankringssett:

Bunntykkelse:	180 mm (33)																																																			
Innvendig kumdiameter:	1600 mm (31)																																																			
Forankring i kumbunn:	<ul style="list-style-type: none">• 4 stykk M36 bolter støpes fast i kummen (33)• c/c lik 700/700																																																			
Kjerneborede hull: Etter bestillerens spesifikasjoner bores ønsket borehullsdiameter etter utvendig rørdiameter, se Tabell 11: <i>Tabell 11: Borehullsdiameter (32)</i>	<ul style="list-style-type: none">• 2 stykk hull for vannledning (DN180 PE100 RC SDR 11)• 1 stykk hull for drenerør (DN250 PVC SN8)																																																			
<table border="1"><thead><tr><th rowspan="2">Utv. rørdiam. [mm]</th><th rowspan="2">Borehullsdiameter [mm]</th><th rowspan="2">Tillatt avvik [mm]</th><th colspan="3">Maks. avvinkling [°] i de ulike trinnene</th></tr><tr><th>trinn 1</th><th>trinn 2</th><th>trinn 3</th></tr></thead><tbody><tr><td>25-50</td><td>138</td><td>+0 -1</td><td>45°</td><td>30°</td><td>15°</td></tr><tr><td>60-100</td><td>138</td><td>+0 -1</td><td>45°</td><td>30°</td><td>15°</td></tr><tr><td>105-175</td><td>250</td><td>+0 -2</td><td>45°</td><td>30°</td><td>15°</td></tr><tr><td>105-226</td><td>305</td><td>+0 -2</td><td>50°</td><td>35°</td><td>20°</td></tr><tr><td>195-280</td><td>341</td><td>+0 -2</td><td>35°</td><td>30°</td><td>15°</td></tr><tr><td>250/368</td><td>426</td><td>+0 -2</td><td>40°</td><td>30°</td><td>20°</td></tr><tr><td>286-400</td><td>475</td><td>+0 -3</td><td>30°</td><td>15°</td><td>10°</td></tr></tbody></table>	Utv. rørdiam. [mm]	Borehullsdiameter [mm]	Tillatt avvik [mm]	Maks. avvinkling [°] i de ulike trinnene			trinn 1	trinn 2	trinn 3	25-50	138	+0 -1	45°	30°	15°	60-100	138	+0 -1	45°	30°	15°	105-175	250	+0 -2	45°	30°	15°	105-226	305	+0 -2	50°	35°	20°	195-280	341	+0 -2	35°	30°	15°	250/368	426	+0 -2	40°	30°	20°	286-400	475	+0 -3	30°	15°	10°	
Utv. rørdiam. [mm]				Borehullsdiameter [mm]	Tillatt avvik [mm]	Maks. avvinkling [°] i de ulike trinnene																																														
	trinn 1	trinn 2	trinn 3																																																	
25-50	138	+0 -1	45°	30°	15°																																															
60-100	138	+0 -1	45°	30°	15°																																															
105-175	250	+0 -2	45°	30°	15°																																															
105-226	305	+0 -2	50°	35°	20°																																															
195-280	341	+0 -2	35°	30°	15°																																															
250/368	426	+0 -2	40°	30°	20°																																															
286-400	475	+0 -3	30°	15°	10°																																															
Illustrasjon:	 <p>700/700 M36</p>																																																			
	<i>Figur 25: Bunnseksjon av betong med innstøpt forankringssett (33)</i>																																																			

Montert forankringskonsoll:

Armatur i kum må forankres. Forankring skal være godkjent i henhold til Cowi AS (30) og det er leverandører som garanterer at forankringskonsollen tåler de opptredende kreftene (29).

Type:	Ulefos Bjønn-konsoll type 2. Den er beregnet for armatur DN 150, innvendig kumdiameter lik 1600mm og styrkeklasse 30. Dette er en tilgjengelig konsoll iht. VA-miljøblad nr. 112 fra Basal sin produktkatalog (33).
Vekt:	70 kg (34)
Bolter for armatur:	4 stykk M24 bolter m/skive og mutter (34)
Bjønn-konsoll (for armatur DN150):	<ul style="list-style-type: none">• A: 700• B: 360• C: 315  <p>Figur 26: Bjønnkonsoll (34)</p>
Illustrasjon:	 <p>Figur 27: Bjønnkonsoll (34)</p>


Innsatt armatur:

Innsatt armatur i VK1 Og VK2 er basert på ventilkummenes funksjon. Mellom hver flensekobling er det montert armerte flensepakninger for å sikre en tett kobling.

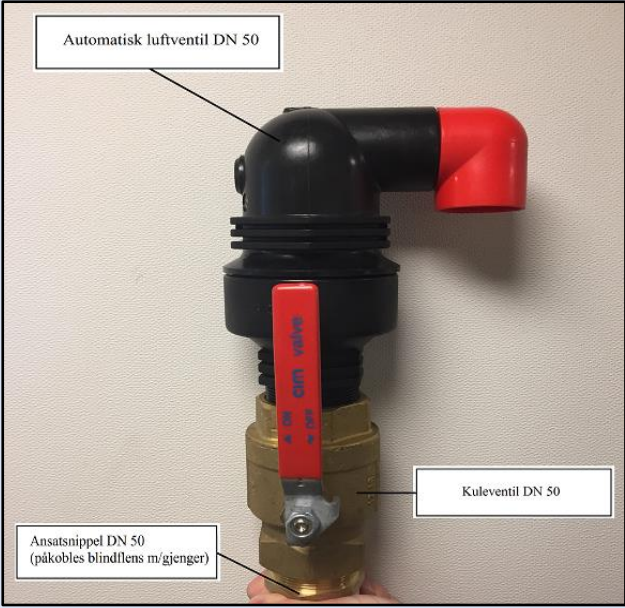
Ventil-T:	Prefabrikkert ventil-T må være godkjent som armatur ved bruk av bjønnkonsoll type 2. Ventil-T er et prefabrikkert T-rør med integrerte stengeventiler, brannvannsavstikker og serviceuttak. Disse prefabrikkerte rørdelene bygger vesentlig mindre enn tradisjonelle separate flensedeler/komponenter. Et T-rør vil dekke behovet for antall vannstrenger i ventilkummene.
Flensemuffe:	2 stykk flensemuffer for DN180 PE100 RC SDR11.
Blindflens med gjenger:	En blindflens med gjenger er prosjektert over brannvannsavstikket for montering av lufteventil.
Blindflens:	En av avstikkerne til ventil-T er prosjektert som tømmerør for utspyling, samt innføring/mottak av renseplugg. En blindflens monteres for ekstra sikring.
Forankring av ventil-T:	Ventil-T i VK1 og VK2 forankres med festeører som passer til bjønnkonsoll type 2.

Annet:

Antall ventilkummer:	Det er prosjektert to stykk ventilkummer (VK1 og VK2) på overføringsledningen. Dette anses som tilstrekkelig antall kummer i og med at dette ikke er en tappeledning som skal forsyne forbrukere. Kummene skal plasseres på hver ende av sjøledningen.
Kumhøyde:	Antatte kum høyder vil være i området 2,0m-2,5m. Eksakte høyder vil avhenge av endelig plassering og tilhørende grunnforhold. Armatur i bunnen skal uansett ligge under frostfri dybde.
Drensrør:	250 mm PVC SN8.
Rørgjennomføringer:	Det benyttes F-911 Combi som avtrappet gummimansjett for tett rørgjennomføring for ledninger mellom 24 – 400 mm (35). Pakningen er produsert i syntetisk gummikvalitet, EPDM (29).



Figur 28: Borepakning F911-Combi (35)

<p>Lufteventil:</p>	<p>En lufteventil monteres over brannvannsavstikket for fjerning av luft fra ledningen.</p>  <p><i>Figur 29: Foto – Påkobling av lufteventil til armatur i kum</i></p>
<p>Avstander:</p>	<p>Det er prosjektert at det skal være 200 mm klaring mellom armatur og kumvegg (31).</p>
<p>Tiltak mot setninger:</p>	<p>En skjøtemuffe (ledd) for PE-rør plasseres 300 mm utenfor kumvegg. Dette for å tåle setninger mellom tilstøtende rør og kum (29). Rørgjennomføring med avtrappet gummimansjett er også et tiltak mot setninger (32).</p>
<p>Drift og tilgjengelighet:</p>	<p>For nedstigningskummer over 1,0 m skal det være fastmontert stige (31).</p>
<p>Andre vurderinger:</p>	<p>Det er ikke behov for brannventiler i kummene. Dette er en overføringsledning og det antas at det er anlagt nok brannhydranter på tappeledningen.</p>

Drensrør:

Ventilkummene skal kunne dreneres. Drensledningen i VK1 og VK2 må dimensjoneres på grunn av mulighetene for utspyling og innføring/mottak av renseplugg. Som hovedregel skal dimensjonen være 1,5 ganger vannledningens dimensjon og minimum 200 mm (29).

Utregning nødvendig dimensjon drensrør:

- $D_{y, \text{vannledning}}: 180 \text{ mm}$
- $D_{i, \text{vannledning}}: 147,2 \text{ mm}$
- $D_{i, \text{drensledning}}: \geq 147,2 \cdot 1,5 = 221 \text{ mm}$

Velger DN250 svart PVC grunnavløpsrør SN 8 med integrert tetningsring fra pipelife sin produktkatalog (36). Det er prosjektert en tilbakeslagsventil på drensledningen for å hindre tilbakeslag av flomvann. Vannet skal føres til nærmeste bekk.

4.5.4 Ledningsgrøft

Det skal etableres komplette ledningsgrøfter i henhold til rørprodusentens leggeanvisning og regler for sikker rørlegging. Dette inkluderer:

- Graving (avhenger av dybde og grunnforhold)
- Bortkjøring av overskuddsmasser
- Omfylling og komprimering (avhenger av type rør og stedlige masser)
- Levering og montering av rør

Grøfter utarbeides etter føringer fra VA-normen for Melhus kommune (31). Det vil normalt også være behov for diverse tilpasninger ved legging av overføringsledningen. Dette gjelder tilpasninger som bend, tilkoblingsdeler og eventuelle forankringsdeler.

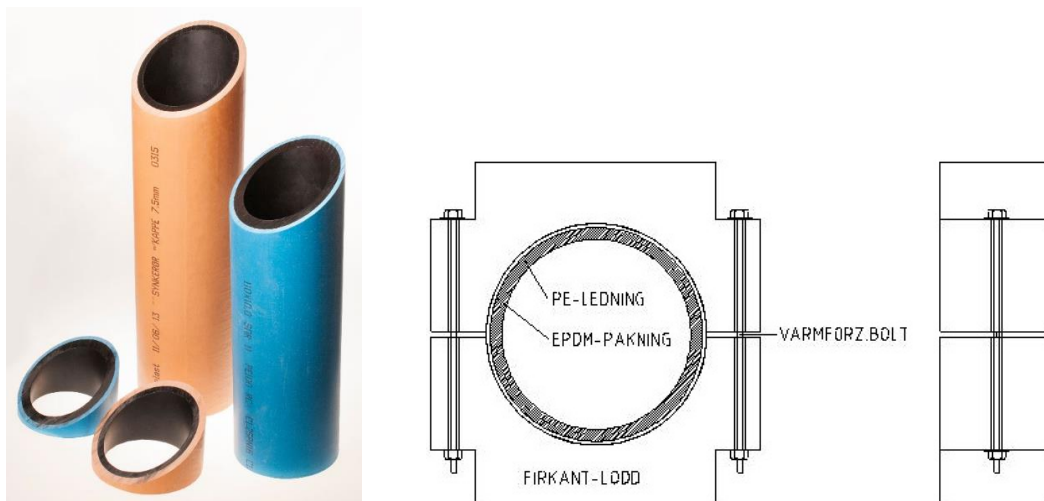
4.5.5 Sjøledning

Sjøledninger brukes i sammenheng med både vann og avløpsledninger. PE-materialet er godt egnet som sjøledning på grunn av sin fleksibilitet, tetthet og kjemikaliebestandighet (37).

Legging av sjøledning krever godkjenning fra en rekke instanser, for eksempel kommunen, fylkesmann, grunneiere og fiskeforeninger (38).

Loddbelastning

PE-materialet er lettere enn vann og må belastes slik at det ikke flyter opp. Det finnes flere metoder for å belaste sjøledninger. Ifølge Cowi AS (38), er det vanligst å benytte belastningslodd av betong. Mellom lodd og rør anvendes ofte gummiband for å gi friksjon og hindre skader på røret. En annen metode er bruk av såkalte «synkerør», der røret leveres ferdig belastet. «Synkerøret» fungerer som en kappe rundt PE-røret, se Figur 30.



