

Nahor Natnael Eyasu, Inger Elisabeth Wolstad og
Anette Olin Ødegård

Prosjektering og dimensjonering av pumpestasjon med undervanns pumpeledning

Bacheloroppgave i Ingeniør Bygg, Vann og miljøteknikk

Veileder: Hadi Mohammed

Medveileder: Razak Seidu

Mai 2023



NTNU

Kunnskap for en bedre verden

Nahor Natnael Eyasu, Inger Elisabeth Wolstad og
Anette Olin Ødegård

Prosjektering og dimensjonering av pumpe­stasjon med undervanns pumpeledning

Bacheloroppgave i Ingeniør Bygg, Vann og miljøteknikk
Veileder: Hadi Mohammed
Medveileder: Razak Seidu
Mai 2023

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Fakultet for ingeniørvitenskap
Institutt for havromsoperasjoner og byggteknikk



Kunnskap for en bedre verden

Forord

Denne oppgaven er skrevet våren 2023 av tre studenter ved NTNU i Ålesund. Oppgaven utgjør avslutningen av en bachelorgrad i Ingeniørfag, med spesialisering innenfor Vann- og miljøteknikk. Oppgaven er utarbeidet og utført for Ålesund Kommune VA og tar for seg prosjektering av en ny avløpspumpestasjon med pumpeledning i sjø. Pumpestasjonen har som formål å erstatte en eksisterende slamavskiller i området, som en del av Ålesund kommune VA sine fremtidige saneringsplaner.

Vi vil gjerne rette en takk til våre veiledere for dette prosjektet, Hadi Mohammed og Razak Seidu fra Institutt for havromsoperasjoner og byggteknikk ved NTNU, og Einar Løkken fra Ålesund kommune VA. Videre ønsker vi å takke Karsten Almås fra Ålesund kommune VA for gode tips og råd undervegs i prosessen.

Vi vil også takke Christian Grebstad og Rune Vegsundvåg fra Xylem som har bidratt med deres kompetanse innen pumpevalg og utforming av pumpestasjoner, Sigbjørn Hagen fra OEHAGEN som har bidratt med innspill for trasévalg og legging av sjøledning, og Tormod Lausund Relling og Sophie Schneider som har bidratt i opplæring for prosjektering av pumpeledning i sjø, utforming av pumpestasjon og modellering i Novapoint.

Ålesund

22.05.2023

Kandidatnummer: 10021, 10013, 10005

Innhold

Forord.....	0
Figurliste	5
Tabelliste.....	6
Sammendrag	7
Summary	8
Terminologi.....	9
Begreper	9
Notasjoner	10
Forkortelser	11
1. Introduksjon.....	12
1.1 Bakgrunn	12
1.1.1 Overordnede planer	12
1.1.2 Områdebeskrivelse	13
1.1.3 Eksisterende ledningsnett	14
1.1.4 Fremtidig utvikling	15
1.1.5 Forskrifter, standarder, normer og retningslinjer.....	16
1.1.6 Grunnforhold	17
1.2 Problemstilling	18
1.2.1 Målsetninger	18
1.2.2 Avgrensinger	19
2. Teoretisk grunnlag.....	19
2.1 Avløpsvann.....	19
2.1.1 Spillvann.....	20
2.1.2 Overvann	20
2.1.3 Infiltrasjon- og innlekkingsvann.....	21
2.1.4 Industrielt avløpsvann.....	21

2.1.5 Overløpsvann.....	21
2.2 Avløpsrensing.....	21
2.2.1 Rensegrader og metoder	22
2.2.2 Slamavskillere	23
2.3 Avløpsnett	24
2.3.1 Ledninger.....	24
2.3.2 Ledningsmateriell	27
2.3.3 Grøfteutførelse.....	29
2.4 Pumpestasjoner.....	29
2.4.1 Pumper.....	32
2.4.2 Pumpesump	32
2.4.3 Overbygg	34
2.4.4 Komponenter i pumpestasjoner	34
2.4.5 Pumpekarakteristikk	37
2.4.6 Energiforbruk.....	42
2.5 Beregninger	44
2.5.1 Personekvivalenter, PE.....	44
2.5.2 Spillvannsmengder	44
2.5.3 Selvrens	46
2.5.4 Dimensjonering av selvfallsledninger	46
2.5.5 Dimensjonering av pumpeledninger.....	47
2.5.6 Dimensjonering av pumpesump	48
2.5.7 Løfthøyde.....	49
2.6 Prosjektering- og modelleringsverktøy	49
2.6.1 Novapoint	49
2.6.2 AutoCAD.....	50
2.6.3 Gemini Portal+	50

2.7 Koordinatsystem.....	50
2.7.1 Referansenivå	50
2.7.2 Vannstand	51
3. Metode.....	53
3.1 Bakgrunnsinformasjon	53
3.2 Datagrunnlag	53
3.2.1 Kartgrunnlag.....	54
3.3 Dimensjonering	56
3.3.1 PE-telling	56
3.3.2 Dimensjonerende spillvannsmengde	59
3.3.3 Kapasitetsberegning.....	61
3.3.4 Dimensjonering ledninger	62
3.3.5 Trasévalg	63
3.3.6 Pumpesump, pumpevalg og pumpeledning.....	64
3.4 Strømforsyning.....	66
3.5 Prosjektering og modellering	66
3.5.1 Konfigurasjon i AutoCAD.....	67
3.5.2 Konstruksjon i AutoCAD	67
4. Resultater og drøfting	69
4.1 PE-telling.....	69
4.2 Dimensjonerende spillvannsmengder	70
4.3 Kapasitetsberegning	71
4.4 Dimensjonering ledninger og grøfteutførelse	72
4.4.1 Innløpsledning	73
4.4.2 Overløpsledning.....	73
4.4.3 Vannledning.....	73
4.4.4 Pumpeledning	74

4.4.5 Grøfteutførelse	75
4.5 Pumpestasjon, pumpevalg og pumpesump	76
4.6 Strømforsyning	77
4.7 Feilkilder	79
4.8 Alternative løsninger	80
4.9 Hensyn til bærekraft	81
5. Konklusjon	82
Referanser	84
Vedlegg	0

Figurliste

Figur 1 Oversiktsbilde over anlegg i Ålesund og Sula kommune, (Ålesund kommune; Sula kommune, 2023)	13
Figur 2 Arealformål i området Emblem, hentet fra Ålesund kommunes webtjeneste (Ålesund kommune, 2023)	14
Figur 3 Eksisterende ledningsnett Løvika hentet fra Gemini Portal+ (Ålesund kommune)	15
Figur 4 Eksisterende ledningsnett Magerholm hentet fra Gemini Portal+ (Ålesund kommune)	15
Figur 5 Plankart fra Ålesund kommunes kommunedelplan, hentet fra Ålesund kommunes webtjeneste (Ålesund kommune, 2023)	16
Figur 6	
Figur 7	
Figur 8 Prinsippillustrasjon for oppbyggingen av en slamavskiller (Innherred Renovasjon, 2023)	24
Figur 9 Prinsippskisse grøftetverrsnitt (Ødegaard, 2014)	29
Figur 10 Pumpesystemets oppbygging og virkemåte (Ødegaard, 2014)	30
Figur 11 Illustrasjon av pumpeump med pumper og ventiler (NVE, 2020)	33
Figur 12 Pumpekaraktistikk med virkningsgrad, effektforbruk og NPSH-verdi (GRUNDFOS, 2023)	38
Figur 13 Illustrasjon av driftspunktet til en pumpe (GRUNDFOS, 2023)	38
Figur 14 Kurve for NPSH-verdi for en sentrifugalpumpe (GRUNDFOS, 2023)	40
Figur 15 Differansen mellom Normalnull og sjøkartnull (Kartverket, 2023)	51
Figur 16 Plassering av RA15 og PA622 (Kartverket, 2023)	53
Figur 17 Eksisterende ledningsnett benyttet i prosjekteringen (Ålesund kommune, 2023)	55
Figur 18 Bilde av dybdekart benyttet i prosjekteringen (GeoNorge, 2023)	55
Figur 19 Pumpesone for PA622 hentet fra Gemini VA (Ålesund kommune, 2023)	57
Figur 20 Pumpesone for den nye pumpestasjonen i Løvika, kart fra Gemini Portal+	58
Figur 21 Oversiktsbilde ledninger og tilkoblinger, pumpestasjon Løvika	73
Figur 22 Trasé for pumpeledning i sjø, fra pumpestasjonen i Løvika til PA622 Emblemsvågen	75
Figur 23 Grøftetverrsnitt innløpsledning	76
Figur 24 Utførelse av pumpestasjon i Løvika	77
Figur 25 Kartutsnitt som viser nåværende infrastruktur for strømnnett i Løvika (Linja AS, 2023)	78

Figur 26 Oversiktsbilde Ledninger og tilkoblinger	82
Figur 27: Arbeidstegning pumpestasjon	83

Tabelliste

Tabell 1 Oversikt over datagrunnlaget benyttet i oppgaven	54
Tabell 2: Oversikt over beregningsgrunnlag for PE ved eksisterende situasjon i Løvika	56
Tabell 3 Beregningsgrunnlag for PE-telling, fremtidig situasjon Løvika	59
Tabell 4 Resultatet for PE og dimensjonerende vannmengde Løvika, eksisterende og fremtidig	71
Tabell 5 PE og spillvannsmengder for PA622 Emblemsvågen, eksisterende og fremtidig	71

Sammendrag

Dette prosjektet tar for seg prosjektering og dimensjonering av en avløpspumpestasjon med tilhørende pumpeledning i Ålesund kommune. Gjennom prosjektet er det utført beregning av PE, vurdering av eksisterende og fremtidig situasjon i området og dimensjonering av den nye pumpestasjonen med tilhørende infrastruktur. Pumpestasjonen vil erstatte eksisterende slamavskiller RA15 som i dag er overbelastet. Den nye pumpestasjonen er dimensjonert til å være 2 x 4 m, med to pumper av typen NT 3135 SH koblet i parallell. Pumpeledning, med en ytre diameter på 125mm, legges under vann og tilkobles eksisterende anlegg PA622 for videre pumping til renseanlegg. Vektbelastning og trasé for pumpeledning i sjø er beregnet og gjort rede for. Videre er eksisterende infrastruktur benyttet i så stor grad som mulig. Ny innløpsledning er prosjektert med tilkobling i eksisterende innløpskum, samt ny overløpsledning som tilkobles eksisterende overløpskum med overløpsledning til sjø. Prosjektet er modellert med bruk av Novapoint og AutoCAD og arbeidstegninger er utarbeidet og vedlagt oppgaven.

Summary

This project includes the design and dimensioning of a sewage pumping station with associated pumping line in Aalesund municipality. Through the project, calculation of PE, an assessment of the existing and future development in the area and dimensioning of the new pumping station has been completed. The pumping station will replace the existing sludge separator RA15, which is currently overloaded. The new pumping station is dimensioned to be 2 x 4 m, with two NT 3135 SH pumps connected in parallel. The pump line, with an outer diameter of 125mm, is placed under water and connected to the existing station PA622 for further pumping to the treatment plant RA6. Load weight and routing for the pump line has been calculated and accounted for. Furthermore, existing infrastructure is used to the greatest extent possible. A new inlet line has been designed, and will be connected in the existing inlet sump, as well as a new overflow line that connects the existing overflow sump with an overflow line to the sea. The project has been modeled using Novapoint and AutoCAD and project drawings have been prepared and attached to the thesis.

Terminologi

Begreper

Fremmedvann	Uforventet vann som påfører ledningsnett.
Spillvann	Avløpsvann fra bebyggelse og industri.
Overvann	Nedbør og smeltevann som renner av på tette overflater.
Avløp	Spillvann og overvann.
Overløp	Når kapasitet til ledningsnett, pumpestasjon eller renseanlegg ikke klarer å håndtere avløpsmengden går vannet i overløp og føres videre til resipient.
Fellessystem	Spillvann og overvann samles på en felles ledning.
Separatsystem	Separert spillvann- og overvannsledning.
Nedbørfelt	Område med felles avrenning til vassdrag eller ledningsnett.
Grunnlagsdata	Koordinatfestet data.
Resipient	Fellesbetegnelse for bekk, elv, innsjø, hav, myr eller annenmottaker av vannutslipp.
Sugehøyde	Den vertikale avstanden (høydeforskjellen) mellom væskeskilden og pumpens sugeinntak.
Kavitasjon	Et fenomen som skjer når trykket i en væske blir lavere enn damptrykket for væsken.
Løftehøyde	Den vertikale avstanden en pumpe kan heve en væske, fra væskeskilde til høyeste punktet i systemet.
NPSH-verdi	Net Positive Suction Head er den minste nødvendige sugehode i et pumpesystem for å forhindre kavitasjon og sikre effektiv drift av pumpen.
Arbeidstrykk	Det maksimale trykket et rør, pumpe, tank, eller annet system kan tåle under normal drift uten risiko for skade eller funksjonssvikt.

Selvrens	VA-systemets evne til å fjerne sedimenter og forurensninger automatisk.
Trykksone	Område med konstant statisk trykk
DWG	Det opprinnelige filformatet for Autodesk's
Termoplast	Plast som er formbar ved oppvarming.
Mengderapport	Rapport som blir generert av Novapoint/AutoCAD etter ferdigstilt prosjektarbeidet.

Notasjoner

Q	Vannføring
%	Prosent (1/100)
‰	Promille (1/1000)
m	Meter
mm	Millimeter
mVS	Meter vannsøyle
l	Liter
g	Gram
s	Sekund
l/s	Liter per sekund
m/s	Meter per sekund
d	Døgn
l/d	Liter per døgn
m ²	Kvadratmeter
m ³	Kubikkmeter
N	Newton, betegnelse for kraft

N/m³ Newton per kubikmeter

Ø symbol for diameter

Forkortelser

VA Vann og avløp

PVC Polyvinylklorid

PP Polypropylen

PE Polyetylen

NGU Norges Geologiske Undersøkelse

PE Personekvivalent/Personenhet

atm Standard Atmosfære

1. Introduksjon

Denne oppgaven tar for seg prosjektering av en ny pumpestasjon for avløpsvann i Løvika, i Ålesund kommune. Pumpestasjonen vil erstatte eksisterende kommunal slamavskiller RA15, som i dag er overbelastet grunnet utbygging i området. Slamavskilleren vil erstattes av en ny pumpestasjon, hvor avløpsvannet vil føres i undervanns pumpeledning til den etablerte pumpestasjonen, PA622 Emblemsvågen.

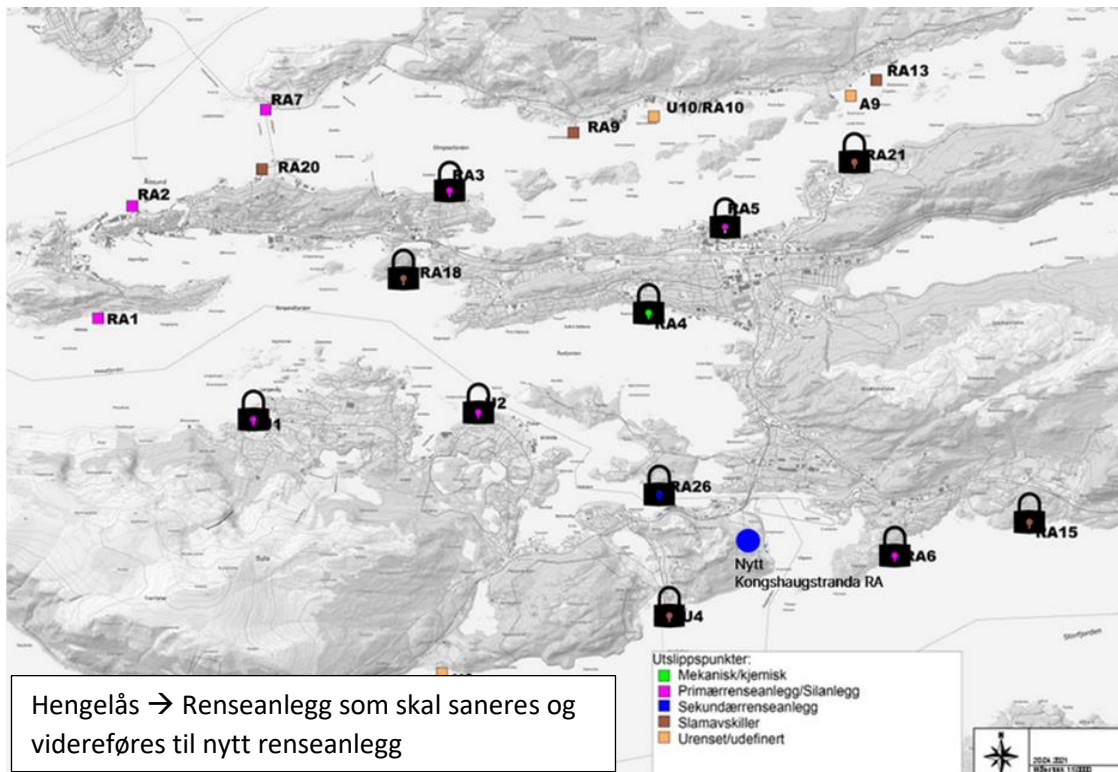
Gjennom prosjektet vil antall PE tilknyttet slamavskilleren kartlegges. Videre vil eksisterende og fremtidig utbygging i området Løvika gjøres rede for. Kapasiteten for pumpestasjonen Emblemsvågen PA622 vil også vurderes, med hensyn til tilført mengde fra den nye pumpestasjonen. Pumpestasjon og pumpeledning vil dimensjoneres, prosjekteres og modelleres, ved bruk av programvarene Novapoint og AutoCAD. Arbeidstegninger for prosjektet vil utarbeides og legges ved som vedlegg.

1.1 Bakgrunn

1.1.1 Overordnede planer

Ålesund kommune har i samarbeid med Sula kommune besluttet å etablere et større, felles renseanlegg for avløp, lokalisert ved Kvasneset, i Sula kommune. Denne beslutningen er foretatt med bakgrunn i at eksisterende avløpssystemer ikke innfrir dagens rensekraft i henhold til forurensningsforskriften del 4. Avløp, og at statsforvalter som forurensningsmyndighet har innført byggestopp i flere områder som følge av dette. Frem til anleggene utbedres, vil kommunenes muligheter for videre utbygging og samfunnsutvikling være begrenset. (Ålesund kommune; Sula kommune, 2023)

I henhold til utbygging av det nye renseanlegget skal flere av de eksisterende renseanleggene i Ålesund og Sula kommune erstattes med nye pumpestasjoner, som vil videreføre avløpet til det nye renseanlegget. Sanering av de mest sentrale renseanleggene utarbeides innad i prosjektet, mens kommunene selv er ansvarlig for sanering av de resterende anleggene. Et av anleggene Ålesund kommune er ansvarlig for å sanere, er renseanlegget RA15, det gjeldende anlegget for dette prosjektet. En oversikt over anleggene som skal saneres og videreføres til det nye renseanlegget er vist nedenfor i figur 1, illustrert med hengelås. (Ålesund Kommune; Sula Kommune, 2023).

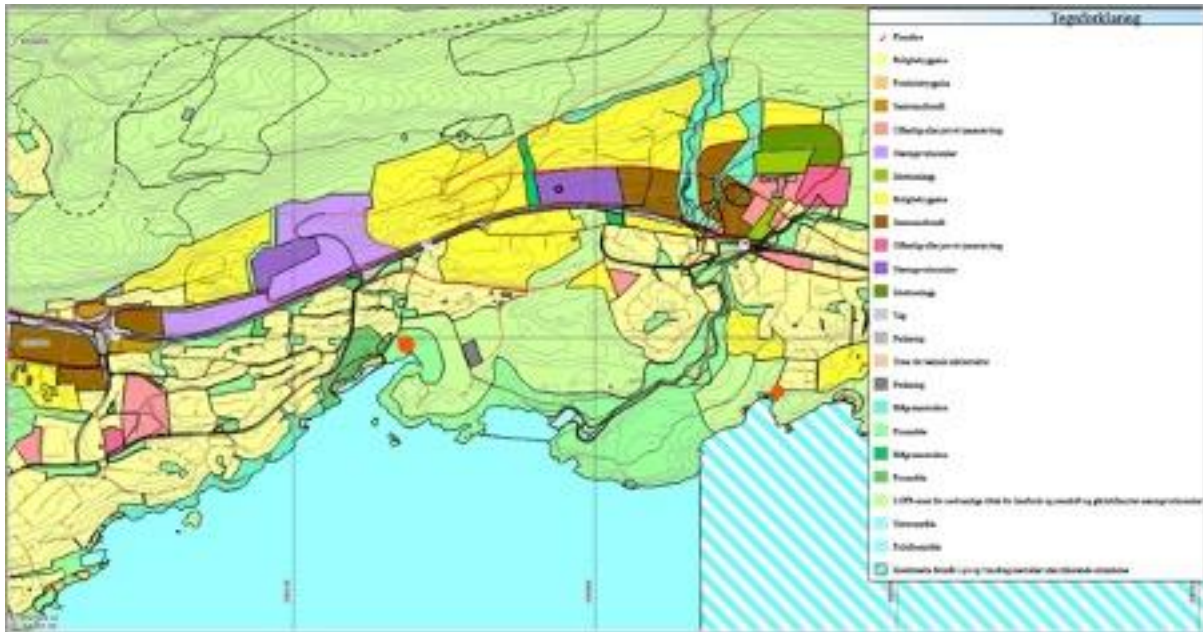


Figur 1 Oversiktsbilde over anlegg i Ålesund og Sula kommune, (Ålesund kommune; Sula kommune, 2023)

1.1.2 Områdebeskrivelse

Ålesund kommune er en kommune i Møre og Romsdal fylke, og har i henhold til målinger utført av Statistisk sentralbyrå, 67 632 innbyggere per første kvartal av 2023. (Statistisk sentralbyrå , 2023) Landskapet til kommunen er bestående av et øysamfunn ved kysten med tilknytning til fastland, og kommunens totale areal utgjør tilnærmet lik 2,522 km², hvor omtrent 1,889 km² er havareal og 25 km² er fjorder eller elver. (Ålesund kommune, 2023)

Emblem, hvor prosjektområdet befinner seg, er et tettbygd område lokalisert ved nordsiden av Storfjorden i Ålesund kommune, (Store norske leksikon, 2023). Området er hovedsakelig regulert til boligformål, samt friområder og naturareal, med innslag av næringsvirksomhet, Utsnitt av Ålesund Kommunes kommunedelplan er vist nedenfor, i figur 2. I kartutsnittet er sentrale områder for prosjektet markert i en rød farge. Dette gjelder eksisterende renseanlegg RA15 i Løvika, og eksisterende pumpestasjon PA622 i Emblemsvågen. Begge anlegg er lokalisert i områder regulert til landbruk-, natur og friluft.



Figur 2 Arealformål i området Emblem, hentet fra Ålesund kommunes webtjeneste (Ålesund kommune, 2023)

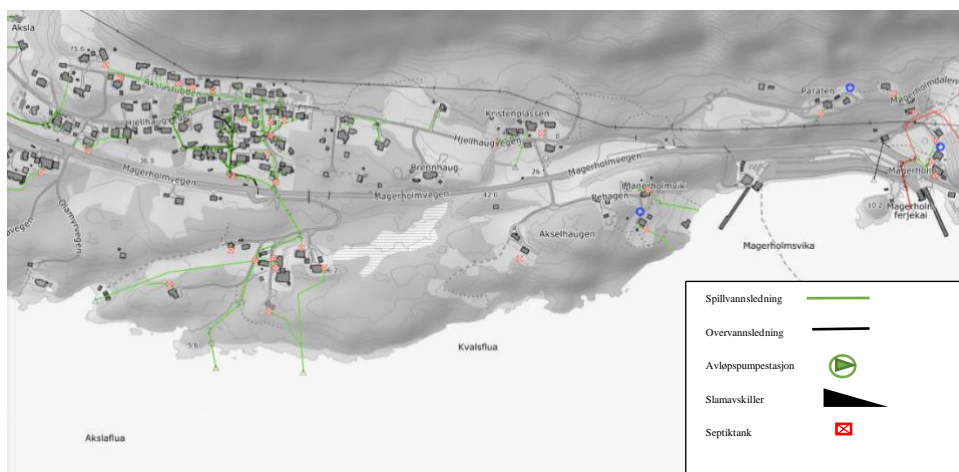
Renseanlegget i Løvika befinner seg nedenfor et boligfelt, bestående av eneboliger og tomannsboliger med tilhørende hager. Like nedenfor anlegget er det opparbeidede naust i sjølinjen. Selve området er bestående av markareal uten opparbeidede bygninger, foruten slamavskilleren, RA15, som er nedgravd. Den eksisterende pumpestasjonen i Emblemsvågen er etablert i et tilsvarende område som i Løvika, med eneboliger i nærliggende områder, samt naust etablert ved sjølinjen.

1.1.3 Eksisterende ledningsnett

Ledningsnett for håndtering av avløpsvann i området Emblem er hovedsakelig utført i et separatsystem med kommunale spillvannsledninger og private stikkledninger. For vestlige og nordlige deler av området ledes avløpet hovedsakelig i kommunale spillvannsledninger med tilkobling i private stikkledninger til pumpestasjonen PA622 Emblemsvågen. Avløpet føres videre til renseanlegget RA6 på Flisneset. For boliger innenfor området Løvika og deler av Nedregotten og Hjellhaugvegen føres avløpet i kommunale spillvannsledninger med private stikkledninger til slamavskilleren RA15 i Løvika. Gråvannet fra slamavskilleren føres ut i sjø. Østover mot Magerholm er boligene i hovedsak tilkoblet septiktank, hvor gråvannet føres i private ledninger til sjø. Utklipp av ledningsnett for avløpshåndtering er vist i figur 3 og 4.



Figur 3 Eksisterende ledningsnett Løvika hentet fra Gemini Portal+ (Ålesund kommune)

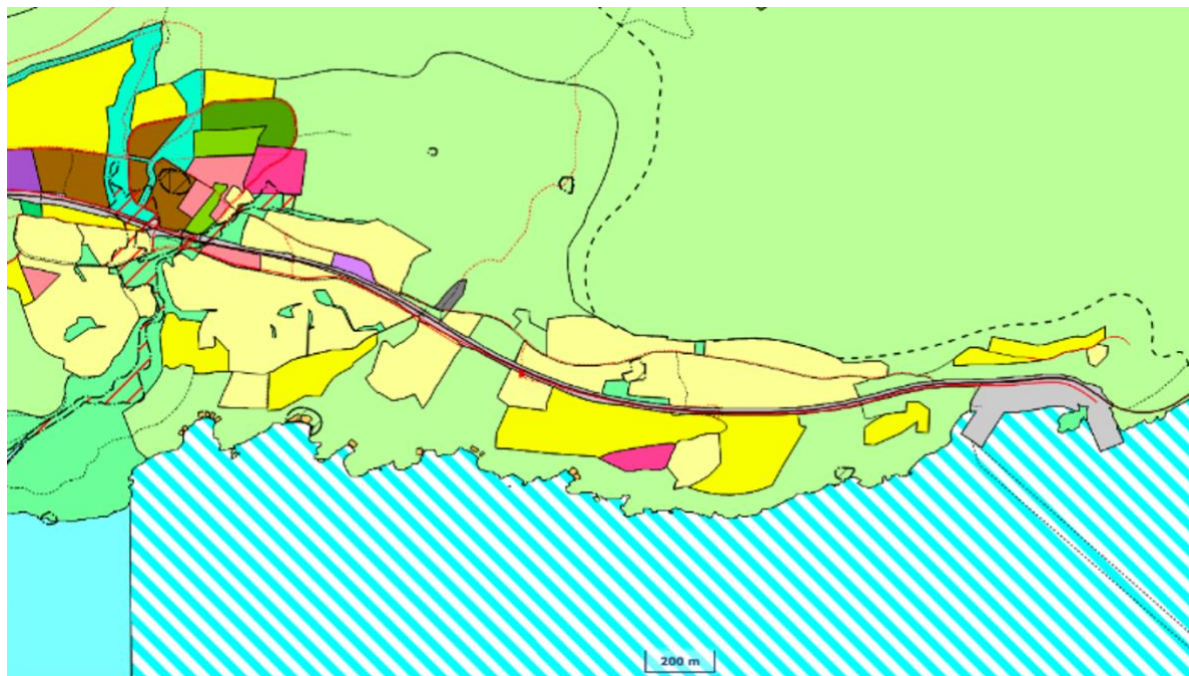


Figur 4 Eksisterende ledningsnett Magerholm hentet fra Gemini Portal+ (Ålesund kommune)

1.1.4 Fremtidig utvikling

I kartlegging og vurdering av fremtidig utvikling og utbygging i området ble kommunedelplan og reguleringsplaner for Ålesund kommune benyttet. Figur 5 viser et utsnitt av plankartet fra Ålesund kommunes kommunedelplan. Områder regulert til boligbebyggelse er markert i en gul farge, nåværende bebyggelse er vist i en lysere gulfarge, og områder for fremtidig bebyggelse er vist i en mørkere gulfarge. Dette viser en del områder regulert for fremtidig bebyggelse. Videre er det boligfelt under utbygging i dag. Dette tyder på at

Emblem er et område i vekst, med behov for en infrastruktur som møter fremtidige behov og påkjenninger.



Figur 5 Plankart fra Ålesund kommunes kommunedelplan, hentet fra Ålesund kommunes webtjeneste (Ålesund kommune, 2023)

1.1.5 Forskrifter, standarder, normer og retningslinjer

Ved utarbeiding og prosjektering av VA-anlegg er det ulike reglement som skal overholdes. Ålesund kommunes VA-norm oppgir vedtatte krav som stilles til anlegg som vedlikeholdes, driftes og eies av kommunen. Kravene tar stilling til de gjeldende lovene og forskriftene som regulerer vann- og avløpssektoren i Ålesund kommune. (VA-norm, 2023)

Lover og forskrifter gjeldende for dette prosjektet er som følger:

- Forskrift om begrensning av forurensning
- Forskrift om byggesak
- Forskrift om sikkerhet, helse og arbeidsmiljø på bygge- og anleggsplasser
- Forskrift om tekniske krav til byggverk
- Lover om havner og farvann

- Lov om vern mot forurensninger og om avfall
- Plan- og bygningsloven

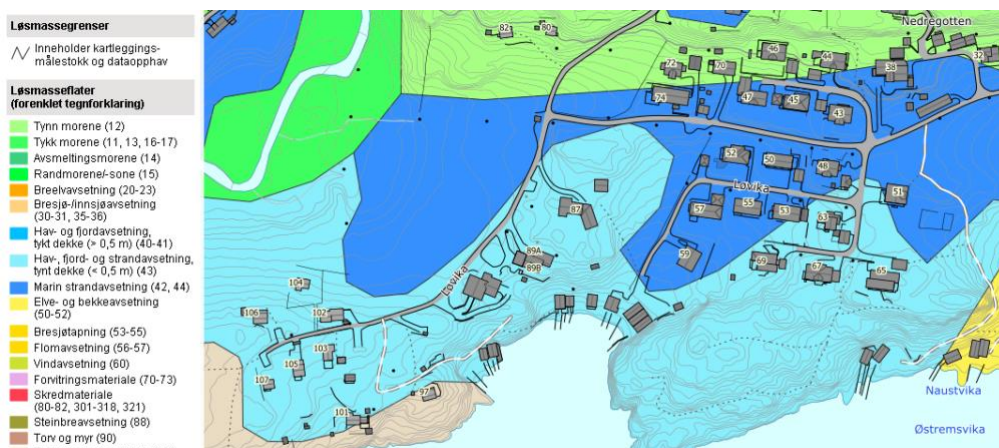
(VA-norm, 2023, p. 5)

Videre er relevante veiledende normer fra stiftelsen VA/Miljø-blad benyttet i prosjektet. Stiftelsen VA/Miljø-blad er et samarbeid mellom Norsk Vann og Norsk kommunalteknisk forening, og utarbeider veiledende normer for tekniske løsninger innenfor vann- og avløpssektoren (VA-Miljøblad, 2023).

1.1.6 Grunnforhold

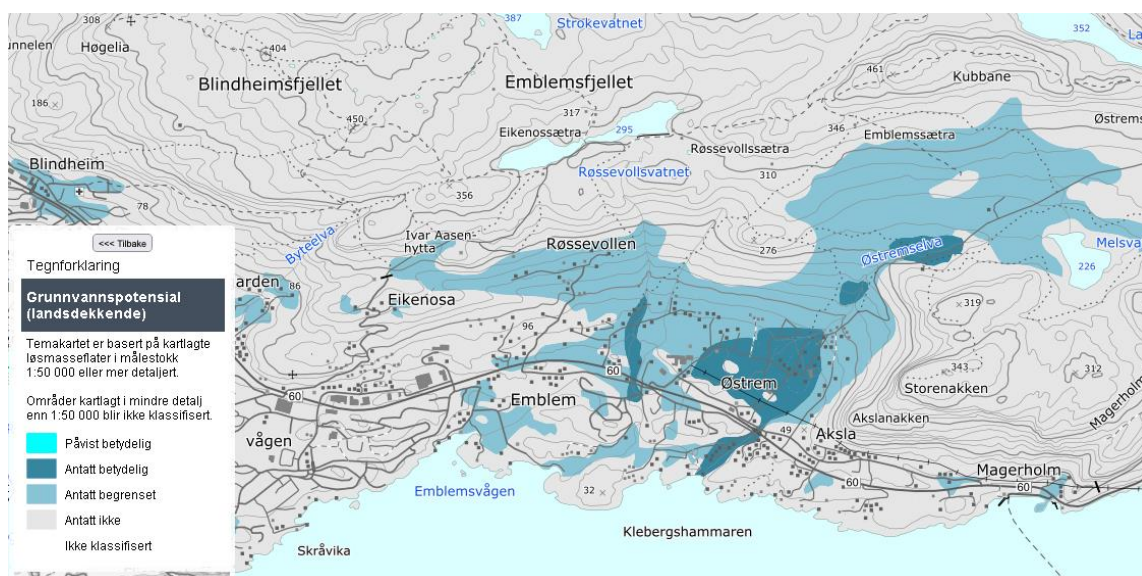
Grunnundersøkelser for prosjektet fokuserer i hovedsak på områder i nær tilknytning til prosjektområdet. Vurderingene er utført med bakgrunn i kartdata fra Norges Geologiske Undersøkelser, NGU. Utover dette er det ikke utført videre grunnundersøkelser. Det anbefales med dette at det gjennomføres mer utfyllende grunnundersøkelser for området for eventuelle inngrep.

Løsmassekart for området, utarbeidet av NGU, viser forekomster av hav-, fjord- og strandavsetninger, samt marine strandavsetninger. Hav- og fjordavsetninger oppgis å normalt ligge som et tynt dekke over fjell, på opptil 0,5 meter, Norges geologiske undersøkelser, 2013). Situasjonen er illustrert nedenfor i figur 6.



Figur 6 Kartutsnitt over løsmassekart for prosjektområdet Løvika (Norges geologiske undersøkelser, 2023)

Videre viser NGUs kartdata for grunnvannspotensial enkelte områder med antatt grunnvannspotensial. Dette inkluderer både antatt begrensede og antatt betydelige forekomster. Figur 7 viser et utsnitt av kartleggingen.



Figur 7 Grunnvannspotensial for området Emblem (Norges geologiske undersøkelser, 2023)

1.2 Problemstilling

Dette prosjektet tar for seg følgende problemstilling:

Prosjektering av pumpestasjon for avløpshåndtering i området Løvika i Ålesund kommune, med pumpeledning tilknyttet eksisterende pumpestasjon PA622 i Emblemsvågen.

1.2.1 Målsetninger

Prosjektet tar videre for seg følgende delmål:

- Kartlegging av antall PE tilknyttet slamavskilleren RA15
- Kartlegging av eksisterende infrastruktur og vurdering av fremtidig utbygging i området
- Dimensjonering av pumpestasjon og pumpeledning

- Kapasitetsvurdering for pumpestasjonen PA622 Emblemsvågen
- Prosjektering og Modellering av pumpestasjon og pumpeledning med tilknytning til eksisterende anlegg
- Produksjon av arbeidstegninger

1.2.2 Avgrensinger

Oppgavens omfang er avgrenset til en evaluering av eksisterende og fremtidig situasjon for områdene Emblem og Emblemsvågen. Videre omfatter det prosjektering av pumpestasjon og pumpeledning, samt tilkobling til eksisterende pumpestasjon PA622. Prosjektering av ledningsnett utover dette er ikke inkludert. Videre er oppgaven avgrenset til modellering og prosjektering, og inkluderer med dette ikke beskrivelse av den praktiske gjennomføringen av prosjektet, eller anbefalinger tilknyttet dette. Vurdering og prosjektering for videre håndtering av avløpet fra pumpestasjonen PA622 er heller ikke inkludert i denne oppgaven.

2. Teoretisk grunnlag

I dette kapittelet vil det teoretiske grunnlaget for prosjektet gjøres rede for. Det vil inkludere en gjennomgang av relevant teori innenfor fagfeltet som vil legge grunnlaget for videre beregninger og vurderinger.

2.1 Avløpsvann

Avløpsvann er en samlebetegnelse på vann fra husholdninger, næringsliv og andre virksomheter, som krever forsvarlig transport og rensing før utslipp til naturen (Ødegaard, 2014, s. 19). Begrepet avløpsvann inkluderer:

- Spillvann
- Industrielt avløpsvann
- Overvann
- Overløpsvann
- Infiltrasjons- og innlekkingsvann
 - Overløpsvann
 - Nedbøravhengig innlekkingsvann

(Ødegaard, 2014, pp. 284-285)

Avløpsvannets sammensetning vil variere avhengig av kilden det kommer fra, samt hvilket avløpssystem som er benyttet, hvordan det er opparbeidet og tilstanden til systemet.

Avløpssystemene som benyttes i dag deles inn i kategoriene fellessystem og separatsystem. Separatsystemer deles videre inn i 1-rørssystem og 2-rørssystem, avhengig av hvordan overvann er håndtert (Ødegaard, 2014, pp. 284-285).

I et fellessystem føres spillvann og overvann samlet i en avløpsledning. Dette inkluderer eventuelt industrielt avløpsvann, infiltrasjon- og innlekkingsvann. I et separatsystem føres overvann og spillvann separat, hvor overvannet enten håndteres lokalt eller føres i separate rør (Ødegaard, 2014, pp. 284-285).

2.1.1 Spillvann

Spillvann, også kjent som sanitært avløpsvann, viser til vann som har blitt påvirket av menneskelig aktivitet og inneholder ulike typer forurensning. Begrepet omfatter avløpsvann fra husholdninger, sykehus, skoler, servicevirksomheter og arbeidsplasser. Sammensetningen av spillvannet vil variere avhengig av kilden det kommer fra, (Ødegaard, 2014, ss. 284-285). Avledningen av spillvann bør utføres slik at hindringer og tilbakestrømming unngås. I tillegg er det ønskelig å minimere inntrengningen av overvann og infiltrasjonsvann, (Ødegaard, 2014, s. 298).

2.1.2 Overvann

Overvann er nedbør og smeltevann som renner av overflatearealer som tak, veier, parkeringsplasser og lignende (Ødegaard, 2014, p. 290). Overvann håndteres enten lokalt eller føres i separate- eller fellesledninger, (Ødegaard, 2014, p.284-285). Mangelfull håndtering av overvann kan medføre problemer, særlig i områder med tette overflater og begrenset vannabsorpsjonsevne.

2.1.3 Infiltrasjon- og innlekkingsvann

Infiltrasjon- og innlekkingsvann, også kalt fremmedvann, deles normalt inn i to kategorier, nedbøravhengig innlekkingsvann og infiltrasjonsvann. Med nedbøravhengig innlekkingsvann menes vann som trekker inn i avløpsledningen grunnet feilkoblinger i sluk, taknedløp og drenering, samt overvann fra utette kummer. Med infiltrasjonsvann menes grunnvann som trekker inn i ledningen via skjøter eller gjennom rørveggen, (Ødegaard, 2014, p. 289). Inntrenging av fremmedvann kan gi en rekke problemer i avløpssystemet, herunder overbelastning av renseanlegg og pumpestasjoner, samt økt fare for oversvømmelser og utslipp av urensset avløpsvann til resipient, (VA/Miljøblad, 2017).

2.1.4 Industrielt avløpsvann

Med industrielt avløpsvann menes avløpsvann som utelukkende har vært benyttet til industrielle formål. Sammensetningen av det industrielle avløpsvannet vil variere på bakgrunn av hvilken industri det kommer fra, samt hvilke prosesser som er benyttet. Dette innebærer at innholdet av stoffer, enten partikulært eller oppløst, samt temperaturen på avløpsvannet vil variere. Dette påvirker behovet for rensing av avløpsvannet, hvor det i enkelte tilfeller kan være hensiktsmessig å unngå å lede det inn på kommunalt avløpsnett, eller at det er behov for å rense det før det kan slippes på det kommunale nettet som følge av forurensninger, (Ødegaard, 2014, ss. 288-289).

2.1.5 Overløpsvann

Overløpsvann er overskytende avløpsvann som via etablerte overløp må videreføres til resipienter dersom det er utilstrekkelig kapasitet i enten ledningsnett, pumpestasjon eller renseanlegg, (Ødegaard, 2014, p. 291). Etablering av overløp, kan bidra til å redusere risikoen for oversvømmelser og overbelastning for de ulike enhetene i avløpsnettet (Norconsult, 2023).

2.2 Avløpsrensing

Før avløpsvann kan tilbakeføres til egnede utslippspunkter i naturen, må det både transporteres og gjennomgå tilstrekkelig rensing, (Ødegaard, 2014, p. 19). Utslippspunktene for avløp omtales som resipienter, og omfatter både utslipp til vannforekomster bestående av

enten fersk-, eller saltvann, samt utslipp i grunn, (Ødegaard, 2014, p. 548).

På bakgrunn av mengde utslipp og hvilken type resipient det skal føres til, stilles det ulike krav til rensing i henhold til forurensningsforskriften. Kravene skal forhindre negative miljøpåvirkninger som følge av avløpsutslipp, (Lovdata, 2023), og er fastsatte standardkrav. Dette innebærer at den ansvarlige myndighet har mulighet til å stille strengere krav utover dette, men at kravene ikke kan innskrenkes, (Ødegaard, 2014, pp. 556-557).

2.2.1 Rensegrader og metoder

I sammenheng med kravene oppgitt i forurensningsforskriften, er det angitt definisjoner for ulike rensgrader. Definisjonene baserer seg både på maksimalt innhold og prosentvis reduksjon av suspenderte stoffer, organiske stoffer, og næringsstoffene fosfor og nitrogen, (Lovdata, 2023). Inndelingen av ulike rensmetoder knyttes opp mot de ulike definisjonene, og angis som primær-, sekundær-, og tertiærrensing, (Ødegaard, 2014, p. 413).

Primærrensing

Ved primærrensing skal det i henhold til forurensningsforskriften oppnås en prosentvis reduksjon på 20 % av organiske stoffer, og 50 % suspenderte stoffer. Den maksimale mengden organiske stoffer avløpsvannet kan inneholde etter rensing er 40 mg O₂/l og 60 mg/l for suspenderte stoffer (Lovdata, 2023).

Rensemetoden benytter enten sedimentering, filtrering eller en kombinasjon av disse som prosessmetode. Her vil partikler ned til en størrelse på 0,1 mm fjernes fra avløpsvannet. Sedimentering utnytter partiklenes størrelse og tyngde, slik at det ved nok oppholdstid i en tank, basseng eller lignende, vil være nok tid til at partiklene felles til bunn. Ved filtrering benyttes siler til å separere partiklene fra vannet (Ødegaard, 2014, p. 413).

Sekundærrensing

Når sekundærrensing benyttes, skal det i henhold til forurensningsforskriften oppnås minimum reduksjon av 70 % BOF₅ og 75 % KOF_{CR}. Maksimale grenseverdier som ikke skal

overstiges er 20 mg O₂/ l for biologisk oksygenforbruk, BOF₅, og 125 mg O₂/ l for kjemisk oksygenforbruk, KOF_{CR} (Lovdata, 2023).

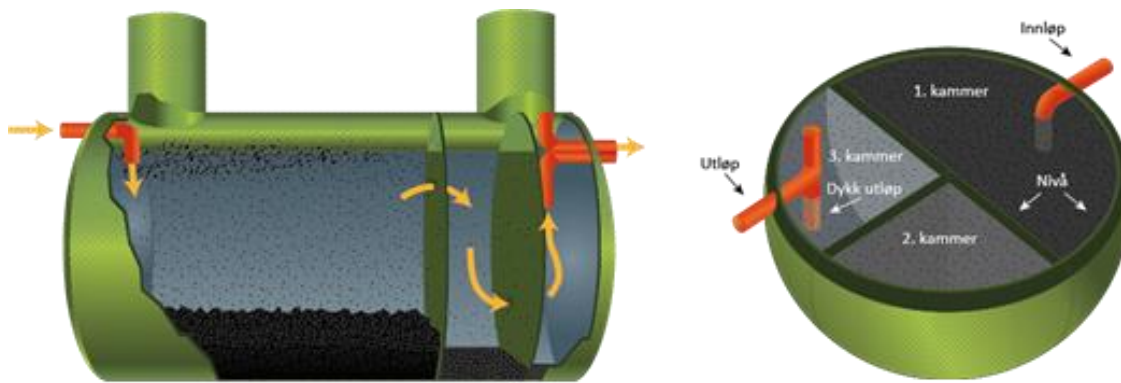
Ved sekundærrensing introduseres enten kjemiske eller biologiske materialer som en metode for å rense avløpsvannet. Gjennom tilsetning av fellingskjemikalier til avløpsvannet, vil en kunne oppnå en koagulerings effekt mellom oppløste og finpartikulære stoffer. Etter denne prosessen kan ved omrøring, danne større partikler som er mulig å separere fra vannet ved bruk av ulike separeringsmetoder. Innenfor biologisk rensing, benyttes mikroorganismer som forbruker stoffene i avløpsvannet som næring (Ødegaard, 2014, p. 413).

Tertiærrensing

Tertiærrensing omfatter en reduksjon av næringsstoffene fosfor og nitrogen. Dette kan innebære en reduksjon av begge, eller kun en av dem. I henhold til forurensingsforskriften skal det oppnås en prosentvis reduksjon på minimum 70% når fosfor skal fjernes, eller 90% for nitrogen, (Lovdata, 2023). Prosessene som benyttes ved separering av disse næringsstoffene er enten kjemisk eller biologisk felling, (Ødegaard, 2014, p. 413).

2.2.2 Slamavskillere

En slamavskiller er en enhet som benytter primærrensing som prosessmetode, hvor slampartikler ned til en størrelse på 0,1 mm separeres fra avløpsvannet. Renseprosessen belager seg på sedimentering som separeringsmetode, hvor dette innebærer at partiklene får tilstrekkelig oppholdstid i tanken til å kunne felles ned til bunnen av slamavskilleren. Slamavskillere består i hovedsak av en tank, inndelt i tre kammer, hvor avløpsvannet gjennomgår forbehandling, forsedimentering og slamlagring. Gråvannet føres deretter ut i resipient, eller til videre rensing. Tanken tømmes innenfor visse tidsintervaller (Ødegaard, 2014, pp. 432-433), og det er lovpålagt å ha en dykkert installert på utløpet. Hensikten med dykkerten er å forhindre at flyteslam fra det tredje kammeret slipper ut fra tanken. Dykkerten er plassert direkte på røret som fører ut fra slamavskilleren (Innherred Renovasjon, 2023). En generell oppbygging av slamavskillere er vist i figur 8.



Figur 8 Prinsippillustrasjon for oppbyggingen av en slamavskiller (Innherred Renovasjon, 2023)

Slamavskillere leveres i prefabrikkerte utgaver og finnes hos en rekke leverandører. Tankene leveres i materialer som GUP (glassfiberarmert polyester), PE (polyetylen) eller betong. Noen slamavskillere kan også bygges om til minirensanlegg eller inngå som en del av et minirensanlegg. Dette gir fleksibilitet og muligheter for oppgradering av avløpsanlegget ved behov (VA-Miljøblad, 2013).

2.3 Avløpsnett

Avløpsvannet samles opp ved bruk av interne avløpssystemer innad i bygninger, og videreføres ut av bygningene gjennom én eller flere avløpsledninger. For å samle avløpsvannet som føres fra bygningene, og føre dette videre til håndtering i rensanlegg, opparbeides transportsystemer i form av ledninger, tunneller eller en kombinasjon av disse. Transportsystemet er et større nettverk, som omtales som et avløpsnett (Ødegaard, 2014, ss. 30-31).

2.3.1 Ledninger

Ledninger som blir brukt til transport av avløpsvann og vann spiller en viktig rolle i moderne infrastruktur. Ledningene sørger for en sikker og effektiv transport fra forskjellige kilder. Aktuelt for dette prosjektet er spillvannsledninger med selvfyll, pumpeledninger, undervannsledninger og vannledninger. Egenskaper og krav for de ulike ledningstypene, samt aktuelle ledningsmaterialer vil videre gjøres rede for.

Spillvannsledninger

Spillvannsledninger, også kjent som avløpsledninger, er en essensiell del av infrastrukturen som håndterer bortføring av spillvann fra boliger, industri og offentlige bygninger til renseanlegg eller direkte utslipp. Materialet i disse ledningene varierer avhengig av tidspunkt for installasjon og lokale forhold. Tradisjonelt sett har materialer som keramikk, asbestement og støpejern blitt brukt, men i nyere tid har det vært en overgang til bruk av moderne materialer som plast (PE og PVC), glassfiberforsterket polyester (GRP) og duktile støpejern (Ødegaard, 2014, s. 375).

Selvrens er en viktig faktor å ta i betraktning ved dimensjonering av spillvannsledninger. Selvrens innebærer at vannet i ledningene flyter med en hastighet som er høy nok til å hindre avsetninger og oppbygging av sediment. Dette bidrar til å forhindre blokkeringer og opprettholde effektiv drift. Dimensjonering av ledninger innebærer å ta hensyn til forventet vannmengde, topografi og materialvalg. Ifølge Norsk Vanns retningslinjer bør ledninger ha et minimum helling som sikrer selvrens under lave flommer for å opprettholde effektivitet og minimere vedlikeholdsbehov (VA/Miljøblad, 2015).

Pumpeledninger

Pumpeledninger, eller trykkledninger, er en viktig del av avløpssystemet. Egenskapene til ledningene har betydning for systemets funksjon og pålitelighet. Det stilles en del krav til pumpeledninger, både på generelle basis og mer spesifikke krav fra lokale myndigheter.

Dimensjonering av pumpeledning er en kritisk faktor for å sikre optimal ytelse og kapasitet av avløpssystemet. Dette omfatter å bestemme riktig diameter og veggtykkelse på ledningen ut ifra dimensjonerende avløpsmengde, pumpekapasitet og trykkforhold. Hydrauliske beregninger som tar hensyn til faktorer som vannhastighet, trykktap, friksjonstap og statisk løftehøyde, er de vanligste metodene som blir brukt under dimensjonering av pumpeledning (PIPELIFE NORGE, 2022).

Riktig valg av material til pumpeledning er essensielt for å sikre et funksjonelt og miljøvennlig avløpssystem. Pumpeledninger skal være laget av korrosjonsbestandige

materialer som kan tåle de kjemiske og mekaniske påkjenningene fra avløpsvannet. De mest brukte materialer for pumpeledning er ulike type plast som PVC eller PE, og duktile støpejern eller rustfri stål. Ifølge VA-miljøblad 76, stilles det krav å bruke PE rør med minimum standard dimensjonsforhold (SDR) på 13.6 eller duktilt støpejern. SDR -verdien angir forholdet mellom rørets ytre og indre diameter og veggtykkelse, og tilpasses for å sikre riktig styrke og fleksibilitet (VA/Miljøblad, 2016).

Undervannsledning

I enkelte tilfeller kan det forekomme situasjoner hvor terrengforhold gjør legging av ledninger på land krevende. Noen eksempler på slike tilfeller kan være kryssing av elver, fjorder, sjø, eller eventuelt vanskelige grunnforhold. I lys av slike situasjoner kan valget om å legge en undervannsledning være en alternativ løsning. Dette kan bidra til at ledningenes trase kan forkortes eller forenkles (Karlsen).

I kontrast til grøfteutførelsene til landleddninger, hvor ledningene graves ned i grunn, etableres undervannsledninger på sjøbunnen. I forbindelse med dette er det mulig at arbeidet, i forhold til grøfteutførelse for ledninger på land, kan minimeres (Karlsen).

Til tross for fordelene med å slippe å etablere egne grøfter, har undervannsledninger en egen utfordring som må håndteres. Dette kommer av at materialet for undervannsledninger, herunder polyetylen, har en lavere egenvekt enn vann. Dette medfører at ledningene vil flyte til overflaten dersom de ikke forhindres på et vis. Løsningen for dette er at ledningene påføres egnet vektbelastning. Det eksisterer ulike metoder for dette, blant annet etablering av lodd med tyngre materialer, eller legging av ledninger med integrert vektbelastning, kalt «SESU» (Karlsen, p. 17).

Når det gjelder trasévalg for undervannsledninger, er fremgangsmåten å innhente nok informasjon angående de topografiske forholdene i aktuelle anleggelsesområder, til å danne dybdekart. Dette for å videre kunne utarbeide traseer for ledningene basert på grunnforholdene, samt eventuelle nødvendige arbeidstegninger (Karlsen).

Innhenting av slik informasjon kan utføres på ulike måter, hvor noen av de involverer å føre

båter med ekkolodd og et posisjoneringsinstrument området, kombinasjon av multistråle ekkolodd og sonar, eller eventuelt sende dykkere til å forta kontroll. Ved å benytte dykkere til å undersøke området, kan de samtidig utføre prøvetakning av bunnmassene. Dette er pålagt ved utførelser av grøfter i enten sjø eller elver, for å kunne undersøke om området er utsatt for grunnforurensninger (Karlsen).

Metode for beregning av vektbelastning for undervannsledning benyttet i denne oppgaven omtales videre i kapittel 2.5.5.

Vannledning

I henhold til VA/miljøblad nr.77 skal pumpestasjonens overbygg inneha vannforsyning for rent vann. Vannledningens dimensjon anbefales å være minimum 40 mm. Det skal i tillegg monteres en stoppekran utvendig som er lett tilgjengelig, samt et skilt på utsiden av veggen som anviser kranens plassering. (VA-Miljøblad, 2016) Videre stilles det krav til montering av vannmåler og tilbakeslagsventil på inntaksledningen i medfør av Ålesund kommunes lokale bestemmelser i VA-norm stiller krav til normen. Det spesifiseres også at påkoblinger av stikkledninger til kommunale vannledninger skal utføres i kum, med et par unntak, samt at stikkledningenes dimensjoner skal være av minimum 32 mm eller større, (VA-norm, 2023).

2.3.2 Ledningsmateriell

Hvilke ledningsmateriell som benyttes for de ulike ledningstypene, vil variere og være avhengig av ulike faktorer. Dette inkluderer blant annet vannets sammensetning, terrengforhold, og at ledningsnettets skal kunne oppnå en tilstrekkelig levetid. Dette kommer av at materialene som benyttes har ulike egenskaper, og vil på den måten egne seg til ulike formål. Aktuelle ledningsmaterialer for dette prosjektet vil videre gjøres rede for.

Polyetylen [PE]

Polyetylen er et av flere ledningsmaterialer som benyttes innenfor VA. Det er et materiale dannet av termoplast og ulike tilsetningsstoffer, og er et slitesterkt materialeegnet for bruk når temperaturene ikke overstiger 40-50°C. Bruksområdet for materialet innenfor VA er

vannledninger, trykkledninger for avløp, og undervannsledninger, som følge av muligheten til å kunne sveise materialet og dermed etablere lengre ledninger (Ødegaard, 2014, p. 380).

Polyvinylklorid [PVC]

Polyvinylklorid er også et materiale dannet av termoplast, og er et materiale som er motstandsdyktig mot nedbrytning av kjemikalier foruten om noen løsemidler. Det er både et sterkt og slitesterkt materiale, til tross for dets lave vekt, og med tanke på temperatur, er materialet egnet ved temperaturer som ikke overstiger 40-50°C (Ødegaard, 2014, p. 382). Ved bruk av polyvinylklorid til produksjon av rør, dannes det uten bruk av en form for mykner, og en benytter deretter forkortelsen PVC-U for ledningsmaterialet. Innenfor bruksområdene i VA, benyttes materialet både til vann-, og avløpsledninger. (Ødegaard, 2014, p. 382)

Polypropylen [PP]

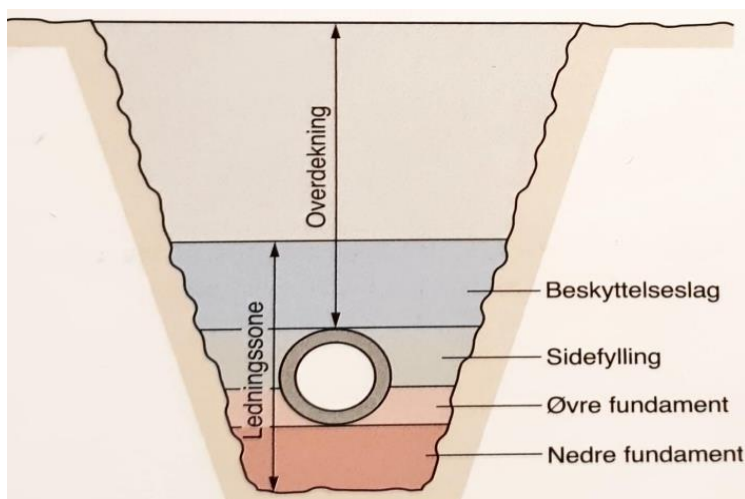
Som polyetylen og polyvinylklorid, er også polypropylen et materiale dannet av termoplast. I motsetning til polyetylen og polyvinylklorid, har polypropylen en økt motstandsdyktighet i forhold til endringer ved temperaturer, og kan tåle temperaturer opp mot omtrent 60°C. Det har i tillegg, økt motstandsdyktighet mot slag i forhold til polyvinylklorid. (Ødegaard, 2014, p. 382)

Betong

I forhold til styrke, kan ledninger som etableres i betong tilpasses individuelt til hver situasjon. Betong er også motstandsdyktig ved temperaturforskjeller, og deformeres minimalt ved slike endringer. I motsetning til materialene dannet av termoplast, er betong sårbar ovenfor ulike kjemikalier og nedbrytning som følge av de. Likeledes er det også sårbart ovenfor slagskader. (Ødegaard, 2014, pp. 379-380)

2.3.3 Grøfteutførelse

Ved utførelse av grøfter som ledninger skal etableres i, er det ulike krav som skal overholdes. Det stilles krav til hvordan enkelte masser skal komprimeres, hvilke masser som skal benyttes ved igjennfylling av grøften, samt hvilke lagmasser som brukes. Figur 9 viser en prinsippskisse for hvordan grøfttversnittet opparbeides (Ødegaard, 2014, p. 390)

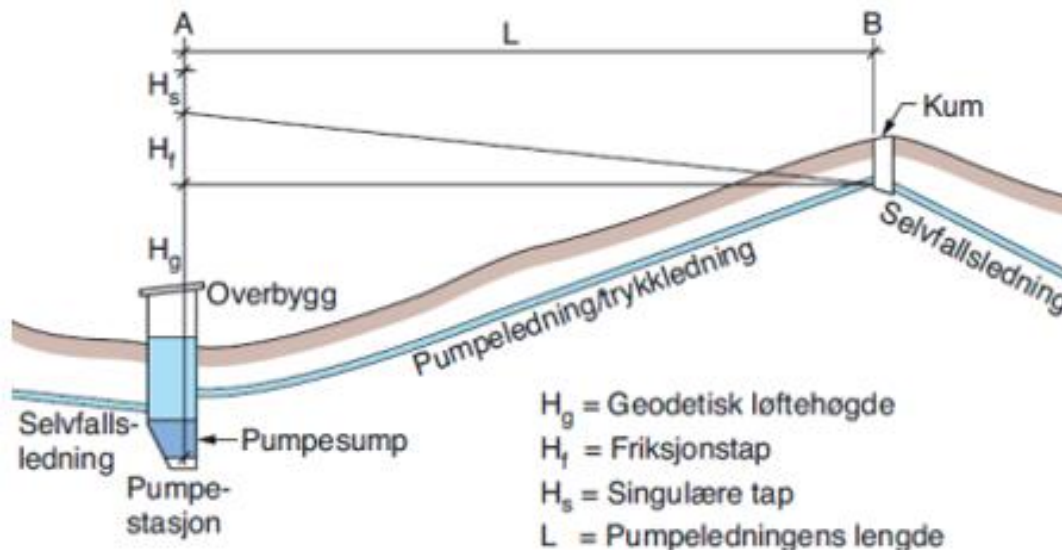


Figur 9 Prinsippskisse grøfttversnitt (Ødegaard, 2014)

I Ålesund kommunes VA-norm er det angitt både generelle og lokale krav til hvordan grøfttversnittene for skal utformes, samt tegninger for ulike ledningstyper. Kravene separeres for stive og fleksible rør, som følge av deres ulike egenskaper i forhold til belastninger, (VA-norm, 2023). Ledninger dannet av termoplast underlegges kategorien fleksibel, og betongledninger underlegges kategorien stive ledninger, (Ødegaard, 2014, p. 390).

2.4 Pumpestasjoner

Pumpestasjoner er anlegg som benyttes i avløpssystemet, hvor energi tilføres systemet ved hjelp av pumper, (Ødegaard, 2014, s. 327). Pumping av avløp er særlig aktuelt i situasjoner hvor terreng- og grunnforhold gjør løsninger for selvføll vanskelige eller kostbare, eller dersom det er ønskelig å øke hastigheten i ledningen, (Ødegaard, 2014, s. 326). En generell oppbygging av pumpestasjoner er gjort rede for i figur 10.



Figur 10 Pumpesystemets oppbygging og virkemåte (Ødegaard, 2014)

For mindre pumpestasjoner benyttes vanligvis prefabrikkerte pumpestasjoner med nedsenkbare pumper. Pumpestasjonen produseres normalt i glassfiberarmert polyester (GUP), men kan også utformes i betong, (Ødegaard, 2014, s. 332).

Pumpestasjoner inneholder generelt sett følgende komponenter:

- Innløpskum
- Nødoverløp
- Pumpesump
- Pumper
- Overbygg med sanitærinstallasjoner
- Elektriske installasjoner
- Tekniske installasjoner
- Automatikk
- Ventilasjon
- Løfteutstyr

(VA/Miljøblad, 2016)

Ved prosjektering av avløspumpestasjoner, vurderes betydningen av anlegget i avløpssystemet. Dette inkluderer formålet med pumpestasjonen, samt hensyn til driftssikkerhet, reservedeler, overvåking, automatisering, arbeidsmiljø og sikkerhet, drift og vedlikehold. Plassering for pumpeanlegget har innvirkning på systemets ytelse og effekt.

Ved valg av plassering for en avløspumpestasjon, vurderes følgende faktorer:

- Plassering i eller utenfor bygning:
- Minimumsavstand til fundamenter, eksisterende ledninger og andre anlegg:
- Areal- og tomteforhold:
- Grunnforhold og grunnvannstand:
- Elektrisk strømforsyning og plassering av tavle for fordeling av strøm til pumpene:
- Miljøhensyn:
- Pumpenes egenskaper:
- Automatisk oppstart og drift:
- Sikkerhet, arbeidsmiljø og ytre miljø.

(Ødegaard, Vann- og avløpsteknikk, 2014, p. 328)

I henhold til retningslinjene for utforming av mindre pumpestasjoner presentert i VA/miljøblad nr. 76, skal pumpestasjonen dimensjoneres på en slik måte at driftsmessige funksjoner er ivaretatt. Dette innebærer at pumpestasjonen tilfredsstiller krav som stilles i Plan- og bygningsloven og Arbeidsmiljøloven. Disse lovkravene sikrer at pumpestasjonen oppfyller nødvendige standarder for både konstruksjon og arbeidsforhold (VA/Miljøblad, 2016).

Videre er det ønskelig at sjenerende lukt i eller utenfor stasjonen unngås for å minimere miljøpåvirkningen og ivareta arbeidsmiljøet. Pumpestasjonen skal også dimensjoneres på en slik måte at overløp fungerer utelukkende som nødoverløp, det vil si at overløp ikke skal forekomme under normale driftssituasjoner. Dette er for å sikre at pumpestasjonen opererer effektivt og reduserer risikoen for uønskede hendelser, (VA/Miljøblad, 2016).

2.4.1 Pumper

Pumper er roterende eller bevegelige hydrauliske maskiner, og benyttes blant annet innenfor avløpsteknikk for å tilføre energi til transportsystemet, (Ødegaard, 2014, s.327). For pumping av avløpsvann benyttes vanligvis sentrifugalpumper. Pumpen består av et pumpehus, med et hurtig roterende pumpehjul, (Ødegaard, 2014, s.328). Pumpene kan være både horisontale og vertikale, (Ødegaard, 2014, s.332).

Pumpestasjonen kan utformes på ulike måter avhengig av hvilke pumpetyper som er benyttet. Pumpene kan være nedsenkbare, hvor motor og pumpe er sammenbygd og senket ned. Videre er det mulig å tørroppstille motor og senke ned pumpen, eller tørroppstille både motor og pumpe. For transport av avløpsvann benyttes oftest nedsenkbare pumper (Ødegaard, 2014, s. 332).

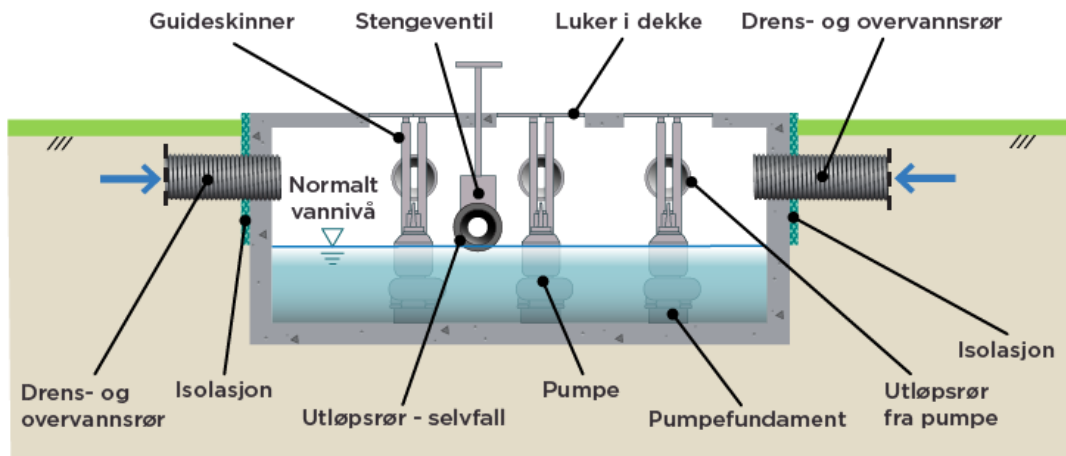
Når det kommer til design av pumper, er tørr- og våtoppstilte pumper de vanligste designene som blir brukt i avløpspumpestasjoner. Tørroppstilte pumper plasseres vanligvis på en plate over pumpesumpen. Avløpsvannet pumpes deretter ut av sumpen og opp til rørene ved hjelp av en sugestasjon og trykkrør. Våtoppstilte pumper plasseres i selve pumpesumpen, hvor avløpsvannet pumpes direkte ut av sumpen ved hjelp av et trykkrør (GRUNDFOS, 2023).

Våtoppstilte pumper plasseres i selve pumpesumpen, hvor avløpsvannet pumpes direkte ut av sumpen ved hjelp av et trykkrør. Våtoppstilte pumper er mer utsatt for mekaniske problemer og har høyere driftskostnader over tid. Dette skyldes at våtoppstilte pumper er mer utsatt for slitasje, og at vedlikehold krever tømning av pumpesumpen (GRUNDFOS, 2023).

2.4.2 Pumpesump

Pumpestasjoner inneholder et kammer for oppsamling av avløp før videre pumping. Dette kammeret kalles en pumpesump. Pumpesumpen utføres enten som prefabrikkert løsning, modulløsning, eller bygges i sin helhet på stedet, (VA/Miljøblad, 2016). Oppbygging av pumpesump er vist i figur 11.

Pumpesump



Figur 11 Illustrasjon av pumpesump med pumper og ventiler (NVE, 2020)

Prefabrikkerte løsninger for pumpeanlegg benytter primært kummer fremstilt av betong, glassfiber eller stål, eller en kombinasjon av disse materialene. Når det gjelder anlegg som er konstruert på stedet, er det betong som hovedsakelig brukes i pumpesumpen og bæresystemet. Her kan det være en blanding av betongelementer og plastøpt betong, eller det kan utelukkende være en konstruksjon basert på plastøpt betong. Det er av største betydning at pumpesumpen er riktig dimensjonert og har en hydraulisk utforming som er tilpasset for å håndtere store avløpsmengder, og for å maksimere utnyttelsen av pumpenes kapasitet. For å sikre en optimal utforming, er det nødvendig med et nært samarbeid fra begynnelsen mellom dem som prosjekterer pumpesumpen og dem som prosjekterer pumpeløsningen (NVE, 2020).

Dimensjonering av pumpesumpen er avhengig av følgende faktorer:

- Maksimal tilrenning til stasjonen
- Antall pumper og dimensjonerende vannmengde per pumpe
- Vannhastighet i pumpesumpen
- Tiltak for å hindre Vortex
- Normalvannstand for vassdrag
- Flomvannstand for vassdrag
- Startnivå pumper

- Stoppnivå pumper
- Nivå for underkant av innløpsrør
- Nivå for underkant av utløpsrør
- Løfthøyde
- Antatt tap i pumpeledninger

(NVE, 2020)

2.4.3 Overbygg

Overbygget utgjør det synlige segmentet av pumpeanlegget. Dette krever nøye utforming for å sikre trygg drift og overvåking. Overbygg kan leveres i form av prefabrikkerte enheter, som elementbygg, eller konstruert på stedet. Dette vil være avhengig av pumpeanleggets dimensjoner og andre særskilte behov. Overbygget etableres i henhold til byggeteknisk forskrift, TEK17 (NVE, 2020).

Overbygget skal være isolert, og skal inneholde ulike systemer og utstyr for sikring av optimal drift av anlegget. Dette inkluderer skap for strømforsyning, automatikksystemer, og overvåking- og styringssystemer. Videre skal det inneholde utstyr for heising av pumper, håndvask, installasjoner for brannslukking, varmesystemer, avtrekksvifter og belysning. Inngangspartiet skal ha tilstrekkelig bredde og høyde for å muliggjøre flytting av pumper (NVE, 2020).

2.4.4 Komponenter i pumpestasjoner

I dette kapitlet vil ulike nødvendige komponenter for pumpestasjoner gjøres rede for.

Frekvensomformer

Frekvensformere er et viktig element i moderne avløpspumpeanlegg, da de muliggjør energieffektiv og pålitelig drift av pumpeanlegget. En frekvensomformer er en elektronisk enhet som kontrollerer hastigheten til en motor ved å justere frekvensen av strømforsyningen som mates til motoren. Dette betyr at man kan regulere pumpens hastighet og dermed også volumstrømmen som pumpes ut. (VA/Miljøblad, 2004)

Frekvensformere brukes vanligvis i forbindelse med sentrifugalpumper og skruepumper som har et variabelt turtall, noe som gir mulighet for tilpasning til varierende vannstrømmer. I avløpspumpestasjoner er frekvensformere brukt til å justere pumpenes hastighet og dermed sikre at kapasiteten til pumpene samsvarer med behovet til enhver tid. Dette kan føre til betydelige energibesparelser og økt levetid for pumpene. (VA/Miljøblad, 2004)

En annen fordel med bruk av frekvensformere i avløpspumpestasjoner er muligheten til å redusere startstrømmen ved oppstart av pumpene. Ved oppstart trenger pumper vanligvis en høy startstrøm, som kan føre til belastning på strømmettet og høye påslag i strømkostnad. Ved bruk av frekvensomformere kan man gradvis øke hastigheten på pumpene og dermed redusere startstrømmen, noe som reduserer belastningen på strømmettet og gir besparelser på strømregningen. Frekvensformere kan også bidra til å redusere slitasje på pumpene ved å unngå støtbelastninger som kan oppstå ved plutselige endringer i vannstrømmen. Ved å justere pumpenes hastighet gradvis kan man redusere slitasje på pumper og motorer, og dermed forlenge levetiden til utstyret. (VA/Miljøblad, 2004)

Avslutningsvis kan frekvensformere bidra til å øke sikkerheten i avløpspumpestasjonen. Dette skyldes at enheten har innebygde sikkerhetsfunksjoner som beskytter mot overbelastning, overoppheting og andre uforutsette hendelser som kan oppstå ved drift av pumpeanlegget. På denne måten kan man redusere risikoen for skader på utstyr og personell, og sikre en pålitelig drift av avløpspumpestasjonen. (VA/Miljøblad, 2004)

Gassdetektor

En gassmåler, eller gassdetektor, er en avansert enhet som brukes til å oppdage og kontrollere konsentrasjonen av ulike gasser i omgivelsen. Dette er essensielt i situasjoner der gassutslipp kan sette helsen eller sikkerheten til mennesker eller dyr i fare. Gassdetektorer kan også brukes til å kvantifisere og overvåke gasskonsentrasjoner i industrielle prosesser (Årtun, 2020).

En fast gassmåler i avløpspumpestasjon er essensielt på grunn av risikoen for gassutslipp fra avløpsvannet som renner inn i pumpestasjonen. Gasser som metan og hydrogensulfid kan samle seg i avløpsvann og pumpestasjoner, og forårsake betydelig eksplosjonsfare eller helseproblemer hvis de ikke oppdages i tide. Ved bruk av en fast gassmåler som overvåker kontinuerlig konsentrasjonene av disse gassene og advarer brukere når nivåene overstiger et definert kriterium, kan en iverksettes tiltak for å beskytte sikkerheten og helsen til både arbeidere og allmennheten (Dräger , 2023).

Kommunikasjon og styringssystem

Styringssystemer og kommunikasjonsteknologi er to sentrale komponenter i avløpspumpestasjoner. Disse teknologiene bidrar til effektiv drift, vedlikehold, samt pålitelig overføring av kritisk data.

I styringssystemer for en avløpspumpestasjon er det bestemte parametere som styrer driften. Dette omfatter fastsetting av alle nivåer for oppstart og stopp, veksling mellom pumper, samt regelmessig rotasjon og oppstart av pumper. Kommunikasjon og overføring av all data, inkludert alarmer foregår via radiosignaler eller fibernett. Radiosignaler er det primære valget når fibernett ikke er tilgjengelig, eller når det er høye kostnader ved etablering. I styringssystemer for en avløpspumpestasjon er det bestemte parametere som styrer driften. Dette omfatter fastsetting av alle nivåer for start og stopp, veksling mellom pumper, samt regelmessig rotasjon og oppstart av pumper. Vanligvis benytter kommuner et overvåkningssystem for vann og avløpsnett basert på programmerbare logiske styringer (PLS), som legger grunnlaget for tilpassing av systemer for integrering av nye enheter (NVE, 2020).

Strømforsyning og nødstrøm

Sikringen av pålitelig strømforsyning til pumpestasjon er essensielt for stasjons funksjonalitet, ettersom både overvåking- og styringssystemer og generell drift av overbygget er avhengig av elektrisitet. Forsyningsvalget mellom nettstrøm og aggregatdrift må vurderes for hvert tilfelle, hvor det tas hensyn til kostnader, driftssikkerhet og miljømessige implikasjoner. Dermed er det essensielt å engasjere det lokale

elektrisitettsverket under detaljplanlegging av pumpestasjonen, for å diskutere strømforsyningen og potensielle krav til mykstart. Ved bruk av nødstrømsaggregat er det avgjørende at pumpestasjonen er utstyrt med frekvensomformere (NVE, 2020).

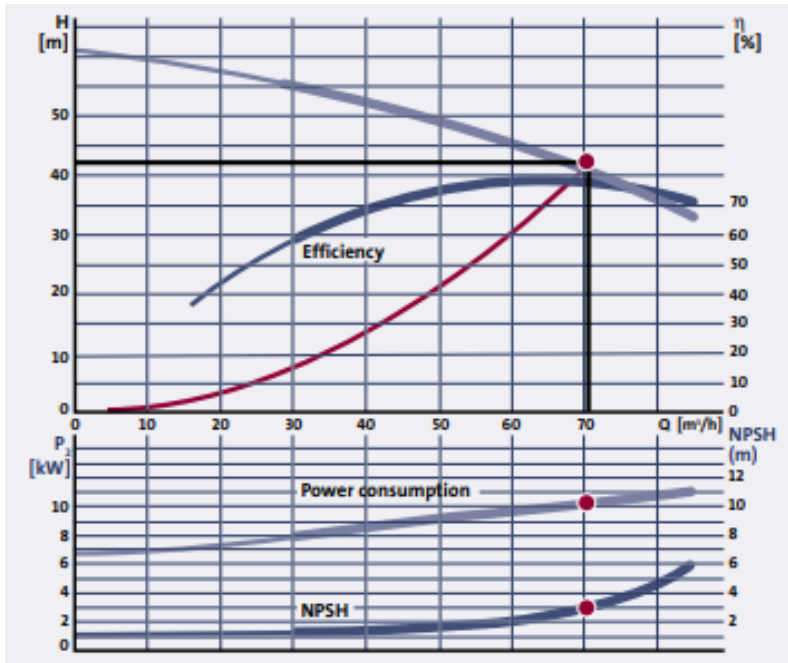
Spenningsnivået for pumper er progressivt skiftende fra 230V til 400V. Avklaring av både spenningsnivå og nettverkskapasitet er nødvendig i samråd med det lokale elektrisitettsverket. Det kan ofte kreve etablering av en ny nettstasjon for å dekke pumpes driftsbehov. Dersom drift fra strømmnett er foretrukket, bør det også planlegges for nødstrømsforsyning til stasjonen. Dette kan løses ved hjelp av mobile aggregater eller fastmonterte nødstrøm anlegg. Generelt er ett aggregat per pumpestasjon ansett som tilstrekkelig, selv med flere pumper i drift (NVE, 2020).

2.4.5 Pumpekarakteristikk

Pumpekarakteristikken til en pumpe illustrerer pumpens driftsegenskaper, og omtales også som pumpekurve. Denne informasjonen hentes fra leverandør. Figur 12 viser eksempel på en typisk pumpekurve. En typisk pumpekarakteristikk inneholder følgende informasjon:

- Q-H-kurver som viser trykkehøyde per vannmengde (Q)
- Virkningsgradkurve (Q- η -kurve)
- Effektkurve (Q-P-kurve)
- NPSH-verdier (Net Positive Suction Head)

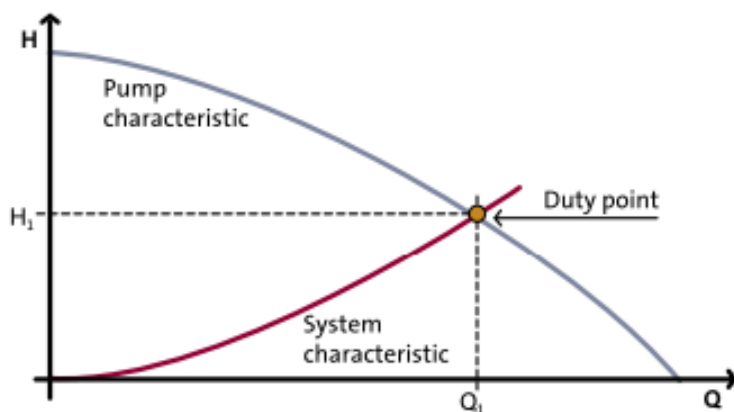
(Ødegaard, 2014, s.335)



Figur 12 Pumpekarakteristikk med virkningsgrad, effektforbruk og NPSH-verdi (GRUNDFOS, 2023)

Driftspunkt

Driftspunktet til en pumpe viser til det punkt hvor pumpekurven og ledningskurven krysser hverandre. Ledningskurven består av statisk løftehøyde, friksjonstap og singularøstap sammenlagt. Pumpekurven i dette eksemplet viser løftehøyde H per vannmengde Q . Slik det er illustrert i figur 13 er ledningskurven stigende mot driftspunktet siden trykkmotstanden er økende med volumgjennomstrømningen, mens løftehøyden er synkende mot driftspunktet (GRUNDFOS, 2023).



Figur 13 Illustrasjon av driftspunktet til en pumpe (GRUNDFOS, 2023)

Virkningsgrad

Pumpens virkningsgrad, også kjent som effektivitet, gir en indikasjon på hvor mye av den tilførte mekaniske energien som blir konvertert til hydraulisk energi. Dette kan beregnes ved å dele effekten i den pumpede vannstrømmen med den mottatte aksialeffekten.

(GRUNDFOS, 2023)

Det er viktig å merke seg at den teoretiske virkningsgraden for en pumpe, oppgitt av produsent, kan avvike fra den faktiske virkningsgraden for en installert pumpe. Dette skyldes to hovedårsaker:

1. I løpet av driftstiden vil pumpen ofte operere ved lavere belastning enn den er dimensjonert for, noe som kan påvirke dens faktiske virkningsgrad.
2. Slitasje over tid vil redusere pumpens virkningsgrad, og dette vil ha en betydelig innvirkning på den faktiske virkningsgraden sammenlignet med den teoretiske.

(GRUNDFOS, 2023)

Virkningsgraden for en pumpe kan uttrykkes matematisk som følger:

Formel 1:

$$\eta = \frac{\text{effekt tilført fluidet}}{\text{effekt avgitt av pumpemotoren}} = \frac{\rho \cdot g \cdot Q \cdot H}{T \cdot \omega}$$

Hvor:

η = Den totale virkningsgrad

ρ = Tettheten til væsken

Q = Volumstrøm

H = Energihøyde

$T =$ Kraftmomentet/dreiemoment [Nm/s]

$\omega =$ Vinkelhastighet til akselen

(GRUNDFOS, 2023)

Friksjon som oppstår i pumpen, er største faktoren som påvirker effektiviteten og virkningsgraden til pumpen. Dette er friksjon som oppstår mellom væsken, pumpehus, løpehjul, lekkasjetap, mekanisk friksjon og turbulens, (Franzini J.B., 1997). Reduksjon av impellerens diameter kan øke virkningsgraden, men kan også gjøre at det blir større indre lekkasje (Franzini J.B., 1997).

NPSH-kurve

NPSH står for «Net Positive Suction Head» og angir det nødvendige vanntrykket som må være til stede ved pumpestussen for å forhindre kavitasjon. Kavitasjon kan føre til redusert pumpeeffektivitet, skade på pumpekomponenter og redusert levetid for pumpen. NPSH er delt inn i to hovedtyper: NPSHR (nødvendig) og NPSHA (tilgjengelig). NPSHR angir den nødvendige sugedyden ved innløpet til pumpen, mens NPSHA er en systemvariabel som definerer den totale energien i væsken. NPSH-kurven er økende fordi en økende volumstrøm vil føre til høyere friksjonshøyde, som må tas med i beregningene. Økt systemruhet bør også vurderes ved dimensjonering av pumpestasjoner (GRUNDFOS INDUTRY, 2023).