Figur 30: Synkerør (venstre) og belastningslodd (høyre) (38)

Nødvendig loddbelastning beregnes av rørleverandør og er basert på følgende:

- Rørets oppdrift
- Luftfyllingsgrad (belastningsgrad)
- Strøm- og bølgekrefter

Luftfyllingsgraden angis i prosent og beskriver hvor mye luft som kan være i ledningen før den flyter opp (38). Ifølge Haplast AS (37), benyttes vanligvis 30 % luftfyllingsgrad ved vannledninger. NPG-Norge (39) hevder avstand mellom betonglodd vanligvis er 2 til 8 meter. Cowi AS (38) påpeker at for stor avstand kan føre til at røret flyter opp mellom loddene. Dette fører til ugunstige høybrekk på ledningen, som igjen kan gi dannelse av luftlommer. Som et ekstra sikringstiltak mot dette kan det for eksempel benyttes betongmadrasser. For dimensjonering av belastningslodd angis ofte en høyere luftfyllingsgrad enn nødvendig slik at det dimensjoneres for både luft i røret og påvirkning fra ytre krefter.

Legging av sjøledning

PE-rørene leveres normalt i lengder på 12 til 20 meter og kan skjøtes sammen på flere måter. Ifølge Cowi AS (38), skjøtes rørene normalt sammen ved hjelp av sveis eller flenser. Etter skjøting påsettes belastningslodd før ledningen mates direkte ut i vannet og deretter senkes. Senkning av ledning er en komplisert prosess og må utføres korrekt for å oppnå ønskede funksjonskrav.

Etter senkning av ledningen må det utføres en kontroll. Alle lodd skal ligge korrekt på bunnen før anlegget kan settes i drift. Normalt anlegges også to tilkoblingspunkter (kummer) på land på hver ende av sjøledningen. Sjøledningen graves ofte ned ved slike ilandføringer. Dette gjøres i hovedsak for visuelle hensyn, men også for beskyttelse mot ytre krefter. Det er viktig at røret legges på frostfri dybde, slik at vannet i ledningen ikke fryser.

Prosjektering

Sjøledningen er prosjektert som DN 180 PE 100 RC SDR 11. Ledningen vil mellom VK1 og VK2 vektet med avrundede belastningslodd av betong med bolter og muttere av varmvalset stål. Lengde på ledningen antatt til ca. 2,4 km. Beregninger av nødvendig loddbelastning og avstand mellom loddene, er vedlagt i Vedlegg 8. Resultater fra beregningene er vist i Tabell 12.

Tabell 12: Beregningsresultater – Sjøledning

Parametere	Verdier
Oppdrift per meter rør:	$25,5 \frac{kg}{m}$
Vekt av rør med 50% luftfylling (pr. meter):	$17 \frac{kg}{m}$
Nødvendig loddbelastning per meter rør (vekt i luft):	$14,62 \frac{kg}{m}$
Senteravstand mellom loddene:	$2,74 m$

Sjøledning:

Plassering:	Ledningen legges på bunnen i mest mulig jevnt terreng, slik at ugunstige høybrekk med fare for luftlommer unngås.
Luftfyllingsgrad:	Settes til 50% slik at belastningen dimensjoneres for både luft i røret og ytre krefter.
Andre sikringstiltak mot at ledningen flyter opp:	Bestemmes når endelig trase for ledningen er fastsatt. For å unngå eventuell luftproblematikk i sjøledningen er det prosjektert lufteventil i VK1 og VK2. Det vil også bli muligheter for innføring og mottak av renseplugg i disse kummene.

4.6 Vannbehandlingsanlegg Eid VBA

Løsmassene på Gresjmoen representerer en naturlig hygienisk barriere med klausulering som hindrer forurensning og grunnvannets lange oppholdstid i grunnen. Selv om vannkvaliteten er god, må råvannet likevel behandles i henhold til Drikkevannsforskriften med et tilstrekkelig antall hygieniske barrierer før det distribueres ut på ledningsnettet. Ifølge Ødegaard (5), har vannbehandlingsanlegg i oppgave å sikre forbrukerne et helsemessig trygt drikkevann. Et godt drikkevann skal være klart og har ikke fremtredende lukt, smak eller farge.

4.6.1 Vannbehandlingsprosesser

Det viktigste med vannbehandlingsprosessene er som nevnt å sikre et helsemessig betryggende drikkevann. Inaktivering av mikroorganismer (desinfeksjon) handler i hovedsak om å inaktivere virus, bakterier og parasitter. De vanligste metodene for desinfisering er, ifølge Ødegaard (5), klorering, ozonering og UV-bestråling.

Ødegaard (5) hevder mange grunnvannsverk kun har desinfeksjon gjennom UV-bestråling, som vannbehandling. Grunnvann i løsmasser kan allikevel ofte ha høyt jern- og manganinnhold, og være oksygenfattig. Det er derfor også vanlig at vannbehandlingen til grunnvannskilder i løsmasser består av lufting og filtrering (for fjerning av jern) i tillegg til desinfeksjon. Ved behov for fjerning av mangan kan ozon brukes for oksidasjon, som også gir desinfeksjon.

UV-bestråling

UV-bestråling er den vanligste metoden for desinfisering i norske vannverk, og da spesielt ved mindre anlegg. Ifølge Finsrud (40), må UV-anlegg testes og godkjennes av

Folkehelseinstituttet/Mattilsynet før det kan settes i drift. Fordeler og ulemper med UV-bestråling er gitt i Tabell 13.

Tabell 13: Fordeler og ulemper ved UV (5)

Fordeler	Ulemper
<ul style="list-style-type: none">• Effektiv mot virus, bakterier og parasitter• Hurtig baktericid virkning• Gir ingen lukt og smak• Gir ingen dannelse av desinfeksjonsbiprodukter	<ul style="list-style-type: none">• Dyr i investering og drift• Gir ingen restvirkning på ledningsnettet• Sensitiv for variasjon i strømkvalitet• Farge og turbiditet i vannet må være lav

Graden av desinfisert drikkevann avhenger av tilført UV-dose. Tilført UV-dose er bestemt av strålingsintensitet og strålingstid (oppholdstid). Ifølge Ødegaard (5), er det i hovedsak vannets UV-transmisjon og intensiteten på UV-lampene som bestemmer strålingsintensiteten.

UV-transmisjon er et mål på vannets evne til å slippe igjennom UV-lys. Det måles i prosent og angis for en gitt lengde. For eksempel betyr 70 % UVT50 at det etter 50mm er igjen 70 % av den opprinnelige tilførte lyseffekten. Det er i hovedsak fargetall og turbiditet som påvirker UV-transmisjonen.

UV-lamper som brukes i UV-aggregater består av gassblandinger. Ifølge Ødegaard (5), vil gassblandingen generere fotoner (lys) når den påføres elektrisk spenning. Det optimale bølgelengdeområde for inaktivering av mikroorganismer er 254 nm og er skapt av kvikksølv damp som emitterer. UV-lamper varer normalt mellom 8000-14000 timer.

Etablering av nye UV-anlegg skal være typegodkjent av Folkehelseinstituttet og biosimetrisk testet til å gi en UV-dose over 40 mWs/cm² (41). Ifølge Mattilsynet (42), skal denne UV-dosen normalt fungere som en hygienisk barriere og sikre at både bakteriesporer, virus og parasitter blir drept eller inaktivert.

Et UV-anlegg gjennomgår en biosimetrisk test ved at vannet som passerer UV-anlegget tilføres et kjent antall bakterier. Deretter beregnes den maksimale vannmengden anlegget kan desinfisere med en dose på minst 40 mWs/cm² (43). Biosimetriske tester utføres i henhold til Østerrikske ÖNORM og den tyske tekniske standard DVGW W294 (41).

UV-anlegget skal til enhver tid gi en UV-dose på minimum 40 mWs/cm² uavhengig av variasjon i vannføring og UV-transmisjon. Hvis UV-anlegget ikke klarer å opprettholde UV-dosen må tiltak iverksettes. Måling av UV-dose gjøres i hovedsak ved hjelp av UV-intensitetsmåler plassert i UV-aggregatet. UV-intensitetsmåleren er koblet opp mot et UV-styreskap og hvis strålingsintensitet synker under en satt minimumsgrense vil en alarm utløses. Annet viktig måleutstyr for å sikre at UV-dosen til enhver tid er tilstrekkelig er:

- Temperatursensorer
- Vannmålere
- UV-transmisjonsmålere.

Valg av UV-anlegg for å oppnå nødvendig UV-dose blir beregnet av leverandører basert på dimensjoneringsparametere innsendt av kjøper. Det finnes mange typer leverandører, for eksempel Sterner, Noka og Prominent.

Klorering

Klorering er en godt kjent teknologi som er billig i både investering og drift. Det benyttes forskjellige typer klorforbindelser ved desinfisering. Ifølge Ødegaard (5), er de vanligste klorforbindelsene som brukes i Norge:

- Klorgass (Cl_2)
- Kalsiumhypokloritt ($\text{Ca}(\text{OCl})_2$)
- Natriumhypokloritt (NaOCl).

Ifølge Finsrud (40), er desinfeksjon med klor avhengig av effektiv dose og effektiv kontaktid. Ødegaard (5) påpeker at klorering kan gi dannelse av desinfeksjonsbiprodukter (haloformer) i vannet som kan ha helseskadelig effekt. Ifølge Finsrud (40), oppstår dette problemet når klor tilsettes vann som inneholder organisk stoff (for eksempel humus). Klorering kan også gi vannet uønsket smak og lukt, men det største problemet er at klorering ikke gir tilstrekkelig inaktivering av parasitter.

Lufting

Ifølge Andresen (44), er lufting av vannet en mye brukt vannbehandlingsmetode ved vannverk som bruker grunnvann som forsyningskilde. Det kan være flere årsaker til at man ønsker eller har behov for å lufte grunnvann:

- Det er ønskelig med en O_2 -konsentrasjon i vannet på over 70 %, men grunnvann har ofte et lavere innhold av oksygen. Dette kan føre til:
 - Dårlig lukt og smak på vannet.
 - Dannelse av gasser som er giftige (for eksempel hydrogensulfid og metan) (5).
 - Høyt innhold av jern og/eller mangan som kan gi bruksmessige problemer hos abonnenter (5).
- Grunnvann kan ha høyt innhold av karbondioksid (CO_2). CO_2 kan gjøre vannet aggressivt og korrosivt (5).
- Grunnvann kan ha et høyt innhold av radon. For høye konsentrasjoner av radon utgjør en helserisiko på grunn gassens radioaktivitet (4).

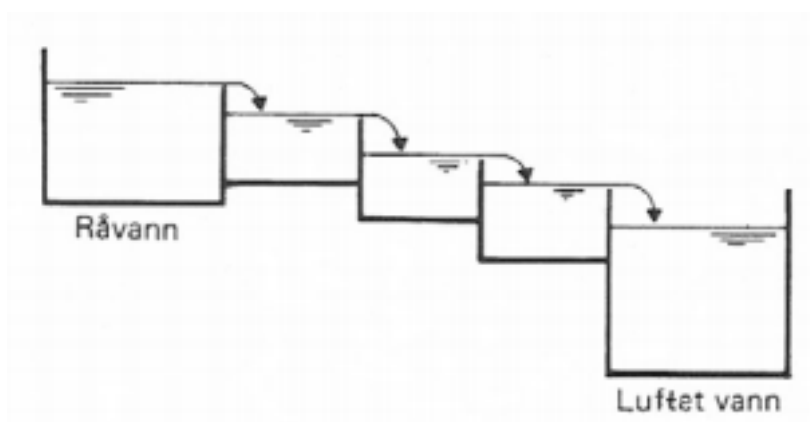
Ved lufting av vann skilles det mellom inndrivning av gass og avdriving av gass:

- **Inndrivning av gass** handler om at oksygenet fra den tilførte lufta overføres til vannet ved gassoverføring (5). Dette fører til at:
 - Oksygeninnholdet økes, noe som fjerner dårlig lukt og smak.
 - Jerninnholdet reduseres, ved oksydasjon og utfelling.
- **Avdriving av gass** handler om å løse ugunstige gasser fra vannet. Lufting av vann reduserer innholdet av slike stoffer i gassform. Dette gjelder i hovedsak fjerning av gassene karbondioksid, hydrogensulfid, metan og radon (5).

Ifølge Ødegaard (5, 45), er de vanligste systemene/metodene for lufting av vann:

- Risle- eller spraysystemer
- Diffusor- eller injektorsystemer

Rislesystemer ved lufting av vann er ofte utformet som trappetrinn der vannet faller i kaskader fra ett trinn til et annet, se Figur 31. Hensikten med spraysystemer er å skape plasking i vannflaten, for eksempel ved bruk av spreder. Ved diffusor/injektorsystemer blåses luftbobler inn i vannvolumet.



Figur 31: Illustrasjon av kaskadelufting (44)

Avherding

Drikkevann betegnes enten som bløtt eller hardt avhengig av kalsiuminnholdet, se Tabell 14. Grunnvann har, ifølge Ødegaard (4), oftest et kalsiuminnhold i området 5-25 mg Ca/l.

Tabell 14: Karakterisering av hardheten til vann (46)

Hardhetsklasse	Mg Ca/l	Tyske hardhetsklasser, °dH
Meget bløtt vann	0-15	0-2,1
Bløtt vann	15-35	2,1-4,9
Middels hardt vann	35-70	4,9-9,8
Hardt vann	70-150	9,8-21
Meget hardt vann	>150	>21

For høyt innhold av kalsium i drikkevannet kan gi bruksmessige problemer for forbrukerne. Hovedproblemet oppstår når kalsium varmes opp og det utfelles kjelstein (kalsiumkarbonat, CaCO_3) som fører til tilstopping i armaturer og rør. Dette er et spesielt stort problem i elektriske varmeelementer som for eksempel varmtvannsberedere. Ødegaard (5) hevder at høyt kalsiuminnhold i tillegg kan føre til at enkelte typer såper ikke fungerer.

Kalsiuminnholdet har også innflytelse på korrosiviteten i vann. Kalsiumholdig vann er mindre korrosivt, og sammen med pH-verdi og alkalitet er det disse vannkvalitetsparameterne det settes krav til ved korrosjonshensyn. Ifølge Folkehelseinstituttet (47), blir følgende verdier sett på som optimale med tanke på å minimere korrosjon på ledningsnettet:

- pH skal være i området 8,0 - 8,5
- Alkalitet på ca. 0,6 mekv/l
- Kalsiuminnhold større enn 15 mg Ca/l

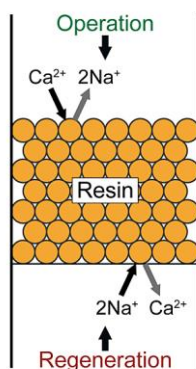
Kalsium i vann utgjør ingen kjent helsemessig risiko og derfor er krav til kalsiuminnhold utelatt fra drikkevannsforskriften. Ifølge NGU (46), regnes vanligvis det optimale innholdet av kalsium for å ligge mellom 15 - 25 mg Ca/l. I dette området vil de bruksmessige problemene være minimale, samt at korrosiviteten i vannet vil være begrenset.

Det er, ifølge Ødegaard (5), to hovedmetoder for å redusere innhold av kalsium:

- Kalk/soda-prosessen (Svært arealkrevende og benyttes sjelden i Norge)
- Ionebyttingsprinsippet

Ionebyttingsprinsippet handler om å bytte ut Ca^{2+} -ioner i vannet med utskiftbare natriumioner (2Na^+), med samme ladning, fra et ionebyttingsmedium (resin), se Figur 32.

Ionebyttingsmediet må regenereres når alle natriumionene er byttet ut. Dette utføres ved at mediet som er fylt med Ca^{2+} -ionene bringes i kontakt med en alkalisk saltløsning NaCl . Da reverseres prosessen slik at mediet igjen får sin opprinnelige tilstand med natriumioner. Ca^{2+} -ionene som var uønsket i vannet, følger med saltløsningen og omdannes til CaCl_2 som et avfallsprodukt. Regenerering av mediet foregår oftest om natten, da forbruket er minst.



Figur 32: Illustrasjon av ionebyttingsprinsippet ved reduksjon av Kalsium (48)

Ifølge Ødegaard (5), er ionebytting en svært effektiv prosess for hardhetsfjerning, men vannet må ha lav turbiditet for at prosessen skal fungere optimalt. Det er normalt ikke ønskelig å fjerne all hardhet i vannet, derfor er det vanlig å la en delstrøm passere utenom avherdingsanlegget slik at man oppnår ønsket kalsiuminnhold. Under regenerering av mediet blir pH i vannet svært høy, og det første vannet som leveres etter en slik regenerering vil ha relativt høy pH. For å balansere ut slike høye pH-verdier i vannet blir det ofte etablert et utjevningssasseng etter avherdingsanlegget. Et problem i alle typer ionebyttingsanlegg er å bli kvitt brukt regenereringsløsning.

4.6.2 Vurdering

Desinfeksjon

Flere forhold påvirker valg av desinfeksjonsmetode. Ifølge Finsrud (40), er forhold som HMS, resteffekt i ledningsnett, vannkvalitet, annen vannbehandling, tilgjengelig kontakttid og kostnader avgjørende. Resultater fra Hilmo (16) viser at vannkvaliteten i GV1 og GV2 oppfyller kravene i Drikkevannsforskriften med hensyn til bakteriologiske og fysisk/kjemiske parametere, se kapittel 3.4.3 *Resultater fra prøvepumping*. Jern- og manganinnholdet er så lavt

at det ikke vil være behov for fjerning av uorganiske stoffer. Det antas derfor at et UV-anlegg med nødkloreringsanlegg i reserve gir tilstrekkelig desinfisering av grunnvannet fra Gresjmoen.

Utforming av vannbehandlingsanlegg

Vannbehandling med UV-bestråling og klorering er ikke spesielt arealkrevende. Eksisterende vannbehandlingsanlegg Eid VBA antas derfor å ha tilstrekkelig byggeareal til ny vannbehandling. Eid VBA skal derfor inngå i den nye grunnvannsforsyningen. Det vil være kostnadsbesparende og sørge for enkel påkobling til eksisterende ledningsnett.

Lufting

Det er ønskelig med et oksygeninnhold i drikkevannet på over 70 %, noe som tilsvarer ca. 12 mg O₂/l ved 5 °C. Analyser av vannet fra prøvepumpingen på Gresjmoen viser et oksygeninnhold i vannet ved GV1 på 6,5 mg O₂/l (16) ved ca. 5 °C (9). Dette er noe lavt, og vil si at oksygenkonsentrasjonen i grunnvannet på Gresjmoen med fordel kan økes. Ifølge Hilmo (16), er det kun kalsiuminnholdet for GV1 og GV2, av andre relevante vannkvalitetsparametere, som har konsentrasjoner over anbefalte verdier.

Et nytt luftesystem for grunnvannet på Gresjmoen bør etableres, for å oppnå lufting før grunnvannet når forbrukerne. På bakgrunn av resultatene fra prøvepumpingen er det kun behov for å øke oksygeninnholdet i vannet. Det er derfor vurdert slik at det ikke er behov for å bygge et nytt og større lufteanlegg i tilknytning til det nye grunnvannsforsyningen. For eksempel vil et risleanlegg bestående av flere kaskader kreve store arealer og større bygningsmasser. Det vil også medføre en brutt pumpeledning fra grunnvannsbrønnene, noe som gjør at det må investeres i flere pumper. Dette vil gi for store kostander i forhold til effekten av lufteanlegget.

Det er derfor prosjektert en løsning for lufting i høydebassenget HB1 på Skardåsen. Det vil med andre ord gå en uavbrutt pumpeledning fra grunnvannsbrønnene opp til lufting i HB1. Se kapittel 4.7 *Høydebasseng* for prosjektering av lufteprosess.

Avherding

Grunnvannet fra Gresjmoen har et kalsiuminnhold i området 35 - 42 mg Ca/l og blir derfor karakterisert som et «middels hardt vann». Ifølge Hilmo (16), finnes det flere eksempler på grunnvannsanlegg der høyt kalsiuminnhold ikke er problematisk. Det anbefales derfor at grunnvannsforsyningen settes i drift uten rensetrinn for reduksjon av kalsium. Dersom

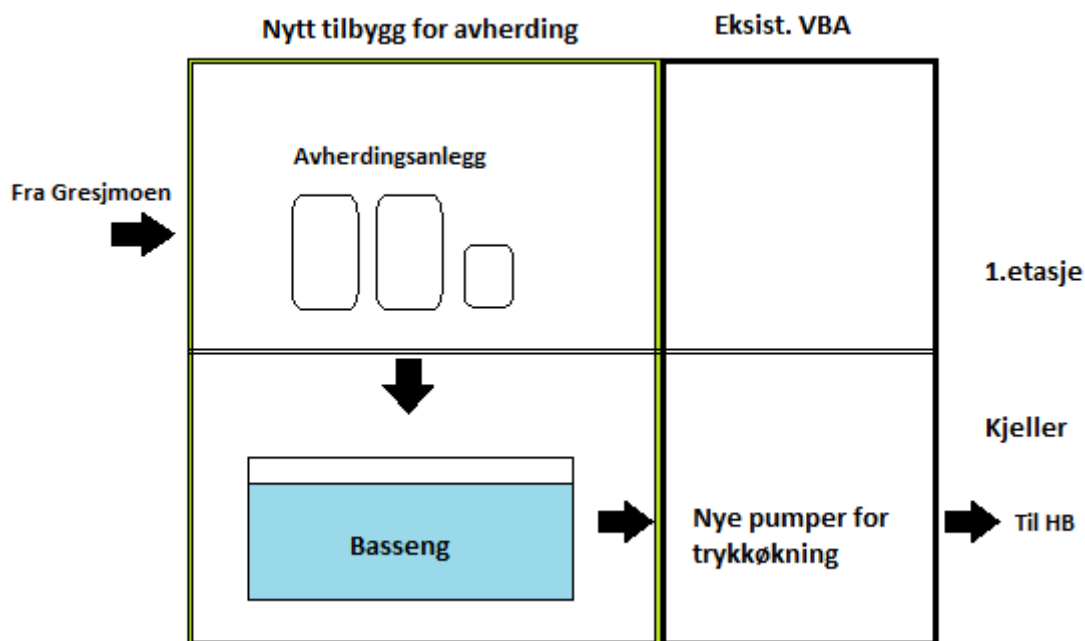
forbrukerne opplever hardhet i vannet som en stor ulempe bør etablering av avherdingsanlegg vurderes.

Norsk vann er vanligvis surt, bløtt og humusholdig. Dette gir svært korrosive vann ovenfor de fleste materialene som benyttes i ledningsnett. Grunnvannet fra Gresjmoen er ikke spesielt korrosivt og vil ikke behøve vannbehandling for korrosjonskontroll. Grunnvannets pH-verdier og kalsiuminnhold er tilnærmet optimalt for å oppnå minimal korrosjon på ledningsnett, se Tabell 1 og 2 i kapittel 3 *Ny vannkilde*.

Basert på anbefalingene fra Hilmo (16) er det ikke prosjektert et rensetrinn for reduksjon av kalsium. Etablering av et avherdingsanlegg i tilknytning til grunnvannsforsyningen vil føre til:

- Store investeringskostnader
- Høye driftskostnader
- Mere komplisert drift

Et avherdingsanlegg vil kreve utbygging av Eid VBA. Det må etableres et basseng for blant annet pH-utjevning, samt et overbygg for selve avherdingsanlegget. Det må også etableres et nytt pumpeanlegg på grunn av brutt pumpeledning fra grunnvannsbrønnene. Forslag til areal for pumpeanlegget er vist i Tegning 34. Figur 33 illustrerer en mulig løsning for avherding.



Figur 33: Illustrasjon av eventuell løsning for avherdingsanlegg

Det eventuelle avherdingsanlegget vil bli basert på ionebyttingsprinsippet og bestå av salttanker, ionebyttingsanlegg og styreskap, se Figur 34. Utslipp av brukt regeneratvæske

(saltløsning) til bekk eller offentlig spillvannsledning må godkjennes. Det må etableres et pumpeanlegg for spillvann ved eventuelle utslipp ut på det kommunale avløpsnett.



Figur 34: 2 stykk ionebyttingsanlegg med en tilhørende salt tank (49)

4.6.3 Prosjektering Eid VBA

Prosjektert vannbehandlingsanlegg Eid VBA er vist i Tegning 29-34.

Ombygning/Forarbeider

Pumpeledningen DN180 PE 100 RC SDR 11 fra grunnvannsbrønnene GV1-GV2 føres inn i Eid VBA via den nordvestlige kortveggen, se Tegning 13. Det kreves derfor en ny rørgjennomføring i Eid VBA. Det skal tilrettelegges for kjerneboring, rørgjennomføring og innstøping av et DN150 rør i rustfritt stål SIS 2333 med flens og murkrage.