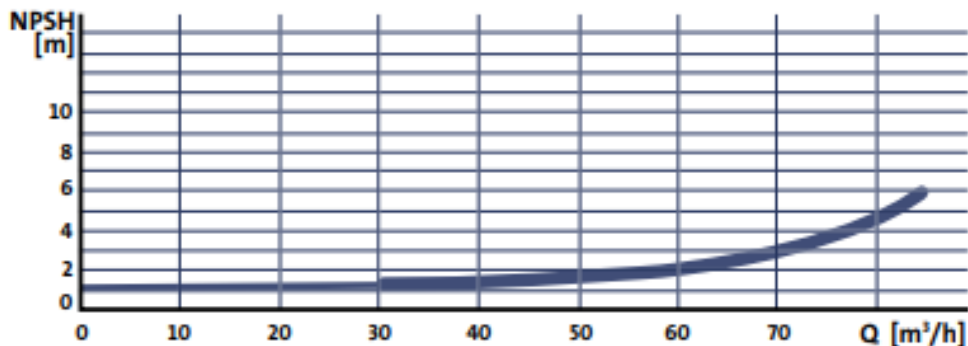


Fig. 1.1.9: The NPSH-curve of a typical centrifugal pump

Figur 14 Kurve for NPSH-verdi for en sentrifugalpumpe (GRUNDFOS, 2023)

For å unngå kavitasjon i pumper er det viktig å sikre at det er tilstrekkelig trykk ved innløpet. NPSH kan beregnes ved bruk av formel 2, og er avhengig av hastighetshøyden. Ved bruk av disse retningslinjene og NPSH-kurver, kan en redusere risikoen for kavitasjon, sikre effektiv drift av pumpesystemet, og ikke minst forlenge levetiden til pumper og andre komponenter. (GRUNDFOS, 2023)

Formel 2:

$$NPSH = \frac{(p_s)_{abs}}{\gamma} + \frac{V^2}{2g} - \frac{(p_v)}{\gamma}$$

Hvor:

$NPSH =$ Nødvendig innløpstrykk [mVS]

$(P_s)_{abs} =$ Absoluttuttrykk [Pa]

$V_s =$ Vannhastighet på sugesiden

$P_v =$ Damptrykk til fluidet [Pa]

$H =$ løftehøyde ut av pumpen [mVS]

(GRUNDFOS, 2023)

Sugehøyde

Den maksimale sugehøyden til pumpen kan beregnes ved bruk av formel 3, gitt at det nødvendige innløpstrykket er kjent.

Formel 3:

$$Z_{maks} = Z_a - Z_f - NPSH - Z_v - Z_s$$

Hvor:

$Z_{maks} =$ Maksimal sugehøyde [mVS]

$Z_a =$ Atmosfærisk trykk [mVS]

$Z_f =$ Friksjonstap i sugeledning [mVS]

$Z_v =$ Damptrykk til fluidet [mVS]

$Z_s = \text{Sikkerhetsfaktor [0,5-1 mVS]}$

(Kjølle, 2003)

2.4.6 Energiforbruk

Energiforbruk og effektivitet er nøkkelfaktorer for driften av avløpspumpestasjoner, ettersom de utgjør en vesentlig andel av driftskostnadene, (Spellman, 2013). Utnyttelse av energi i en avløpspumpestasjon kan resultere i energitap, der deler av den påførte energien ikke omdannes til produktivt arbeid, men går tapt i ulike former som varme og støy. I denne sammenheng fokuseres det på to hovedformer for hydrauliske energitap: friksjonstap og singularærtap, (GRUNDFOS, 2023). En reduksjon av disse tapene kan bidra til å forbedre energieffektiviteten til avløpspumpestasjonen.

Friksjonstap

Det er et resultat av motstanden som avløpsvannet møter når det beveger seg gjennom rørsystemet, (Ødegaard, 2014, s. 67). Dette tapet påvirkes av faktorer som rørlengde, strømningshastighet, og rørets indre overflate. Ved å velge riktig rørmateriale og dimensjon, kan friksjonstapet reduseres, og dermed øke energieffektiviteten til avløpspumpestasjonen. Glattere rørvegger gir lavere friksjon, og fører til redusert energitap under transport, (Ødegaard, 2014, s. 67). Friksjonstapet mellom væsken og rørveggen i røret kan beregnes ved bruk av Darcy-Weisbachs likning illustrert under:

Formel 4:

$$h_L = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2g}$$

Hvor:

$h_L =$ Friksjonstap [mVS]

$f =$ friksjonskoeffisient

$L =$ Lengde på rør [m]

$D =$ Indre diameter [m]

$V =$ Hastighet på vannet [m/s]

$g =$ Gravitasjonskonstanten [9.81 m/s²]

(Ødegaard, 2014, s. 67)

Singulærtap

Singulærtap, også kjent som lokaltap, er energitap som oppstår på grunn av endringer i strømningsretning eller hastigheten til avløpsvannet når det strømmer gjennom ulike komponenter, slik som ventiler, bend, grenrør og andre strukturelle hindringer. Trykktap som ikke er forårsaket av friksjonstap går under uttrykket singulærtap. Disse endringene skaper turbulens, noe som fører til energitap. Singulærtap kan minimeres ved å redusere antall hindringer i rørsystemet, velge hensiktsmessige konfigurasjoner av rørkomponenter. For å beregne singulærtapets størrelse i et område, benyttes følgende formel:

Formel 5:

$$h_L = f \cdot \frac{V^2}{2g}$$

Hvor:

$h_L =$ Singulærtapsstørrelse [m]

$f =$ Singulærtapskoeffisient

$V =$ Strømningshastighet [m/s]

$g =$ Gravitasjonskonstant [9,81 m/s²]

(Ødegaard, 2014, s. 74)

Koeffisienten for singulærtap, betegnet som k , er unik for hvert område hvor et slikt tap forekommer. Bestemmelsen av denne koeffisienten er vanligvis basert på eksperimentelle metoder og analyser.

Ved å ta hensyn til friksjonstap og singulærtap i avløpspumpestasjoner, kan man redusere

energitapet og forbedre den generelle energieffektiviteten i systemet. Dette resulterer i lavere driftskostnader, redusert miljøpåvirkning og et mer bærekraftig avløpssystem. Gjennomføring av disse tiltakene krever omfattende planlegging, design og vedlikehold av rørsystemer og komponenter i pumpestasjonen.

2.5 Beregninger

Følgende kapittel tar for seg det teoretiske grunnlaget for beregning av personekvivalenter, dimensjonerende spillvannsmengde, selvrens, og dimensjonering av selvfallsledninger, pumpeledninger og pumpesump.

2.5.1 Personekvivalenter, PE

En personekvivalent (pe) viser til “den mengden organisk stoff som brytes ned biologisk med et biokjemisk oksygenforbruk over fem døgn (BOF₅) på 60 gram oksygen per døgn”, (Standard Norge, 2006).

Personekvivalenter bestemmes på to ulike måter, i henhold til Norsk Standard NS 9426. Enten gjennom en måling av avløpsmengde og analyse av BOF₅-konsentrasjon som videre omregnes til PE, eller gjennom en beregning av forventet antall PE, basert på spesifikke verdier for BOF₅ for ulike enheter gjort rede for i standarden. (Standard Norge, 2006)

I henhold til lokale bestemmelser i Ålesund kommunes VA-norm benyttes en faktor på 2,5 personekvivalenter for vanlige boenheter. Det henvises ellers til Norsk Standard NS 9426 for beregning av andre typer enheter, som skoler, bedrifter eller lignende. (VA-norm, 2023)

2.5.2 Spillvannsmengder

Med dimensjonerende spillvannsmengde menes den maksimale timetilrenningen som overskride i 50% av årets døgn, (Ødegaard, 2014, s. 424), og benyttes i dimensjonering av anlegg innen avløpsteknikk. Beregning av dimensjonerende spillvannsmengde utføres ved bruk av følgende formel.

Formel 6:

$$Q_{dim} = f_{maks} \cdot k_{maks} \cdot pe \cdot vannforbruk + fremmedvann + industrivann$$

Hvor:

f_{maks} = maksimal døgnfaktor

k_{maks} = maksimal timefaktor

PE = antall personekvivalenter

Vannforbruk = gjennomsnittlig vannforbruk per personekvivalent

(VA/miljøblad, 2015).

I henhold til generelle bestemmelser i VA-normen bør anlegg som bygges for spillvann alene dimensjoneres for største forventede tilrenning. Videre bør fremtidig økning av spillvannsmengder tas i betraktning. (VA/miljøblad, 2015)

Lokale bestemmelser i Ålesund kommunes VA-norm fastsetter at det skal benyttes en faktor på 2,5 personekvivalenter for vanlige boenheter. For andre typer enheter, som skoler, bedrifter eller lignende, henvises det til Norsk Standard NS 9426 for beregningsmetode. (Standard Norge, 2006)

I beregning av vannforbruk fra husholdninger, tas det utgangspunkt i det spesifikke vannforbruket per liter per person per døgn. Dette ligger normalt mellom 130 – 170 l/p/d, og 150 l/p/d benyttes som en typisk verdi, (Ødegaard, 2014, s. 303). Videre angir VA/miljøblad nr.115 at de fleste kilder innenfor faget oppgir en gjennomsnittsverdi på 130 – 150 l/p/d, og anbefaler at 150 l/p/d benyttes i beregninger, om ikke annet er angitt for stedet, (VA/miljøblad, 2015).

2.5.3 Selvrens

Spillvann inneholder stoffer som kan sedimenteres og akkumuleres i ledningsnett. For å forhindre oppbygging av stoffer i ledninger, settes det krav til minimumsvannmengder som skal opptre i ledningen i løpet av døgnet. Vannmengden vil variere avhengig av fall og rørdimensjon, og betegnes som selvrensende vannføring. Selvrensende vannmengde skal opptre minst en gang i døgnet og oppnå en skjærspenning mellom vannstrømmen og bunnen av ledningen på $2 - 4 \text{ N/m}^2$. Med bakgrunn i dette stilles det gjerne krav innen norsk praksis om en vannhastighet på $0,6 - 0,8 \text{ m/s}$ eller skjærspenning på $2 - 4 \text{ N/m}^2$, minst en gang i døgnet for spillvannsledninger (Ødegaard, 2014, s. 304).

2.5.4 Dimensjonering av selvfallsledninger

Med selvfallsledninger menes ledninger hvor vannet transporteres ved hjelp av gravitasjonskreftene. I dimensjonering av selvfallsledninger settes det krav til at ledningene har tilstrekkelig kapasitet til å håndtere maksimal tilrenning, samtidig som ledningene oppnår selvrens. Ved dimensjonering av ledningen bestemmes nødvendig diameter for ledningen, slik at disse kravene er møtt. Dette krever at en vet dimensjonerende vannmengde, samt selvrenskriteriet og friksjonskoeffisienten for ledningen, (Ødegaard, Vann- og avløpsteknikk, 2014, s. 307). Dimensjonering av selvfallsledninger tar utgangspunkt i Darcy-Weisbachs ligning for beregning av falltap:

Formel 7:

$$h_f = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2g}$$

Hvor:

$H_f = \text{falltap [m]}$

$L = \text{Ledningslengde [m]}$

$D = \text{ledningsdiameter [m]}$

$V = \text{vannhastighet [m/s]}$

$F = \text{friksjonskoeffisienten}$

(Ødegaard, 2014, s. 307)

2.5.5 Dimensjonering av pumpeledninger

Dimensjonering av pumpeledninger innebærer en prosess som deler likheter med utformingen av en selvfølls spillvannsledning som er nevnt tidligere, men innebærer en større grad av kompleksitet grunnet en rekke ytterligere hensyn. Pumpeledninger kan strekke seg over betydelige distanser, til tider strekker de seg flere kilometer, noe som innebærer at trykktap kan utgjøre en betydelig utfordring, (Ødegaard, 2014, s. 336). Før man vurderer utformingen av pumpeledninger, er det derfor essensielt å vurdere alle mulige alternativer for selvføll.

I tillegg er det viktig å understreke at vannets hastighet innenfor pumpeledningen ikke bør overstige 2-3 meter per sekund. Pumpeledningen bør også være selvreisende, noe som innebærer at pumpe-systemet må være i stand til å levere en selvreisende strømningshastighet ($Q_{selvreis}$) og oppnå en skjærkraft i ledningen som er minst 4 N/m^2 minst 2-4 ganger i døgnet langs hele ledningens lengde. Minste anbefalte dimensjon på pumpeledningen er normalt 150 mm (100 mm kan være akseptabelt) for å hindre blokkeringer, (Ødegaard, 2014, s. 337). Optimal dimensjon på pumpeledningen bestemmes ut fra kriterier som selvreis, trykktap, minimal energikostnad, samt hensyn til potensiell dannelse av H_2S som følge av forlengede oppholdstider, (Ødegaard, 2014, s. 337).

Når pumpeledningen er en undervannsledning av materialtype PE, må det påsettes vektbelastning for å kunne senkes. Vektbelastning hindrer også mot havari, strøm, bølger og gass-samlinger i røret. Ved dimensjonering av vektbelastning benyttes ofte begrepet luftfyllingsgrad. Luftfyllingsgrad oppgis i prosent og forteller hvor mye luft/gass som kan være i PE-ledningen før den er nøytral, og flyter opp, (VA/Miljøblad, 2016). Vektbelastning dimensjoneres for å motstå ytre krefter i tillegg til mulig luft/gass i røret. Dette tas med i beregningene ved å angi en høyere luftfyllingsgrad enn det som er forventet maksimal luftmengde i røret. For de fleste tilfeller kan følgende forenklete formel for nødvendig vektbelastning for PE-rør benyttes, (VA/Miljøblad, 2016).

Formel 8:

$$W = 13.5 \cdot D^2 \cdot P$$

Hvor:

W = Nødvendig vekt [kp] av betonglodd i luft pr. meter ledning

D = Innvendig diameter i PE-rør [m]

P = Ønsket luftfyllingsgrad i prosent (eks. 20 % vil gi $P = 20$)

(VA/Miljøblad, 2016)

2.5.6 Dimensjonering av pumpeump

Ved dimensjonering av pumpeump tar man utgangspunkt i spillvannstilrenningen som varierer over døgnet pluss 20%, mens pumpekapasiteten er konstant, (Ødegaard, 2014, s. 334). Beregning av nødvendig magasin for pumpeump, kan det utføres ved bruk av følgende forenklete formel:

Formel 9:

$$V = \frac{1800 \cdot Qi}{S_{maks}}$$

Hvor:

V = Nødvendig Volum [m^3]

Qi = Spillvannstilrenning til sumpen [l/s]

S_{maks} = Maks antall start av pumpe i timen

(Goldsmith, 2016)

For mindre pumper gir produsenten ofte et anslag for maksimal startfrekvens, som vanligvis ligger i området 10-15 starter i timen, (Ødegaard, 2014, s. 335). Det er viktig å optimalisere det effektive volumet av pumpeumpen for å oppfylle dette kriteriet. Designet av pumpeumpen må være slik at det ikke akkumuleres stoffer. Videre bør innløpet konstrueres på en slik måte at det unngår innblanding av luft i vannmassene, samtidig som det sikrer en jevn fordeling av innløpsstrålen i hele sumpens område, (Ødegaard, 2014, s. 335).

2.5.7 Løftehøyde

Pumpens løftehøyde, også kjent som trykkehøyde, kan leses direkte fra pumpekurven og eller beregnes ved bruk av følgende formel:

Formel 10:

$$H = H_T - H_S = \left(\frac{P_T}{\gamma} + \frac{V_T}{2g} + Z_T \right) - \left(\frac{P_S}{\gamma} + \frac{V_S}{2g} + Z_S \right)$$

Hvor:

H_T = løftehøyde fra trykksiden

H_S = løftehøyde fra sugesiden

H = Trykkehøyde [m]

P = Væsketrykk [kg/m³]

Z = Kotehøyde på stedet

γ = Tettheten til væsken [kg/m³]

V = Midlere vannhastighet

(Ahmad Nourbakhsh, 2007)

2.6 Prosjektering- og modelleringsverktøy

2.6.1 Novapoint

Trimble Novapoint er designverktøysettet i Trimbles omfattende BIM-løsning for infrastrukturprosjektering. Programvaren tillater design av prosjekter innen vann og avløp, samt veiplanlegging, og åpner opp for samhandling og samordning på tvers av disiplinene. Med Novapoint er det mulig å bygge komplekse modeller av infrastrukturen med visninger i både plan, snitt og 3D (Trimble, 2023). Programvaren er utarbeidet av Trimble Inc., og krever i tillegg tilkobling til AutoCAD (Migrert, 2023).

2.6.2 AutoCAD

AutoCAD er en 2D og 3D programvare for dataassistert konstruksjon (CAD) utarbeidet av Autodesk. Programvaren benyttes til presis 2D- og 3D-tegning, for design og modellering (AUTODESK, 2023).

2.6.3 Gemini Portal+

Gemini Portal+ er en integrert programvareløsning for digitalisering av infrastruktur innen VA. Programvaren er utarbeidet av Volue og samler sanntidsdata fra sensorer og systemleverandører i ett enkelt grensesnitt. Her håndteres planlagte og ikke-planlagte hendelser i et enkelt system, og gir i tillegg innsikt til sluttbrukere av vann- og avløpstjenester, samt integrering av driftsplanleggingsfunksjonalitet (Volue, 2023).

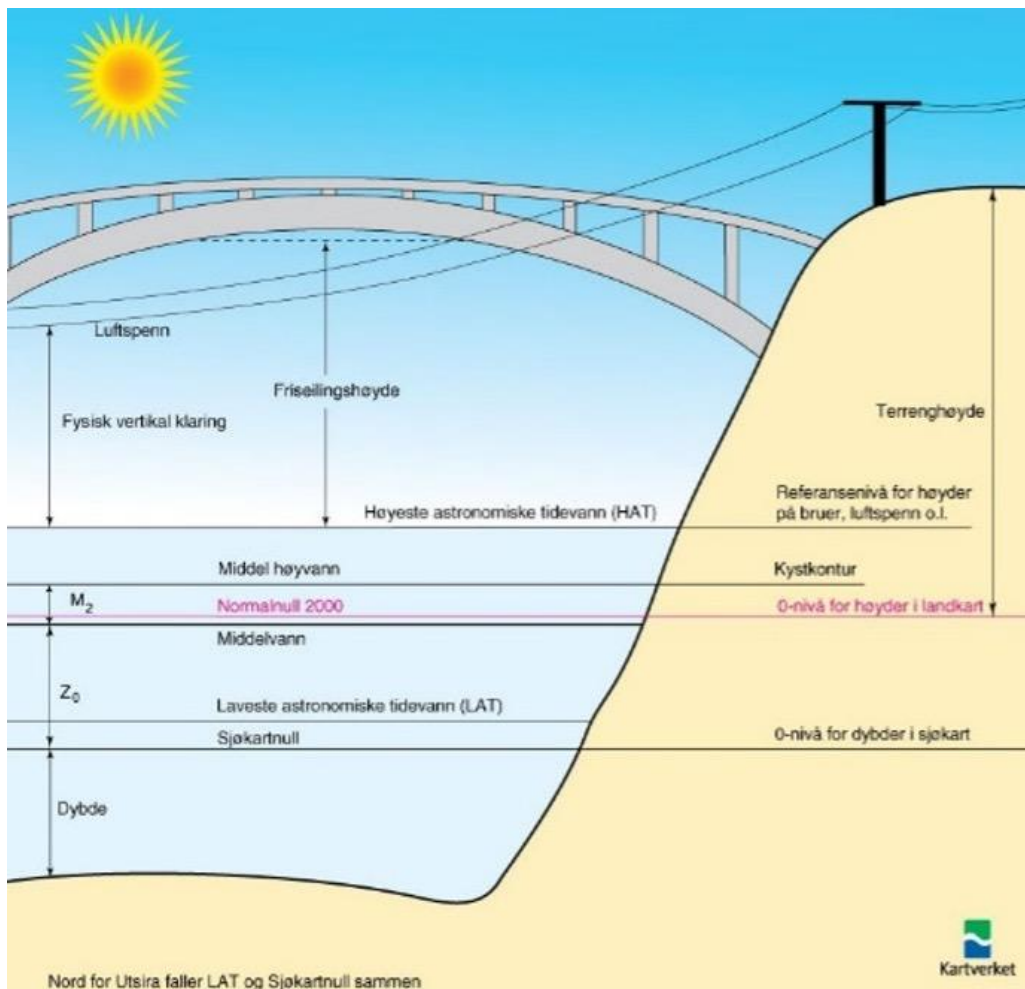
2.7 Koordinatsystem

2.7.1 Referansenivå

Referansenivå, også kjent som nullnivå, er et begrep innen geografisk informasjon og kartografi. Det er nødvendig å ha et referansenivå for å kunne bestemme høyder og dybder i et geografisk område. I Norge finnes det ulike referansenivåer for dybder og høyder i kart og annen geografisk informasjon. For eksempel benytter sjøkart i Norge sjøkartnull som referansenivå, mens høydesystemer på land tar utgangspunkt i Normalnull 2000 (NN2000) som referansenivå (Kartverket, 2021).

Alle offisielle geografiske data over land som har en høyde, har høyden gitt i et nasjonalt høydesystem, definert i forhold til et nullnivå. Høydesystemene kan variere fra land til land og også innenfor et land. I Norge har det offisielle høydesystemet blitt endret fra NN1954 til NN2000 på land. NN2000 er et mer nøyaktig system som tar hensyn til endringer i landheving og benytter mer moderne metoder for å bestemme nullnivået. Forskjellen mellom NN1954 og NN2000 kan utgjøre opp mot 30 cm og varierer rundt omkring i landet. (Kartverket, 2021).

Referansenivået for sjøkart i Norge, kjent som sjøkartnull, ligger så lavt at vannstanden sjelden er lavere, slik at båter ikke seiler på grunn. Det er viktig å merke seg at begrepet referansenivå kan variere avhengig av hva som måles og hvor det blir målt. For eksempel vil referansenivået for en persons høyde variere avhengig av om personen står på bakken eller på en krakk. (Kartverket, 2021). Figur 15 illustrerer differansen mellom sjøkartnull og normalnull.



Figur 15 Differansen mellom Normalnull og sjøkartnull (Kartverket, 2023)

2.7.2 Vannstand

Vannstand kan defineres som den vertikale avstanden mellom en vannoverflate og et fastsatt nullpunkt eller referansenivå. Denne høyden er vanligvis målt i meter eller fot, og brukes til å evaluere vannstanden i en gitt lokasjon. Denne definisjonen har et vitenskapelig og akademisk språkbruk, og er vanlig i fagfelt som hydrologi og geofysikk. (Kartverket, 2023)

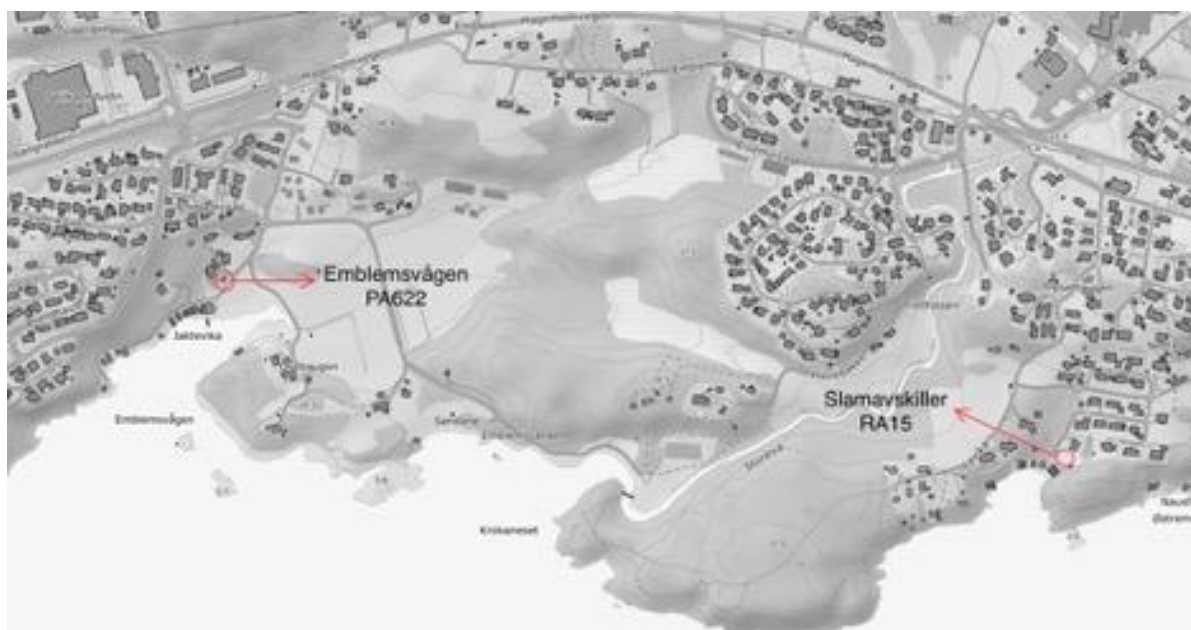
Valg av referansenivå ved søk etter vannstandsdata på havnivå avhenger av formålet med søket. Hvis høydeinformasjonen skal brukes i forbindelse med bygging i strandsonen eller andre områder på land, der høyde måles i meter over havet (moh.), bør man velge Normalnull 2000 (NN2000) som referansenivå. NN2000 er det nye nasjonale høgdesystemet som brukes til å angi høyder på land i norske kart. Det gir en standardisert måte å måle høyde på og sikrer at høydeinformasjonen er i samsvar med landkartene. (Kartverket, 2023)

3. Metode

I denne delen vil metode for utførelsen av oppgaven gjøres rede for. Dette inkluderer beregning av PE for eksisterende og fremtidige situasjoner, samt beregning av dimensjonerende vannmengder som legger grunnlaget for dimensjonering av pumpestasjon, pumpeledning og pumpebasseng, samt pumpevalg. Videre vil metode for kapasitetsberegninger, løftehøyde og trasevalg gjøres rede for. Avslutningsvis vil metode for modellering og visualisering gjennomgås.

3.1 Bakgrunnsinformasjon

Prosjektet tar for seg dimensjonering og modellering av en pumpestasjon med pumpeledning, som vil tilkobles eksisterende pumpestasjon PA622 Emblemsvågen. Pumpestasjonen vil erstatte eksisterende slamavskiller RA15 i området Løvika. Figur 16 viser et kartutsnitt med plassering av slamavskilleren RA15 og pumpestasjonen PA622 Emblemsvågen.



Figur 16 Plassering av RA15 og PA622 (Kartverket, 2023)

3.2 Datagrunnlag

Dette delkapitlet tar for seg en oversikt over datagrunnlaget benyttet i prosjekteringen. Dette inkluderer data samlet inn fra eksterne kilder, samt resultater fra egne beregninger. Verdiene

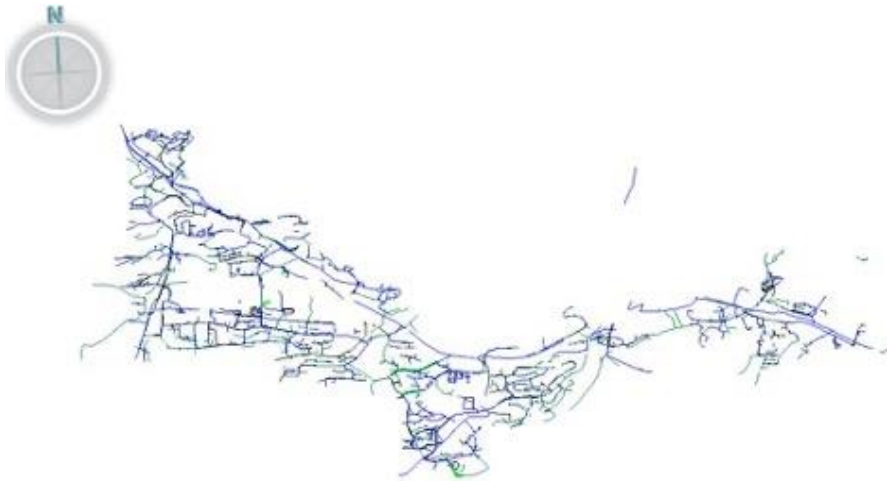
legger grunnlaget for videre beregninger og vurderinger i prosjektet. Datagrunnlaget er gjort rede for i tabell 1.

Tabell 1 Oversikt over datagrunnlaget benyttet i oppgaven

Datagrunnlag	Verdi	Enhet	Kilde
Ledningslengder, Løvika	15	Km	Gemini Portal+
Ledningslengder, Emblemsvågen	8,7	Km	Gemini Portal+
Antall boliger, Løvika	224	Boenheter	Gemini Portal+
Antall boliger, Emblemsvågen	423	Boenheter	Gemini Portal+
Antall PE, Løvika	303	Personekvivalenter	Norconsult
PE/boenheter	2,5	Per boenhet	VA-norm Ålesund
PE/fritidsbolig	1	Per fritidsbolig	Antatt
$M_{maks} (f_{maks} * k_{maks})$	5		VA-miljøblad nr. 115
Fremmedvann	0.4	l/s per km ledning	(Ødegaard, 2014, s. 289)

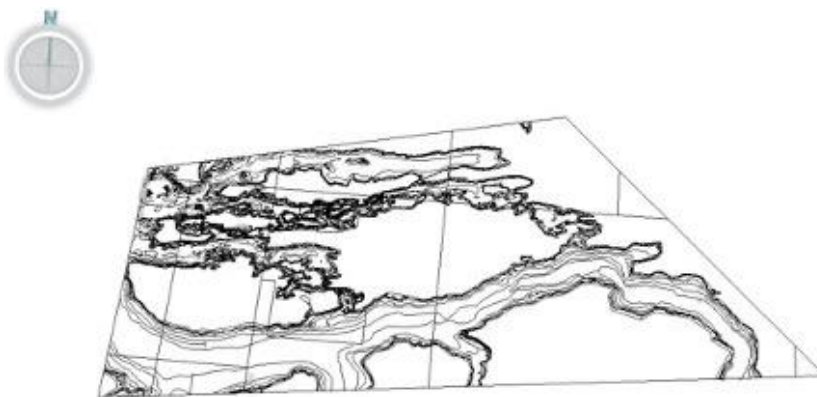
3.2.1 Kartgrunnlag

Kartgrunnlaget for prosjektet består av et landkart, dybdekart, samt kart over eksisterende ledningsnett og kummer, hvorav alle kartene er i SOSI-format. Landkartet og kartet over det eksisterende ledningsnettet er tilsendt fra veileder i Ålesund kommune, hvor veileder har eksportert filene fra programvaren Novapoint VA. Figur 17 viser et utklipp av det eksisterende ledningsnettet benyttet i prosjekteringen.



Figur 17 Eksisterende ledningsnett benyttet i prosjekteringen (Ålesund kommune, 2023)

Videre er dybdekart for sjø benyttet. Dette er hentet fra GeoNorge, en tjeneste utviklet og driftet av Kartverket. Tjenesten er opprettet som et samarbeid mellom ulike aktører, og har som formål å samle tilgjengelig kartdata, og gjøre det enklere for forbrukere av slik data å uthente nødvendig informasjon (Kartverket, 2023). Utklipp av dybdekartet er vist i figur 18.



Figur 18 Bilde av dybdekart benyttet i prosjekteringen (GeoNorge, 2023)

Dybdekartet er opprinnelig for hele Møre og Romsdal. Kartet ble trimmet og tilpasset det gjeldende området for prosjektet i AutoCAD før det ble benyttet i prosjektfilen. Kartet benyttet i prosjekteringen er relativt grovt i sitt detaljeringsnivå. For mer nøyaktig

prosjektering anbefales innmåling med posisjoneringsinstrument og ekkolodd, som vil gi et mer presist data- og prosjekteringsgrunnlag.

3.3 Dimensjonering

Dette delkapittelet tar for seg metoden benyttet til dimensjonering gjennom prosjektet.

3.3.1 PE-telling

Til dette prosjektet er det utført beregning av PE for eksisterende situasjon for slamavskilleren RA15 i Løvika, eksisterende situasjon for pumpestasjonen PA622 Emblemsvågen og fremtidig situasjon for den nye pumpestasjonen i Løvika. Dette legger grunnlaget for beregning av dimensjonerende spillvannsmengde tilført stasjonene, og dimensjonering av det nye anlegget, samt kapasitetsberegning for eksisterende anlegg.

Eksisterende situasjon RA15 Løvika

I beregning av PE tilknyttet eksisterende renseanlegg RA15, ble ledningsnett fra Gemini Portal+ benyttet. Boliger tilknyttet anlegget ble avgrenset og antall boliger gjort rede for. PE-beregningen tok videre utgangspunkt i en faktor på 2,5 personekvivalenter per boenhet, i henhold til lokale bestemmelser fra Ålesund kommunes VA-norm, (VA-norm, 2023). Videre er det gjort en antagelse om 1 personekvivalent per fritidsbolig. Det er ingen andre enheter, som skoler, bedrifter eller lignende tilknyttet det eksisterende anlegget. Tabell 2 gir en oversikt over verdier benyttet i beregningene. Videre er regneark for de helhetlige beregningene vedlagt i vedlegg B. Boliger under utbygging er ikke inkludert i beregningene for eksisterende situasjon.

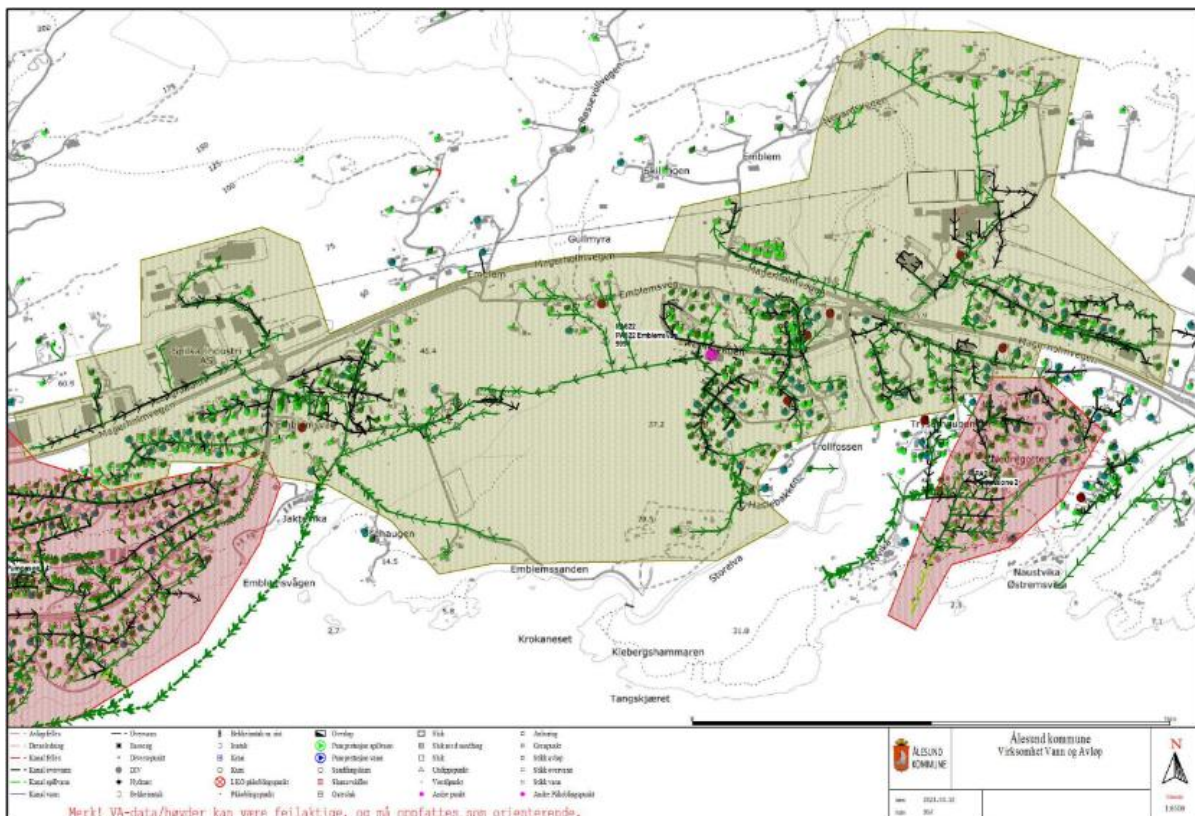
Tabell 2: Oversikt over beregningsgrunnlag for PE ved eksisterende situasjon i Løvika

Boligtype	Antall enheter	PE/enhet
Boliger	111	2,5
Fritidsboliger	8	1
Boliger under utbygging	18	-

I 2018 ble det utført en PE-beregning av Norconsult for en rekke renseanlegg i Ålesund kommune, inkludert renseanlegget RA15 i Løvika. Beregningene tar utgangspunkt i antall innbyggere tilkoblet renseanlegget, samt inn- og ut-pendlere. Videre beregninger av dimensjonerende spillvannsmengde for det eksisterende anlegget vil ta utgangspunkt i Norconsult sine beregninger.

Eksisterende situasjon PA622 Emblemsvågen

I beregning av PE tilknyttet eksisterende pumpestasjon PA622 er den gjeldende pumpesonen avgrenset. Avgrensningen er utført med utgangspunkt i ledningsnett fra Gemini Portal+. Videre er det utført en avgrensning av pumpesonen av Ålesund kommune VA, som er benyttet i beregningene. Avgrensning av pumpesonen er illustrert i figur 19.

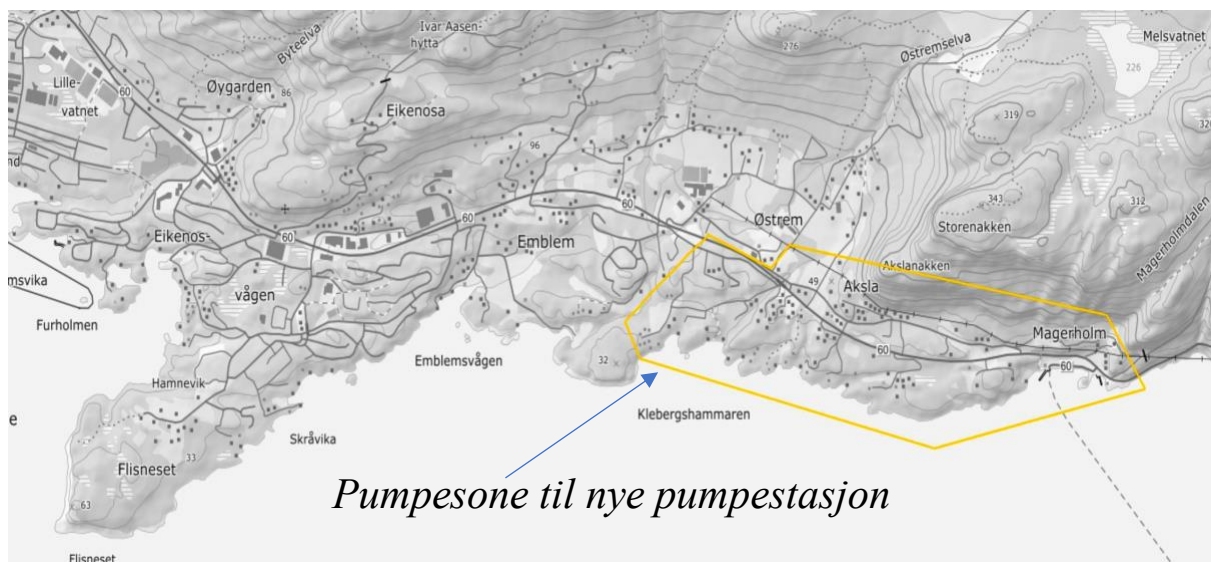


Figur 19 Pumpesone for PA622 hentet fra Gemini VA (Ålesund kommune, 2023)

PE-beregningen tar utgangspunkt i en faktor på 2,5 personekvivalenter per boenhet, i henhold til lokale bestemmelser i Ålesund kommunes VA-norm. For andre typer enheter, i dette tilfellet skoler, barnehager og bedrifter, er Norsk Standard NS 9426 benyttet i beregningene, (VA-norm, 2023). Regneark med fullstendige beregninger er vedlagt i vedlegg B.

Fremtidig situasjon pumpestasjon Løvika

I beregning av PE for fremtidig situasjon for pumpestasjonen i Løvika ble fremtidig pumpezone vurdert og avgrenset. Figur 20 viser tenkt fremtidig pumpezone for stasjonen. Videre beregninger tar utgangspunkt i denne avgrensingen. Antall boliger innenfor området er beregnet og gjort rede for i tabell 3.



Figur 20 Pumpesone for den nye pumpestasjonen i Løvika, kart fra Gemini Portal+

PE-beregningene tar utgangspunkt i en faktor på 2,5 personekvivalenter per boenhet, i henhold til lokale bestemmelser fra Ålesund kommunes VA-norm, (VA-norm, 2023). Videre er det gjort en antagelse om 1 personekvivalent per fritidsbolig innenfor området. Ettersom det ikke er etablert industri, skoler eller lignende innenfor dette området i dag, er dette ikke inkludert i beregningene. Fullstendige beregninger er gjort rede for i vedlegg B.

Tabell 3 Beregningsgrunnlag for PE-telling, fremtidig situasjon Løvika

Boligtype	Antall enheter	PE/enhet
Boliger, eksisterende og under utbygging	224	2,5
Fritidsboliger	8	1

3.3.2 Dimensjonerende spillvannsmengde

Beregning av dimensjonerende spillvannsmengde tar utgangspunkt i beregnet PE, og er gjennomført for eksisterende situasjon for RA15 og PA622, samt fremtidig situasjon for den nye pumpestasjonen i Løvika.

Eksisterende situasjon RA15 Løvika

For beregning av dimensjonerende spillvannsmengde tilført eksisterende renseanlegg RA15, er det tatt utgangspunkt i Norconsult sine PE-beregninger. Norconsult sine beregninger tar utgangspunkt i registret antall personer i området, og inkluderer i tillegg in- og utpendling, og ansees med det å være mer nøyaktig. Norconsult sine beregninger oppgir antall personekvivalenter tilkoblet anlegget til å være 303.