UV-anlegg

Det er prosjektert to UV-aggregat (UV01 og UV02) med tilhørende UV-skap. UV-anleggene skal alternere, det vil si at hvert UV-aggregat er dimensjonert for kapasitet tilsvarende forbruket. To UV-anlegg vil fungere som sikkerhet ved nedetid på et av UV-anleggene. UV-aggregat er valgt av leverandør Prominent (50) basert på dimensjoneringsparametere sendt inn av VA-Prosjekt AS.

Dimensjoneringsparametere:

Typegodkjent av Folkehelseinstituttet:	Etablering av nye UV-anlegg skal være typegodkjent av Folkehelseinstituttet og biodosimetrisk testet til å gi en UV-dose over 40 mWs/cm ² (41).
Vannkvalitet (UV-transmisjon):	70 % UVT50. Det er ikke målt UV-transmisjon på grunnvannet fra Gresjmoen. I og med at grunnvannet har lav turbiditet og ingen farge antas det at UV-transmisjonen er vesentlig høyere enn 70%. UV-transmisjonen er derfor satt til 70% i 50mm kyvette.
Vannmengde:	Dimensjonerende vannmengde er satt til 8 l/s som tilsvarer 28,8 m ³ /t og er større en antatt forbruk.

UV-anlegg:

UV-anlegg for desinfisering av drikkevannet fra Gresjmoen er av typen Dulcodes 1x350W LP. Dette UV-anlegget er typegodkjent av Folkehelseinstituttet (43). UV01 og UV02 har egne styreskap som kobles opp mot SD-anlegg. Se Vedlegg 10 for info om UV-anlegget.

Rørarrangement

Rørarrangement innomhus er prosjektert i rustfritt stål SIS 2333 og påkobles eksisterende overføringsledning til høydebassenget HB1 på Skardåsen.

Det monteres to motorventiler EV01 og EV02 foran UV-aggregat UV01 og UV02, samt fire nye sluseventiler for manuell avstengning av vannstrømmen. For å unngå ugunstige luftflommer er det prosjektert automatiske lufteventiler i alle høybrekk.

På grunn av det høye kalsiuminnholdet i grunnvannet fra Gresjmoen er det tatt hensyn til et fremtidig behov for avherding. Det er prosjektert avstikkere for påkobling av nytt pumpeystem, se Tegning 34.

Eksisterende pumper P01 og P02 i Eid VBA er en del av reservevannløsningen for Korsvegen vannverk og skal derfor kunne trimmes og funksjonstestes. Det er prosjektert en motorventil MV03 for trimming av pumper siden disse normalt ikke er i bruk. Pumpet vann føres til sluk.

Det er prosjektert en avstand fra UV-aggregatene til nærmeste rørarrangement som er stor nok til å kunne skifte ut UV-lampene. Nødvendig avstand for dette er oppgitt av leverandør, se Vedlegg 10. Prosjekterte byggelengder er vist i Tegning 30.

UV-aggregater forankres med stativ og det nye rørarrangement forankres med rustfrie klammer. Mellom hver flensekobling er det prosjektert armerte flensepakninger for å sikre en tett kobling.

Elektroinstallasjon

Det monteres og installeres en komplett elektromontasje.

Elektro og automasjon:

Automasjon/ styringsskap	1 stykk Automatikkskap/SD-anlegg inkludert PLS for styring av vannforsyning.
Frekvensomformere	2 stykk for frekvensstyring av pumper <ul style="list-style-type: none">• SC03 for P01• SC04 for P02
Komplett el-installasjon	Kabling fra skap til nytt/eksisterende utstyr/komponenter komplett.
UV-skap	3 stykk for styring av UV01, UV02 og UV03

4.7 Høydebasseng HB1

Ifølge Lindholm (7), er høydebasseng en viktig komponent for de fleste vannforsyningssystem, og kan ha flere funksjoner innenfor både distribusjon og overføring av drikkevann.

Høydebasseng skal sørge for jevnt og tilstrekkelig trykk i ledningsnett og skal bestå av volum for brann, utjevning og sikkerhet:

- **Utjevningvolum** skal utjevne timesvariasjonen i forbruket over et døgn. Overføringsledninger kan derfor dimensjoneres for midlere døgnforbruk og ikke maks time forbruk.
- **Sikkerhetsvolum** er sikkerhetsreserven i tilfelle kilde, vannbehandling eller overføring «bryter sammen». Reserven skal være stor nok til å kunne vare i 1-2 døgn med midlere vannføring.
- **Brannvolum** er brannslukningsreserven og er normalt så stort at det dekker 30l/s i 4 timer.

Plasseringen av høydebasseng er viktig og det må tas ulike hensyn til hvor de kan plasseres.

Den beste løsningen for plassering av et høydebasseng med tanke på sikkerhet er, ifølge

Lindholm (7), et såkalt «Motbasseng». Det vil si at høydebassenget er plassert på motsatt side av vannbehandlingen og vannkilden sett i forhold til forsyningsområdet. Høydebassenget HB1 på Skardåsen er et såkalt «gjennomstrømningsbasseng», der vannet går igjennom bassenget før det transporteres videre til sine forsyningsområder. Fordelen med slike høydebasseng er at de har bedre vannutskiftning og at de reduserer trykksstøt i overføringsledningen.

4.7.1 Prosjektering HB1

Høydebassenget HB1 på Skardåsen har et oppgitt vannvolum på 471 m³.

Kapasitetsberegningen i Vedlegg 12 viser at den teoretiske- og reelle kapasiteten gir et vannvolum på henholdsvis 670 m³ og 496 m³. Det er vurdert slik at kapasiteten i høydebassenget er tilstrekkelig og tilfredsstillende ved reelt forbruk. Det anses som meget usannsynlig at det er behov for bassengets fulle kapasitet (brann, sikkerhet, utjevning) til samme tid. Det antas dermed med at det ikke er behov for en oppgradering av kapasiteten til høydebassenget.

I dag går en DN100 overføringsledning (innløpsledning) i rustfritt stål igjennom ventilkammeret og inn i høydebassenget. Som nytt luftesystem vil denne innløpsledningen forlenges og føres opp over vannspeilet, der det sveises på et 45° bend i rustfritt stål SIS 2333.

På enden av dette bendet sveises en DN100 til DN50 dimensjonsovergang i rustfritt stål SIS 2333 for å øke vannhastigheten. Dette vil fungere som et spraysystem og dermed skape plasking i vannoverflaten, se Tegning 36 og 37.

Det monteres en nivåtransmitter PT00 på tømmeledningen i HB1 for måling av vannivå. Denne nivåtransmitteren regulerer GP01 og GP02 i grunnvannsbrønnene.

4.8 Styring av vannforsyning

Korsvegen vannverk er prosjektert med moderne analyseinstrumentering for styring og overvåkning av automatiserte prosesser i anlegget. Det er i den forbindelse utarbeidet en funksjonsbeskrivelse for ordinær drift, reservevann drift og bypass-drift utenom høydebasseng. Tegning 37 viser flytskjema med TAG-liste og illustrerer styringsprosessene i grunnvannsforsyningen.

4.8.1 Analyseinstrumentering for styring og overvåkning

Nivåsonder

Ifølge Norconsult AS (51), senkes en neddykkbar nivåsonde med sensor ned i vann og måler det hydrostatiske trykket (meter væskehøyde), se Figur 35. Nivåsonden gir et elektrisk utgangssignal som gjenspeiler trykket som hviler på nivåsondens membran. Nivåsonden kan tilkobles direkte til PLS. Nivåsonder brukes typisk i pumpestasjoner for start og stopp av pumper, samt måling av vannnivå lokalt i pumpestasjon. Det er prosjektert to nivåsonder **LT01-LT02** tilkoblet SD-anlegg i grunnvannsbrønner **GV1-GV2**.



Figur 35: Nivåsonde (51)

Vannmålere

Ifølge Lindholm (7), brukes elektromagnetiske vannmålere til å registrere vannføring i øyeblikksverdi og oppsummert verdi i ledningsnett. Vannmålere plasseres typisk i ledningsnettet ved utløp av kilde, pumpestasjon og høydebasseng. Ved å ha vannmålere flere steder i ledningsnettet er det lettere å oppdage lekkasjer. Vannmålere tilkoblet SD-anlegg benyttes til å overvåke vannføringer. Det er prosjektert to vannmålere **FT01-FT02** i grunnvannshus **GH1**, samt at eksisterende vannmålere **FT03, FT04, FT05, FT06** i Eid **VBA** benyttes i grunnvannsforsyningen. Vannmålerne tilkobles SD-anlegg.

Trykktransmittere

Ifølge Norconsult AS (51), måler trykktransmittere trykk i ledningsnett, samt væsknivå i tank og høydebasseng. Trykktransmitteren måler trykk med en sensor og gir et elektrisk utgangssignal som gjenspeiler det målte trykket, se Figur 36. Ved væsknivåmålinger i tanker og høydebasseng fungerer trykktransmittere tilsvarende nivåsonder og kan styre start og stopp av pumper. Det er prosjektert en trykktransmitter **PT01** i grunnvannshus **GH1**, samt fire trykktransmittere **PT02, PT03, PT04** og **PT05** i **Eid VBA** og en nivåtransmitter **PT00** i ventilkammer **HB1** på Skardåsen. Trykktransmitterne tilkobles SD-anlegg.



Figur 36:
Trykktransmitter (51)

Frekvensomformere

Ifølge Lindholm (7), brukes elektriske frekvensomformere til turtallsregulering av pumpe løpehjul. Det vil si at vannføringsmengden ut av pumpen styres fra frekvensomformerne. Turtallsregulering kan minke faren for trykkstøt på ledningsnettet ved at pumpene startes og stoppes med gradvis opptrapping og nedtrapping. Det er prosjektert to frekvensomformere **SC01-SC02** i grunnvannshus **GH1** og to frekvensomformere **SC03-SC04** i **Eid VBA**. Frekvensomformerne tilkobles SD-anlegg.

Nivåstaver

Nivåstav med sensor overvåker og alarmerer ved et gitt vannivå på gulv i pumpestasjoner og vannbehandlingsanlegg. Det er prosjektert en nivåstav **LS01** i grunnvannshus **GH1**, samt at eksisterende nivåstav **LS02** benyttes i **Eid VBA**.

Motorventiler

Ifølge Lindholm (7), er motorventiler stengeventiler som åpnes og lukkes med en elektrisk motor. Ved behov for automatisert avstengning kan motorventiler tilknyttes en driftssentral. Det er prosjektert tre motorventiler **EV01-EV02-MV03** i **Eid VBA**.

SD-anlegg

SD-anlegg (sentralt driftsovervåkingsanlegg) er en betegnelse på et samlet system til styring og overvåkning av automatiserte prosesser i et vannverksanlegg. Ifølge Norconsult AS (51), kommuniserer analyseinstrumentering for styring og overvåkning normalt digitalt til en PLS (automasjonsenhet) og overføres til et SD-anlegget der måledata presenteres til driftspersonell. Instrumenteringen overfører også historikk på tilstand slik at det kan gjennomføres tiltak før instrumenteringen slutter å fungere. Det er prosjektert sentraler til SD-anlegg i grunnvannshus **GH1**, **Eid VBA** og ventilkammer **HB1** for styring av vannforsyningen.

4.8.2 Funksjonsbeskrivelse ordinær drift

Grunnvannsbrønner GV1-GV2:

- Grunnvannspumpene **GP01-GP02** i grunnvannsbrønn **GV1** og **GV2** pumper direkte til høydebasseng **HB1** på Skardåsen og styres mot vannivå i bassenget med start/stoppverdier fra nivåtransmitteren **PT00** i ventilkammer **HB1**.
- Nivåsonde **LT01-LT02** i grunnvannsbrønnene **GV1-GV2** registrerer grunnvannsnivået i brønnene. Pre-satte grenseverdier indikerer tilstrømningen til brønnmagasinet og eventuelle feil på nivåsonde.

Grunnvannshus GH1:

- Grunnvannspumpene **GP01-GP02** er frekvensstyrte med frekvensomformerne **SC01-SC02** i grunnvannshus **GH1**.
- Vannmålerne **FT01-FT02** registrerer øyeblikksverdi og summerende vannmengde som pumpes ut av brønnene **GV1-GV2**.
- Nivåstav **LS01** slår alarm ved vann på gulvet i grunnvannshuset **GH1**.
- Nødkloranlegg **NK01** iverksettes manuelt når UV-aggregatene **UV01-UV02** i **Eid VBA** er ute av drift.