Videre er det tatt utgangspunkt i en avløpsmengde på 150 l/person/døgn, og en maksfaktor M ($f_{maks} \cdot k_{maks}$) på 5, i henhold til VA/miljøblad nr.115 (VA/miljøblad, 2015). For fremmedvann er det tatt utgangspunkt i 0,4 l/s fremmedvann per km ledning, (Ødegaard, 2014, s. 289). Ledningsnettets lengde er estimert til å være omtrent 5 km, med utgangspunkt i ledningslengder oppgitt i Gemini Portal+. Basert på disse dataene er det beregnet en dimensjonerende spillvannsmengde. Beregningene tar utgangspunkt i følgende formel:

$$Q_{dim} = M_{maks} \cdot pe \cdot vannforbruk + fremmedvann + industrivann$$

Se vedlegg B for nærmere beregning av dimensjonerende spillvannsmengde, og for Norconsult sin kartlegging av PE.

Eksisterende situasjon PA622 Emblemsvågen

For beregning av dimensjonerende spillvannsmengde tilført eksisterende pumpestasjon PA622, er det tatt utgangspunkt i beregnet PE. Dette inkluderer PE beregnet fra boliger, skoler, barnehage og bedrifter innenfor pumpesonen.

Videre er det tatt utgangspunkt i en spillvannsmengde på 150 l/person/døgn, og en maksfaktor M ($f_{maks} * k_{maks}$) på 5, i henhold til VA/miljøblad nr.115. I beregning av fremmedvann er det tatt utgangspunkt i 0,4 l/s fremmedvann per km ledning, (Ødegaard, 2014, s. 289). Ledningsnettets lengde er estimert til å være omtrent 8,7 km, basert på ledningslengder oppgitt i Gemini Portal+. Med utgangspunkt i disse dataene er det beregnet en dimensjonerende spillvannsmengde tilført anlegget. Beregningene tar utgangspunkt i følgende formel:

$$Q_{dim} = M_{maks} \cdot pe \cdot vannforbruk + fremmedvann + industrivann$$

Viser til vedlegg B for nærmere beregning av dimensjonerende spillvannsmengde.

Fremtidig situasjon pumpestasjon Løvika

For beregning av dimensjonerende spillvannsmengde for fremtidig situasjon for pumpestasjonen under prosjektering, er det tatt utgangspunkt i beregnet PE. Videre er det tatt utgangspunkt i en spillvannsmengde på 150 l/person/døgn, og en maksfaktor M ($f_{maks} * k_{maks}$) på 5 (VA/miljøblad, 2015). I beregning av fremmedvann benyttes 0,4 l/s fremmedvann per km ledning, (Ødegaard, 2014, s. 289). Ledningsnettets lengde er estimert til å være omtrent 10,23 km, basert på ledningslengder oppgitt i Gemini Portal+. Med utgangspunkt i disse dataene er det beregnet en dimensjonerende spillvannsmengde. Beregningene tar utgangspunkt i følgende formel:

$$Q_{dim} = M_{maks} \cdot pe \cdot vannforbruk + fremmedvann + industrivann$$

Vedlegg B gir en fullstendig oversikt over beregninger og verdier benyttet i beregningene. I henhold til VA/miljø-blad nr.76 er det videre anbefalt å dimensjonere pumpestasjoner for maksimalt tilløp til stasjonen med et tillegg på 20% av dimensjonerende mengde, (VA/Miljøblad, 2016). Videre beregninger for dimensjonering av pumpeump, pumpeledning og pumpevalg vil ta utgangspunkt i denne spillvannsmengden.

3.3.3 Kapasitetsberegning

Fra pumpestasjonen vil spillvannet pumpes til den eksisterende pumpestasjonen PA622 Emblemsvågen. For å muliggjøre denne overføringen fra Løvika, er det avgjørende å evaluere kapasiteten til PA622. I denne sammenhengen er pumpekarakteristikken for PA622 innhentet fra leverandør.

Den geodetiske (statisk) løftehøyden ble beregnet ved hjelp av Gemini portal+, ved å vurdere kotehøyder for stasjonen og utslippspunktet. Energitalpet, inkludert friksjonstap og singularørtap, ble beregnet ved hjelp av kalkulator fra pumpeleverandør Xylem. Beregningene tar hensyn til dimensjonerende vannmengde, bend, ledningsmateriale og ledningslengder, samt friksjonskoeffisient for ledningene. Detaljerte energitalpberegninger er gjort rede for i vedlegg D.

Den dimensjonerende avløpsmengden tilført PA622 ble beregnet til å være 14,44 l/s ved PE-beregning, og ble også sammenlignet med data fra en mengdemåler plassert ved innløpskummen til pumpestasjonen. Mengdemåleren viser en maksimal tilført vannmengde på omtrent 14 l/s. Resultater fra mengdemåler er vedlagt i vedlegg M.

Kapasiteten ble deretter beregnet ved å lese av pumpekurven til PA622, som inkluderer virkningsgrad, NPSHR-verdi, effektbehov og ikke minst trykket pumpene kan levere. Pumpens maksimale effektivitet er 61,1%, noe som tilsvarer 27 liter per sekund og leverer med det et trykk på 32 mVS, med en NPSHR-verdi på 3,7 meter.

3.3.4 Dimensjonering ledninger

Dette delkapittelet tar for seg metode for dimensjonering av innløpsledning, overløpsledning og vannledning. Dimensjonering av pumpeledning er gjort rede for i kapittel 3.3.6.

Innløpsledning spillvann

Ved dimensjonering av innløpsledning til den nye pumpestasjonen er det tatt utgangspunkt i eksisterende ledninger. Innløpsledningen vil tilkobles eksisterende innløpskum for renseanlegget RA15. Eksisterende ledning tilkoblet denne kummen er en PVC-U ledning på 200mm. Dette ble benyttet som et utgangspunkt for den nye ledningen. Videre ble dimensjonen kontrollert med tanke på fremtidige spillvannsmengder. Følgende formel ble benyttet for å kontrollere at ledningens dimensjon ville være tilstrekkelig, også for fremtidig dimensjonerende mengde.

$$h_f = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2g}$$

Hvor:

H_f = falltap [m]

L = Ledningslengde [m]

D = ledningsdiameter [m]

V = vannhastighet [m/s]

F = friksjonskoeffisienten

(Ødegaard, 2014, s. 307)

Overløpsledning

Lik metode ble benyttet for beregning av dimensjon og materialvalg for pumpestasjonens overløpsledning. Overløpsledningen vil tilkobles eksisterende overløpskum for RA15, og eksisterende ledning for bypass og overløp til sjø vil benyttet. Eksisterende ledninger er PVC-

U ledninger med en dimensjon på 200 mm. Denne spesifikasjonen ble videreført til den nye overløpsledningen for pumpestasjonen.

Singularitetstap ble også tatt i betraktning under denne prosessen. Ved å opprettholde samme dimensjon som den eksisterende ledningen, minimeres singularitetstapene som kan oppstå ved overgang mellom forskjellige diametere, noe som fører til bedre strømningsforhold og reduserer risikoen for blokkeringer og tilbakeslag.

Vannledning

I utformingen og implementering av vannledning til pumpestasjonen, ble det fulgt en metode som er basert på relevante standarder og lokale forskrifter. Spesifikt ble va/miljøblad nr. 77, samt Ålesund kommunes lokale bestemmelser i VA-norm benyttet som retningslinjer for dimensjonering av vannledningen.

I henhold til VA-miljøblad nr. 77 er det nødvendig at pumpestasjonen inneholder vannforsyning for rent vann. Basert på disse retningslinjene ble det besluttet å dimensjonere vannledningen etter anbefalt minimumskrav på 40 mm for stikkledning, samt en stoppekran på utsiden av overbygget. (VA/Miljøblad, 2016) Videre i samsvar med retningslinjene gitt i VA-normen, ble det bestemt at tilkobling av vannledningen til den kommunale vannledningen skal utføres i kum, (VA-norm, 2023).

3.3.5 Trasévalg

Valg av trasé er gjort med grunnlag i ulike forhold, inkludert topografiske data, grunnforhold, arealformål, samt eksisterende infrastruktur. I hovedsak er det benyttet topografiske kart for land og sjø som grunnlagsdata. I tillegg til dette er Kystverket og firmaet O.E. Hagen kontaktet for rådgøring angående trasévalg for undervannsledninger. Videre er det tatt hensyn til eksisterende forhold, med ledningsnett, kummer og annen infrastruktur.

Gjennom vurderinger av området er følgende faktorer tatt i betraktning:

- Terrengforhold

- Høydeforskjeller
- Grunnforhold
- Eksisterende infrastruktur
- Arealformål

Ved beslutningstaking er det tatt hensyn til de overnevnte faktorene, hvor det er forsøkt å finne en løsning som er minst mulig inngripende for terreng, kryssende infrastruktur, samt så korte traseer som mulig. For pumpeledning i sjø er det særlig fokusert på å få en så jevn legging som mulig og unngå høybrekk eller andre knekkpunkter som kan føre til oppsamling av luft.

3.3.6 Pumpesump, pumpevalg og pumpeledning

Med utgangspunkt i dimensjonerende spillvannsmengde tilført den fremtidige stasjonen, er pumpeump og pumpeledning dimensjonert, samt valg av pumpe utført. Fremgangsmåte for beregningene vil videre gjøres rede for.

Dimensjonering av pumpeump

Det nødvendige volumet til pumpeumpen ble beregnet ved følgende formel:

$$V = \frac{1800 \cdot Qi}{S_{maks}}$$

Hvor:

$V =$ Nødvendig Volum [m^3]

$Qi =$ Spillvannstilrenning til sumpen [l/s]

$S_{maks} =$ Maks antall start av pumpe i timen

Videre ble pumpeleverandør kontaktet for valg av pumpesump, som tar hensyn til dimensjonerende vannmengde og andre lokale forhold. Valg av pumpesump tar utgangspunkt i prefabrikkert pumpesummer levert av leverandøren.

Dimensjonering av pumpeledning

Dimensjonering av pumpeledning ble utført ved å anvende PIPELIFE sin kalkulator for kapasitetsberegning for full rørledning.

For dimensjonering av rørledningen ble nødvendige data samlet inn. Dette inkluderer informasjon om rørets materiale, ruhet, total rørlengde og trykkforhold. Basert på dette ble nødvendig innvendig diameteren og strømningshastigheten for røret beregnet. Resultatene fra beregningen er videre benyttet til å bestemme reell rørdimensjon.

Vektbelastning

Ved dimensjonering av undervannspumpeledning i rørmaterialet PE, vil det også beregnes nødvendig vektbelastning for å holde røret nedsenket, (VA/Miljøblad, 2016). Dette gjøres ved å bruke av følgende formel, som tar hensyn til rørets dimensjon samt ønsket luftfyllingsgrad.

$$W = 13,5 \times D^2 \times P \quad (\text{VA/Miljøblad, 2016})$$

Resultatet for beregningene vil gjøres rede for i kapittel 4.

Pumpevalg

Valg av pumper tar utgangspunkt i dimensjonerende vannmengde, ledningslengde og dimensjon for pumpeledningen. Dimensjonerende spillvannsmengde for pumpestasjonen er beregnet til å være 10,8 l/s. Ledningslengden er dimensjonert til å være 2370 m. Med utgangspunkt i dette er det beregnet en ytre diameter for pumpeledningen på 125mm.

Med utgangspunkt i disse verdiene, og gjennom veiledning fra pumpeleverandør Xylem, ble ulike pumpealternativer vurdert. Faktorer som løftehøyde, strømningshastighet, kapasitet og spillvannsmengder ble tatt i betraktning. Valg av pumper og videre spesifikasjoner er gjort rede for i kapittel 4 og vedlegg A.

3.4 Strømforsyning

Linja AS har ansvaret for utbygning, vedlikehold og drift av det elektriske distribusjonsnettet i Ålesund kommune, (Mørenett, 2023). Gjennom kontakt med bedriften ble det tilsendt kartutsnitt over eksisterende infrastruktur for distribusjonsnettet for elektrisk kraft i prosjektområdet Løvika, benyttet til videre vurdering.

3.5 Prosjektering og modellering

For prosjektering og visualisering av pumpestasjonen, med pumpeledning og tilkobling til eksisterende infrastruktur er programvarene Novapoint og AutoCAD benyttet.

Koordinatsystem er valgt med utgangspunkt i SOSI-filene benyttet i prosjektet, spesifikt EUREF89 UTM32 og NN2000.

Filer for kartgrunnlag og eksisterende ledningsnett ble importert til Novapoint. Dette inkluderer grunndata (FKB), sjødybdekart (dwg) og eksisterende ledningsnett (dwg). Basert på dette er det generert en terrengoverflate med utgangspunkt i kartdata på land og sjødybdekart. En sammensatt terrengoverflate genereres basert på de to høyde/dybdegrunnlagene.

Med utgangspunkt i løsmassekart fra Norges Geologiske Undersøkelse (NGU) er det valgt en vertikalavsett på opptil 0.5 meter til fjell, og lag i grunn er lagt inn basert på dette. Sammen med terrengoverflaten danner dette beregningsgrunnlaget for prosjektet. Videre importeres eksisterende ledningsnett fra Gemini VA, og høyder og egenskaper justeres for å tilpasses modelleringen.

Videre er det utarbeidet en planpresentasjon til AutoCAD, som inneholder en representasjon av kartgrunnlaget og det eksisterende ledningsnett. Aktuelle objekter for prosjektet er inkludert. Presentasjonene importeres deretter inn i AutoCAD for videre modellering. For å differensiere mellom eksisterende og prosjekterende data, etableres en ny arbeidstegning hvor prosjekterende arbeid gjennomføres. Eksisterende data importeres som referanser og blir brukt som bakgrunnsbilder slik at en kan jobbe med prosjekteringen uten å påvirke tegningene med eksisterende data.

3.5.1 Konfigurasjon i AutoCAD

Før en starter med konfigurasjon på AutoCAD lages det en oppgave i Novapoint, hvor en velger beregningsgrunnlag som inneholder begge terrengene og lag i grunnen. Denne prosessen sørger for at toppen av kummen beregnes i henhold til terrengoverflaten. Under konfigurasjonsfasen er det en rekke predefinerte komponenter og materialer tilgjengelige, disse er representative for det som er tilgjengelig på det norske markedet.

Deretter modelleres de ulike grøftetversnittene som vil benyttes i prosjektet, for vannledning, innløpsledning til pumpestasjonen, overløp for pumpestasjonen, pumpeledning i strandsonen og pumpeledning i sjø. Utforming av grøftetversnittene er utført i tråd med grøftetversnitt A3, definert i Ålesund Kommunes VA-norm, (VA Norm Sunnmøre, 2018). Videre blir det konfigurert rørdimensjoner og materialer til grøftetversnittene, i henhold til Ålesund kommunes va-norm og beregnede dimensjoner. I tillegg blir det modellert en pumpestasjon med pumpeump, som vil benyttes som koblingspunkt i modellen.

3.5.2 Konstruksjon i AutoCAD

Prosjektering og utforming av anlegget gjennomføres i konstruksjonsmodulen. Traseen for ledningsanlegget og pumpestasjonen skisseres, og legges deretter inn i konstruksjonsmodulen. Grøftetversnitt for de ulike traseene velges for hver av de ulike ledningstypene. Seksjoner og koblinger modelleres automatisk på bakgrunn av antall knekkpunkter i skissen og eventuelle knekkpunkter en legger inn for å justere på traseene. Ledningene justeres også vertikalt for å legges på frostfri dybde. Det er tatt utgangspunkt i en minimumsdybde på land på 1,5 meter i henhold til lokale bestemmelser i Ålesund kommunes va-norm, (VA-norm, 2023), og en maksimal dybde på 2,5 meter under bakken.

Prosjektering av trasé for undervannsledning tar utgangspunkt i pumpestasjonens plassering og ønsket tilkobling til eksisterende pumpestasjon RA622. Traseen legges for å minimere bend og for å oppnå en mest mulig jevn trase vertikalt. Det er ønskelig å minimere knekkpunkter for å redusere risikoen for oppsamling av luft i ledningen. Enkelte steder er det lagt inn visuelt bend med lite krumning for å legge rørene riktig i vertikalen. Ettersom bendet er relativt lite og ledningene er noe bøyelige, trengs de ikke å benyttes i praksis.

4. Resultater og drøfting

I dette kapitlet vil resultatene for de ulike delmålene og hovedmålet for prosjektet presenteres, videre vil resultatene drøftes. Dette inkluderer resultatene for både beregninger, modelleringer og utarbeidede arbeidstegninger av de ulike elementene. Resultatene inndeles i egne, respektive underkapitler basert på de ulike deloppgavene og elementene som utgjør oppgaven.

4.1 PE-telling

I denne delen vil resultater fra PE-tellingen utført for eksisterende situasjon for RA15 og PA622, samt fremtidig situasjon for den nye pumpestasjonen gjennomgås.

Eksisterende situasjon RA15 Løvika

Det er utført en egen PE-tellingen for renseanlegget RA15 med bakgrunn i metoden beskrevet i kapittel 3.3.1. Beregningene viser et antall personekvivalenter tilkoblet renseanlegget på 285,5. Utfyllende beregninger er gjort rede for i vedlegg B. Resultatene er videre komplimentert med en kartlegging utført av Norconsult i 2018. Kartlegging tar i betraktning inn- og utpendlere og gir et antall personekvivalenter på 303. Videre beregninger av dimensjonerende spillvannsmengde tar utgangspunkt i denne verdien. En oversikt over Norconsult sin kartlegging er vedlagt i vedlegg B.

Fremtidig situasjon Løvika

Beregning av PE for fremtidig situasjon for den nye pumpestasjonen i Løvika legger grunnlaget for dimensjonering av anlegget. Beregningene baserer seg på en antatt fremtidig pumpe, med utvidet tilkobling sammenlignet med dagens situasjon. Fremtidig utbygging og reell pumpe er to faktorer for usikkerhet i denne beregningen. PE-tellingen baserer seg på metode og avgrensning beskrevet i kapittel 3.3.1 og en fullstendig oversikt er vedlagt i vedlegg B. Beregningene gir et fremtidig antall personekvivalenter antatt tilkoblet pumpestasjonen på 568. Dette legger grunnlaget for videre beregninger og dimensjonering av anlegget.

Eksisterende situasjon PA622 Emblemsvågen

Beregning av PE tilkoblet det eksisterende anlegget PA622 Emblemsvågen legger grunnlaget for videre kapasitetsberegninger av anlegget. Metode for beregningene er gjort rede for i kapittel 3.3.1. PE-tellingen baserer seg på oppgitt pumpesone og tar hensyn til industri, skoler og barnehage innenfor området. Det vil være usikkerheter særlig tilknyttet beregning av industrielle avløpsmengder. Kartleggingen gir et totalt antall PE på 1263 som inkluderer boliger, skoler, barnehage og industri, men tar ikke hensyn til inn- og utpendling.

4.2 Dimensjonerende spillvannsmengder

Følgende kapittel tar for seg dimensjonerende spillvannsmengder beregnet for RA15, PA622 og fremtidig situasjon for pumpestasjonen i Løvika. Beregningene baserer seg på PE-tellingen gjort rede for i foregående kapittel samt metode og data gjort rede for i kapittel 3.3.2.

Eksisterende situasjon RA15 Løvika

Basert på et antall personekvivalenter tilkoblet anlegget på 303 og ellers verdiene og antagelsene gjort rede for i kapittel 3.3.2 er det beregnet en dimensjonerende spillvannsmengde for anlegget RA15 på 4,63 l/s.

Fremtidig situasjon Løvika

Med utgangspunkt i 568 PE tilknyttet det fremtidige anlegget er det beregnet en dimensjonerende spillvannsmengde på 10,83 l/s. Dette tar i betraktning fremmedvann med utgangspunkt i ledningsnett innenfor den fremtidige pumpesonen, og et tillegg på 20% i henhold til anbefalinger oppgitt i va/miljø-blad nr.76. Fullstendig metode for beregningene er beskrevet i kapittel 3.3.2 og gjort rede for i vedlegg B.

Resultater for PE-beregning og dimensjonerende spillvannsmengder for området Løvika er gjort rede for i tabell 4.

Tabell 4 Resultatet for PE og dimensjonerende vannmengde Løvika, eksisterende og fremtidig

Situasjon	Antall PE	Spillvannsmengder [l/s]
Eksisterende	303	4,63
Fremtidig	568	9,02
Fremtidig inkl. 20 % tillegg for pumpesump	-	10,8

Eksisterende situasjon PA622 Emblemsvågen

Beregning av dimensjonerende spillvannsmengde tilført pumpestasjonen PA622 tar utgangspunkt i egne PE-beregninger på 1263 PE tilkoblet anlegget og gir en dimensjonerende vannmengde på 14,44 l/s. Beregningene er komplimentert med resultater fra mengdemåler plassert i Innløpskum for anlegget. Den maksimale spillvannsmengden som ble målt i løpet av en måned (27.03.23-26.04.23) var omtrent 14 l/s. Rapport fra mengdemåler er vedlagt i vedlegg M. Videre beregninger av kapasitet for anlegget tar utgangspunkt i den høyeste verdien på 14,44 l/s.

Tabell 5 PE og spillvannsmengder for PA622 Emblemsvågen, eksisterende og fremtidig

Situasjon	Antall PE	Spillvannsmengder [l/s]
Eksisterende, egen beregning	1263	14,44
Eksisterende, mengdemåler	-	14,00
Fremtidig, inkl. Løvika	1831	25,27

4.3 Kapasitetsberegning

Kartlegging av antall PE og dimensjonerende spillvannsmengder for pumpestasjonen PA622 er utført med det formål å undersøke om stasjonen innehar nok kapasitet til å motta de fremtidige spillvannsmengdene som vil tilføres fra det nye anlegget i Løvika. Resultater for stasjonen er gjort rede for i tabell 5, og legger grunnlaget for videre kapasitetsberegninger. Beregningene er utført med utgangspunkt i metoden beskrevet i kapittel 3.3.3.

Den totale løftehøyden representerer en kombinasjon av den statiske og dynamiske løftehøyden. Den statiske løftehøyden er målt til å være 14 meter, mens det totale energitapet er beregnet til 0,4 meter. Dette gir en total løftehøyde for stasjonen på 14,04 meter. Se vedlegg D for detaljerte beregninger.

Eksisterende situasjon PA622

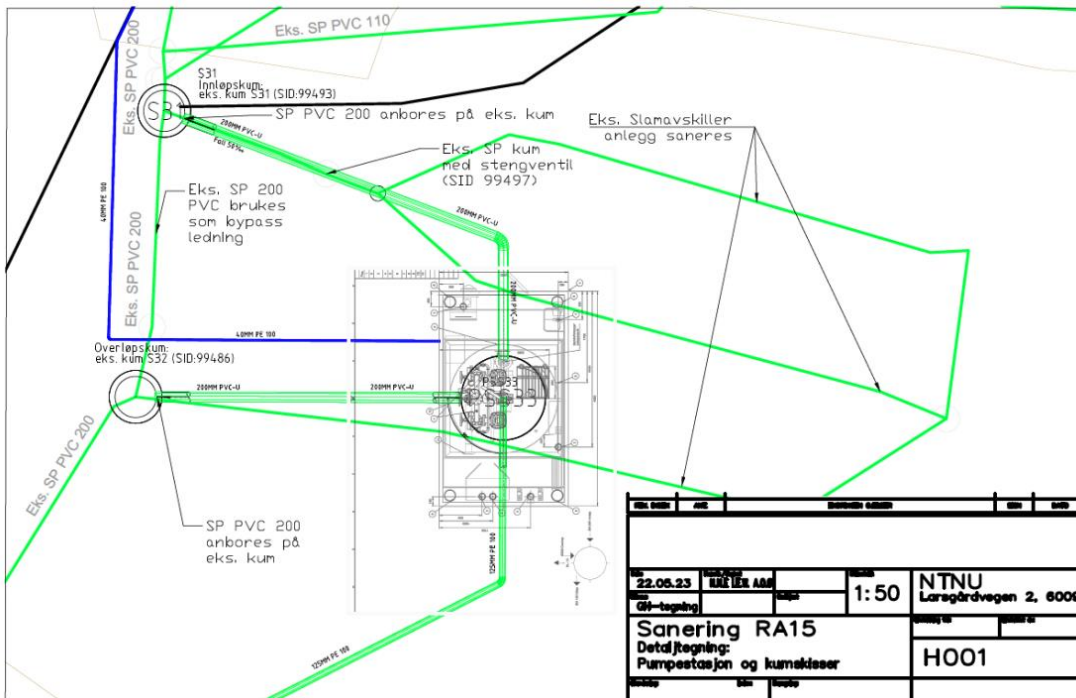
Dimensjonerende spillvannsmengde for eksisterende situasjon er beregnet til å være 14,44 l/s. Med denne vannmengden kan stasjonen levere et trykk på omtrent 40 mVS, med en NPSHR-verdi på 3 meter, noe som tilsvarer en virkningsgrad på 48% for pumpen. Disse dataene indikerer at pumpestasjonen har kapasitet til å håndtere en større avløpsmengde.

Fremtidig situasjon PA622

Med utgangspunkt i eksisterende vannmengde, og tilført vannmengde fra den nye pumpestasjonen vil PA622 bli tilført en dimensjonerende vannmengde på 25,27 l/s. Med denne vannmengden er det forventet at stasjonen vil kunne levere et trykk på 34 meter vannsøyle (mVS) med en NPSHR-verdi på 3,5 meter, noe som tilsvarer en effektivitet på 59% av pumpen. Dette indikerer at stasjonen vil være i stand til å håndtere den tilførte vannmengden fra Løvika, men med begrenset kapasitet for ytterligere belastning. Ved økning i fremmedvann eller PE i pumpesonen, kan det være nødvendig å oppgradere pumpen eller legge til en ekstra pumpe i serie for å øke kapasiteten. Vedlegg D viser pumpekurve for PA622, og en fullstendig kapasitetsberegning for stasjonen.

4.4 Dimensjonering ledninger og grøfteutførelse

Dette delkapittelet tar for seg resultater fra dimensjonering av ledninger og tilhørende grøftetverrsnitt. Resultatene baserer seg på metoden gjort rede for i kapittel 3.3.4, og bestemmelser fra Ålesund kommunes VA-norm. En oversikt over ledningsinformasjon og plassering av de ulike ledningene tilknyttet pumpestasjonen er gjort rede for i figur 21.



Figur 21 Oversiktsbilde ledninger og tilkoblinger, pumpestasjon Løvika

4.4.1 Innløpsledning

Innløpsledningen til den prosjekterte pumpestasjonen utføres i materialet PVC-U, med en dimensjon på 200 mm. Ledningen er tilkoblet eksisterende innløpskum for anlegget RA15, og plasseres på nordsiden av pumpestasjonen. Dimensjonering og materialvalg er videre gjort rede for i kapittel 3.3.4.

4.4.2 Overløpsledning

Overløpsledning for pumpestasjonen er utført i materialet PVC-U, med en diameter på 200mm. Dette samsvarer med eksisterende infrastruktur. Overløpet er tilkoblet eksisterende overløpskum for anlegget RA15, og eksisterende bypassledning og overløpsledning til sjø er benyttet. Materialvalg er i henhold til bestemmelsene i Ålesund kommunes VA-norm, og valg av dimensjoner omtales i kapittel 3.3.4

4.4.3 Vannledning

Vannforsyningsledningen til pumpestasjonen utføres i materialet PE 100, med en dimensjon på 40 mm. Dette møter minimumskravet i Ålesund kommunes VA-norm, samt anbefalingen i

VA/Miljø-blad nr. 77. Ledningen tilknyttet eksisterende vannkum, lokalisert nord for prosjektområdet. Se vedlegg H-1 for tilkobling i kum og vedlegg F-1 for grøfteutførelse.

4.4.4 Pumpeledning

I dette delkapitlet vil resultater for pumpeledningen gjøres rede for. Dette inkluderer dimensjon, grøfteutførelse, trasévalg og vektbelastning.

Dimensjonering

Pumpeledningen er utført i materialet PE 100, SDR 17, med en ytre diameter på 125mm. Metode for beregning av dimensjon er gjort rede for i kapittel 3.3.6.

Grøfteutførelse

Ledningen utgjør en total lengde på omtrent 2370 m, hvor begge ilandføringer utgjør omtrent 60 m lagt i strandsonen. Ved ilandføring legges ledningen i grøft, i henhold til Ålesund kommunes krav om at ledninger skal være nedgravd ned til 2 meters dybde i strandsonen. Det er utarbeidet egne grøftetverrsnitt for pumpeledningen i sjø og i strandsonen, gjort rede for i vedlegg F-4 og F-5. I sjø legges ledningen langs sjøbunnen.

Trasévalg

Ledningen føres sørover fra stasjonen ut i dypere vann, før den krummer mot sørvest omtrent halvveis til PA622. Deretter føres den vestover, med en slak retning nord, helt til Emblemsvågen hvor den har retning nord opp mot PA622. Selve traseen kan sees i figur 23. Valg av trasé er gjort med hensyn på terrengforholdene for å få en mest mulig jevn trasé og unngå høybrekk og oppsamlingspunkter av luft i ledningen. Det bør nevnes at dybdekartet benyttet i prosjekteringen er grovt i sitt detaljnivå. For mer nøyaktig prosjektering anbefales det å benytte et mer detaljert kartgrunnlag eller å utføre innmålinger i sjø med bruk av ekkolodd.



Figur 22 Trasé for pumpeledning i sjø, fra pumpestasjonen i Løvika til PA622 Emblemsvågen

Vektbelastning

Vektbelastning for pumpeledningen i sjø ble beregnet med grunnlag i metoden beskrevet i kapittel 3.3.6. Ønsket luftfyllingsgrad i røret ble satt til 30%, for å ta hensyn til både luft/gass i røret og andre ytre krefter som vil kunne påvirke røret. Dette resulterte i en vektbelastning på 6 328 125 kilopond betonglodd, som vist nedenfor. Implementering av vektbelastning er gjort for å forsikre at sjøledningen opprettholder sin nedsenkede posisjon og unngår oppdrift.

$$W = 13,5 \times D^2 \times P$$

$$W = 13,5 \times 125^2 \times 30$$

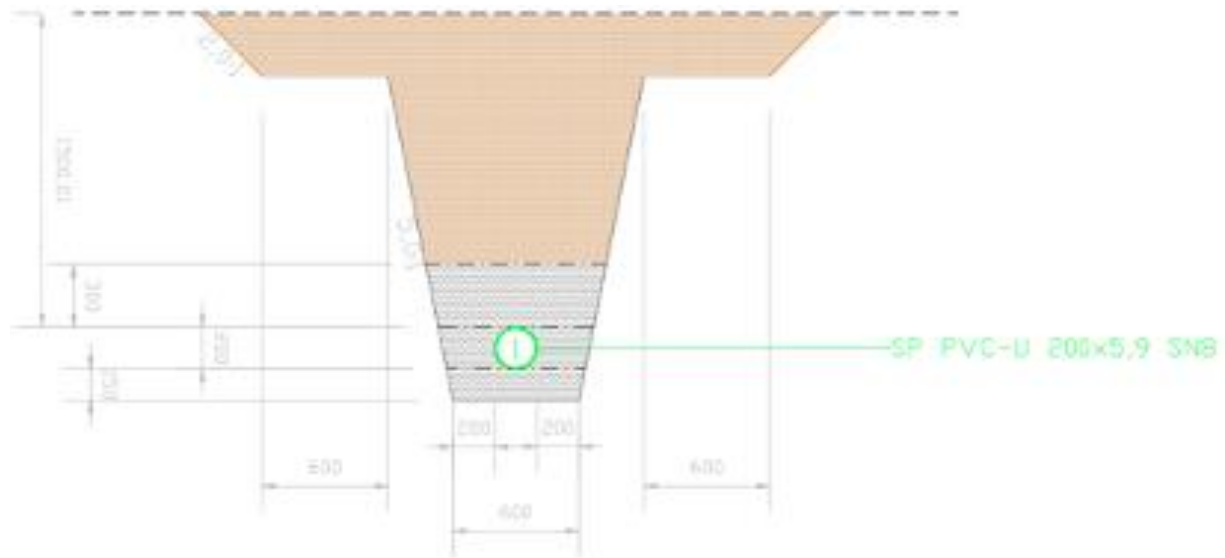
$$W = \underline{6\,328\,125 \text{ [Kp]}}$$

(VA/Miljøblad, 2016)

4.4.5 Grøfteutførelse

Grøfteutførelse for ledningene er utført i henhold til krav fastsatt i Ålesund kommunes va-norm. Overdekning er satt til 1500 mm for å anlegges under frostfri dybde, i henhold til lokale bestemmelser for Ålesund kommune. Figur 24 viser et utsnitt av grøftetverrsnittet

utarbeidet for pumpestasjonens innløpsledning. Arbeidstegninger for resterende grøftetverrsnitt er vedlagt i vedlegg F.

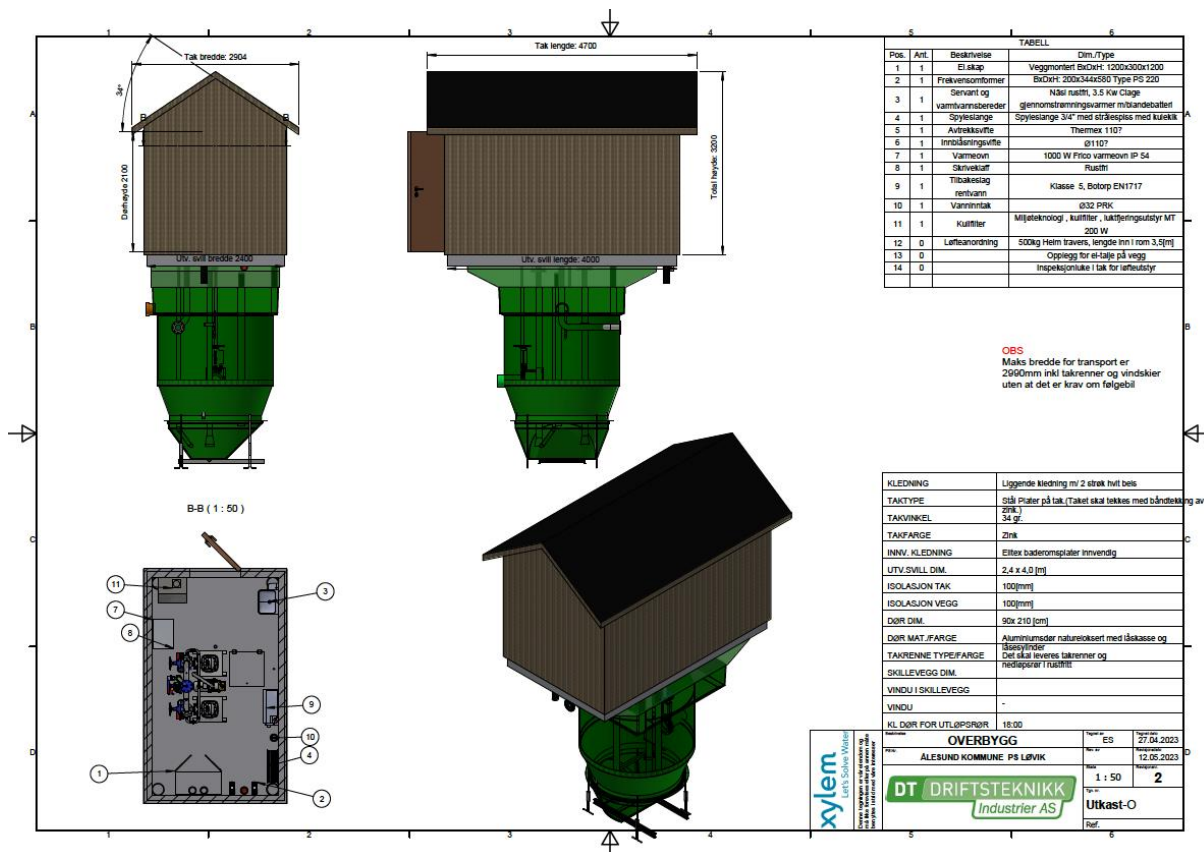


Figur 23 Grøftetverrsnitt innløpsledning

4.5 Pumpestasjon, pumpevalg og pumpesump

I dette delkapittelet vil resultater for dimensjonering og utførelse av pumpestasjonen presenteres. Dette inkluderer dimensjonering, plassering og utførelse av pumpestasjonen, pumpevalg, og dimensjonering av pumpesump.

For selve pumpestasjonen er det valgt en prefabrikkert løsning med et pumpehus på 2 x 4 m og en prefabrikkert pumpesump i materialet GUP. Pumpesumpen er dimensjonert i henhold til metoden gjort rede for i kapittel 3.3.6, og er beregnet til å ha et nødvendig volum på 1,5 m³. I samråd med pumpeleverandør er det valgt å benytte en Top 150 pumpesump med et tankskall på 1600 mm diameter. Figur 25 viser utførelsen av tenkt pumpestasjon, med pumpesump. Resterende arbeidstegninger for pumpestasjon og pumpe kan sees i vedlegg J.



Figur 24 Utførelse av pumpestasjon i Løvika

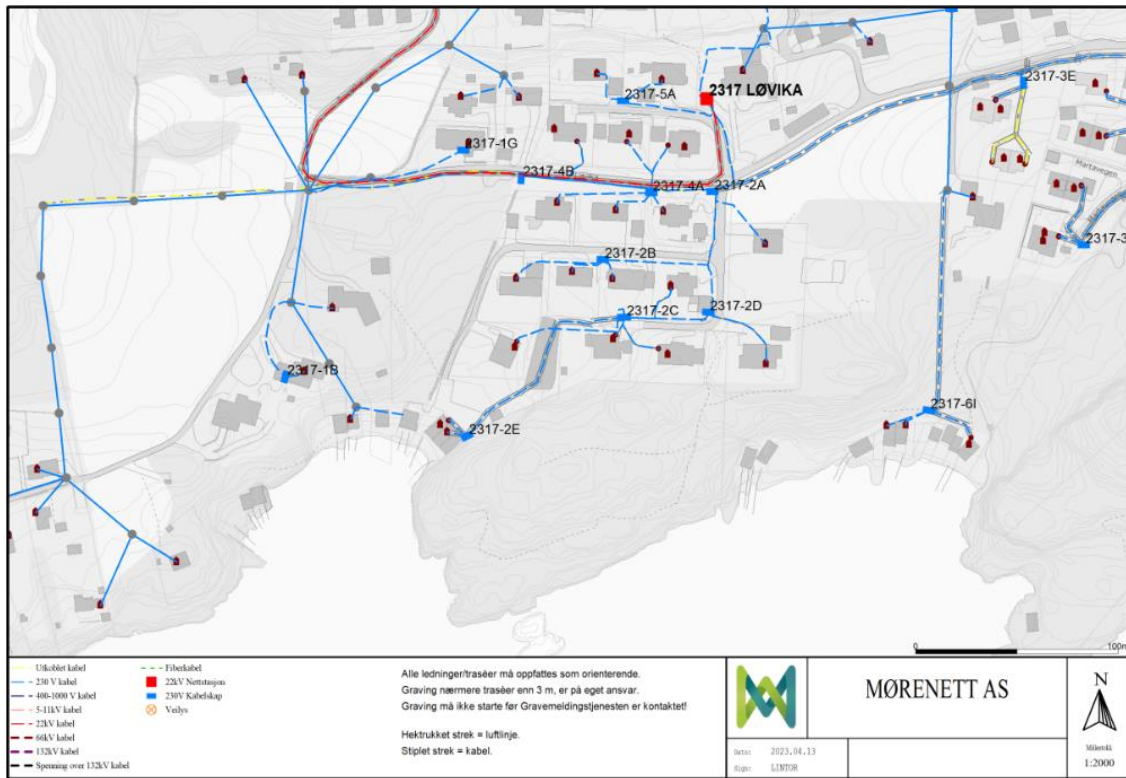
Valg av pumpe er gjort med hensyn på pumpeledningens dimensjon og lengde, nødvendig løftehøyde, vannhastighet og dimensjonerende vannmengde. Basert på dette er det valgt å benytte to pumper av typen NT 3135 SH koblet i parallell. Pumpene er levert av Xylem og spesifikasjoner for valgte pumper er gjort rede for i vedlegg A.

Pumpestasjonen vil i tillegg inneholde el-skap, frekvensomformer, servant og varmtvannsbereder, spyleslange, avtrekksvifte, innblåsningsvifte, kullfilter, vanninntak, varmeovn og løfteanordning. Dette er essensielle komponenter for å sikre en trygg og sikker drift av pumpestasjonen, og for å sikre gode arbeidsforhold for de som arbeider der.

4.6 Strømforsyning

Linja AS har ansvaret for utbygning, vedlikehold og drift av det elektriske distribusjonsnettet i Ålesund kommune, (Mørenett, 2023). Gjennom kontakt med bedriften ble det tilsendt

kartutsnitt over eksisterende infrastruktur for distribusjonsnett for elektrisk kraft i prosjektområdet Løvika. , vist i figur 25.



Figur 25 Kartutsnitt som viser nåværende infrastruktur for strømnett i Løvika (Linja AS, 2023)

Av kartutsnittet ser en at spenningsnivået 230V er dominerende i området. Dette innebærer at dersom det skal etableres en tilkobling til stasjonen med 400V, vil dette medføre at det må etableres en ny nettstasjon i området. Dette vil ifølge netteier føre til en kostnad på over 500 000 kr. Videre er det lokalisert et 230V kabelskap sør på eiendommen 5/78 som allerede forsyner naustene langs strandlinjen, som er et mulig tilkoblingspunkt for stasjonen.

En annen alternativ løsning for å oppnå 400-tilkobling, vil være installasjon av en mindre transformator som konverterer 230V til 400V. Denne løsningen er kostnadseffektiv, sammenlignet med etablering av ny nettstasjon. Utfordring med dette alternativet er behovet for å holde transformatoren tørr, noe som kan nødvendiggjøre bygging av et påbygg.

4.7 Feilkilder

I dette kapitlet vil ulike feilkilder gjøres rede for. Dette inkluderer faktorer og svakheter ved prosjektet, som kan ha innvirkning på påliteligheten og nøyaktigheten for dets resultater.

Først og fremst vil det være usikkerheter og unøyaktigheter tilknyttet beregninger av PE og dimensjonerende spillvannsmengder. Enkelte av PE-beregningene tar ikke i betraktning inn- og ut-pendlere. Det vil også være usikkerheter tilknyttet beregning av industrielt avløp da dette ikke var kjente verdier, men verdier som måtte beregnes basert på tilgjengelig data.

Videre er avgrensingen av fremtidig pumpestasjon for den nye pumpestasjonen, samt fremtidig utvikling og utbygging i området, en usikkerhet. Det er her tatt utgangspunkt i en antagelse om fremtidig utvidelse av kommunal hovedledning langs hovedveien, slik at boliger østover mot Magerholm som i dag benyttet septiktank har mulighet til å tilkoble seg det nye pumpeanlegget. Dette er en antagelse tatt basert på eksisterende infrastruktur og Ålesund kommunes ønske om å maksimere tilkoblingen til den nye stasjonen. Når dette er sagt er stasjonen dimensjonert for å håndtere en nokså stor variasjon i spillvannsmengder og til å kunne håndtere større mengder enn det den i utgangspunktet er dimensjonert for, dersom dette skulle bli aktuelt.

Andre usikkerhetsmomenter i prosjekteringen vil være dybdekartet benyttet i prosjektering av sjøledning, som er grovt i sitt detaljnivå. Med et mer detaljert kartgrunnlag ville det vært mulig å velge en mer nøyaktig og reell trasé. Ved legging av ledning i sjø er det likevel standard praksis at traséen legges med utgangspunkt i foreslått trasé, men at reell trasé likevel vil justeres og måles inn med ekkolodd etter legging.

Videre vil det alltid være usikkerheter tilknyttet de ulike beregningene og dimensjoneringene som er gjort, og verdiene som er valgt til dette. Beregningene baserer seg på det teoretiske grunnlaget som finnes innenfor fagfeltet, samt erfaringsmessige vurderinger og anbefalinger. Likevel vil den reelle situasjonen alltid vike noe fra de teoretiske beregningene. Når dette er sagt er dette tatt med i vurderingene, både i dimensjonering og pumpevalg, for å forsikre at anlegget vil kunne håndtere både større og mindre vannmengder

enn det som er anslått. Det finnes også mulige løsninger, som implementering av ekstra pumper i serie, eller lokale tiltak for håndtering og reduksjon av fremmedvann. Dette er tiltak som i dette tilfellet vil være mest aktuelle for den eksisterende pumpestasjonen PA622.

I dette tilfellet vil også grunnforhold og særlig dybde til fjell være en usikkerhet, ettersom det ikke er utført grunnundersøkelser utover vurderinger basert på NGUs kartdata. Ved etablering av pumpestasjonen, eller andre inngrep i området, anbefales det at det utføres fullstendige grunnundersøkelser, særlig med tanke på forurensing i grunnen for å forsikre trygghet og miljøhensyn i området.

4.8 Alternative løsninger

Gjennom prosjektet ble det vurdert ulike løsninger for plassering og tilkobling, som etter vurdering ikke ble tatt videre. Enkelte alternative løsninger vil videre gjøres rede for.

I dette prosjektet ble det valgt å føre pumpeledning i sjø. Denne vurderingen ble tatt som følger av kompliserte terrengforhold på land, inkludert kryssing av elv og myr, store høydeforskjeller og kryssing av et mye brukt friområde. Det bør likevel nevnes at legging av ledning på land er et mulig alternativ. Men kan føre til økte kostnader som følge av graving.

Videre ble det vurdert å tilkoble pumpeledningen direkte på eksisterende pumpeledning mellom PA622 og renseanlegget RA6, dette ble vurdert til å være en mer komplisert og uforutsigbar løsning, med tanke på påkobling i sjø. Videre ble beregninger og vurdering av kapasitet og innvirkning for eksisterende ledning et usikkerhetsmoment. Med mer grundige undersøkelser og beregninger er det likevel mulig at dette kan være et alternativ.

Når det kommer til plassering av pumpestasjonen i Løvika ble ulike løsninger vurdert. Det ble avgjort å plassere pumpestasjonen hvor slamavskilleren RA15 befinner seg i dag for å minimere arealbruk og ressursbruk for nye ledninger, og for å gjøre tilkobling til eksisterende infrastruktur lettest mulig. Denne løsningen gjør det også mulig å bruke gravegropen hvor slamavskilleren ligger i dag for plassering av den nye pumpesumpen. Det er likevel mulig å plassere pumpestasjonen ved en annen lokasjon om ønskelig. Dette kan blant annet gjøre det

mulig å benytte slamavskilleren for rensing frem til det nye anlegget er etablert. Ved valgt løsning vil en separat septiktank benyttes i overgangsperioden.

4.9 Hensyn til bærekraft

Dette kapitlet vil ta for seg enkelte hensyn som er tatt gjennom prosjekteringen med tanke på bærekraft. Dette inkluderer vurdering av alternativer for gjenbruk, ressursbesparelse, levedyktighet, miljøhensyn og kostnadsbesparelser. Videre er det gjennom prosjekteringen fokusert på løsninger som fremmer gode arbeidsforhold for drift og vedlikehold.

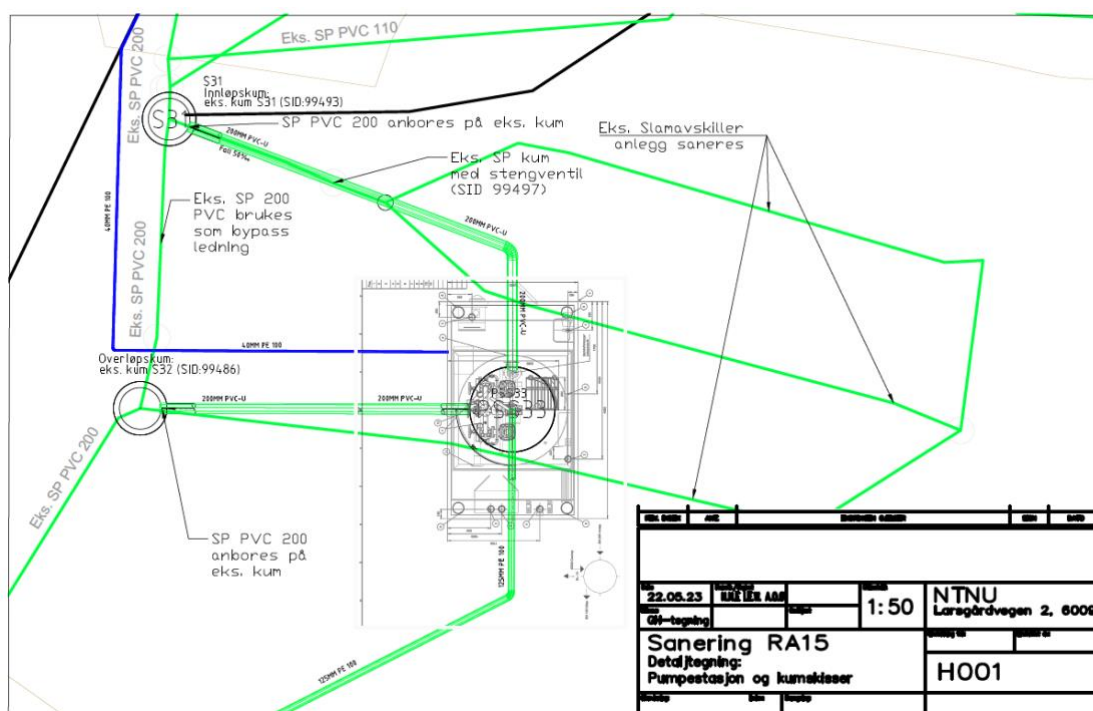
I prosjektering er pumpestasjonen utført og plassert på en slik måte at mest mulig av eksisterende infrastruktur kan benyttes. Dette inkluderer i hovedsak eksisterende ledninger og kummer. Nye ledninger er anlagt slik at eksisterende kummer kan benyttes dersom tilstanden tilsier at det er mulig. Dette er gjort med tanke på gjenbruk av eksisterende materialer, som kan bidra til besparelser i forhold til materialkostnader og ressursbruk. Om kummer og ledninger er aktuelle for gjenbruk eller bør utskiftes, vil videre utredes og vurderes av VA-ansvarlig i Ålesund kommune.

Videre er det tatt hensyn til fremtidig utvikling og utbygging i dimensjoneringen av anlegget for å forsikre dets levedyktighet også i fremtiden. Generelt er det valgt løsninger og materialer med tanke på en levetid på minst 100 år.

5. Konklusjon

Formålet med dette prosjektet er å prosjektere en pumpestasjon med tilhørende Pumpeledning for avløpshåndtering i området Løvika. Pumpestasjonen skal erstatte eksisterende slamavskiller RA15 som i dag er overbelastet. Pumpeledning skal videre tilkobles eksisterende pumpestasjon PA622 Emblemsvågen, som videre er tilknyttet renseanlegget RA6 Flisnes.

Pumpestasjonen plasseres hvor RA15 befinner seg i dag og tilknyttes det eksisterende ledningsnett. Eksisterende ledninger og kummer er benyttet der det er vurdert hensiktsmessig, men vil avhenge av deres tilstand og videre vurderes av VA-ansvarlig i kommunen. Figur 27 viser en oversikt over plassering og tilkobling for pumpestasjonen. Pumpeledning vil videre føres i sjø til strandsonen i Emblemsvågen og tilkobles eksisterende Innløpskum for pumpestasjon PA622.

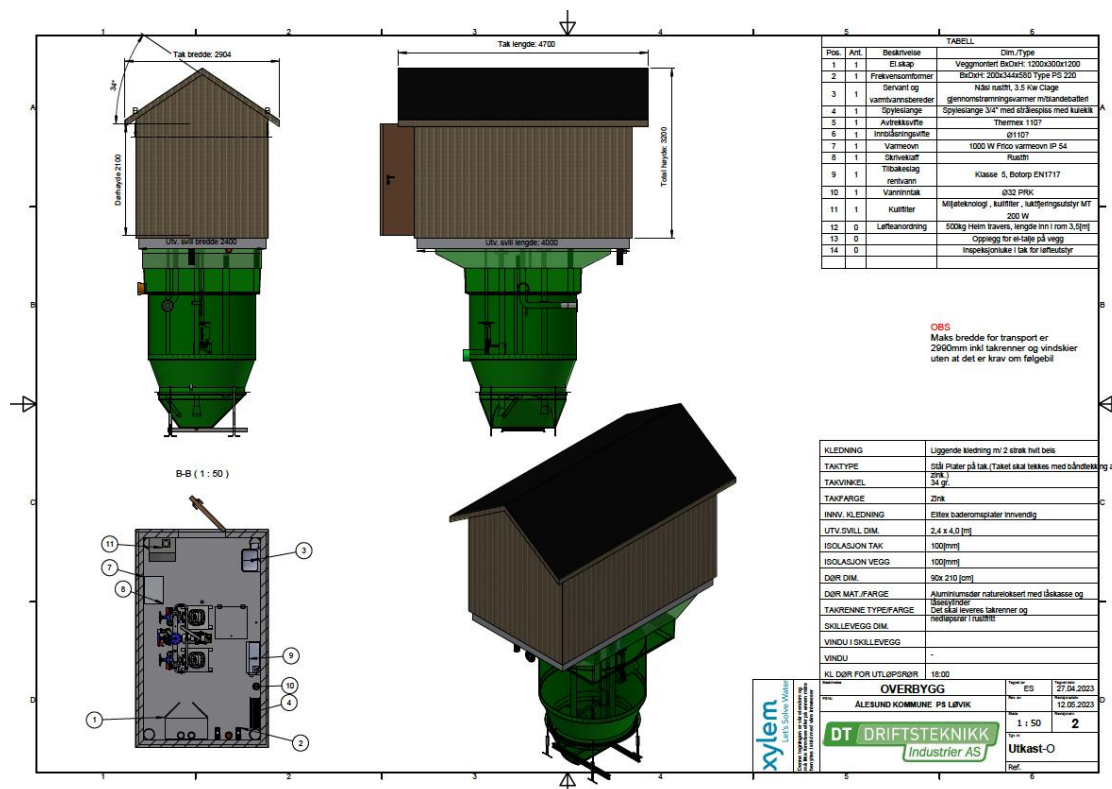


Figur 26 Oversiktsbilde Ledninger og tilkoblinger

Følgende spesifikasjoner beskriver komponentene i det ferdige prosjektet.

- Pumpestasjon 4 x 2 m
- Pumper NT 3135 SH, 2 stk. koblet i parallell
- Pumpeledning PE 100, ytre diameter 125mm
- Innløpsledning PVC-U, 200mm
- Overløpsledning PVC-U, 200mm
- Vannledning PE 100, 40mm
- Benytter eksisterende kummer for innløp, overløp og tilknytning til PA622

Figur 28 viser tenkt pumpestasjon med pumpesump og pumper, hvor pumpestasjon og pumpesump leveres som prefabrikkerte løsninger.



Figur 27: Arbeidstegning pumpestasjon

Referanser

- Ahmad Nourbakhsh, A. B. (2007). *Turbopumps and pumping system*. Berlin: Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2008.
- AUTODESK. (2023, 05 22). *Hva er Autodesk AutoCAD*. Hentet fra Autodesk.no: <https://www.autodesk.no/products/autocad/overview?term=1-YEAR&tab=subscription>
- Dräger . (2023, 05 15). *Gassdetektor for måling av giftgasser og oksygen*. Hentet fra Dräger.com/no_no/: https://www.draeger.com/no_no/Safety/Fixed-Gas-Detectors/Toxic-Gases#relaterete-produkter
- Franzini J.B., D. R. (1997). *Fluid Mechanics with Engineering Application* . McGraw-Hill.
- Goldsmith, M. (2016, 08 01). *How is the volume of pump sump or pits determined?* Hentet fra PUMP INDUSTRY: <https://www.pumpindustry.com.au/pump-school-pump-sump-volume/>
- GRUNDFOS. (2023, 05 10). *GRUNDFOS.COM*. Hentet fra PUMP HANDBOOK: <https://www.grundfos.com/>
- GRUNDFOS INDUSTRY. (2023, 07 05). *PUMP HANDBOOK*. Hentet fra GRUNDFOS: GRUNDFOS
- Innherred Renovasjon . (2023, 05 01). *Innherred Renovasjon* . Hentet fra Slam og septikk: <https://innherredrenovasjon.no/avfallshenting/slam-og-septikk/>
- Karlsen, T. A. (u.d.). *Undervannsledninger - utfordringer og løsningsmuligheter*. Hallingplast AS.
- Kartverket. (2021, 02 01). *Kartverket* . Hentet fra Hva er et referansenivå?: <https://www.kartverket.no/til-sjos/se-havniva/referanseniva/hva-er-et-referanseniva>
- Kartverket. (2023, 05 10). <https://www.geonorge.no>. Hentet fra <https://www.geonorge.no/aktuelt/om-geonorge/>
- Kartverket. (2023, 05 22). *Høydedata*. Hentet fra Kartverket.no: <https://hoydedata.no/LaserInnsyn2/>
- Kartverket. (2023, 03 20). *Kartverket*. Hentet fra Vasstand til NN2000 eller middelvatn?: <https://www.kartverket.no/til-sjos/se-havniva/referanseniva/vannstand-til-nn2000-eller-middelvatn>
- Kjølle, A. (2003). *HYRAULISK MÅLETEKNIKK 2. UTGAVE*. Trondheim: NTNU.
- Lovdata. (2023, 05 13). <https://lovdata.no>. Hentet fra https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2004-06-01-931/KAPITTEL_4#KAPITTEL_4
- Migrert. (2023, 05 22). *Trimble Novapoint*. Hentet fra NTNU: <https://i.ntnu.no/wiki/-/wiki/Norsk/Trimble+Novapoint>
- Mørenett . (2023, 05 28). *Mørenett*. Hentet fra Mørenett: <https://www.morenett.no/>
- Norconsult. (2023, 05 04). *Overløp*. Hentet fra Norconsult.no: <https://www.norconsult.no/kompetanse/fag-og-tjenester/overlop/>
- Norges geologiske undersøkelse . (2023, 05 22). *Løsmasser - Nasjonal løsmassedatabase*. Hentet fra NGU.no: https://geo.ngu.no/kart/losmasse_mobil/

- NVE. (2020, 09 25). *NVE.no*. Hentet fra Modul F2.304: Pumpeanlegg-Prosjektering: <https://sikringshandboka.nve.no/moduler/modul-f2-304-pumpeanlegg-prosjektering/>
- NVE. (2022, 04 07). *NVE*. Hentet fra Grunnvann: <https://www.nve.no/vann-og-vassdrag/vannets-kretsloep/vannet-under-bakken-markvann-og-grunnvann/grunnvann>
- PIPELIFE NORGE. (2022, 10 01). *R: Hydraulisk dimensjonering*. Hentet fra <https://www.pipelife.no:https://www.pipelife.no/content/dam/pipelife/norway/marketing/general/r%20C3%28rh%20C3%A5ndboka/r%20C3%28rh%20C3%A5ndboka2021/R-Hydraulisk%20dimensjonering.pdf>
- PIPELIFE Norge AS. (2020, 12 01). *PIPELIFE*. Hentet fra Trykksvingninger: <https://www.pipelife.no/content/dam/pipelife/norway/marketing/general/r%20C3%28rh%20C3%A5ndboka/r%20C3%28rh%20C3%A5ndboka2021/R-Trykksvingninger.pdf>
- Spellman, F. R. (2013). *Water & Wastewater Infrastructure*. Boca Raton : CRC Press.
- Standard Norge. (2006, 04 01). *Bestemmelse av personekvivalenter (pe) i forbindelse med utslippstillatelse for avløpsvann*. Hentet fra Standard Norge: <https://www.standard.no/>
- Statistisk sentralbyrå . (2023, 05 18). <https://www.ssb.no>. Hentet fra <https://www.ssb.no/kommunefakta/alesund>
- Store norske leksikon. (2023, 05 18). <https://snl.no>. Hentet fra <https://snl.no/Emblem>
- Trimble. (2023, 05 22). *Novapoint*. Hentet fra Novapoint: <https://www.novapoint.com/products/novapoint>
- VA Norm Sunnmøre. (2018, 10 01). *A3_Alt_grøftesnitt - 3 nivå*. Hentet fra VA-norm.no: https://www.va-norm.no/wp-content/uploads/2020/10/A3_Alt_groftesnitt-3-niva-1.pdf
- VA/Miljøblad. (2004, 04 01). *Nr.62 Frekvensomformerdrift i avløpspumpestasjoner*. Hentet fra VA-blad.no: https://www.va-blad.no/wp-content/uploads/2014/11/Blad-62_09.11.08.pdf
- VA/Miljøblad. (2015, 05 28). *Nr. 79 Dimesjonering av Avløpsledninger. Selvrensing*. Hentet fra VA-miljøblad: <https://www.va-blad.no/dimensjonering-av-avlopsledninger-selvrensing/>
- VA/miljøblad. (2015, 05 01). *NR.115: Beregning av dimensjonerende avløpsmengder*. Hentet fra VA-MILJØBLAD: https://www.va-blad.no/wp-content/uploads/2015/05/Blad-115_08.02.16.pdf
- VA/Miljøblad. (2016, 05 01). <https://www.va-blad.no/>. Hentet fra NR.78: Mindre avløpspumpestasjoner. Pumpesump med installasjoner: https://www.va-blad.no/wp-content/uploads/2007/09/Blad-78_07.07.16.pdf
- VA/Miljøblad. (2016, 08 13). *Nr. 5 Grøfteutførelse fleksible rør*. Hentet fra VA-miljøblad.no: <https://www.va-blad.no/grofteutforelse-fleksible-ror/>
- VA/Miljøblad. (2016, 05 01). *Nr. 76-Mindre avløpspumpestasjoner Dimensjonering, Dokumentasjon og Kontroll*. Hentet fra https://www.va-blad.no:https://www.va-blad.no/wp-content/uploads/2007/09/Blad-76_07.07.16.pdf
- VA/Miljøblad. (2016, 08 01). *NR.44 Legging av undervannsledninger*. Hentet fra VA-MILJØBLAD: https://www.va-blad.no/wp-content/uploads/2007/10/Blad-44_25.08.16.pdf
- VA/Miljøblad. (2016, 05 01). *Nr.76 Mindre avløpspumpestasjoner. Dimensjonering, Dokumentasjon og Kontroll*. Hentet fra VA-MILJØBLAD.no: https://www.va-blad.no/wp-content/uploads/2007/09/Blad-76_07.07.16.pdf

- VA/Miljøblad. (2017, 11 29). *Nr. 123 Fremmedvann i avløpsledning*. Hentet fra VA-Miljøblad.no: <https://www.va-blad.no/fremmedvann-i-avlopsledninger/>
- VA-Miljøblad. (2013, 08 01). *Nr.48-Slamavskiller*. Hentet fra VA-blad.no|: <https://www.va-blad.no/wp-content/uploads/2014/10/Blad-48-14.08.14.pdf>
- VA-Miljøblad. (2016, 05 01). *NR. 77 Mindre avløpspumpestasjoner. Overbygg med installasjoner og Automatikk*. Hentet fra VA-Miljøblad.no: https://www.va-blad.no/wp-content/uploads/2007/09/Blad-77_07.07.16.pdf
- VA-Miljøblad. (2023, 05 19). *VA/Miljø-blad stiftelsen*. Hentet fra <https://www.va-blad.no>: <https://www.va-blad.no/vamiljo-blad-stiftelsen/>
- VA-norm. (2023, 05 04). *Ålesund kommune*. Hentet fra <https://va-norm.no/alesund/>: <https://va-norm.no/pdf/0/all/146>
- Volue. (2023, 05 22). *Gemini Portal +*. Hentet fra Volue: <https://www.volue.com/no/product/gemini-portal-plus>
- Ødegaard, H. (2014). *Vann- og avløpsteknikk*. Hamar: Norsk Vann.
- Ødegaard, H. (2014). *Vann- og avløpsteknikk*. Hamar: Norsk Vann.
- Ålesund kommune. (2023, 05 18). <https://alesund.kommune.no>. Hentet fra <https://alesund.kommune.no/kommunen/fakta-om-alesund/>
- Ålesund kommune. (2023, 05 18). <https://kartserver.esunnmøre.no/webinnsyn/Content/Main.aspx?layout=alesundsula&time=638200263724940648&vwr=asv>. Hentet fra <https://kartserver.esunnmøre.no/webinnsyn/Content/Main.aspx?layout=alesundsula&east=366600&north=6950000&scale=199900&map=kommuneplanmedsituasjon&time=638200231198649435&vwr=asv>
- Ålesund kommune; Sula kommune. (2023, 05 06). <https://blafjordar.no>. Hentet fra <https://blafjordar.no/om-bla/>
- Ålesund Kommune; Sula Kommune. (2023, 05 06). <https://blafjordar.no>. Hentet fra <https://blafjordar.no/om-prosess-og-anlegga/overforingsanlegg/>
- Årtun, T. (2020, 01 07). *STORE NORSKE LEKSIKON*. Hentet fra Gassdetektor: <https://snl.no/gassdetektor#:~:text=Gassdetektor%20er%20et%20instrument%20for,utnyttet%20som%20m%C3%A5%20for%20gassinnholdet.>

Vedlegg

Vedlegg A - Spesifikasjoner for valgt pumpe

Pumpe NT3153 – Løvika

NT 3153 SH 3~ 274

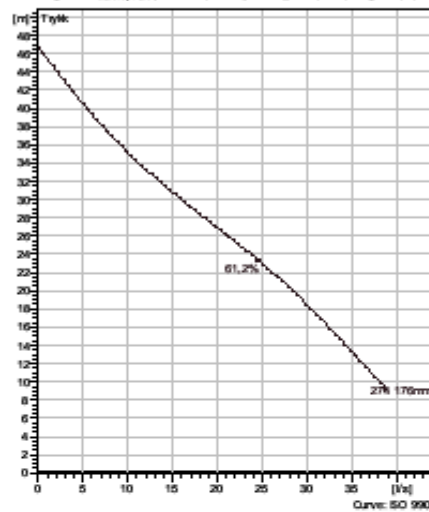
Flygt N-pumper. Avløppumpen da driftsikkerheten er viktigst. Unik patenterthdraulikk og mye mer. Mye tilbehør gir fleksibilitet og mulighet til å kunne installeres i mange applikasjoner



Teknisk spesifikasjon



Curves according to: Vann, rent Vann, rent [100%], 4 °C, 999,9 kg/m³, 1,5692 mm²/s



No real time analysis. Under no circumstances should be expected due to standard manufacturing tolerances. Please consult your local Flygt representative for performance guarantee.

Konfigurasjon

Motor number NB153.820 21-18-2KE-D IE3 1.9KW	Installasjon T-Tøtt, vertikaltoppått. Senkbar.
Hjuldiameter 176 mm	Utløp diameter 80 mm

Konfigurasjon

Pump information

Impeller diameter
176 mm

Discharge diameter
80 mm

Inlet diameter
150 mm

Maks turtall
2915 rpm

Antall skiver
2

Material

Pumpehjul
Hard-iron

Max. fluid temperature
40 °C

Prosjekt Xylene-20522197
Bløkk

Skapt av Christian Grebstad
Skapt den 5/4/2023
Oppdatering 5/4/2023

NT 3153 SH 3~ 274

Teknisk spesifikasjon



Motor - General

Motor number N3153.820 21-18-2KE-D IE3 11KW	Faser 3~	Merke turtall 2915 rpm	Merkeeffekt 11 kW
EX godkjent No	Antall poler 2	Merkestrøm 19 A	Statorvariant 2
Frekvens 50 Hz	Merkespenning 400 V	Insulation class H	Driftstype S1
Version code 820			

Motor - Technical

Strømfaktor - 1/1 Load 0,93	Motor virkningsgrad - 1/1 Load 91,9 %	Trøghetsmoment 0,032 kg m ²	Antal starter per time 30
Strømfaktor - 3/4 Load 0,91	Motor virkningsgrad - 3/4 Load 93,3 %	Startstrøm, direkte oppstart 144 A	
Strømfaktor - 1/2 Load 0,86	Motor virkningsgrad - 1/2 Load 94,2 %	Startstrøm, star-delta 48 A	

Prosjekt Xylect-20522197
Blokk

Skapt av Christian Grebstad
Skapt den 5/4/2023 Oppdatering 5/4/2023

NT 3153 SH 3~ 274

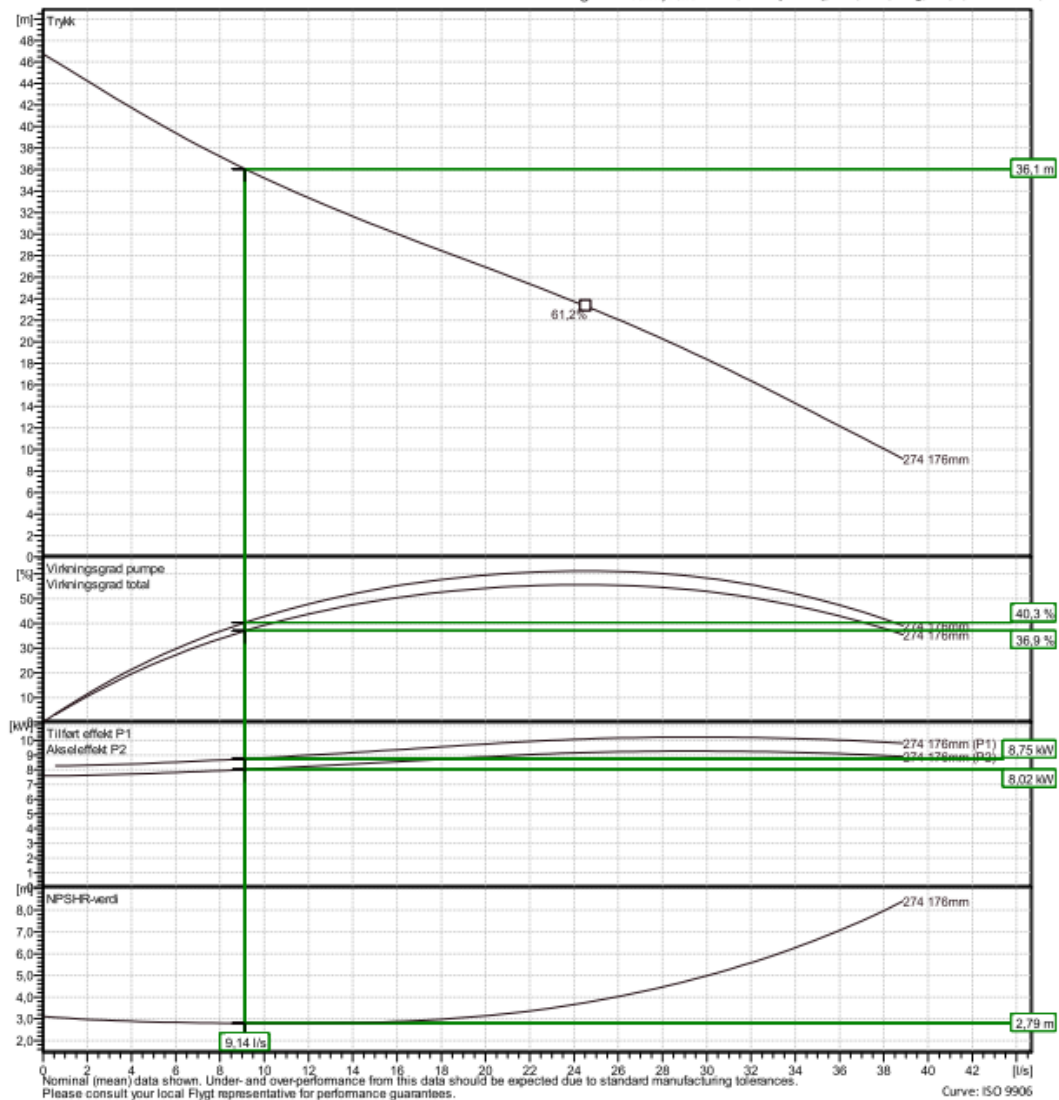
Performance curve



Driftspunkt

Mengde 9,14 l/s Trykk 36,1 m

Curves according to: Vann, rent Vann, rent [100%], 4 °C, 999,9 kg/m³, 1,5692 mm²/s



Nominal (mean) data shown. Under- and over-performance from this data should be expected due to standard manufacturing tolerances. Please consult your local Flygt representative for performance guarantees. Curve: ISO 9906

Xylect-20522197

Christian Grebstad

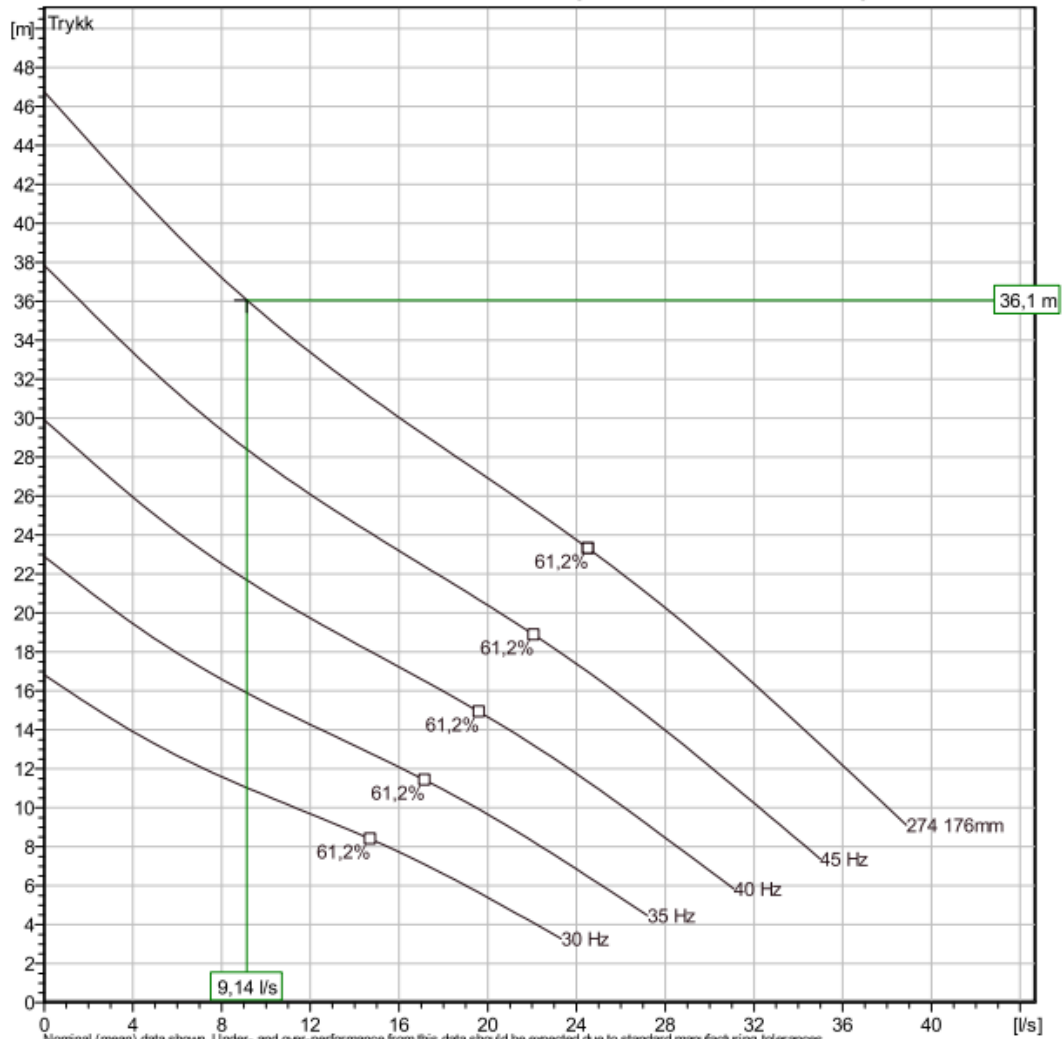
Skapt den 5/4/2023 Oppdatering 5/4/2023

NT 3153 SH 3~ 274

Driftspunkt analyse



Curves according to: Vann, rent [100%] ; 4°C; 999,9kg/m³; 1,5692mm²/s



Nominal (mean) data shown. Under- and over-performance from this data should be expected due to standard manufacturing tolerances. Please consult your local Flygt representative for performance guarantees.

Drift data

Pumps / Systems	Mengde l/s	Trykk m	Shaft power kW	Mengde l/s	Trykk m	Shaft power kW	Hydr. eff.	Spes. energi kWh/m ³	NPSHr m
1	9,14	36,1	8,02	9,14	36,1	8,02	40,3 %	0,266	2,79

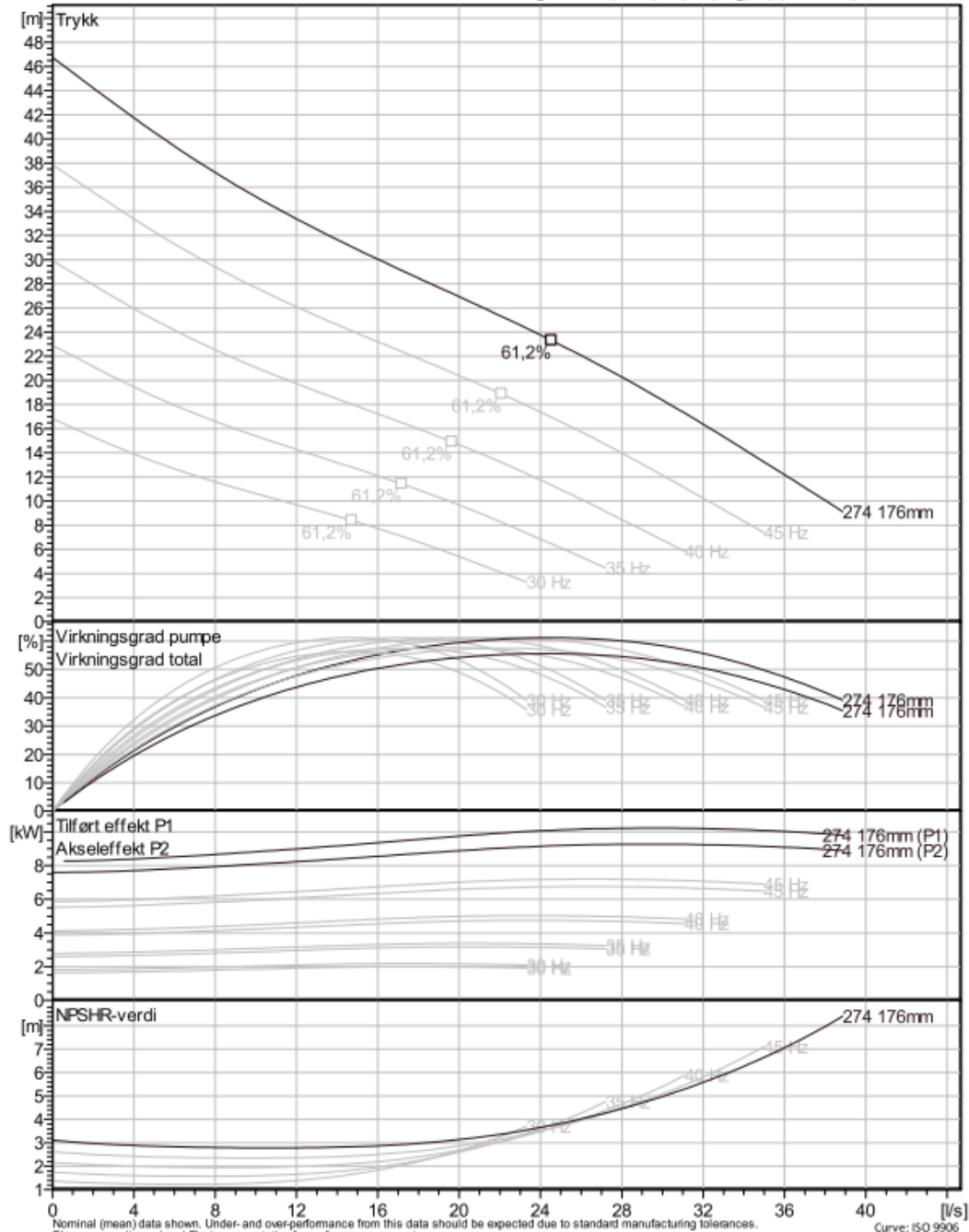
Prosjekt		Skapt av	Christian Grebstad
Blokk	Xylect-20522197	Skapt den	5/4/2023
		Oppdatering	5/4/2023

NT 3153 SH 3~ 274

Turtallsdrift kurve



Curves according to: Vann, rent, 4 °C, 999,9 kg/m³, 1,5692 mm²/s

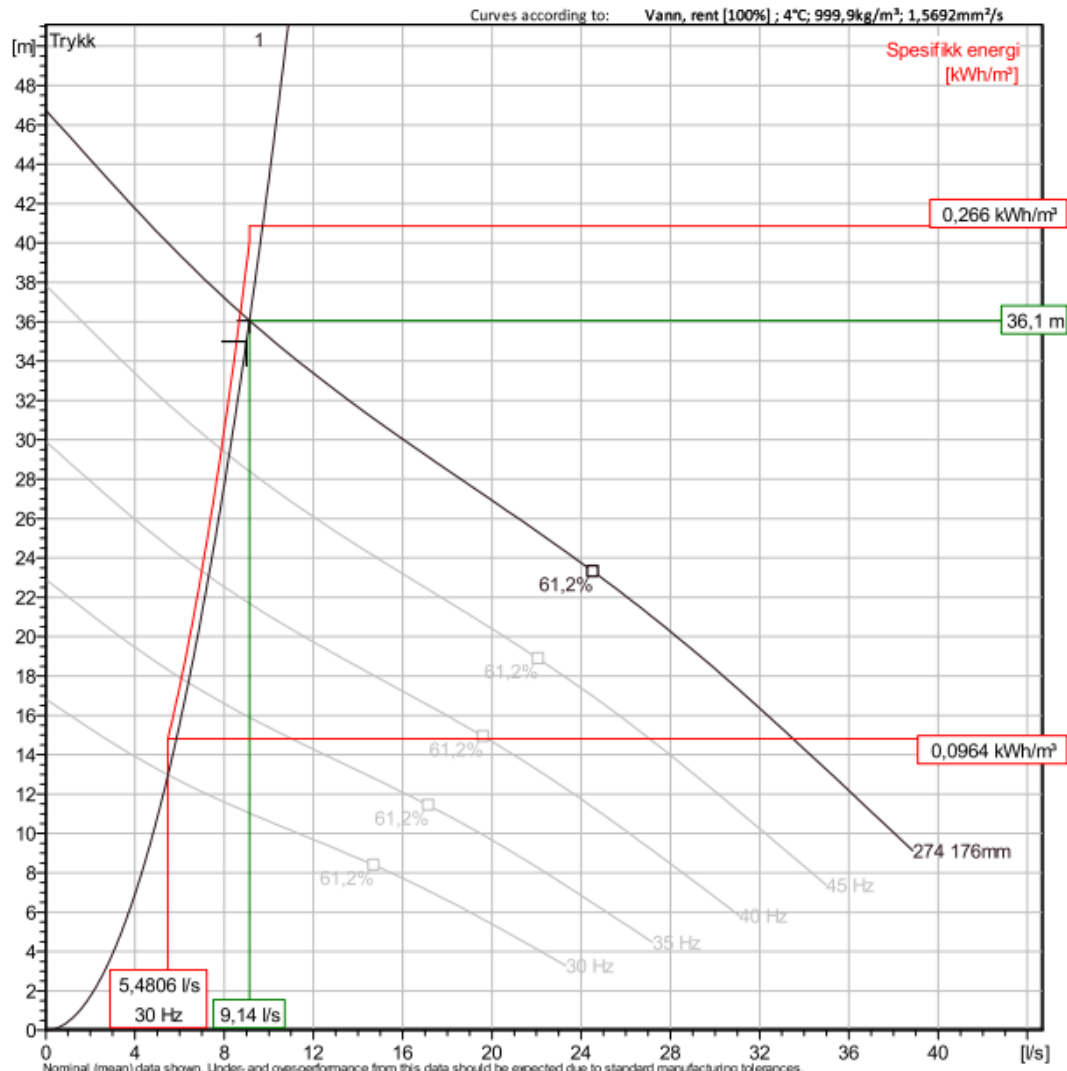


Nominal (mean) data shown. Under- and over-performance from this data should be expected due to standard manufacturing tolerances. Please consult your local Flygt representative for performance guarantees. Curve: ISO 9906

Prosjekt	Xylect-20522197	Skapt av	Christian Grebstad
Blokk		Skapt den	5/4/2023
		Oppdatering	5/4/2023

NT 3153 SH 3~274

Turtallsdrift analys



Operating Characteristics

Pumps / Systems	Frekvens	Mengde	Trykk	Shaft power	Mengde	Trykk	Shaft power	Hydr.eff.	Spesifikk energi	NPSHre
		l/s	m	kW	l/s	m	kW		kWh/m ³	m
1	50 Hz	9,14	36,1	8,02	9,14	36,1	8,02	40,3 %	0,266	2,79
1	45 Hz	8,22	29,2	5,85	8,22	29,2	5,85	40,3 %	0,21	2,36
1	40 Hz	7,31	23,1	4,11	7,31	23,1	4,11	40,3 %	0,165	1,95
1	35 Hz	6,39	17,7	2,75	6,39	17,7	2,75	40,3 %	0,128	1,58

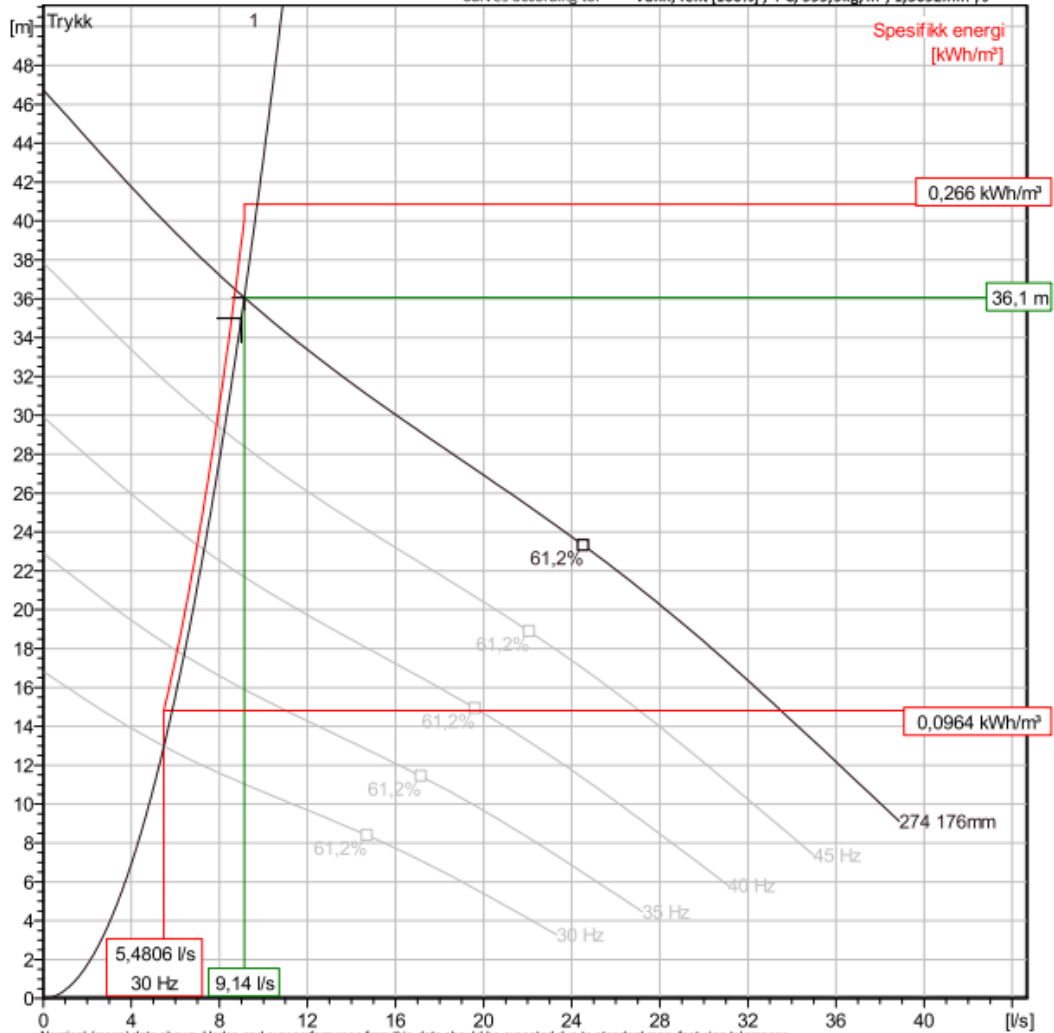
Prosjekt	Xylect-20522197	Skapt av	Christian Grebstad
Blokk		Skapt den	5/4/2023
		Oppdatering	5/4/2023

NT 3153 SH 3~ 274

Turtallsdrift analys



Curves according to: Vann, rent (100%) ; 4°C; 999,9kg/m³; 1,5692mm²/s



Nominal (mean) data shown. Under- and over-performance from this data should be expected due to standard manufacturing tolerances. Please consult your local Flygt representative for performance guarantees.