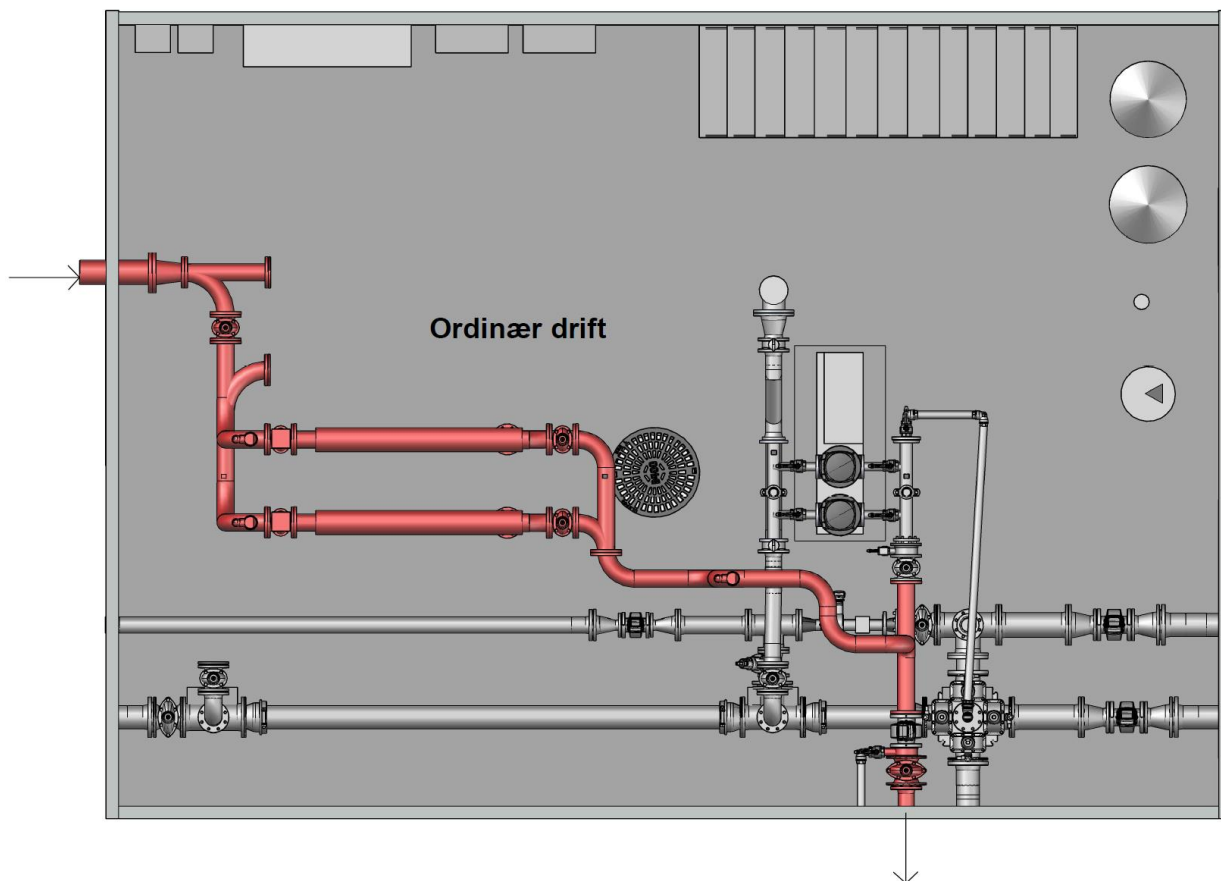
Vannbehandling i Eid VBA:

- UV-aggregater **UV01-UV02** har kapasitet tilsvarende uttak/forbruk og alternerer på tid. Ved feil på et UV-aggregat vil det andre starte opp.
- Motorventiler **EV01-EV02** foran innløp **UV01-UV02** stenges av SD-anlegg ved signal fra UV-skap.
- Trykktransmitter **PT02-PT03** før og etter **UV01-UV02** overvåker trykk.
- Vannmåler **FT03** måler vannføring til **HB1** etter utløp **UV01-UV02**. Vannmålerne **FT04-FT05-FT06** måler vannføring til forbrukssonene Eid, Korsvegen og Myra.

Høydebasseng HB1 på Skardåsen:

- Nivåtransmitter **PT00** på tømmeledningen i ventilkammer **HB1** regulerer vannmengde i basseng og styrer start/stoppverdier til **GP01-GP02**.

Figur 37 illustrerer vannføringen gjennom Eid VBA ved ordinær drift.



Figur 37: Eid VBA ordinær drift – Grunnvannet fra GV1 og GV2 føres til HB1 på Skardåsen (røde rør).

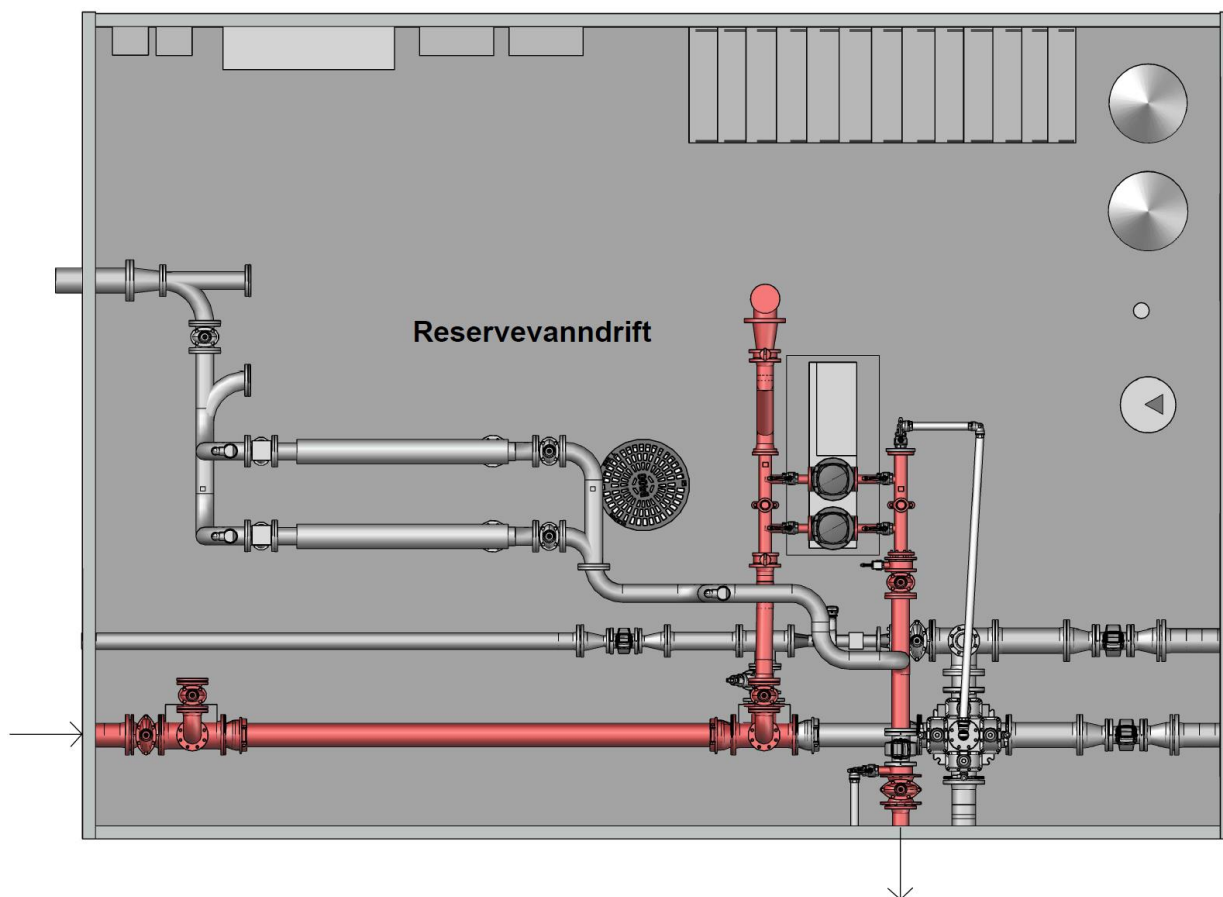
4.8.3 Funksjonsbeskrivelse reservevann drift

Det etableres en egen modus i SD-anlegg for reservevann drift. Dagens kilde, Store Grevsjø, vil bli reservevannkilde for Korsvegen vannverk. Utstyr som benyttes i dag opprettholdes for reservevannløsning, men pumpene **P01-P02** blir nå frekvensstyrte. Det er prosjektert et nytt rørsystem med en stengeventil som gir enkel idriftsettelse av reservevann. Idriftsettelsen av reservevannkilden vil kreve en manuell prosess, men selve driften vil styres automatisk. Gammelt vann i overføringsledningen fra Store Gravsjø må tømmes før idriftsettelse av reservevann.

Vannbehandling i Eid VBA:

- Pumpene **P01-P02** pumper direkte til høydebasseng **HB1** på Skardåsen og styres mot vannivå i bassenget med start/stoppverdier fra nivåtransmitteren **PT00** i ventilkammer **HB1**.
- Pumpene **P01-P02** er frekvensstyrte med frekvensomformerne **SC03-SC04**.
- Trykktransmitter **PT04** foran pumpeinnløp **P01-P02** benyttes som tørrløpssikring og **PT05** etter pumpeutløp **P01-P02** overvåker trykket.
- UV-anlegg **UV03** har kapasitet tilsvarende forbruket. Ved feil på **UV03** vil pumper **P01-P02** stoppe og alarm utløses. UV-anlegg **UV03** vil være tømt for vann under ordinær drift.
- Pumpene **P01-P02** trimmes på lav intensitet en gang i uken mot sluk med regulering fra frekvensomformerne **SC03-SC04**. Motorventil **MV03** er tilknyttet SD-anlegg. Den åpner når pumper starter og stenger når pumper stopper. Denne funksjonen kjøres isolert og kan benyttes selv om ordinær vannforsyning er i drift.
- Nødkloranlegg **NK02** iverksettes manuelt når UV-aggregat **UV03** er ute av drift.

Figur 38 illustrerer vannføringen gjennom Eid VBA ved reservevanndrift.



Figur 38: Eid VBA reservevanndrift – Reservevann fra Store Grevsjø føres til HB1 på Skardåsen (røde rør).

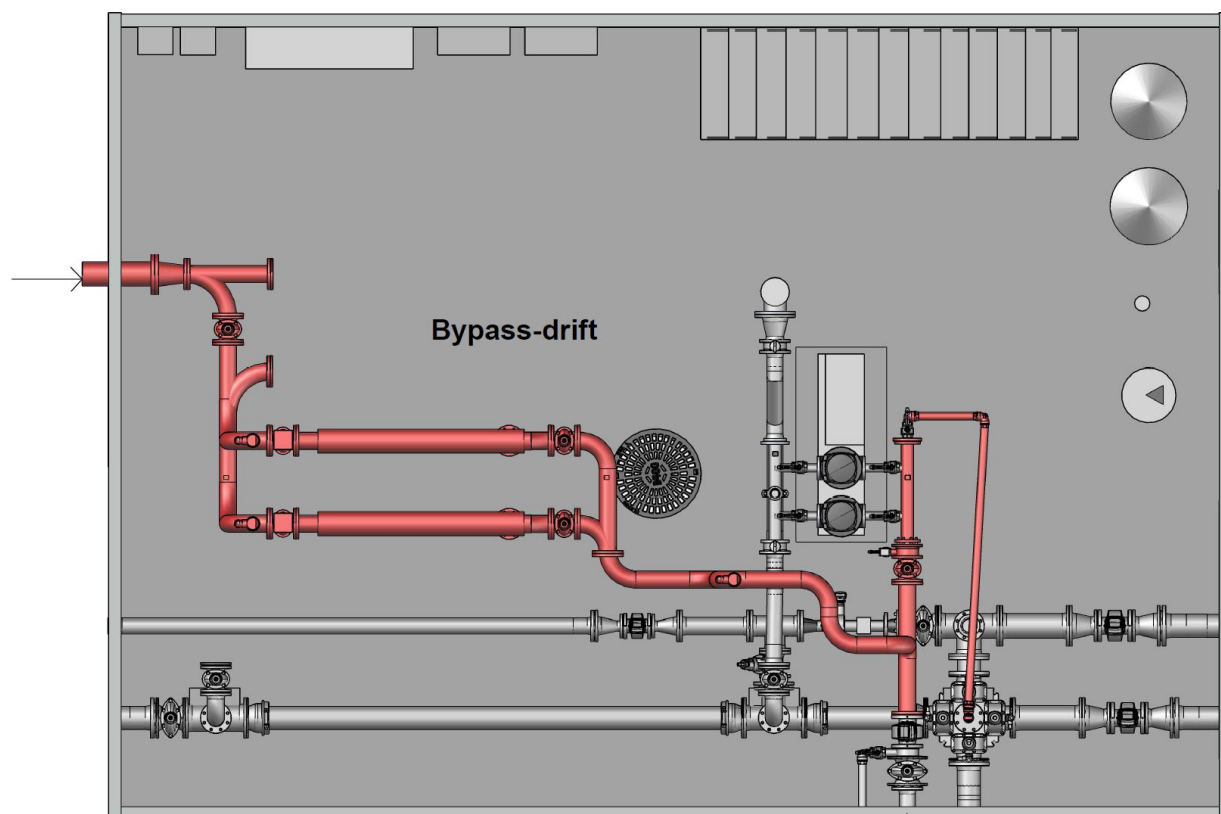
4.8.4 Funksjonsbeskrivelse bypass-drift utenom høydebasseng

Det etableres en egen modus i SD-anlegg for bypass-drift. Ved bypass-drift pumpes vann fra grunnvannspumpene **GP01-GP02** direkte på ledningsnett istedenfor å gå innom høydebasseng **HB1** på Skardåsen. Det samme gjelder vann fra pumpene **P01-P02** når reservevannkilde benyttes.