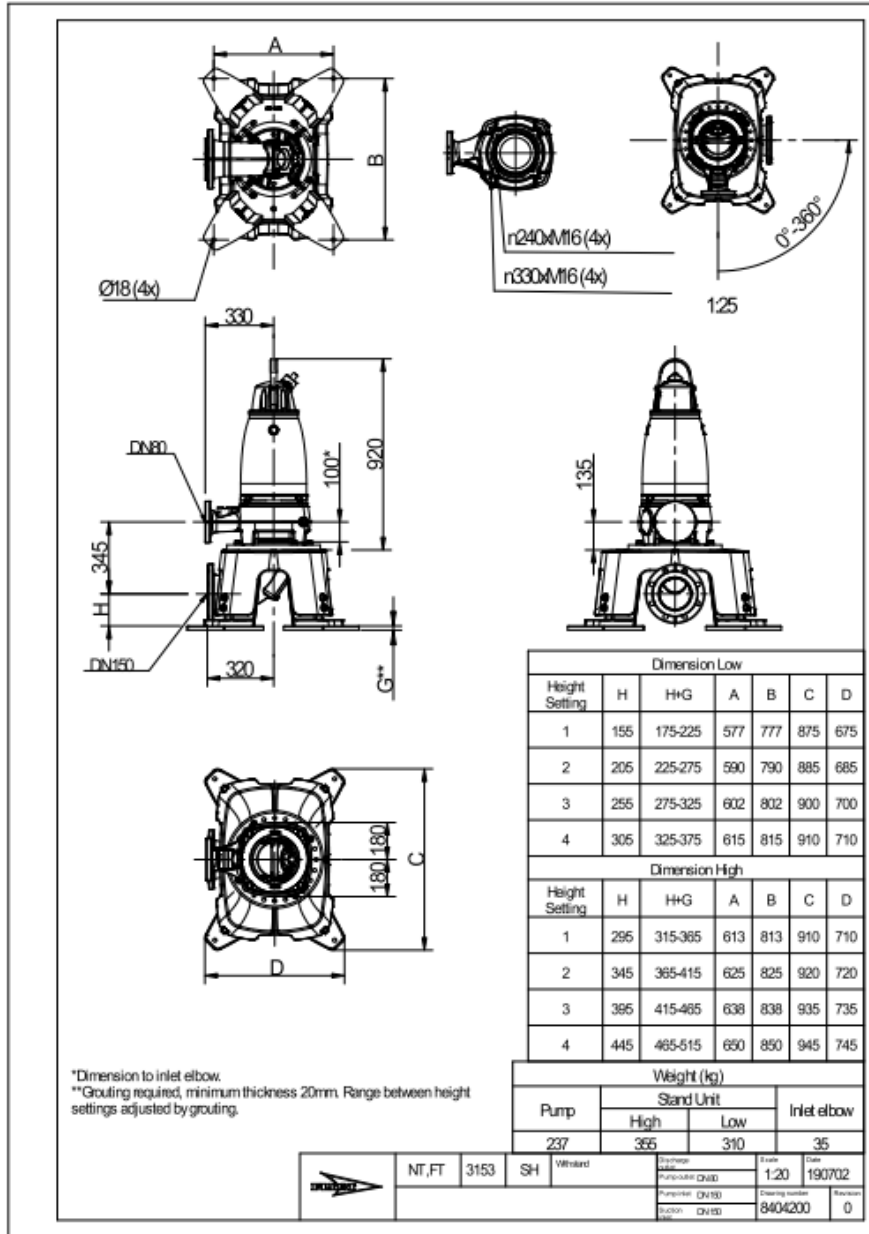
Operating Characteristics

Pumps / Systems	Frekvens	Menge	Trykk	Shaft power	Menge	Trykk	Shaft power	Hydr. eff.	Spesifikk energi	NPSHr
	Hz	l/s	m	kW	l/s	m	kW	%	kWh/m³	m
1	30 Hz	5,48	13	1,73	5,48	13	1,73	40,3 %	0,0964	1,23

Prosjekt	Xylect-20522197	Skapt av	Christian Grebstad
Blokk		Skapt den	5/4/2023
		Oppdatering	5/4/2023

NT 3153 SH 3~ 274

Dimensjonstegning



Prosjekt	Xylect-20522197	Skapt av	Christian Grebstad
Blokk		Skapt den	5/4/2023 Oppdatering
			5/4/2023

Vedlegg B - Beregninger av personekvivalenter og avløpsmengder

Løvika

Eksisterende situasjon – Beregnet ut fra egne beregninger av personekvivalenter

Parameter	Verdi	Enhet	Kommentar
Antall boliger	111		Gemini Portal+
PE/bolig	2.5		Per boenhet
Antall fritidsboliger	8		Gemini Portal+
PE/fritidsbolig	1		Per fritidsbolig
Total PE	285.5		
Avløpsmengde per			
person	150	l/person/døgn	VA-miljøblad 115
Km ledning	5	km	Gemini Portal+
Industrivann	0		
Fremmedvann	172800	l/døgn	0,4 l/s per km ledning (Ødegaard, 2014, s.289)
Total avløpsmengde	42825	l/døgn	
M_{maks}	5		I henhold til VA-blad 115
Dimensjonerende spillvannsmengde	386925	l/døgn	$Q_{dim} = M_{maks} * PE * 150l/d/p + fremmedvann$
	4.478298611	l/s	

Eksisterende situasjon – Beregnet ut fra Norconsults personekvivalent beregninger

Parameter	Verdi	Enhet	Kommentar
Antall boliger	-		
PE/bolig	-		
Antall fritidsboliger	-		
PE/fritidsbolig	-		
Total PE	303		Fra Norconsult

Avløpsmengde per person	150	l/person/døgn	VA-miljøblad 115
Km ledning	5		Gemini Portal+
Industrivann	0		
			0,4 l/s per km ledning (Ødegaard, 2014, s.289)
Fremmedvann	172800	l/døgn	
Total avløpsmengde	45450	l/døgn	
M_{maks}	5		I henhold til VA-blad 115
Dimensjonerende spillvannsmengde	400050	l/døgn	$Q_{dim} = M_{maks} * PE * 150l/d/p +$ fremmedvann
	4.630208333	l/s	

Fremtidig situasjon

Parameter	Verdi	Enhet	Kommentar
Antall boliger	224		Gemini Portal +
Antall fritidsboliger	8		Gemini Portal +
PE/bolig	2.5		Per boenhet
PE/fritidsbolig	1		Per fritidsbolig
Total PE	568		
Avløpsmengde per person	150	l/person/døgn	VA-miljøblad 115
Km ledning	10.23		Gemini Portal+ ledningsnett
Industrivann	0		
Fremmedvann	353548.8	l/døgn	0,4 l/s per km ledning (Ødegaard, 2014, s.289)
Total avløpsmengde	85200	l/døgn	
M_{maks}	5		I henhold til VA-blad 115
Dimensjonerende spillvannsmengde	779548.8	l/døgn	$Q_{dim} = M_{maks} * PE * 150l/d/p +$ fremmedvann
	9.022555556	l/s	
	10.82706667		

Emblemsvågen, PA622

Eksisterende situasjon – Beregning av personekvivalenter for næringsvirksomheter o.l. innenfor pumpeesen

Bedrifter	Ansatte	Innpendlere	Barn/Elever/Medlemmer	BOF	PE
Emblem skule	36	31		0.531428571	
			200	2.571428571	
Ebbegarden barnehage	36	28		4.8	
			110	1.414285714	
Aktiv trening	1	1		0.017142857	
			105	1.35	
Reolteknikk	3	3		0.051428571	
Spilka	70	66		1.131428571	
Rekdal transport	1	1		0.017142857	
Lundanes bil	5	4		0.068571429	
Veidekke	21	20		0.342857143	
A.H. Classic cars	2	2		0.034285714	
Norva24				0	
Totalt:				12.33	205.5

Eksisterende – Total

Parameter	Verdi	Enhet	Kommentar
Antall boliger	423	Boliger	
PE/bolig	2.5		
PE bedrifter og skole	205.5		Beregnet i eget regneark
Total PE	1263		
Avløpsmengde per PE	150	l/person/døgn	VA-miljøblad 115
Km ledning	8.7	km	Gemini Portal+ ledningsnett
Industrivann			Beregnet over, som PE bedrifter og skole
Fremmedvann	300672	l/døgn	0,4 l/s per km ledning (Ødegaard, 2014, s.289)

Total			
avløpsmengde	189450	l/døgn	total PE*150 l/p/d
M maks	5		I henhold til VA-blad 115
Dimensjonerende			
spillvannsmengde	1247922	l/døgn	$Q_{dim} = M_{maks} * PE * 150l/d/p + fremmedvann$
	14.44354167	l/s	

Vedlegg C – Beregning av pumpeledningens dimensjon



Bygg Infrastruktur

☰ Colebrook-White



Norsk

Inn-data

Beregn

Avløpsrør (trykkløst)

Trykkørør

Diameter og hastighet

Rørdata

Ruhet μ 0.1 [mm] Råd

Rørledningens lengde L 2370 [m]

Vanntemperatur 20 [°C]

Opplysninger om trykkforhold

Trykk ved innløp P1 36,1 mVs

Minimum trykk ved utløp P2 19,19 mVs

Kotehøyde innløp h1 5 [m]

Kotehøyde utløp h2 4 [m]

Ønsket kapasitet Q 9,02 l/s

Beregnete verdier

Resultater

Strømningshastighet V 0.882 [m/s]

Innvendig diameter D 114 [mm]

Vedlegg D – Undersøkelse av kapasitet ved pumpestasjon PA622

Pumpekurve og kapasitetsberegning PA622

NP 3153 SH 3~ 272

Performance curve

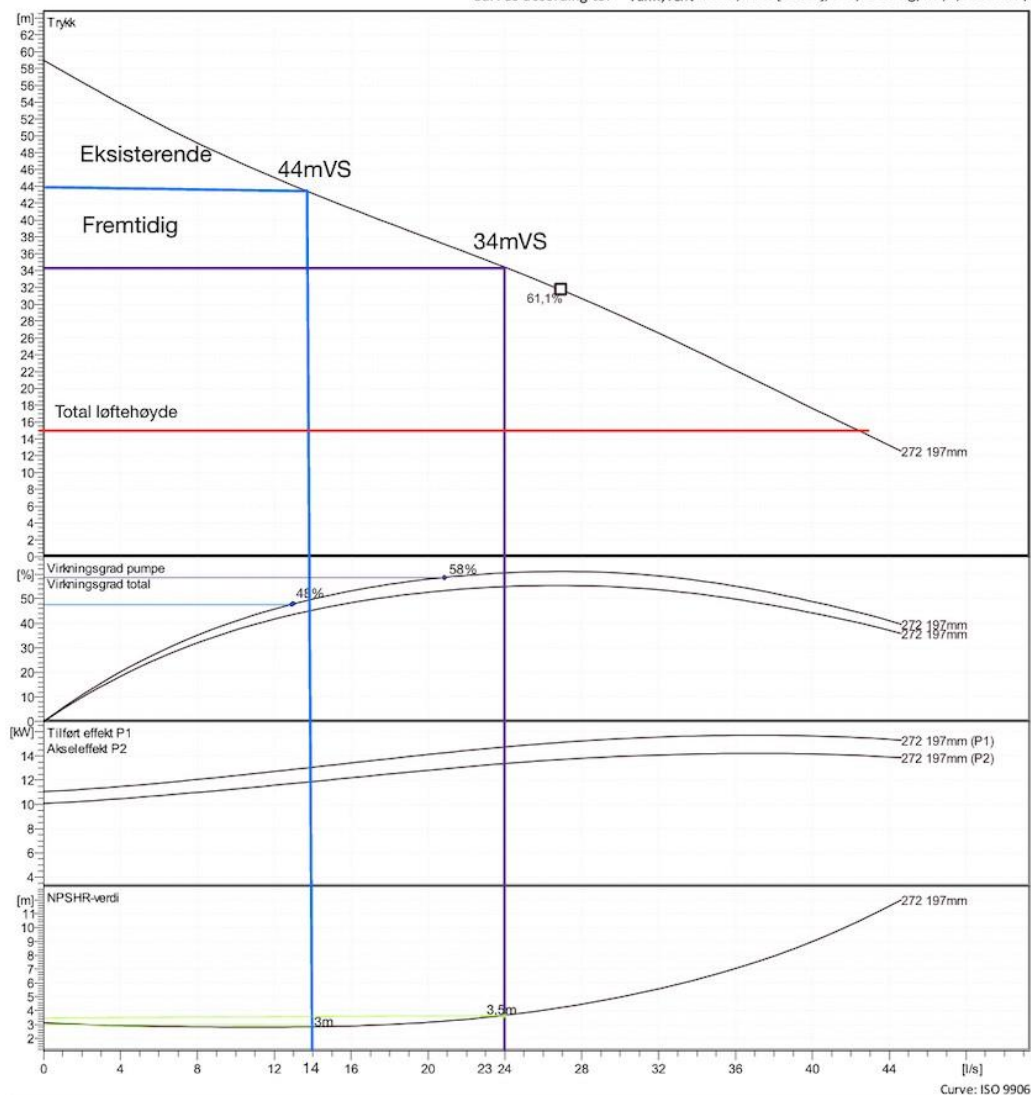


Driftspunkt

Mengde Trykk

PA622 - Emblemsvågen

Curves according to: Vann, rent Vann, rent [100%], 4 °C, 1000 kg/m³, 1,569 mm²/s



Xylect-20222635

0

Christian Grebstad

Skapt den

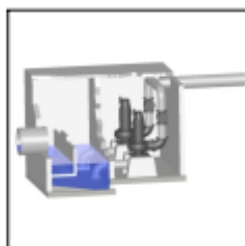
3/2/2023

Oppdatering

3/2/2023

Curve: ISO 9906

Beregning av friksjonstap PA622



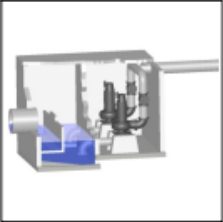
Beregning friksjonstap

Pumped fluid Wastewater	Statisk trykk 14,46	Layout Tørt oppstilt installasjon
Mengde 14 l/s	Antall pumper 2	Beregningsmodell Colebrook-White
Viskositet 1,005 mm ² /s	Anleggstype Flere pumper i parallell drift	

Type	Ø (mm)	? or L	Antall	v (m/s)	k (mm)	ΔH (m)
Ø = Diameter v = Hastighet k = Ruhetsfaktor rør ΔH = Head loss						
Individuell rørledning på sugside - Plastic / PVC						
PN 10 / DN 250 (280x13,4 mm) / Used piping / Old Pipes						
Rørlengde	250	8,6 m	1	0,1426	0,04	0,0008219
Total friction head						0,0008219
Individuell rørledning på trykkside - Plastic / PVC						
PN 10 / DN 150 (180x8,6 mm) / Used piping / Old Pipes						
Rørlengde	162,8	253 m	1	0,3363	0,04	0,1916
Total friction head						0,1916
Individuell rørledning på trykkside - Plastic / PVC						
PN 10 / DN 200 (200x9,6 mm) / Used piping / Old Pipes						
Rørlengde	180,8	180 m	1	0,2727	0,04	0,08202
Total friction head						0,08202
Individuell rørledning på trykkside - Plastic / PVC						
PN 10 / DN 200 (225x10,8 mm) / Used piping / Old Pipes						
Rørlengde	203,4	203 m	1	0,2154	0,04	0,05237
Total friction head						0,05237
Individuell rørledning på trykkside - Plastic / PVC						
PN 10 / DN 200 (250x11,9 mm) / Used piping / Old Pipes						
Rørlengde	226,9	226 m	1	0,1731	0,04	0,03443
Total friction head						0,03443
Individuell rørledning på trykkside - Plastic / PVC						
PN 10 / DN 200 (250x11,9 mm) / Used piping / Old Pipes						
Rørlengde	226,9	226 m	1	0,1731	0,04	0,03443
Total friction head						0,03443
Individuell rørledning på trykkside - Plastic / PVC						
PN 10 / DN 200 (250x11,9 mm) / Used piping / Old Pipes						
Rørlengde	226,9	226 m	1	0,1731	0,04	0,03443
Total friction head						0,03443
Friksjonstap						0,4301 m
Total static head						14,46 m
Total trykk						14,89 m

Project	Skapt av	Oppdatering	5/5/2023
Blokk	Skapt den	5/5/2023	

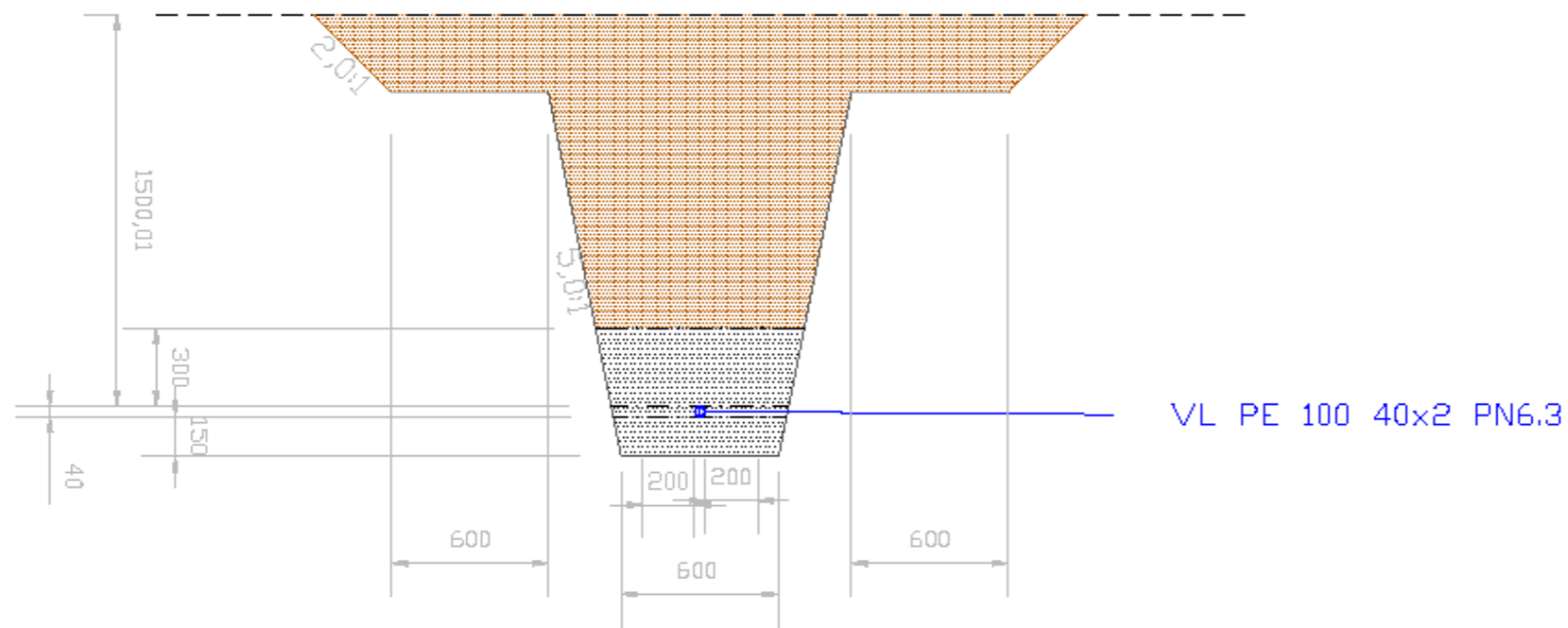
Vedlegg E – Beregning av friksjonstap i pumpeledning

Beregning friksjonstap						
	Pumped fluid	Wastewater	Statisk trykk	1,2	Layout	Tørt oppstilt installasjon
	Mengde	9,02 l/s	Antall pumper	2	Beregningsmodell	Colebrook-White
	Viskositet	1,005 mm ² /s	Anleggstype	Flere pumper i parallell drift		
Type	Ø (mm)	? or L	Antall	v (m/s)	k (mm)	ΔH (m)
Ø = Diameter v = Hastighet k = Ruhetsfaktor rør ΔH = Head loss Felles rørledning sugside - Plastic / PVC PN 10 / DN 200 (200x9,6 mm) / New piping						
Rørlengde	180,8	10 m	1	0,3513	0,01	0,006982
Total friction head						0,006982
Felles rørledning trykkside - Plastic / PE100 (HDPE) PE 4710 SDR 17 (PN 10) / DN 100 (125x7,4 mm) / New piping						
Rørlengde	110,2	2370 m	1	0,9457	0,01	17,98
Total friction head						17,98
Friksjonstap						17,99 m
Total static head						1,2 m
Total trykk						19,19 m

Project	Skapt av	Oppdatering	5/19/2023
Blokk	Skapt den	5/19/2023	

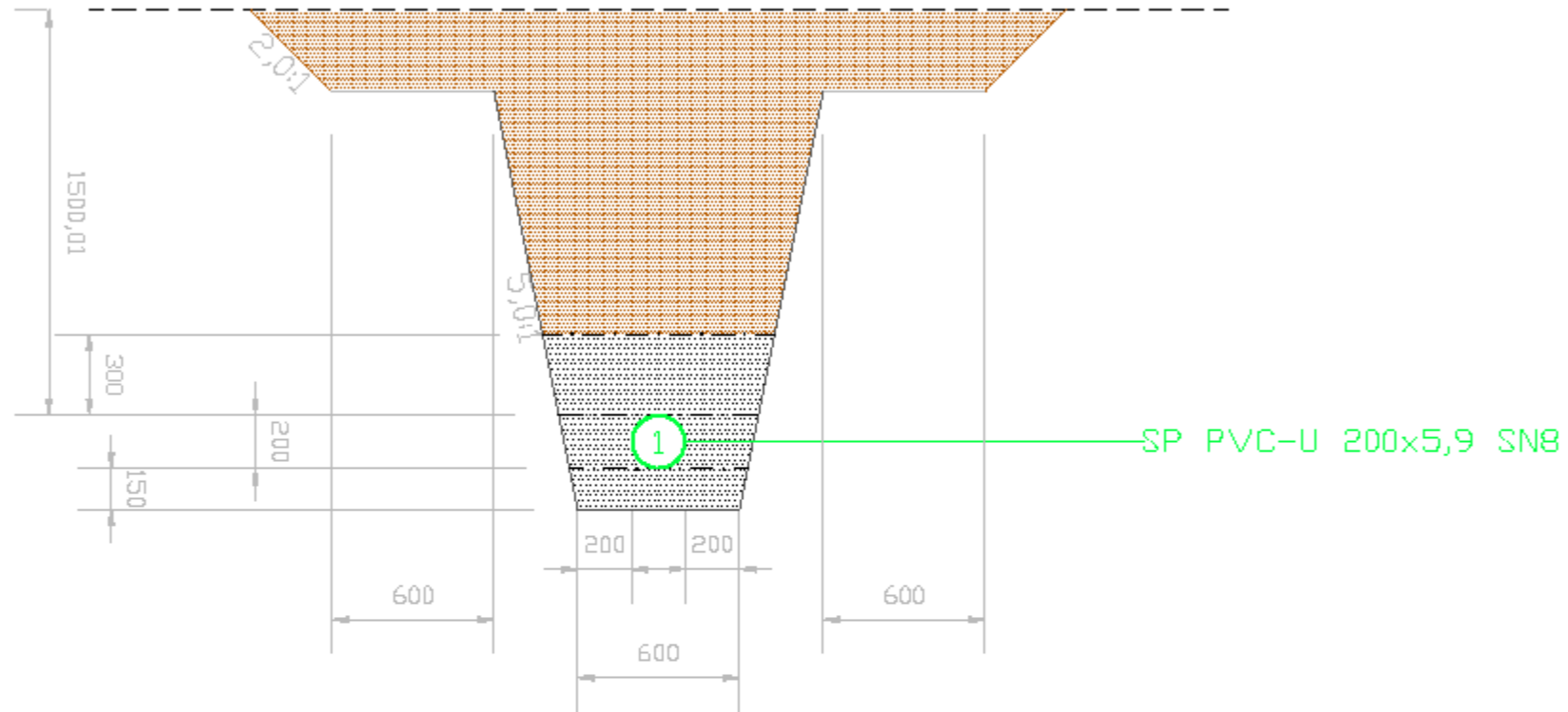
Vedlegg F - Grøftetversnitt

1. Vannledning



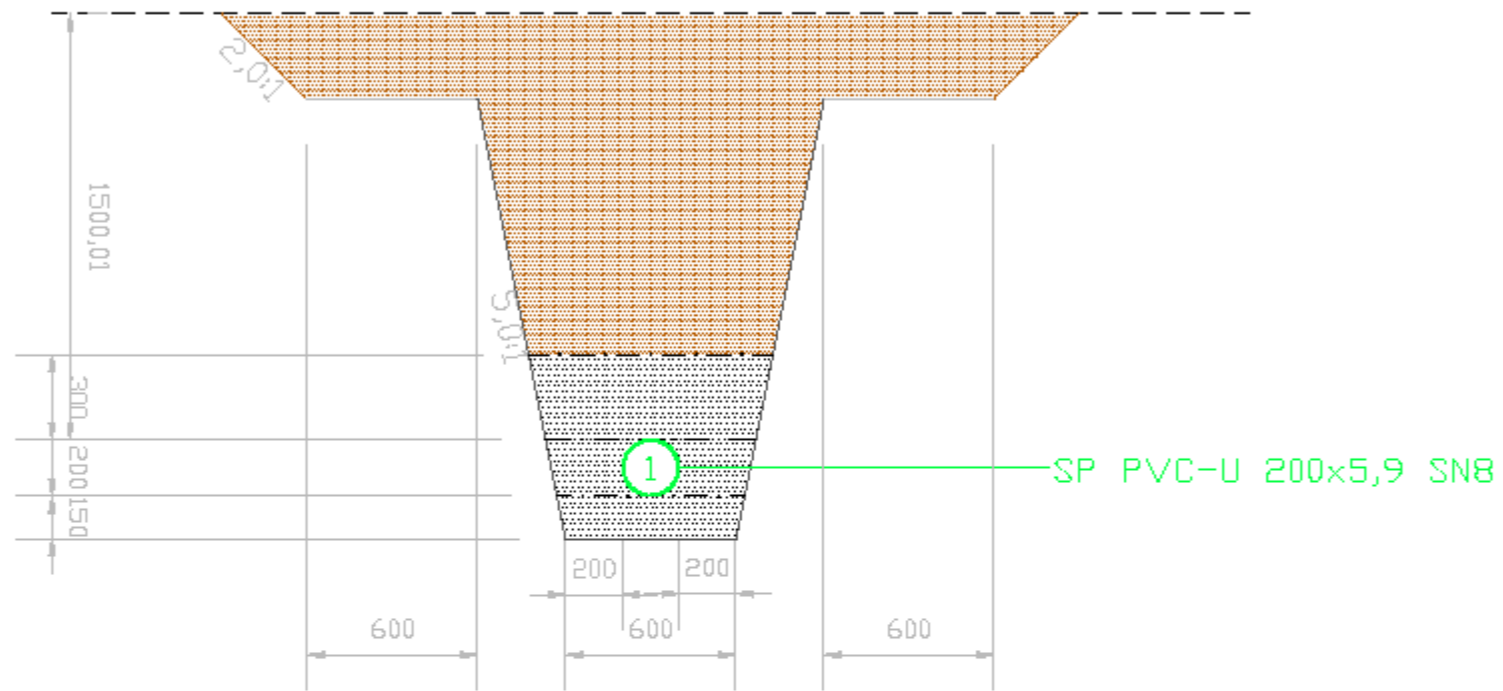
REV. INDEX	ANT.	ENDRINGEN GJELDER		SIGN	DATO																								
<table border="1"> <tr> <td>Dato 10.05.23</td> <td>Konstr./Tegnet N.NE. IEW, A.DØ.</td> <td>Skala 1:20</td> <td colspan="3">NTNU Larsgårdvegen 2, 6009</td> </tr> <tr> <td>Plan Grøftetversnitt</td> <td>Godkjent</td> <td colspan="2">Erstatning for:</td> <td colspan="2">Erstattet av:</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Sanering RA 15 Vannledning</td> <td colspan="3">1</td> </tr> <tr> <td>Henvisning</td> <td>Indic</td> <td>Beregning</td> <td colspan="3"></td> </tr> </table>						Dato 10.05.23	Konstr./Tegnet N.NE. IEW, A.DØ.	Skala 1:20	NTNU Larsgårdvegen 2, 6009			Plan Grøftetversnitt	Godkjent	Erstatning for:		Erstattet av:		Sanering RA 15 Vannledning			1			Henvisning	Indic	Beregning			
Dato 10.05.23	Konstr./Tegnet N.NE. IEW, A.DØ.	Skala 1:20	NTNU Larsgårdvegen 2, 6009																										
Plan Grøftetversnitt	Godkjent	Erstatning for:		Erstattet av:																									
Sanering RA 15 Vannledning			1																										
Henvisning	Indic	Beregning																											

2. Innløpsledning spillvann



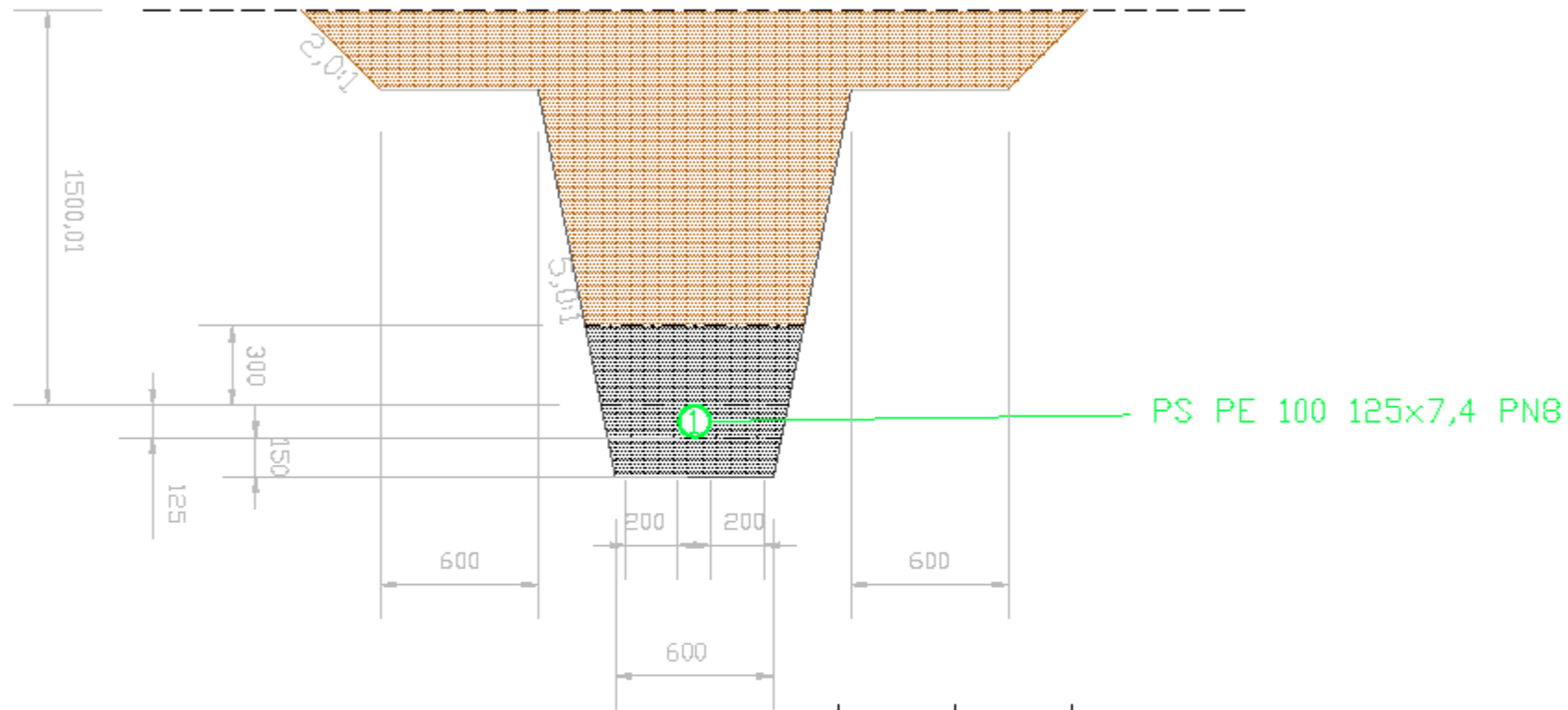
REV. INDEX	ANT.	ENDRINGEN GJELDER		SIGN	DATO																																				
<table border="1"> <tr> <td>Dato</td> <td>Konstr./Tegnet</td> <td>Skala</td> <td colspan="3">NTNU</td> </tr> <tr> <td>10.05.23</td> <td>N.NE. IEW, A.DØ.</td> <td>1:20</td> <td colspan="3">Larsgårdvegen 2, 6009</td> </tr> <tr> <td>Planen</td> <td></td> <td>Godkjent</td> <td colspan="3">Erstatning for:</td> </tr> <tr> <td>Grøftetversnitt</td> <td></td> <td></td> <td colspan="3">2</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Sanering RA 15 Innløp</td> <td colspan="3">Erstattet av:</td> </tr> <tr> <td>Henvisning</td> <td>Indeks</td> <td>Beregning</td> <td colspan="3"></td> </tr> </table>						Dato	Konstr./Tegnet	Skala	NTNU			10.05.23	N.NE. IEW, A.DØ.	1:20	Larsgårdvegen 2, 6009			Planen		Godkjent	Erstatning for:			Grøftetversnitt			2			Sanering RA 15 Innløp			Erstattet av:			Henvisning	Indeks	Beregning			
Dato	Konstr./Tegnet	Skala	NTNU																																						
10.05.23	N.NE. IEW, A.DØ.	1:20	Larsgårdvegen 2, 6009																																						
Planen		Godkjent	Erstatning for:																																						
Grøftetversnitt			2																																						
Sanering RA 15 Innløp			Erstattet av:																																						
Henvisning	Indeks	Beregning																																							

3. Overløpsledning spillvann



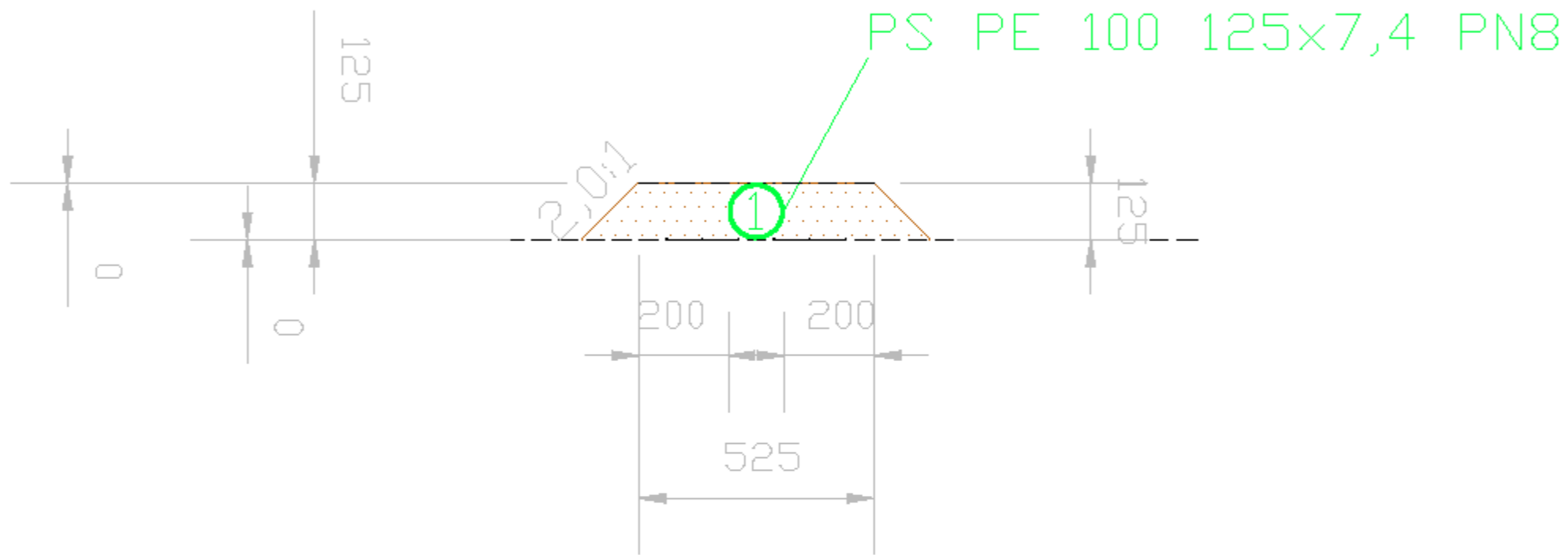
REV. INDEX	ANT.	ENDRINGEN GJELDER		SIGN	DATO																															
<table border="1"> <tr> <td>Dato</td> <td>10.05.23</td> <td>Konstr./Tegnet</td> <td>N.NE. IEW, ADØ.</td> <td>Skala</td> <td>1:20</td> <td>NTNU</td> </tr> <tr> <td>Prosjekt</td> <td>Grøftetversnitt</td> <td>Godkjent</td> <td></td> <td colspan="3">Larsgårdvegen 2, 6009</td> </tr> <tr> <td colspan="4" rowspan="2">Sanering RA 15 Overløp</td> <td>Erstatning for:</td> <td>Erstatlet av:</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="3">3</td> </tr> <tr> <td>Henvisning</td> <td></td> <td>Indeks</td> <td></td> <td>Beregning</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>						Dato	10.05.23	Konstr./Tegnet	N.NE. IEW, ADØ.	Skala	1:20	NTNU	Prosjekt	Grøftetversnitt	Godkjent		Larsgårdvegen 2, 6009			Sanering RA 15 Overløp				Erstatning for:	Erstatlet av:		3			Henvisning		Indeks		Beregning		
Dato	10.05.23	Konstr./Tegnet	N.NE. IEW, ADØ.	Skala	1:20	NTNU																														
Prosjekt	Grøftetversnitt	Godkjent		Larsgårdvegen 2, 6009																																
Sanering RA 15 Overløp				Erstatning for:	Erstatlet av:																															
				3																																
Henvisning		Indeks		Beregning																																