Bypass drift:

- Grunnvannspumpene **GP01-GP02** styres mot ønsket trykkverdi fra trykktransmitteren **PT01** i grunnvannshus **GH1**.
- Pumpene **P01-P02** styres mot ønsket trykkverdi fra trykktransmitteren **PT05** i Eid **VBA**.
- Det er bypassmulighet både i ventilkammer **HB1** og Eid **VBA**.

Figur 39 illustrerer vannføringen gjennom Eid VBA ved bypass-drift.



Figur 39: Eid VBA bypass-drift – Grunnvannet fra GV1 og GV2 føres rett på distribusjonsnett (røde rør). Reservevann kan også føres rett på distribusjonsnett.

4.8.5 SD-anlegg Korsvegen vannverk

SD-anlegg styrer og overvåker:

- Grunnvannspumper **GP01-GP02**
- Frekvensomformere **SC01-SC02** for **GP01-GP02**
- Pumper **P01-P02**
- Frekvensomformere **SC03-SC04** for **P01-P02**
- Trykktransmittere:
 - **PT00** for vannivå **HB1**
 - **PT01** trykk ut av **GH1**
 - **PT02** trykk før **UV01-UV02**
 - **PT03** trykk etter **UV01-UV02**
 - **PT04** trykk inn i **P01-P02**
 - **PT05** trykk ut av **P01-P02**
- Motorventiler **EV01-EV02** foran **UV01-UV02**
- Motorventil **EV03** for trimming av **P01-P02**
- Nivåsonde **LT01** i **GV1**
- Nivåsonde **LT02** i **GV2**
- Alarmer
- Vannføringsmengde:
 - **FT01-FT02** ut av **GV1** og **GV2** i **GH1**
 - **FT03** Forsyning til **HB1**
 - **FT04** Forbruk Eid
 - **FT05** Forbruk Korsvegen
 - **FT06** Forbruk Myra
- Nivåstav **LS01** vann på gulv i **GH1**
- Nivåstav **LS02** vann på gulv i **Eid VBA**
- **UV01-UV02** for ordinær drift
- **UV03** for reservevanndrift
- Nødkloranlegg **NK01** i **GH1**
- Nødkloranlegg **NK02** i **Eid VBA**

5 Innovasjon

Avherdingsanlegg med ionebytting produserer avfallsprodukter (saltløsning) som må fjernes (5). Ved behov for et avherdingsanlegg i tilknytning til grunnvannsforsyningen fra Gresjmoen må det etableres en avløpspumpestasjon for å bli kvitt brukt saltløsning.

Det finnes en rekke typer avløpspumpestasjoner. Felles for alle er det frie vannspeilet, pumpesumpen, som fungerer som et utjevningmagasin. Det skilles ofte mellom våt- og tørroppstilte avløpspumpestasjoner avhengig av plasseringen til pumpene. I våtoppstilte pumpestasjoner er pumpene plassert i pumpesumpen, mens ved tørroppstilte pumpestasjoner er pumpene plassert i et eget maskinrom. Tørroppstilte avløpspumpestasjoner er ofte plassbygde, men det finnes også prefabrikkerte løsninger.

Prefabrikkerte avløpspumpestasjoner har, ifølge Fjorden (52), tradisjonelt blitt produsert med våtoppstilte pumper. Det er i senere tid blitt utviklet nye prefabrikkerte løsninger med tørroppstilte pumper. Fjorden nevner «Egersundmodellen» som et kjent eksempel. Slike løsninger var, ifølge Fjorden (52), et stort fremskritt i forhold til håndtering av avløpsvann.

Ifølge Thorolfsson (53), krever avløpspumper jevnlig tilsyn og vedlikehold. Det er derfor viktig at stasjonene sikrer hygienisk, funksjonell og trygg tilgang for driftspersonell. Prefabrikkerte tørroppstilte avløpspumpestasjoner er normalt utstyrt med stiger eller leder ned til maskinrom og pumpesump, se Figur 40. Fjorden (52) mener at disse stasjonene ikke sikrer en hygienisk, funksjonell og trygg tilgang for driftspersonell.



Figur 40: Maskinrom med stige (venstre), sumpkammer med stige (høyre) (52)

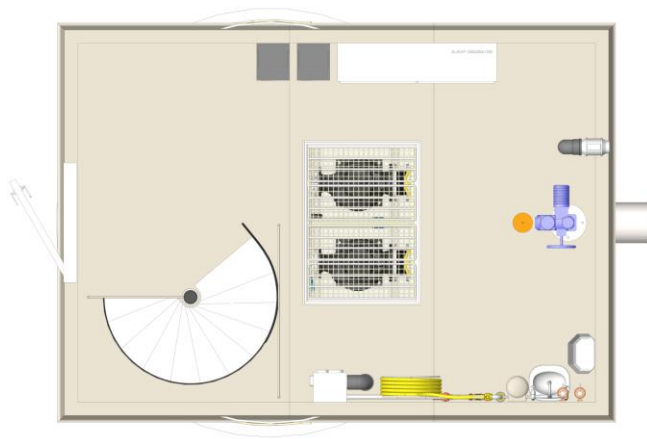
5.1 «Stjørdalsmodellen»

For tre år siden begynte VA-Prosjekt AS å jobbe med muligheten for å komme ned i avløpspumpestasjoner ved hjelp av en vindeltrapp. Dette for å sikre et godt, hygienisk og sikkert arbeidsmiljø ved tilsyn, kontroll og drift av stasjonene.

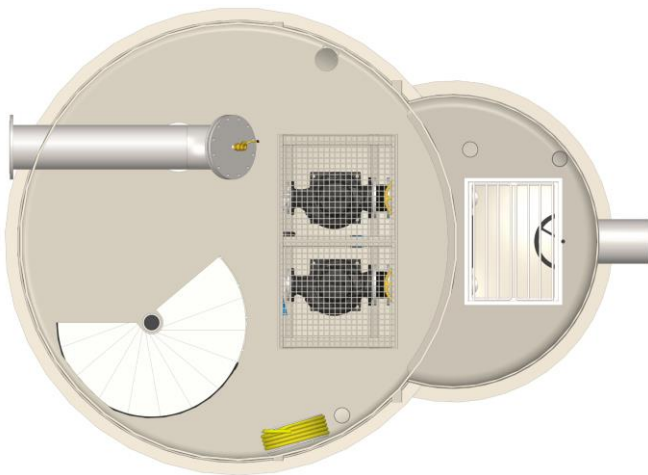
«Stjørdalsmodellen» er en prefabrikkert avløpspumpestasjon med fokus på HMS, se Figur 41, 42, 43 og 44. Modellen er utviklet av VA-Prosjekt AS i samarbeid med bestemte leverandører og kunder. Modellen har fått navnet «Stjørdalmodellen» fordi Stjørdal kommune var første kunde som benyttet seg av løsningen.

Modellen består av et Ø3000 mm maskinrom med tørroppstilte pumper og et Ø2000 mm sumpkammer. En Ø1400 mm vindeltrapp sikrer driftspersonell en enkel og trygg tilgang ned til maskinrom. Ifølge Fjorden (52), gjør vindeltrappen det mulig å kun være en person ved tilsyn, kontroll og spyling av stasjonen, samt gir god servicetilgang til alt av utstyr. Ifølge Fjorden (52), tilfredsstillter «Stjørdalmodellen» relevante HMS-krav.

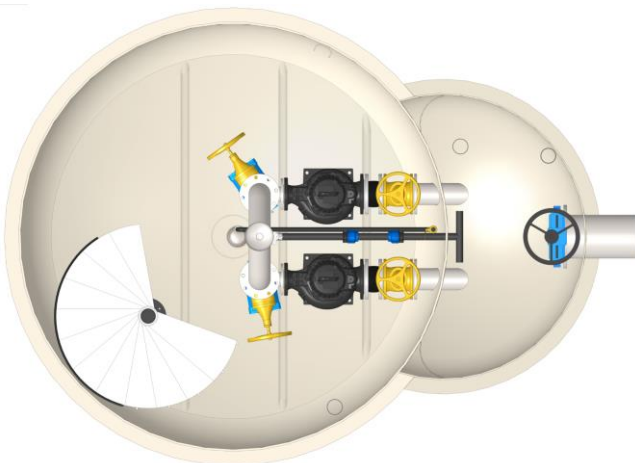
Stjørdal kommune bruker «stjørdalsmodellen» som normtegning av avløpspumpestasjoner i sin VA-norm (54). Ifølge Fjorden (52), skal flere kommuner i Trøndelag implementere denne standarden i sine VA-normer.



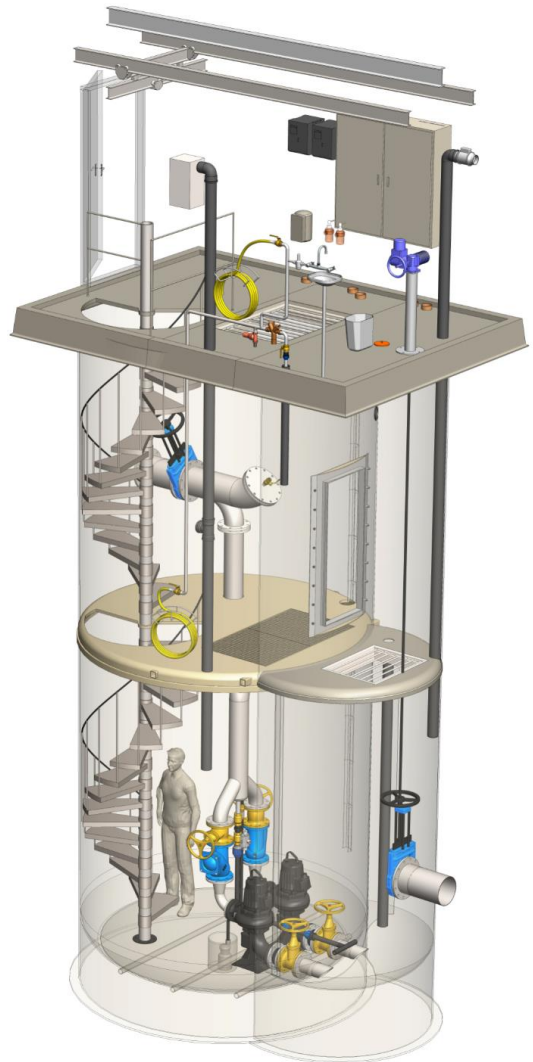
Figur 41: Plan – toppdekk (52)



Figur 43: Plan – mellomdekk (52)



Figur 44: Plan – bunndekk (52)



Figur 42: 3D – "Stjørdalsmodellen"

6 Konklusjon

Det er prosjektert en grunnvannsforsyning for Korsvegen vannverk. Prosjekteringen er basert på VA-tekniske forundersøkelser og analyser, samt VA-teknisk teori. Det er utarbeidet en teknisk beskrivelse med tegninger og en funksjonsbeskrivelse for styring av den nye grunnvannsforsyningen.

6.1 Grunnvannsbrønner

Det er prosjektert to fullskala produksjonsbrønner for pumping av grunnvann fra Gresjmoen til høydebassenget på Skardåsen. Brønnene er utformet med prefabrikkerte inspeksjonskummer, relevant brønninstrumentering og rørarrangement. Det er dimensjonert to dykkpumper og rørarrangement for dagens produksjonsbehov. I drift skal grunnvannsuttaget fordeles mellom brønn 1 (hovedvannkilde) og brønn 2 (supplerende vannkilde).