4. Pumpeledning spillvann, strandsone



REV. INDEX	ANT.	ENDRINGEN GJELDER		SIGN	DATO																								
<table border="1"> <tr> <td>Dato 10.05.23</td> <td>Konstr./Tegnet N.N.E. IEW, A.DØ.</td> <td>Skala 1:20</td> <td colspan="3">NTNU Larsgårdvegen 2, 6009</td> </tr> <tr> <td>Planavn Grøftetversnitt</td> <td>Godkjent</td> <td colspan="2">Erstatning for: 4</td> <td colspan="2">Erstattet av:</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Sanering RA 15 Pumpeledning - PS</td> <td colspan="3"></td> </tr> <tr> <td>Henvening</td> <td>Indec</td> <td>Beregning</td> <td colspan="3"></td> </tr> </table>						Dato 10.05.23	Konstr./Tegnet N.N.E. IEW, A.DØ.	Skala 1:20	NTNU Larsgårdvegen 2, 6009			Planavn Grøftetversnitt	Godkjent	Erstatning for: 4		Erstattet av:		Sanering RA 15 Pumpeledning - PS						Henvening	Indec	Beregning			
Dato 10.05.23	Konstr./Tegnet N.N.E. IEW, A.DØ.	Skala 1:20	NTNU Larsgårdvegen 2, 6009																										
Planavn Grøftetversnitt	Godkjent	Erstatning for: 4		Erstattet av:																									
Sanering RA 15 Pumpeledning - PS																													
Henvening	Indec	Beregning																											

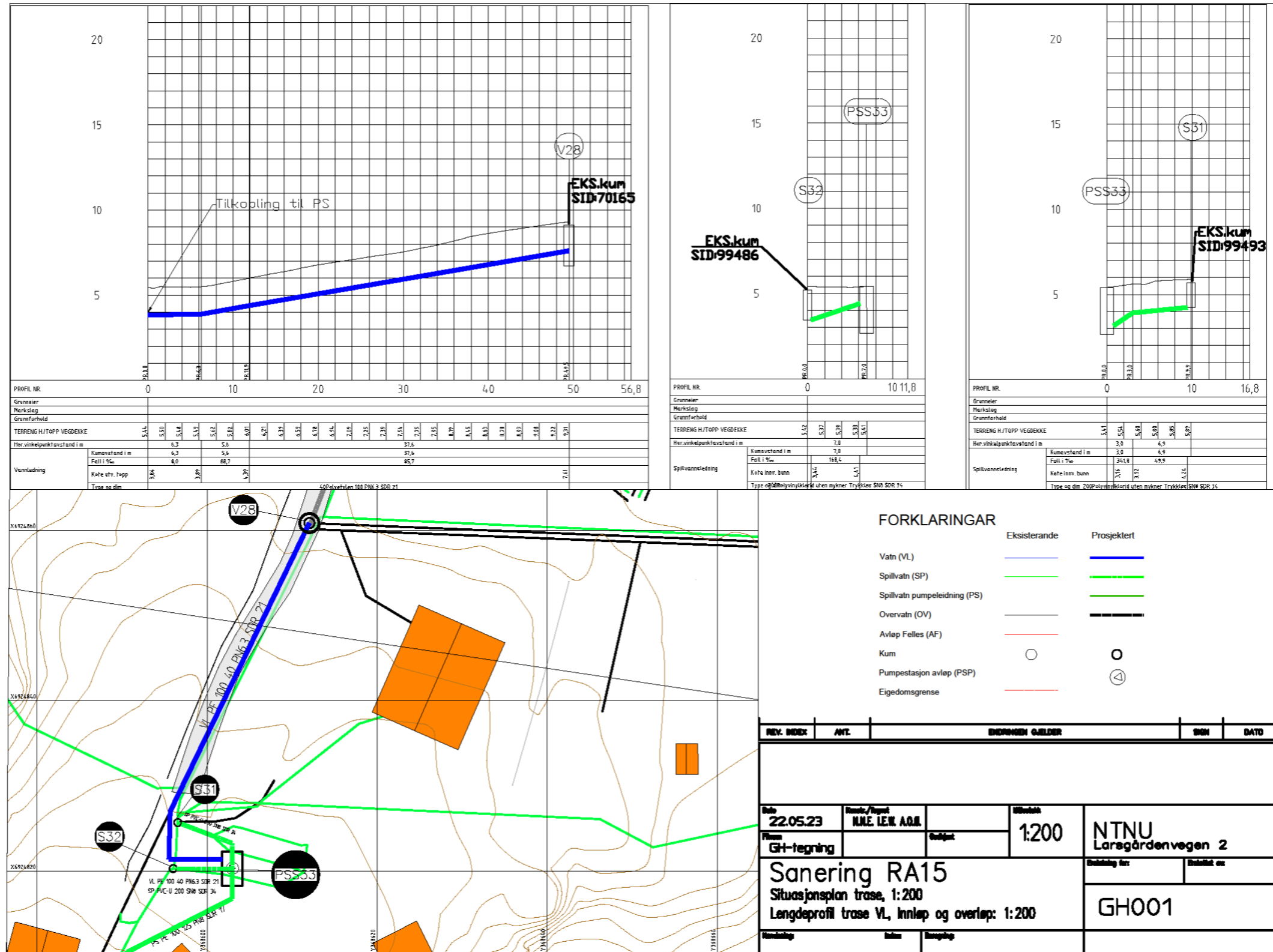
5. Pumpeledning spillvann, sjø



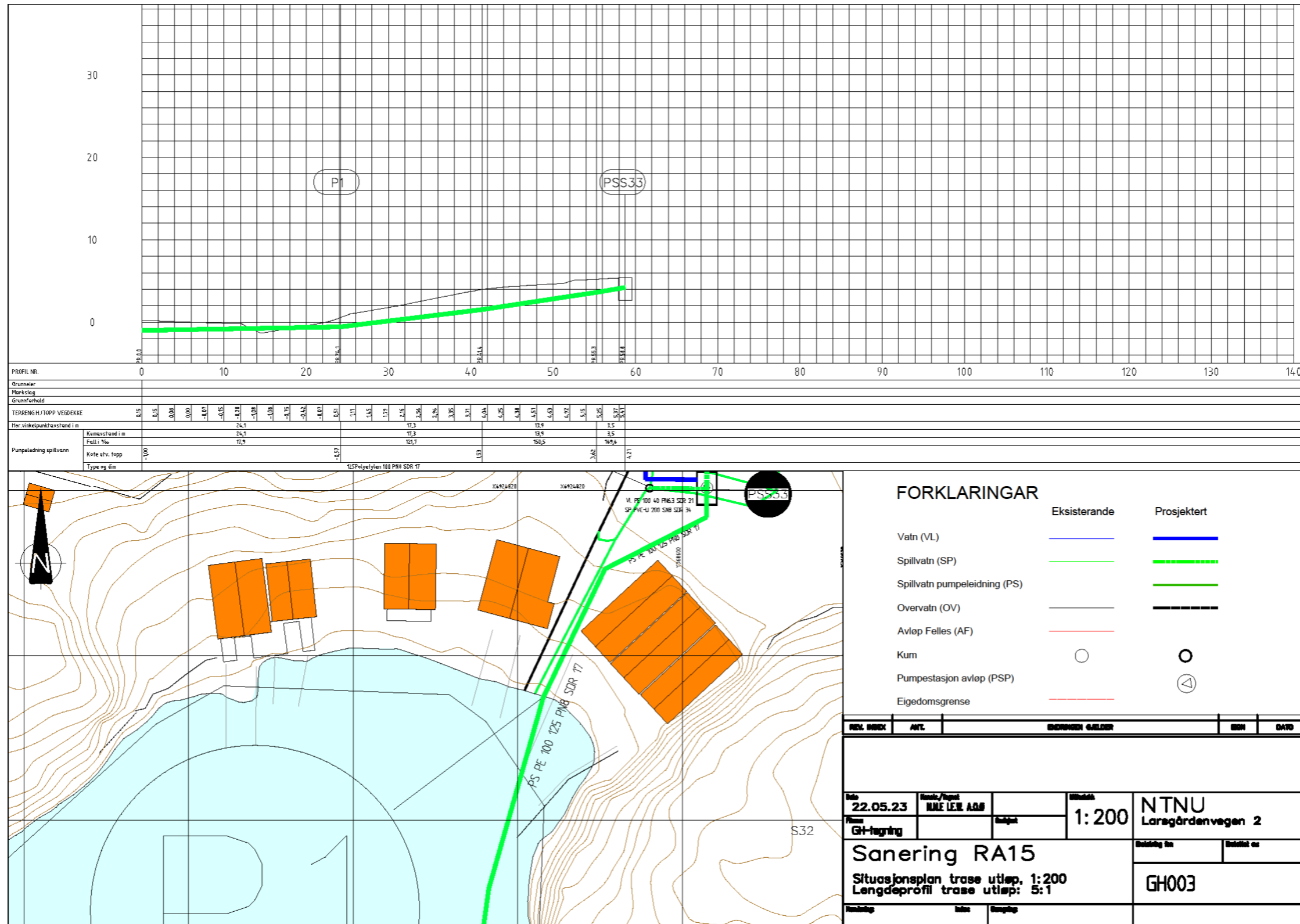
REV. INDEX	ANT.	ENDRINGEN GJELDER		SIGN	DATO
Dato	Konstr./Tegnet	Skala			
10.05.23	N.NE. IEW, ADØ.	1:10	NTNU		
Plannavn	Godkjent	Larsgårdvegen 2, 6009			
Grøftetversnitt			Erstatning for:	Ersattlet av:	
Sanering RA 15			5		
Pumpeledning - Sjø					
Henvening	Indec	Beregning			

Vedlegg G - Plan og lengdeprofil

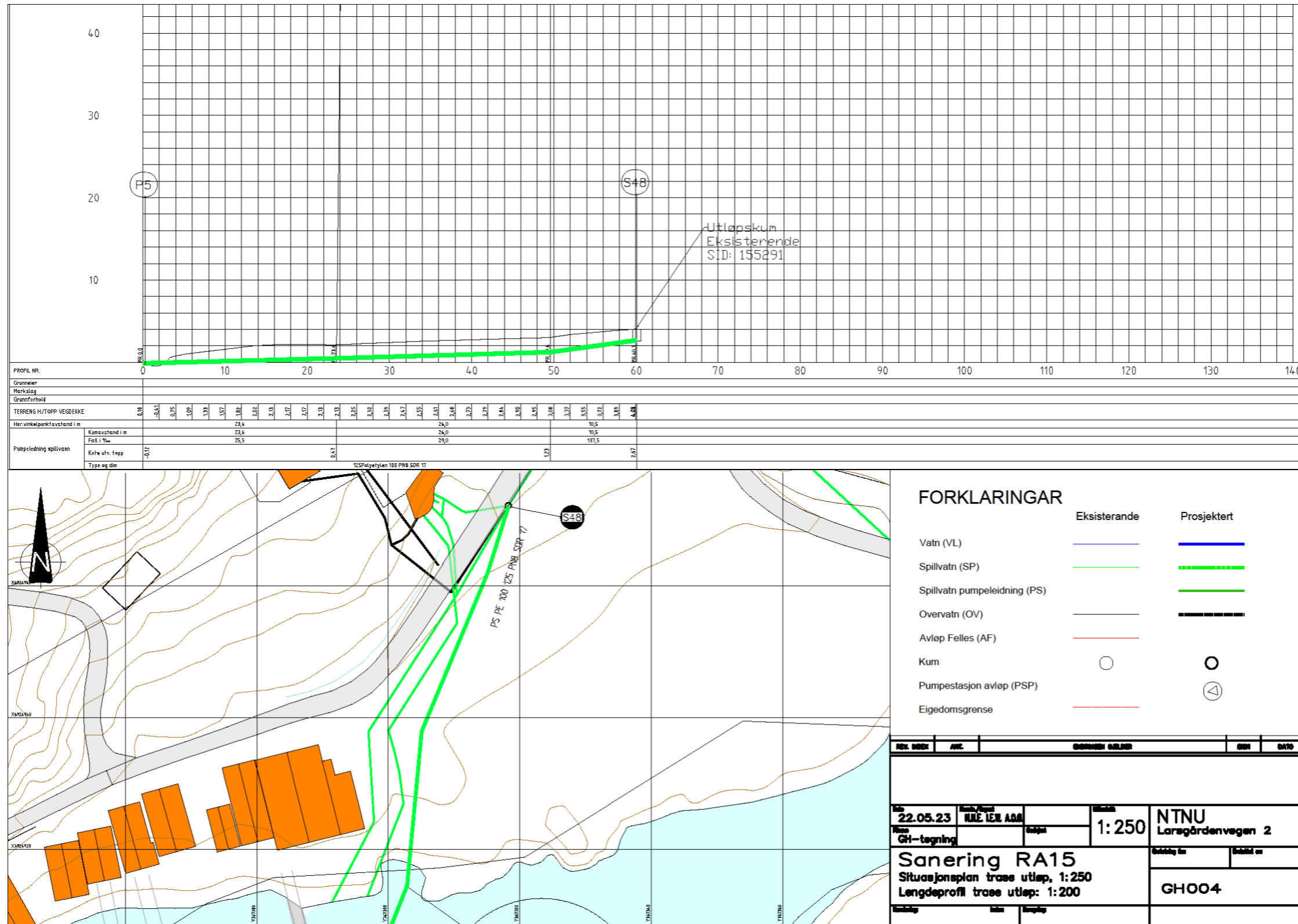
1. Innløp, overløp og vann



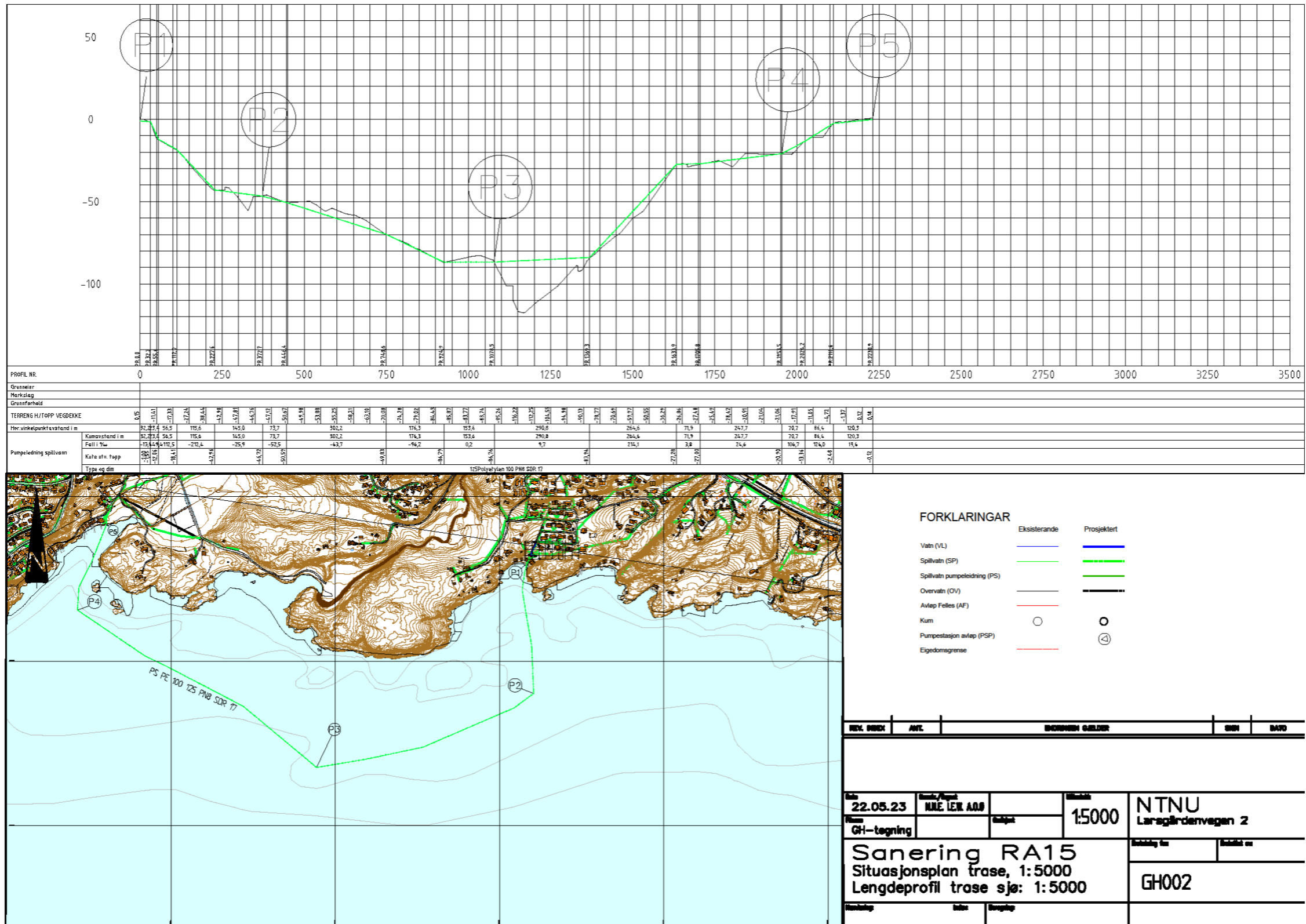
2. Pumpeledning spillvann, strandsone Løvika



3. Pumpeledning spillvann, strandsone Emblemsvågen

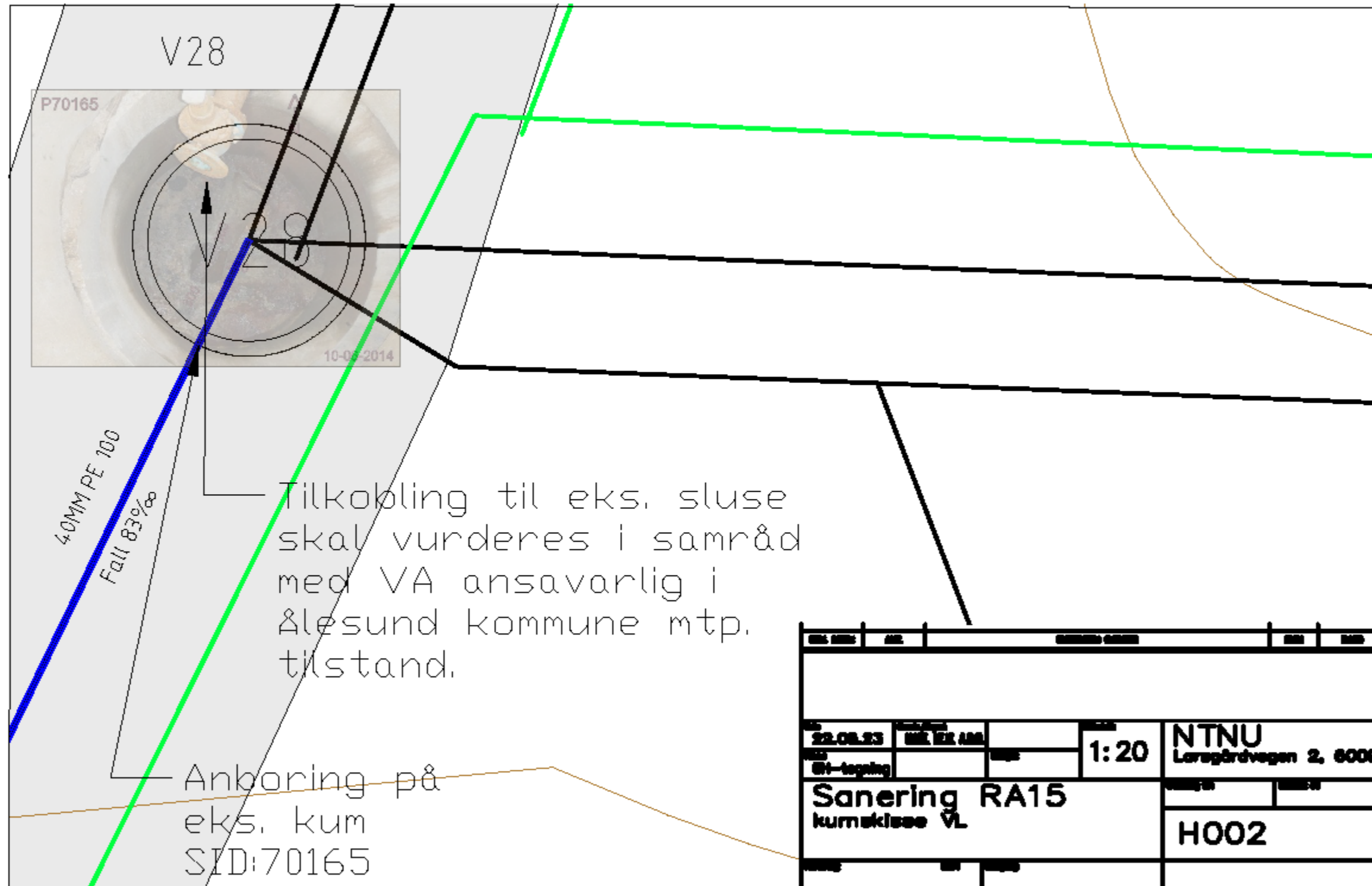


4. Pumpeledning spillvann, sjø

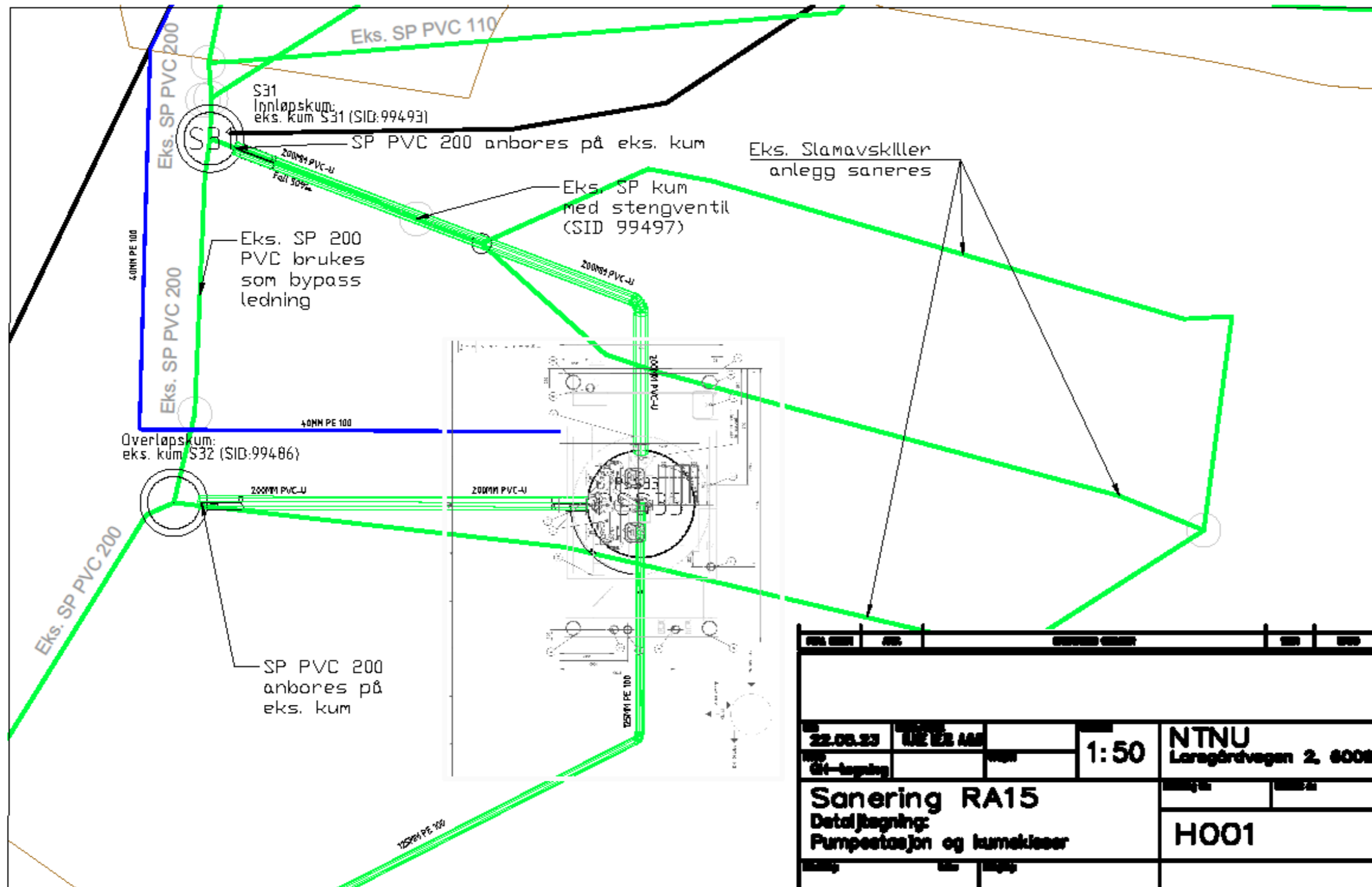


Vedlegg H - Kum-skisser

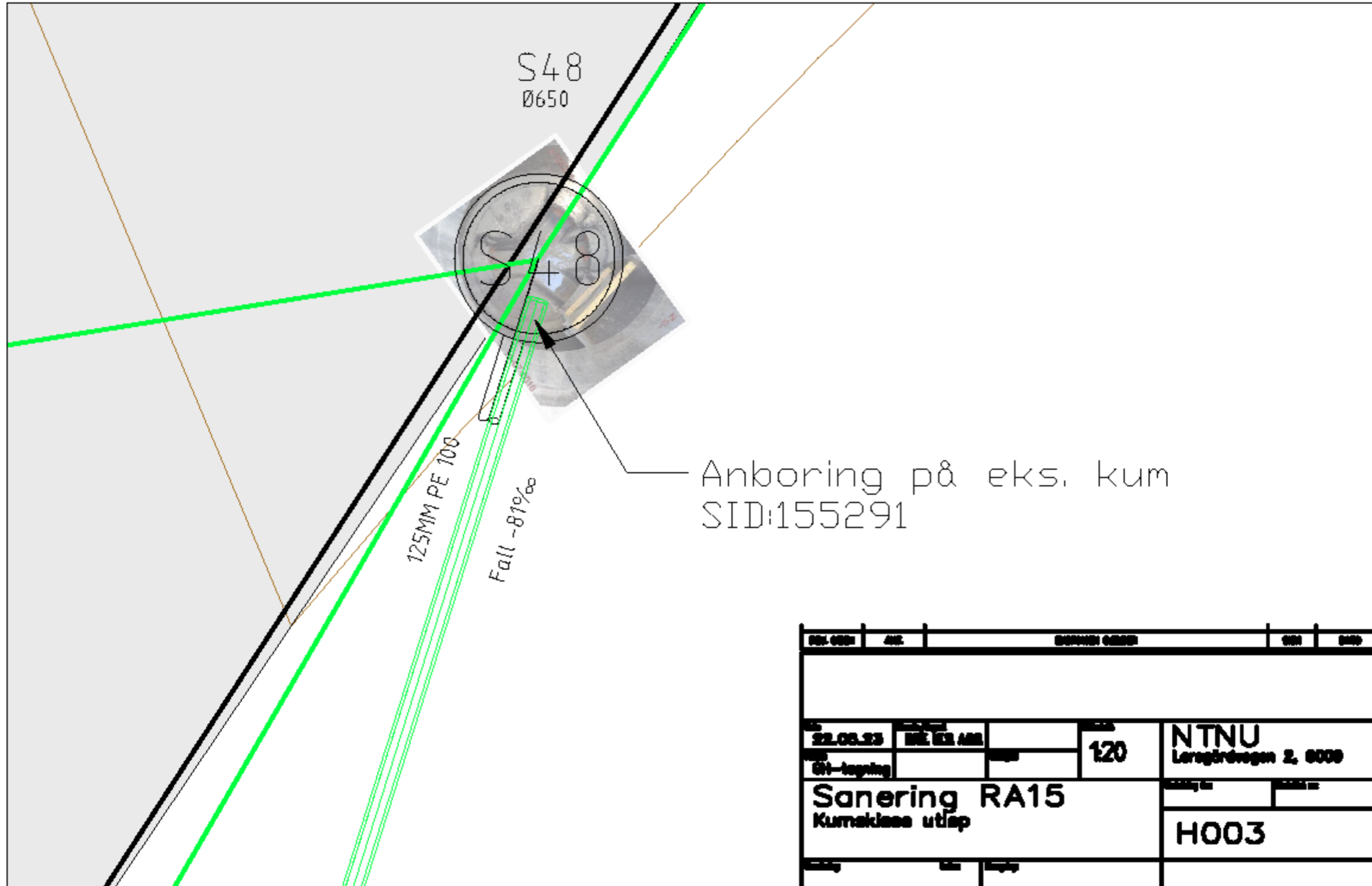
1. Vannkum



2. Kummer pumpe-stasjon

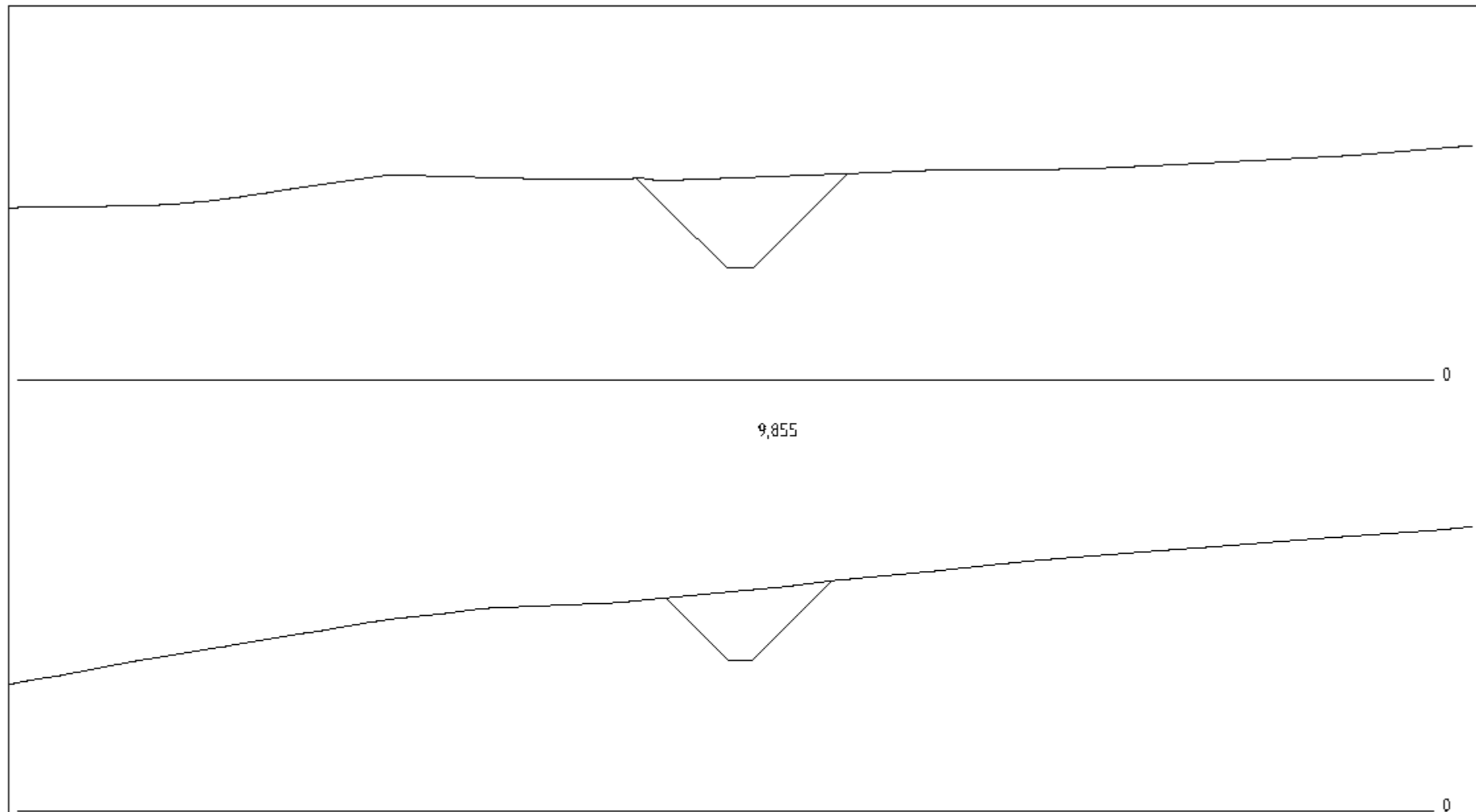


3. Innløps-kum PA622



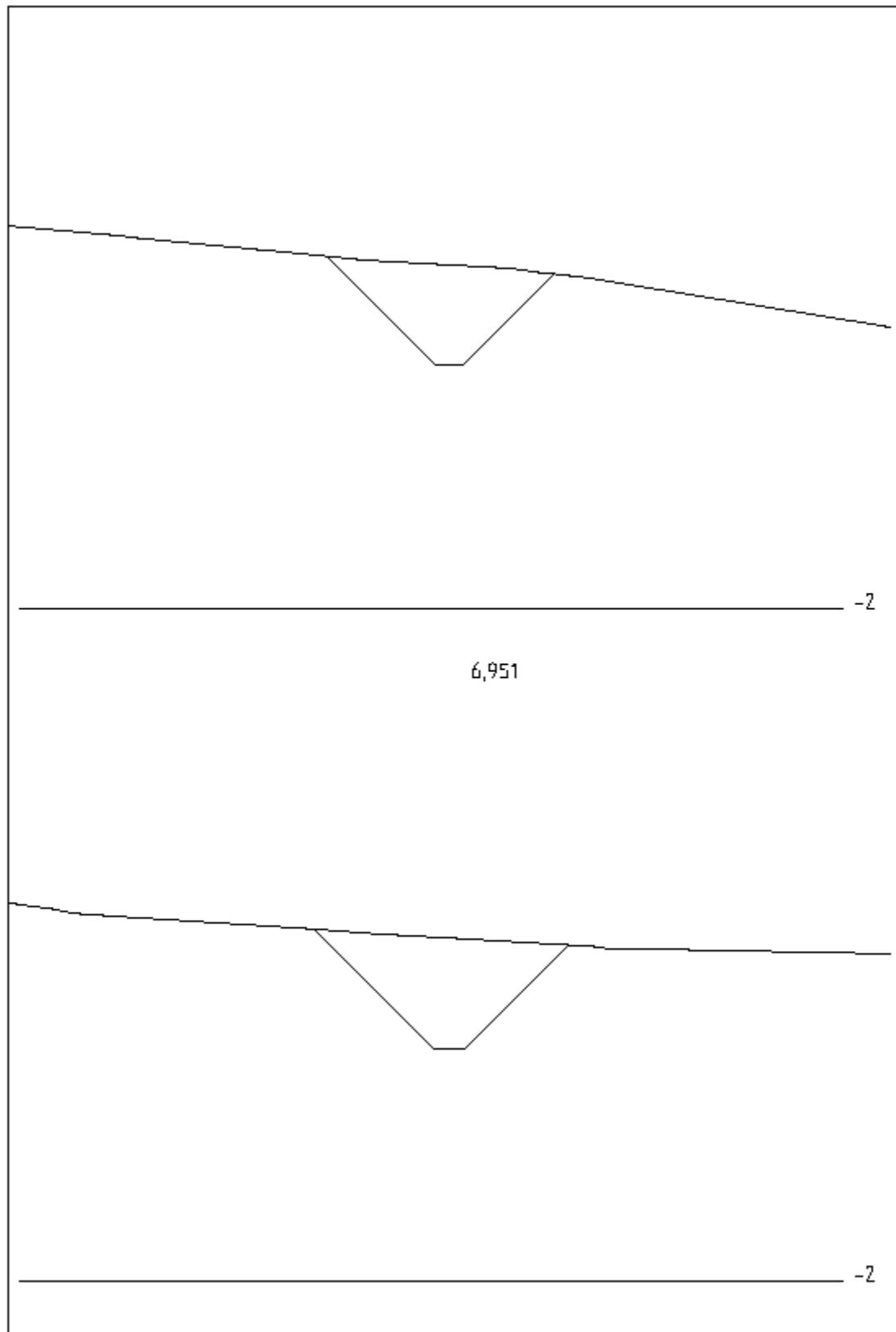
Vedlegg I - Tverrprofiler

1. Innløp



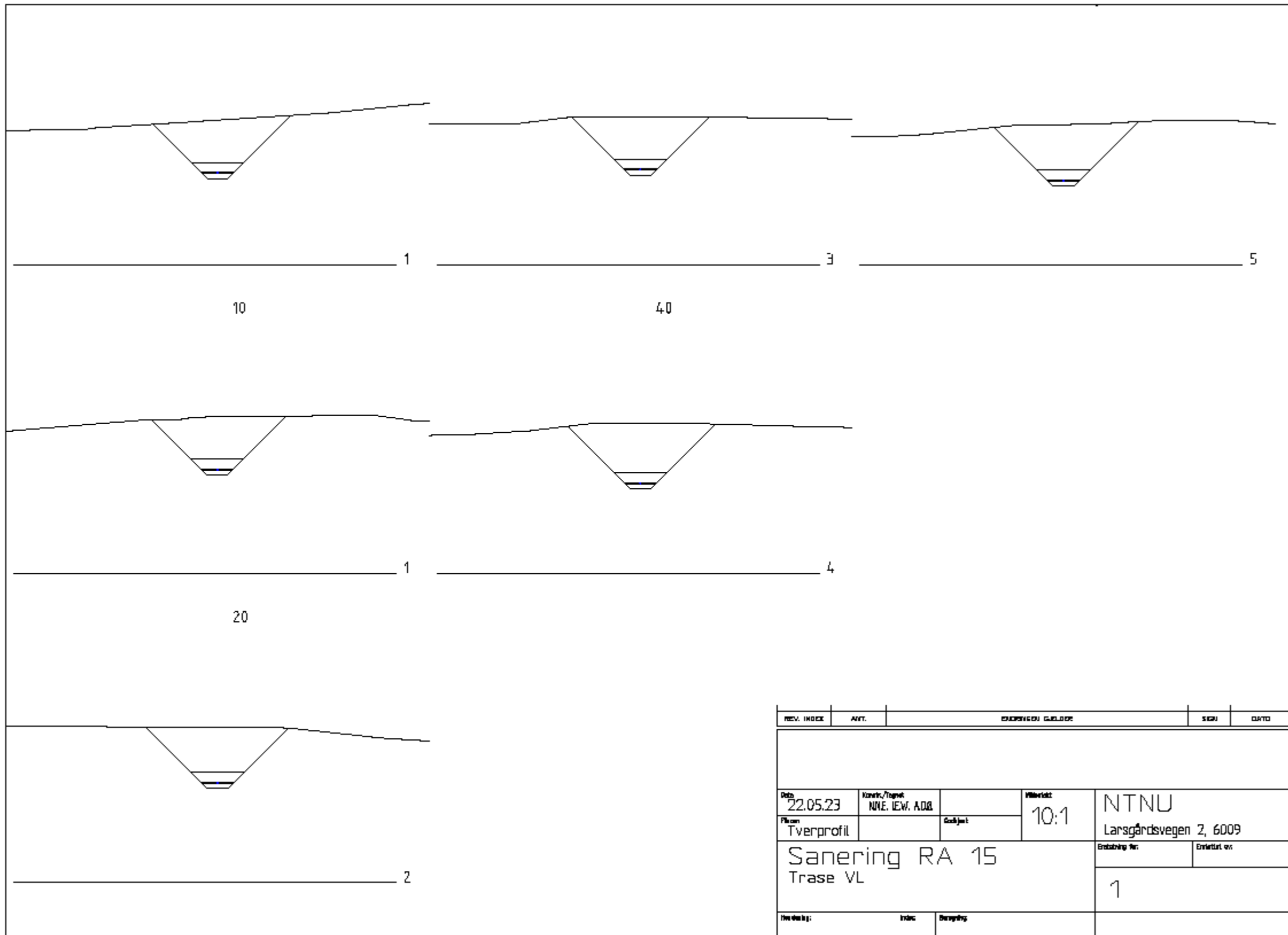
REV. INDEX	ART.	ENDRINGEN GJELDER		BRU	DATE
Date	Kont./Tegnet	Skala	Bladnr	NTNU	
22.05.23	RNE I.E.W. AOB	10:1		Larsgårdsvegen 2, 6009	
Plan	Objekt			Bladnr for	Bladnr av
Sanering RA 15				2	
Trase Innløp					
Forfatter	Titel	Beskrivelse			