Forslag til videre arbeid:

- Endelig fordeling av grunnvannsuttak mellom brønnene bestemmes etter erfaring med anlegget i drift.
- Det må dimensjoneres for nye pumper ved en betydelig økning i vannforbruk.
- Ved problemer med innsug av fremmedvann i brønnskummene kan det etableres lensepumper.

6.2 Klausuleringsplan

Det er utarbeidet en klausuleringsplan for grunnvannsanlegget på Gresjmoen. Forslag til klausuleringssoner er basert på brønnområdets vanntilsig med vannuttak tilsvarende dagens produksjonsbehov på 6 l/s. Klausuleringszone 0 er prosjektert med inngjerding og låsbar port for beskyttelse av anlegget.

Forslag til videre arbeid:

- Med økt vannuttak må det utarbeides nye klausuleringssoner.
- Vannverket og Melhus kommune må fastsette restriksjoner i de ulike klausuleringssonene for å tilfredsstille krav i Drikkevannsforskriften.

6.3 Grunnvannshus

Det er prosjektert et grunnvannshus innenfor klausuleringszone 0 som forener pumpeledningene fra de to brønnene. Grunnvannshuset er utstyrt med analyseinstrumenter og sentral for SD-anlegg. Det byggetekniske er ikke dimensjonert.

Forslag til videre arbeid:

- Taket skal dimensjoneres for dimensjonerende snølast i Melhus kommune.
- Dette er et teknisk bygg med sporadisk personopphold. Temperaturen i grunnvannshuset skal ikke være for høy eller for lav. Det anbefales at grunnvannshuset dimensjoneres etter kravene i TEK 17.

6.4 Overføringsledning

Det er utarbeidet en skjematisk ledningsplan for overføringsledningen fra Gresjmoen til vannbehandlingsanlegget på Eid. Store deler av overføringsledningen er prosjektert som en sjøledning. På hver ende av sjøledningen er det prosjektert en ventilkum.

Forslag til videre arbeid:

- For å finne endelig trasé for sjøledning må sjøbunnen i Gaustadvatnet kartlegges.
- Endelig trasé for landleddninger avklares etter godkjenning fra grunneiere.
- Eksakt høyde og posisjon til ventilkummene bestemmes av grunnforhold og sjøledningens endelige trasé.
- Det bør utarbeides komplette tegninger etter VA-normen for Melhus kommune.

6.5 Vannbehandlingsanlegget på Eid

I vannbehandlingsanlegget på Eid er det prosjektert et nytt rørsystem, samt ny vannbehandling, for grunnvannet fra Gresjmoen. Ordinær vannbehandling vil bestå av UV-bestråling, med nødkloranlegg i reserve plassert i grunnvannshus. Dette antas å være tilstrekkelig antall hygieniske barrierer i og med at grunnvannet i seg selv er en naturlig hygienisk barriere. Dagens forsyning fra Store Grevsjø vil opprettholdes og benyttes som reservann ved behov. Det er også prosjektert en sentral for SD-anlegg.

Forslag til videre arbeid:

- Bypass-løsningen i vannbehandlingsanlegget på Eid er «hjemmesnekret» med PE-rør i DN50. Denne bypass-løsningen kan med fordel oppgraderes.
- For å ikke få stillestående og oppvarmet vann i de nye UV-anleggene, bør det monteres to blødeventiler som føres mot sluk. Oppvarming av vann i UV-aggregatene antas å få minimale effekter i og med at de alternerer på tid. En temperatursensor i UV-aggregatene vil også varsle ved overoppheting.
- Et avherdingsanlegg vil føre til etablering av en avløpspumpe-stasjon for pumping av brukt regeneratvæske ut på det kommunale avløpsnettet.
- Et avherdingsanlegg vil medføre en utbygging av vannbehandlingsanlegget på Eid.

6.6 Høydebassenget på Skardåsen

Høydebassenget på Skardåsen opprettholdes slik det er i dag med bypass-løsning i ventilkammer. I ventilkammeret er det prosjektert en nivåtransmitter på tømmerøret for styring av grunnvannspumper på Gresjmoen og pumpene i vannbehandlingsanlegget på Eid. I høydebassenget er det prosjektert et spraysystem for lufting av grunnvannet fra Gresjmoen. Det er også prosjektert en sentral for SD-anlegg i ventilkammer.

Forslag til videre arbeid:

- Ved en drastisk og permanent økning i vannforbruket vil det kanskje være behov for å øke kapasiteten til høydebassenget. Før den tid antas kapasiteten å være god nok selv ved brann i 4 timer.

6.7 Styring

Styringen av grunnvannsforsyningen vil basere seg på analyseinstrumentering koblet opp mot et SD-anlegg med inkludert PLS. SD-anlegget skal være programmert for ordinær drift, reservanndrift og bypass-drift. Det er utarbeidet et flytskjema med tilhørende TAG-liste.

Forslag til videre arbeid:

- En pressostat kan monteres i grunnvannshus for bypass-drift. Den sikrer at trykket i ledningen ikke overstiger ett pre-satt maks trykk.
- En nivåsonde kan monteres i høydebassenget for overvåkning av vannivå. Denne nivåsonden kan også indikere feil på nivåtransmitteren på tømmerøret.

Kilder

1. kommunekart.com [Internett]. Sandvika: Norkart; 2019 [hentet 15.02.2019].
Tilgjengelig fra: <https://www.kommunekart.com/>
2. Ødegaard H. Kapittel 6 Vannkilder og vanninntak I: Ødegaard H, red. Vann- og avløpsteknikk. 2. utgave. Hamar: Norsk Vann; 2014. s. 134-151
3. Forskrift om vannforsyning og drikkevann (drikkevannsforskriften). Oslo: Helse- og omsorgsdepartementet; 2016.
4. Ødegaard H. Kapittel 5 Vannkvalitet og vannforurensning I: Ødegaard H, red. Vann- og avløpsteknikk. 2. utgave. Hamar: Norsk Vann; 2014. s. 104-133
5. Ødegaard H. Kapittel 8 Behandling av forsyningsvann I: Ødegaard H, red. Vann- og avløpsteknikk. 2. utgave. Hamar: Norsk Vann; 2014. s. 160-237
6. Ødegaard H. Kapittel 1 Introduksjon om VA-teknikk I: Ødegaard H, red. Vann- og avløpsteknikk. 2. utgave. Hamar: Norsk Vann; 2014. s. 24-39
7. Lindholm O. Kapittel 9 Overføring og distribusjon av forsyningsvann I: Ødegaard H, red. Vann- og avløpsteknikk. 2. utgave. Hamar: Norsk Vann; 2014. s. 238-283
8. CR 16-70 A-F-A-BUBE-33500067 [Internett]. Bjerringbro: Grundfos; [hentet 08.03.2019]. Tilgjengelig fra: <https://product-selection.grundfos.com/product-detail/product-detail.html?custid=GMA&productnumber=33500067&qcid=523000721>
9. Hilmo B. O. Grunnvannsundersøkelser for utredning av ny vannkilde til Eid og Korsvegen vassverk [Internett]. Trondheim: Asplan Viak AS; 2007 [hentet 27.02.2019].
Versjon: 1. Tilgjengelig fra: https://www.ngu.no/upload/publikasjoner/Eksterne-grunnvannsrapporter/VRL46_2008_018a_ful.pdf
10. Lov om vassdrag og grunnvann (vannressursloven). Oslo: Olje- og energidepartementet; 2001.
11. Grunnvannsressurser [Internett]. Trondheim: Norges geologiske undersøkelse (NGU); 09.01.2018 [oppdatert 17.04.2018; hentet 22.02.2018] Tilgjengelig fra: <https://www.ngu.no/grunnvanninorge/alt-om-grunnvann/grunnvann-i-norge/grunnvannsressurser>
12. Vannets kretsløp [Internett]. Trondheim: Norges geologiske undersøkelse (NGU); 05.01.2018 [oppdatert 17.04.2018; hentet 22.02.2018] Tilgjengelig fra: <https://www.ngu.no/grunnvanninorge/alt-om-grunnvann/generelt-om-grunnvann/vannets-kretslop>
13. Grunnvannskjemi [Internett]. Trondheim: Norges geologiske undersøkelse (NGU); 09.01.2018 [oppdatert 20.03.2018; hentet 22.02.2018] Tilgjengelig fra:

- <https://www.ngu.no/grunnvanninorge/alt-om-grunnvann/grunnvann-i-norge/grunnvannskjemi>
14. En usynlig ressurs [Internett]. Trondheim: Norges geologiske undersøkelse (NGU); 05.01.2018 [oppdatert 20.03.2018; hentet 22.02.2018] Tilgjengelig fra: <https://www.ngu.no/grunnvanninorge/alt-om-grunnvann/generelt-om-grunnvann/en-usynlig-ressurs>
 15. Grunnvannsstrømning [Internett]. Trondheim: Norges geologiske undersøkelse (NGU); 09.01.2018 [oppdatert 20.03.2018; hentet 22.02.2018] Tilgjengelig fra: <https://www.ngu.no/grunnvanninorge/alt-om-grunnvann/generelt-om-grunnvann/grunnvannsstromning>
 16. Hilmo B. O. Resultater fra prøvepumping av brønn 1 og 2 på Gresjmoen med forslag til klausuleringsplan. Trondheim: Asplan Viak AS; 2015. Utgave: 1.
 17. Arealinformasjon – Norge og Svalbard med havområder. Trondheim: Norges geologiske undersøkelse (NGU); [hentet 27.02.2019]. Tilgjengelig fra: http://geo.ngu.no/kart/arealis_mobil/
 18. AutoCAD [Internett]. San Rafael: Autodesk Inc.; 2019 [hentet 05.05.2019]. Tilgjengelig fra: <https://www.autodesk.no/products/autocad/overview>
 19. Focus VARDAK [Internett]. Oslo: Focus Software AS; 2019 [hentet 05.05.2019]. Tilgjengelig fra: <https://www.focus.no/focus-vardak/>
 20. Novapoint [Internett]. Sandvika: Trimble Solutions Sandvika AS; 2019 [hentet 05.05.2019]. Tilgjengelig fra: <https://www.novapoint.no/produkter/novapoint>
 21. Brønn i løsmasser [Internett]. Trondheim: Norges geologiske undersøkelse (NGU); 23.02.2018 [oppdatert 04.09.2018; hentet 27.02.2018] Tilgjengelig fra: <https://www.ngu.no/grunnvanninorge/bore-en-bronn/bronnboring/bronn-i-losmasser>
 22. [Gaut S. Beskyttelse av grunnvannsanlegg – en veileder. Trondheim: Norges geodetiske undersøkelse \(NGU\); 2011](#)
 23. Brønn i fjell [Internett]. Trondheim: Norges geologiske undersøkelse (NGU); 23.02.2018 [oppdatert 04.09.2018; hentet 27.02.2018] Tilgjengelig fra: <https://www.ngu.no/grunnvanninorge/bore-en-bronn/bronnboring/bronn-i-fjell>
 24. Grundfos Product Center [Internett]. Oslo: Grundfos Norway; 2019 [hentet 04.04.2019]. Tilgjengelig fra: <https://product-selection.grundfos.com/front-page.html>
 25. SP 30-14 – 13A01914 [Internett]. Oslo: Grundfos Norway; 2019 [hentet 04.04.2019]. Tilgjengelig fra: https://product-selection.grundfos.com/product-detail.sizing-result.html?from_suid=1556448786072006881556078689832&pumpsystemid=546705473&qcid=546705790

26. SP 17-10 – 12A01910 [Internett]. Oslo: Grundfos Norway; 2019 [hentet 04.04.2019]. Tilgjengelig fra: https://product-selection.grundfos.com/product-detail.sizing-result.html?from_suid=1554984731969031890141969742714&pumpssystemid=546658157&qcid=546658889
27. Lydersen A. L. Hygrostat [Internett]. Trondheim: Store norske leksikon; 2018 [hentet 24.04.2018]. Tilgjengelig fra: <https://snl.no/hygrostat>
28. Norsk Rørsenter AS. Kravspesifikasjon for vann- og avløpsrør av PE materiale [Internett]. Hamar: VA/Miljø-blad; 2016 [hentet 10.04.2019]. Nr. 11: Tilgjengelig fra: http://www.va-blad.no/wp-content/uploads/2016/12/Blad-11_23.10.17.pdf
29. Norsk Rørsenter AS. Vannkum med prefabrikkert bunn [Internett]. Hamar: VA/Miljø-blad; 2018 [hentet 10.04.2019]. Nr. 1: Tilgjengelig fra: http://www.va-blad.no/wp-content/uploads/2018/11/Blad-1_26.11.18.pdf
30. Cowi AS. Kumsikkerhet – dimensjonering prefabrikkert vannkum [Internett]. Hamar: VA/Miljø-blad; 2015 [hentet 10.04.2019]. Nr. 112: Tilgjengelig fra: http://www.va-blad.no/wp-content/uploads/2015/05/Blad-112_12.02.16.pdf
31. VA-norm Melhus kommune. Melhus: Melhus kommune; 2019
32. Norsk Rørsenter AS. Rørgjennomføring i betongkum [Internett]. Hamar: VA/Miljø-blad; 2018 [hentet 10.04.2019]. Nr. 9: Tilgjengelig fra: <http://www.va-blad.no/wp-content/uploads/2018/09/Blad-9-21.09.18.pdf>
33. Basal produktkatalog [Internett]. Oslo: Basal AS; 2019 [hentet 14.04.2019]. Tilgjengelig fra: https://www.basal.no/produktkatalog/Basal_produktkatalog.pdf
34. Bjønn-konsoll [Internett]. Hokksund: Loe Rørprodukter AS; 2019 [hentet 10.04.2019]. Tilgjengelig fra: http://loe-ror.no/produkter/detalj/bjnn_konsoll#
35. Borepakning F911-Combi [Internett]. Hokksund: Loe Rørprodukter AS; 2019 [hentet 10.04.2019]. Tilgjengelig fra: http://loe-ror.no/produkter/detalj/borepakning_f911_combi
36. VA Trykkrør/pumpeledning [Internett]. Surndal: Pipelife Norge AS; 2019 [hentet 10.04.2019]. Tilgjengelig fra: http://katalog.pipelife.no/dev/upload/File/KAT_HOVEDGRUPPE_va.pdf
37. Sjøledninger [Internett]. Furufalten: Haplast AS; 14.04.2015 [hentet 10.04.2019]. Tilgjengelig fra: <http://www.haplast.no/ny/wp-content/uploads/Sjoledninger.pdf>
38. Cowi AS. Legging av undervannsledninger [Internett]. Hamar: VA/Miljø-blad; 2016 [hentet 10.04.2019]. Nr. 44: Tilgjengelig fra: http://www.va-blad.no/wp-content/uploads/2007/10/Blad-44_25.08.16.pdf

39. Sjøledninger [Internett]. Oslo: NPG Norge; 2014 [hentet 10.04.2019]. Tilgjengelig fra: <http://media.wp.npgnordic.com/2017/09/06-Sjoledninger.pdf>
40. Finsrud R. Desinfeksjon av drikkevann. Valg av metode [Internett]. Hamar: VA/Miljø-blad; 2009 [27.04.2019]. Nr. 34: Tilgjengelig fra: <http://www.va-blad.no/wp-content/uploads/2014/10/Blad-34-22.12.09.pdf>
41. Dokumentasjon av UV-anlegg som hygienisk barriere [Internett]. Ski: Sterner AquaTech AS; 2009 [hentet 01.05.2019]. Tilgjengelig fra: <http://www.disfva.no/files/Innleggnr5.pdf>
42. Mattilsynet. Veiledning til drikkevannsforskriften § 13: Vannbehandling [Internett]. Brumunddal: Mattilsynet; 11.01.2017 [oppdatert 08.02.2019; hentet 08.03.2019]. Tilgjengelig fra: https://www.mattilsynet.no/mat_og_vann/vann/veiledning_til_drikkevannsforskriften_13_vannbehandling.25139
43. Typegodkjenning av UV-anlegg [Internett]. Oslo: Folkehelseinstituttet; 13.07.2012 [oppdatert 24.02.2016, hentet 27.04.2019]. Tilgjengelig fra: <https://www.fhi.no/ml/drikkevann/ovrige-artikler/typegodkjenning-av-uv-anlegg/>
44. Andersen E. (red.). Vannforsyning og helse [Internett]. Oslo: Folkehelseinstituttet; 2016 [hentet: 25.03.2019]. Vannrapport 127. Tilgjengelig fra: <https://www.fhi.no/contentassets/10f6285109df44af96a0de9dd283c5ed/vanrapport-127--vannforsyning-og-helse.pdf>
45. Ødegaard H. Prosedyre for valg av vannbehandling [Internett]. Hamar: VA/Miljø-blad; 2015 [hentet 27.03.2019]. Nr. 17: Tilgjengelig fra: http://www.va-blad.no/wp-content/uploads/2016/02/Blad-17_21.09.16.pdf
46. Hardt vann [Internett]. Trondheim: Norges geodetiske undersøkelse (NGU); 24.01.2018 [oppdatert 23.02.2018; hentet 02.04.2018] Tilgjengelig fra: <https://www.ngu.no/grunnvanninorge/alt-om-grunnvann/grunnvann-i-norge/grunnvannsressurser>
47. Kjemiske og fysiske stoffer i drikkevann [Internett]. Oslo: Folkehelseinstituttet (FHI); 19.11.2018 [hentet 02.04.2019]. Tilgjengelig fra: <https://www.fhi.no/nettpub/stoffer-i-drikkevann/kjemiske-og-fysiske-stoffer-i-drikkevann/kjemiske-og-fysiske-stoffer-i-drikkevann/>
48. Ionebytte – grunnleggende prinsipper [Internett]. Nyborg: Hydro-Elektrik AS; 2019 [hentet 02.04.2019]. Tilgjengelig fra: <https://www.hydrogroup.no/virksomhetsomraader/industri-kraftverk/ionebytte.html>

49. Avherding ved bruk av ionebytte [Internett]. Nyborg: Hydro-Elektrik AS; 2019 [hentet 02.04.2019]. Tilgjengelig fra:
<https://www.hydrogroup.no/produkter/prosessvannbehandling/avherdingsanlegg.html>
50. UV System Dulcodes LP [Internett]. Heidelberg: ProMinent AS; 2019 [hentet 28.04.2019]. Tilgjengelig fra:
<https://www.prominent.com/en/Products/Products/Disinfection-Systems-and-Oxidation-Systems/UV-Systems/p-dulcodes-lp.html#>
51. Norconsult AS. Nivåmåling/trykkmåling [Internett]. Hamar: VA/Miljø-blad; 2018 [hentet 25.04.2019]. Nr. 55: Tilgjengelig fra: http://www.va-blad.no/wp-content/uploads/2018/10/Blad-55_15.08.18.pdf
52. Fjorden S. «Stjørdalsmodellen» Prefabrikkert pumpestasjon med fokus på HMS [Internett]. Molde: VA-Prosjekt AS; 07.12.2017 [hentet 05.05.2019]. Tilgjengelig fra: http://www.driftsassistansen.org/wp-content/uploads/D35_11_St%C3%A5le-Fjorden.pdf
53. Thorolfsson S.T. Kapittel 11 Oppsamling og transport av avløpsvann I: Ødegaard H, red. Vann- og avløpsteknikk. 2. utgave. Hamar: Norsk Vann; 2014. s. 296-343
54. VA-norm Stjørdal kommune. Stjørdal: Stjørdal kommune; 2019
55. European Committee for Standardization (ECS). NS-EN 805:2000. Vannforsyning – Krav til systemer og komponenter utenfor bygninger [Internett]. Brussel: ECS; 2000 [hentet 08.04.2019]. Tilgjengelig fra:
<https://www.standard.no/no/Nettbutikk/produktkatalogen/Produktpresentasjon/?ProductID=142644>
56. Sjøledning [Internett]. Surndal: Pipelife Norge AS; 2007 [hentet 10.04.2019]. Tilgjengelig fra: <http://www.initio.no/filer/pipelife/Dokumenter/KAP5.pdf>
57. PE 80 og PE 100 rør – Teknisk informasjon [Internett]. Furuflaten: Haplast AS; 2013 [hentet 10.04.2019]. Tilgjengelig fra: <http://www.haplast.no/ny/wp-content/uploads/PE-brosjyre-2015.pdf>
58. Assembly and operating instructions – Dulcodes LP with Comfort Controller UV system [Internett]. Heidelberg: ProMinent AS; 2017. [hentet 28.04.2019]. Verson: BA DS 055 07/17 EN. Tilgjengelig fra:
http://prominent.us/promx/pdf/983668_BA_DS_055_07_17_EN_LP_UV.pdf
59. Lindholm O. Kapittel 7 Vannbehov og vannforbruk I: Ødegaard H, red. Vann- og avløpsteknikk. 2. utgave. Hamar: Norsk Vann; 2014. s. 152-159

Vedleggliste

- Vedlegg 1 Artikkel
- Vedlegg 2 Plakat
- Vedlegg 3 Rørdelsliste eksisterende Eid VBA
- Vedlegg 4 Dimensjonering av pumper GP01-GP02
- Vedlegg 5 Beskrivelse GP01
- Vedlegg 6 Beskrivelse GP02
- Vedlegg 7 Dimensjonering av ledningsanlegg
- Vedlegg 8 Beregning av loddbelastning for sjøledning
- Vedlegg 9 Dimensjonering av vannmålere
- Vedlegg 10 Beskrivelse UV-anlegg
- Vedlegg 11 Rørdelsliste for nye rørdeler i Eid VBA
- Vedlegg 12 Kapasitetsberegning i høydebasseng HB1

Tegningsliste

Tegnet av:	Øyvind Døsvik Haugen, Elias Karlsen
Prosjektnavn:	Korsvegen vannverk
Dato:	20.05.2019

TEGNINGSNR.	TITTEL	MÅLESTOKK	DATO
1	Eksist. VBA-Plan rørdeler	1:30 A3	20.05.2019
2	Eksist. VBA-Plan målsetting	1:30 A3	20.05.2019
3	Eksist. VBA-Snitt kortvegg	1:20 A3	20.05.2019
4	Eksist. VBA-Snitt langvegg	1:30 A3	20.05.2019
5	Eksist. VBA-3D kjeller	1:30 A3	20.05.2019
6	Eksist. VBA-3D	1:40 A3	20.05.2019
7	Eksist. vannledninger Eid & Korsvegen vannverk	1:6000 A3	20.05.2019
8	Eksist. vannledninger – VBA Eid og HB Skardåsen	1:1500 A3	20.05.2019
9	Klausuleringsplan GV1-GV2	1:4000 A3	20.05.2019
10	Adkomstveg GV1, GV2 og GH1	1:250 A3	20.05.2019
11	Pumpeledning del 1	1:5000 A3	20.05.2019
12	Pumpeledning del 2	1:5000 A3	20.05.2019
13	Pumpeledning del 3	1:4000 A3	20.05.2019
14	VK1/VK2 – plan	1:20 A3	20.05.2019
15	VK1/VK2 – snitt	1:20 A3	20.05.2019
16	Brønnhode – Plan GV1-GV2	1:10 A3	20.05.2019
17	Brønnhode – Snitt GV1-GV2	1:20 A3	20.05.2019
18	Grunnvannsbrønn – Snitt GV1-GV2	N/A A3	20.05.2019
19	Grunnvannsbrønn – 3D GV1-GV2	N/A A3	20.05.2019
20	GH1-Plan 1	1:20 A3	20.05.2019
21	GH1-Plan 2	1:30 A3	20.05.2019
22	GH1-Plan 3	1:30 A3	20.05.2019
23	GH1-Snitt langvegg	1:30 A3	20.05.2019
24	GH1-Snitt kortvegg	1:20 A3	20.05.2019
25	GH1-3D 1	1:30 A3	20.05.2019
26	GH1-3D 2	1:20 A3	20.05.2019
27	GH1-Detalj 1	N/A A3	20.05.2019
28	GH1-Detalj 2	N/A A3	20.05.2019
29	Eid VBA – Plan rørdeler	1:30 A3	20.05.2019
30	Eid VBA – Plan målsetting	1:30 A3	20.05.2019

31	Eid VBA – Snitt kortvegg	1:20 A3	20.05.2019
32	Eid VBA – Snitt langvegg	1:30 A3	20.05.2019
33	Eid VBA – 3D 1	1:30 A3	20.05.2019
34	Eid VBA – 3D 2	1:30 A3	20.05.2019
35	HB1 med nytt luftesystem – Plan	1:50 A3	20.05.2019
36	HB1 med nytt luftesystem – Snitt	1:50 A3	20.05.2019
37	Flytskjema og TAG-liste Korsvegen vannverk	N/A A3	20.05.2019