2. Overløp

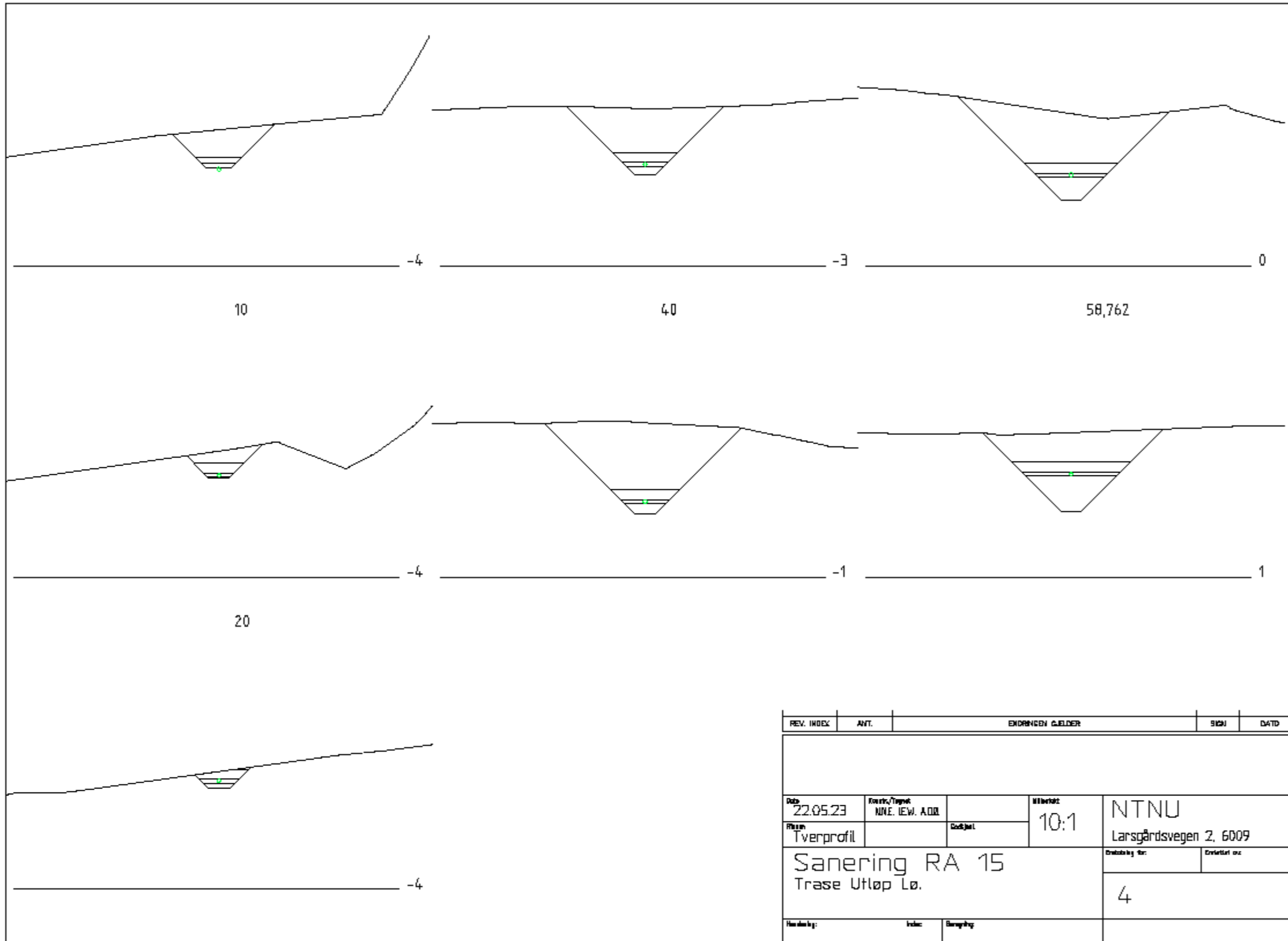


REV. INDEX	ANT.	ENDRINGEN GELDER		SIKU	DATE
Date	22.05.23	Forfatter/Type:	NRE, IEW, AOB	Skala:	10:1
Prosjekt	Tverprofil			NTNU Larsgårdsvegen 2, 6009	
Sanering RA 15 Trase Overløp				Drøytal for:	Erstatlet av:
				3	
Forfatter:		Indic:		Drøytal for:	

3. Vannledning

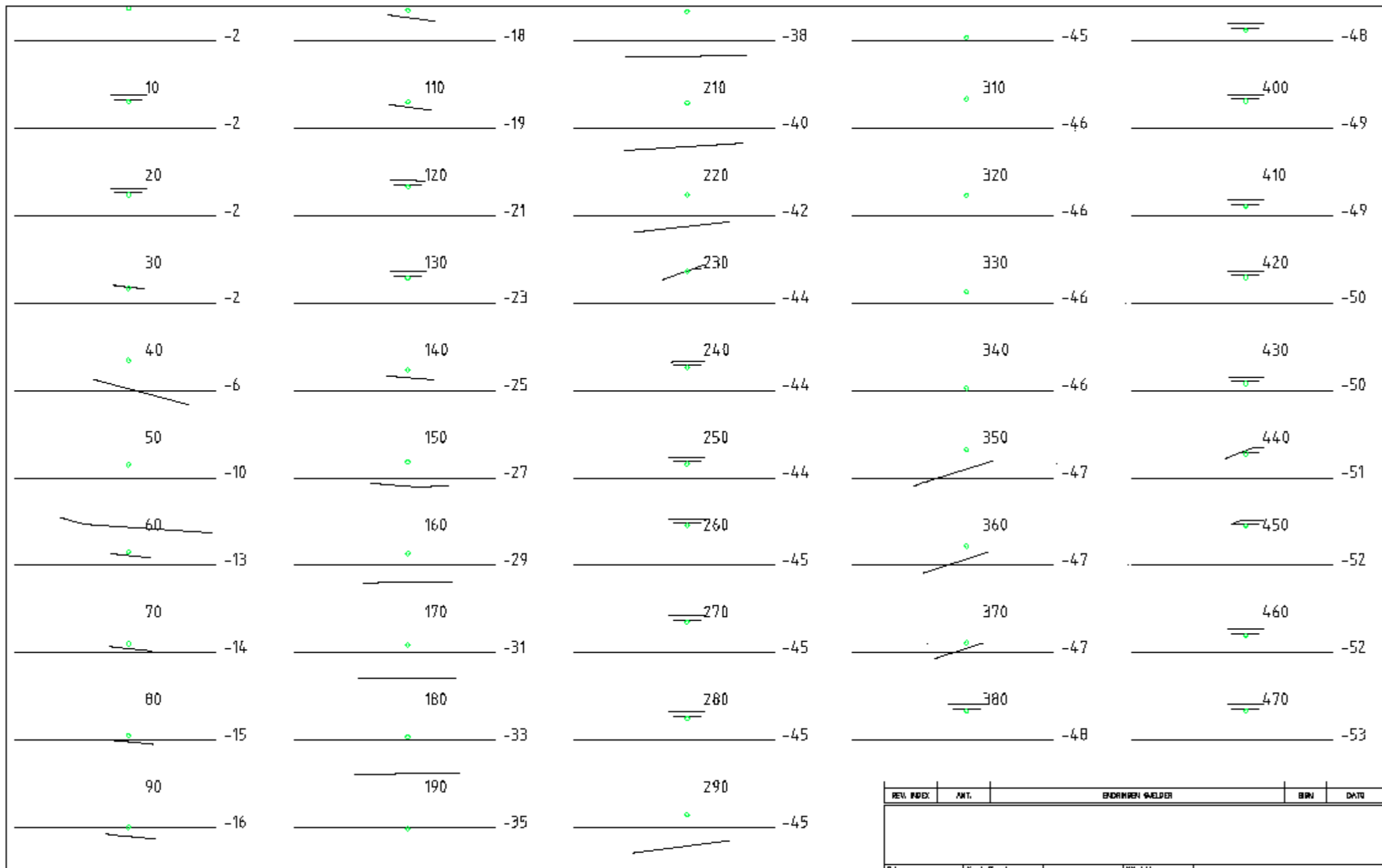


4. Utløp Løvika



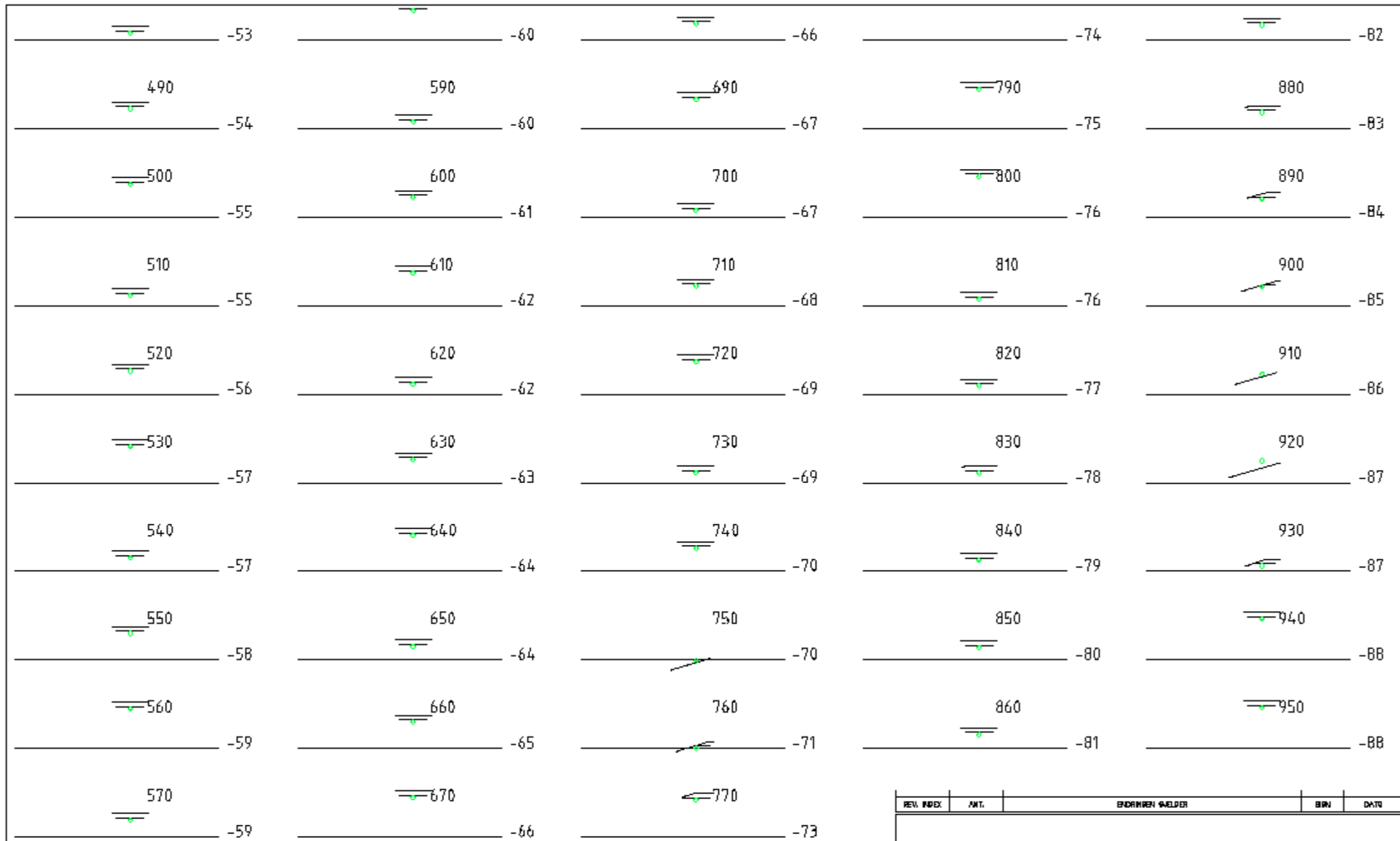
REV. INDEX	ANT.	ENDRINGEN GELDER		SIKU	DATO
Dato	22.05.23	Kont./Tegnet	NNE. IEW. AOB	Målestokk	10:1
Prosjekt	Tverprofil			NTNU Larsgårdsvegen 2, 6009	
Sanering RA 15 Trase Utløp Lø.				Drøytning for	Erstatning for
				4	
Handtegn	Indic	Beskrivning			

5. Sjø 1



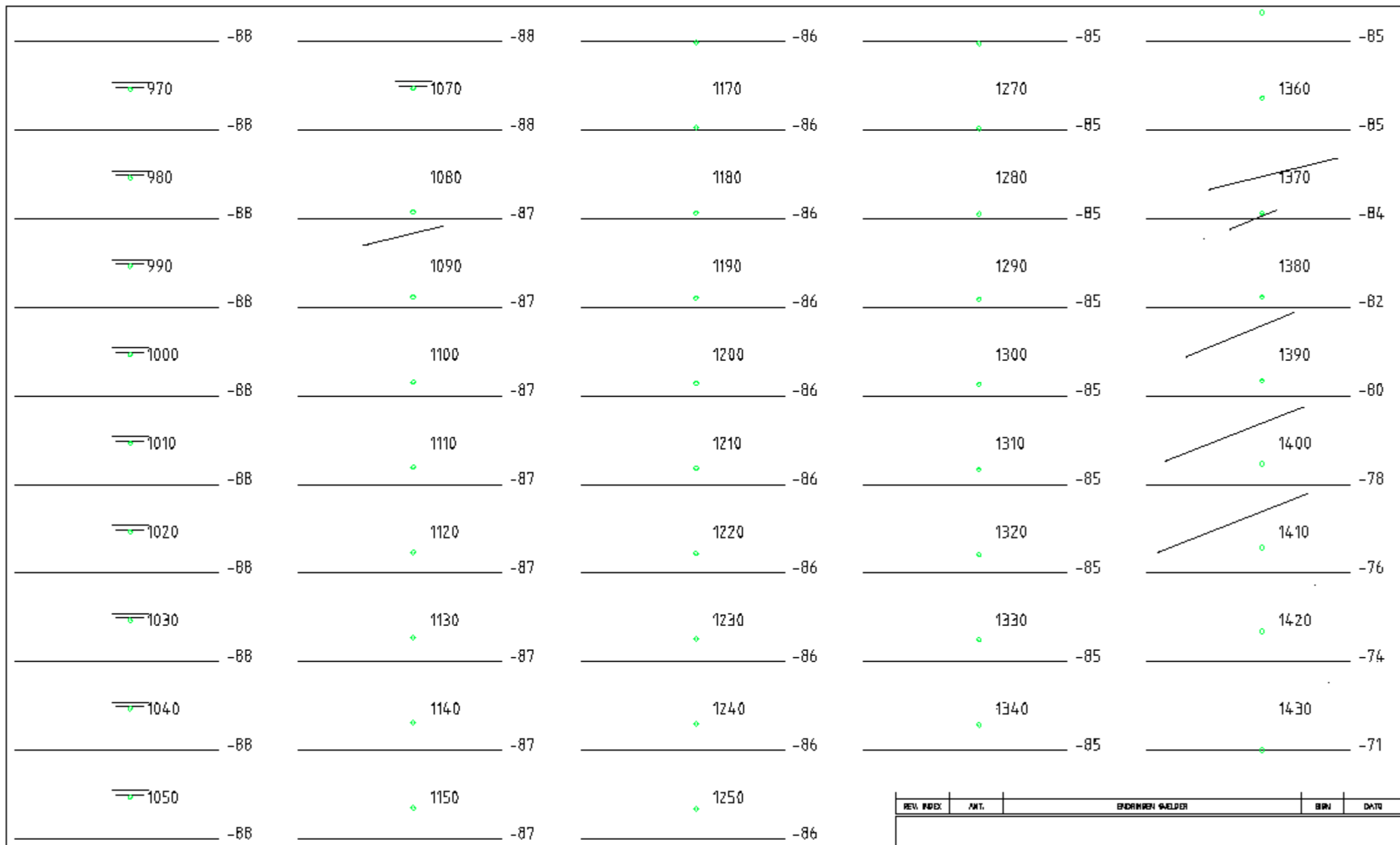
REV.	INDX.	ANT.	ENDRINGEN GJELDER		BRN.	DATE
Date	22.05.23	Kont./Tegner	NTNE I.E.W. AOB.	Skala	10:1	NTNU Larsgårdsvegen 2, 6009
Plan	Tverprofil					
Sanering RA 15 Trase Sjø					Drøytning nr.	Erstatning nr.
					601	
Forfatter		Idrett		Drøytning		

6. Sjø 2



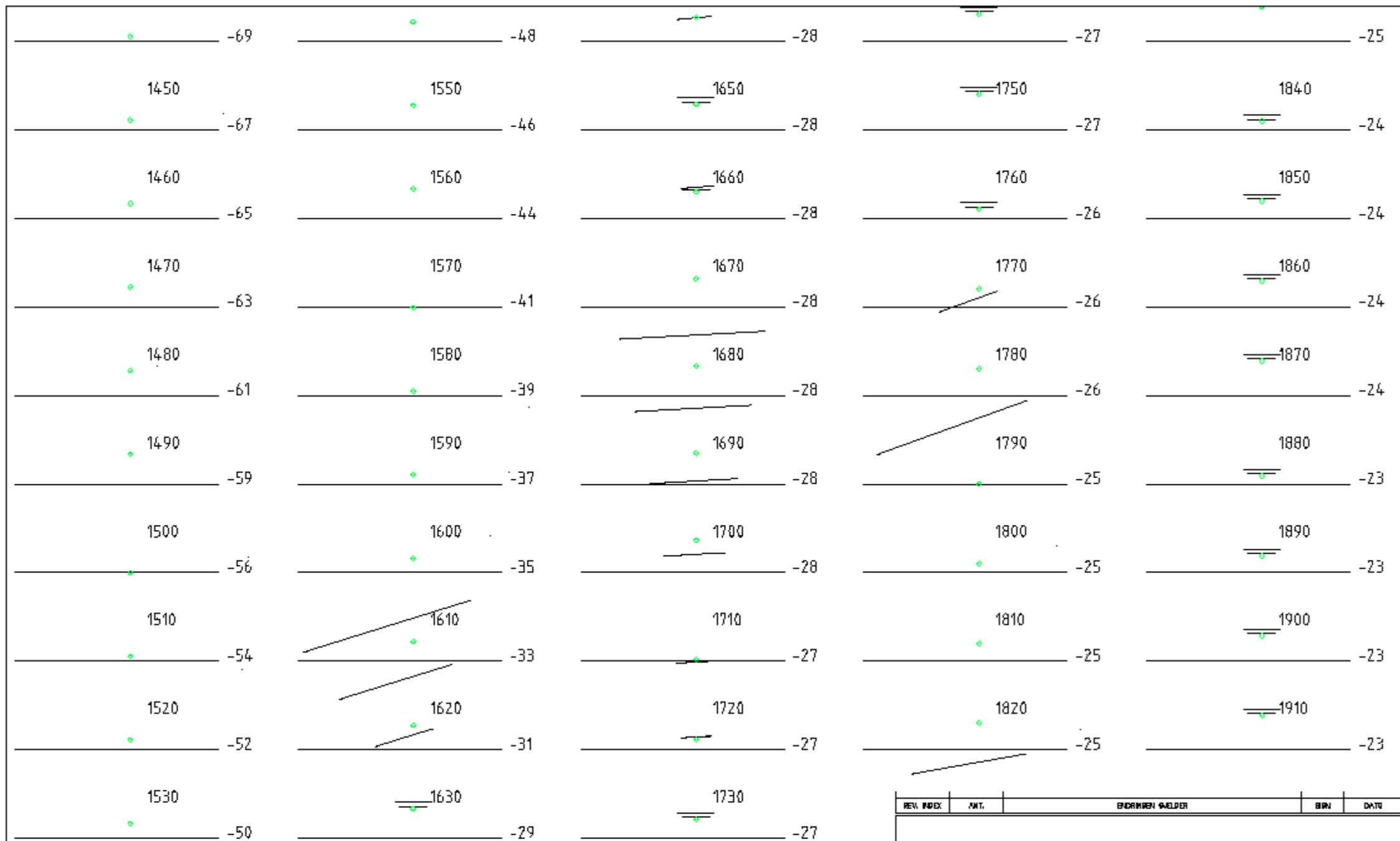
REV.	NOED.	ANT.	ENDRINGER SÆLDER		BRN	DATE
Dato		Kont./Type		Skala		NTNU
22.05.23		TVE, I.E.W. AOB.		10:1		Larsgårdsvegen 2, 6009
Fasen		Dokument				
Tverprofil						
Sanering RA 15						
Trase Sjø					602	

7. Sjø 3



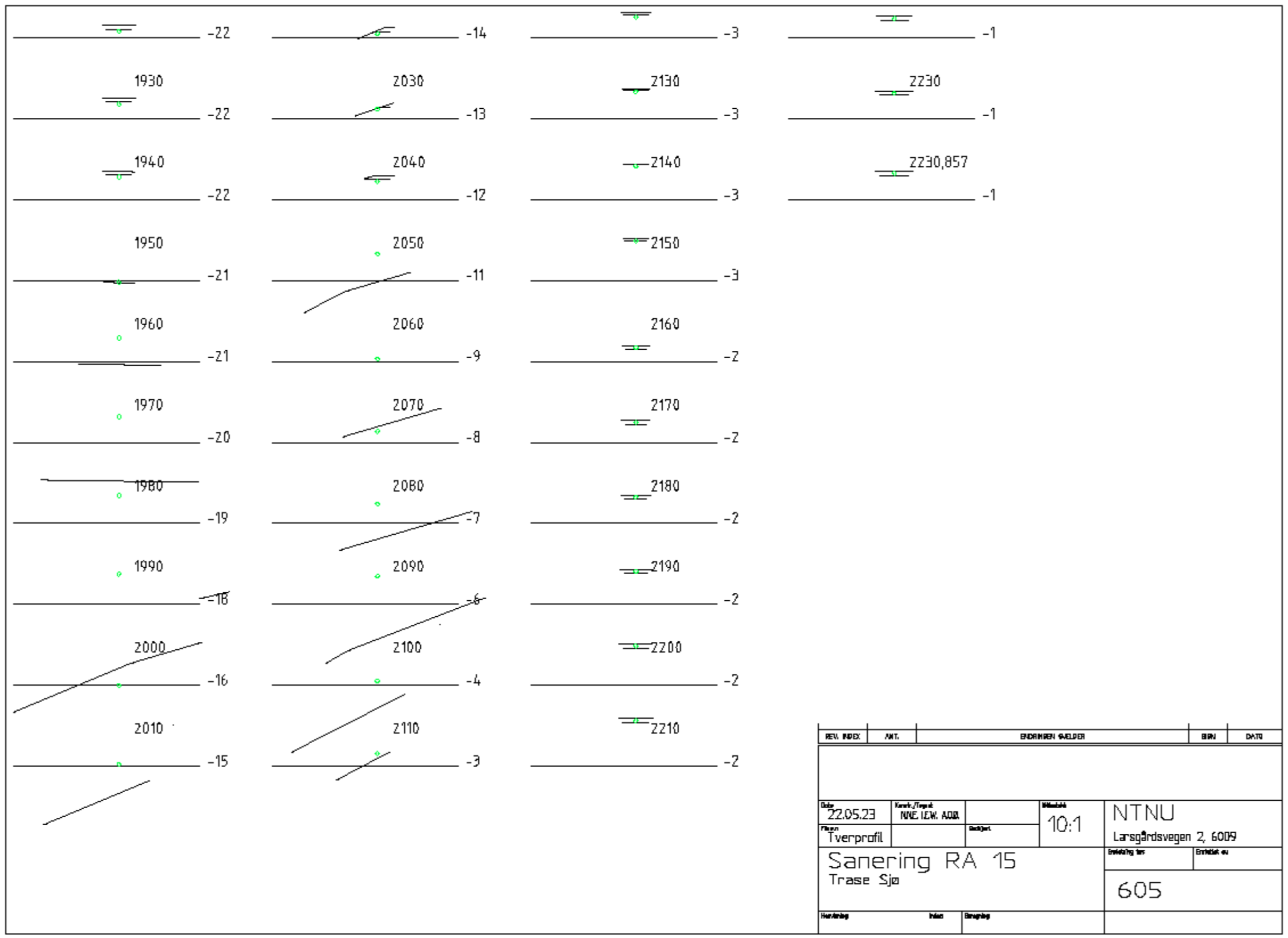
REV. INDEX	ANT.	ENDRINGEN GÆLDER		BRN	DATE
Date	22.05.23	Kont./Type	TRNE (E.W. AOB)	Skala	10:1
Plan	Tverprofil			NTNU Larsgårdsvegen 2, 6009	
Sanering RA 15 Trase Sjø				Drøytning nr.	603
				Erstatning nr.	

8. Sjø 4



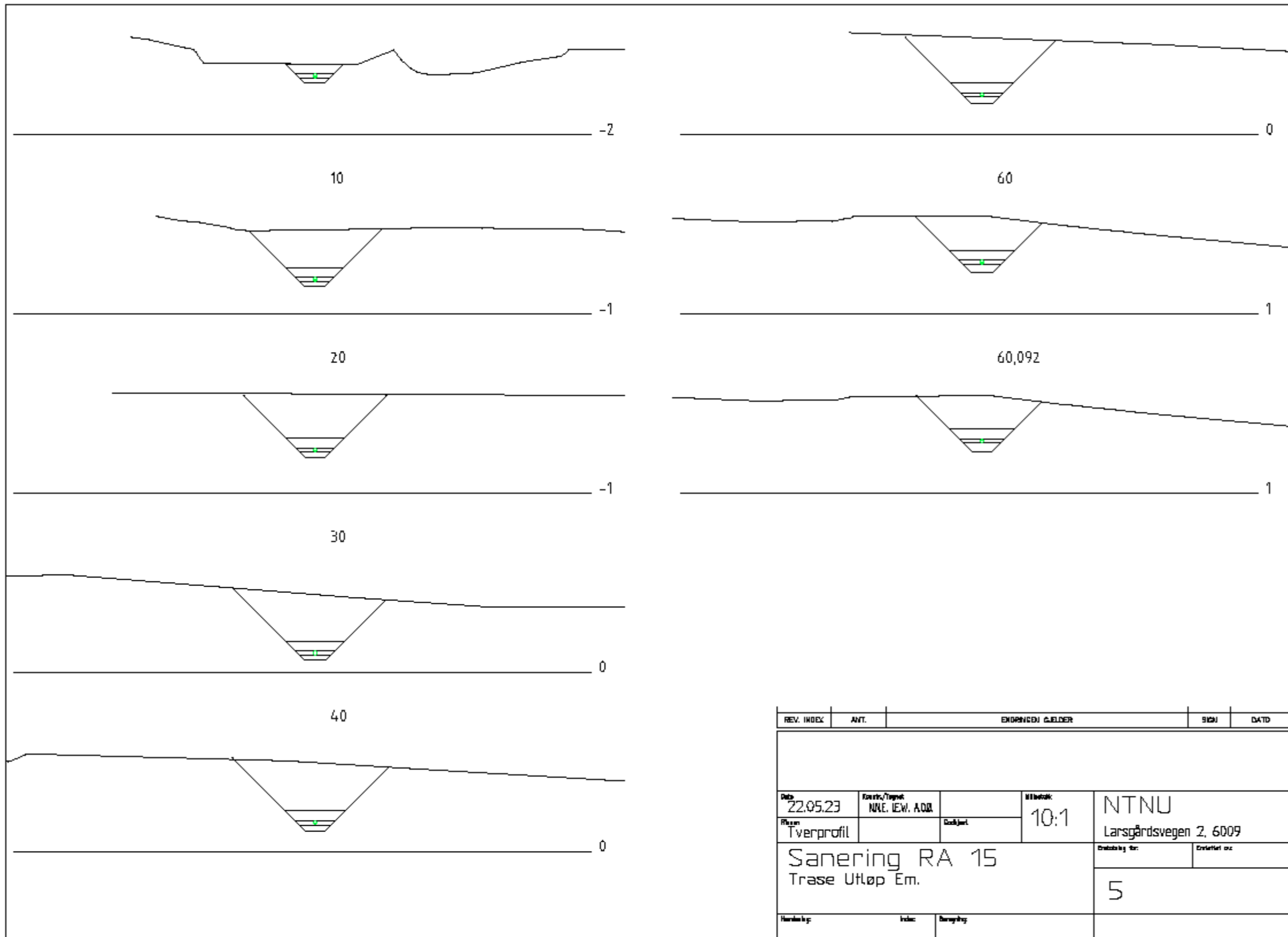
REV. NOED.	ART.	BEMERKING SÆLDER		BRN	DATE
Dato: 22.05.23		Kont./Type: NNE, I.E.W. AOB		Skala: 10:1	
Filer: Tverprofil		Dokument:		NTNU Larsgårdsvegen 2, 6009	
Sanering RA 15 Trase Sjø				Etablering år: 604	
Hverving		Fase		Beregning	

9. Sjø 5



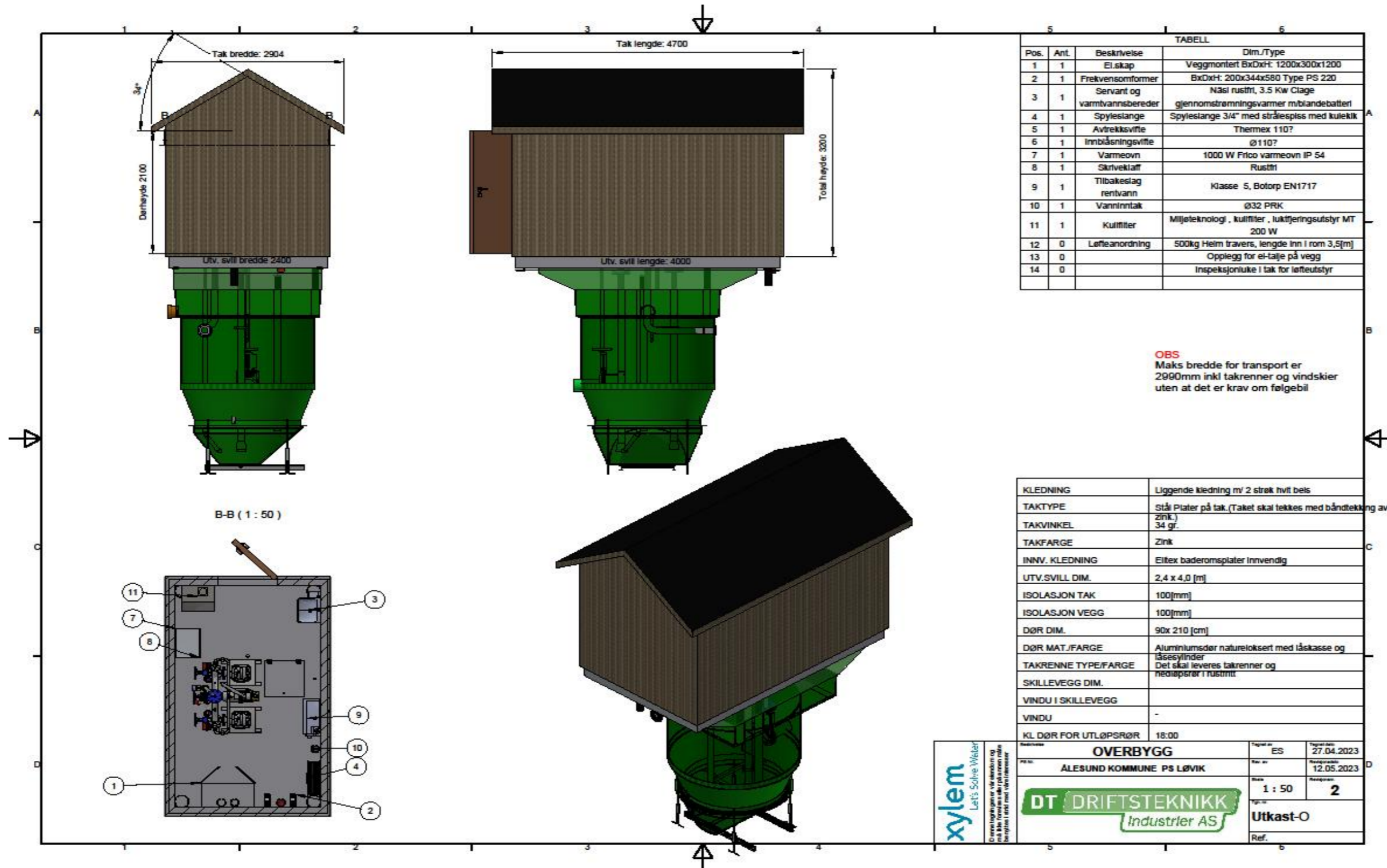
REV. INDEX	ANT.	ENDRINGEN GÆLDER		BRN	DATE
Date	22.05.23	Kont./Type	NTNU (E.W. AOB)	Skala	10:1
Plan	Tverprofil			NTNU Larsgårdsvegen 2, 6009	
Sanering RA 15 Trase Sjø				Erstatning for	Erstatning av
				605	
Horisont					

10. Tilknytning PA622

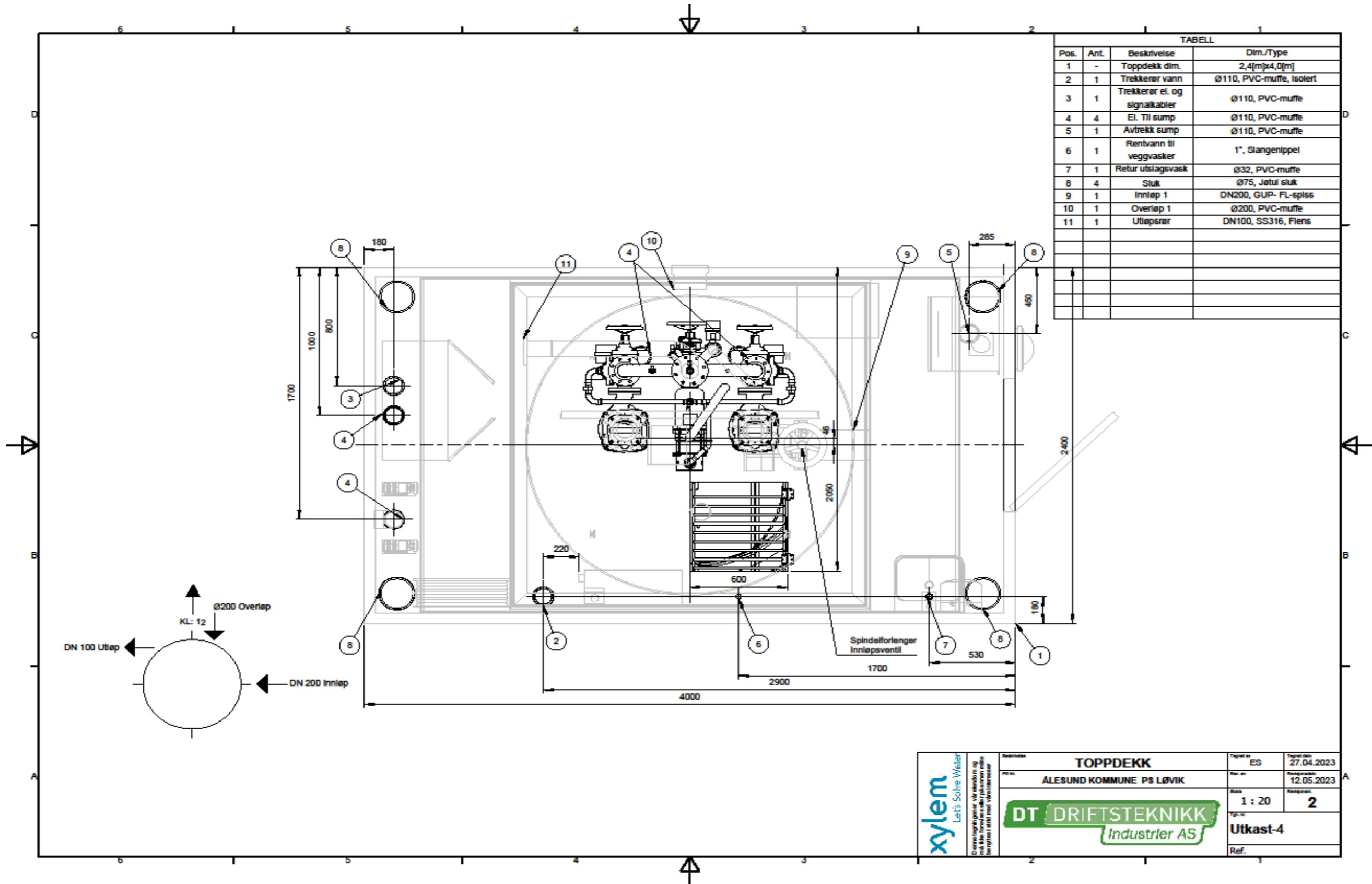


Vedlegg J – Detaljtegninger av pumpestasjon

1. Overbygg



2. Toppdekk

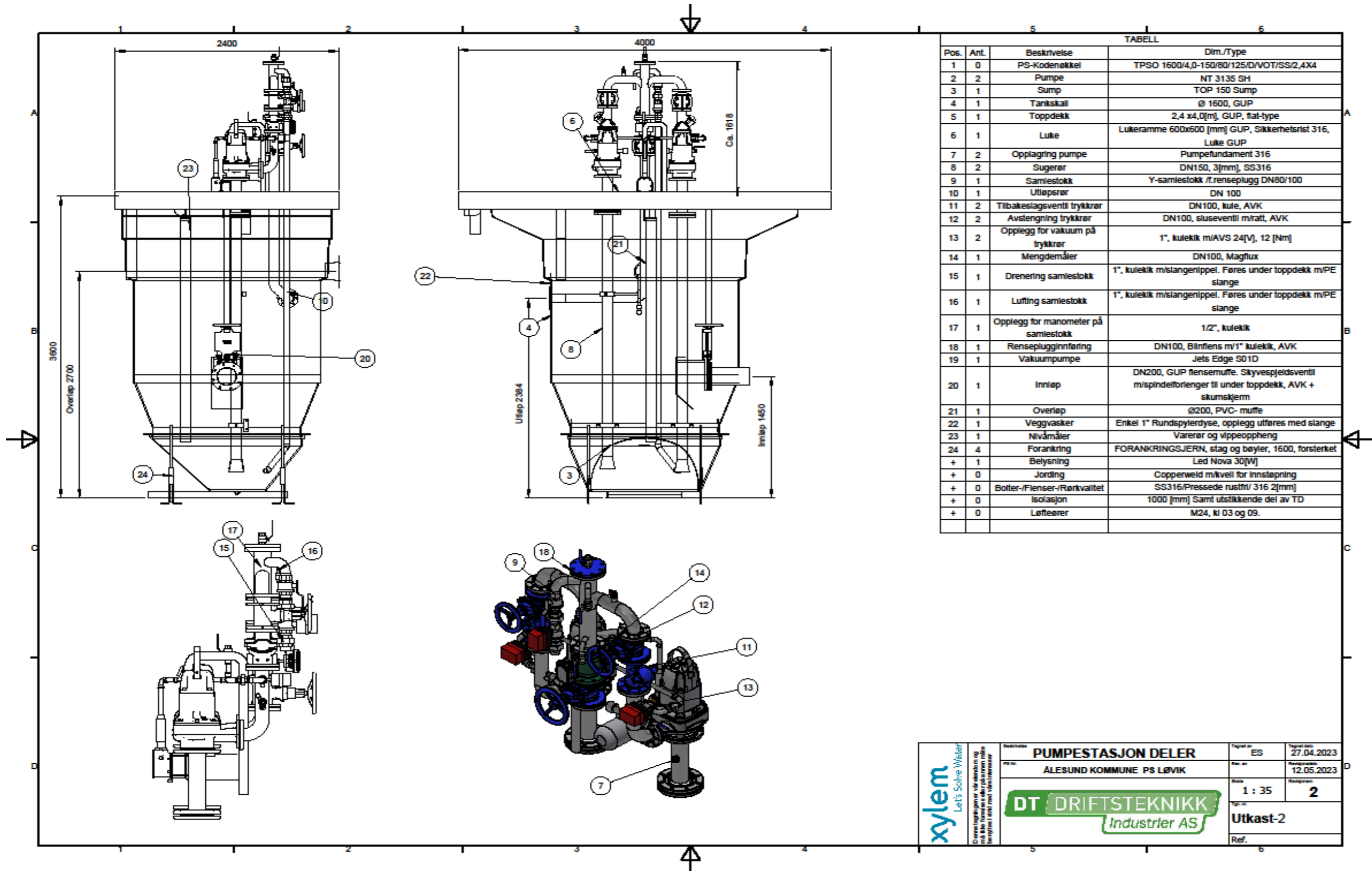


xylem Let's Solve Water

Drivingsoperasjoner vil utføres og må ikke foretas uten påseende munnlig beredning i samsvar med vannforskriften

TOPPDEKK		Revisjon nr.	ES	Revisjon dato	27.04.2023
ALESUND KOMMUNE PS LØVIK		Revisjon nr.		Revisjon dato	12.05.2023
DT DRIFTSTEKNIKK Industrier AS		Skala	1 : 20	Bladnr.	2
		Utkast-4		Ref.	

3. Pumpestasjon inkl. deler



xylem Let's Solve Water

Drivingsreguleringer vil sendes inn og bli behandlet som vanlig prosjektdokumentasjon. Berørte i utført med forbehold.

Prosjekt:	PUMPESTASJON DELER	Revisjon:	ES	Dato:	27.04.2023
Prosjekt:	ÅLESUND KOMMUNE PS LØVIK	Revisjon:		Dato:	12.05.2023
Skala:	1 : 35	Bladnr:	2		
DT DRIFTSTEKNIKK					
Industrier AS					
Ref.:					

RA15 - slamavskiller, Emblem Løvika

RA dimensjonert for
300 pe

Pe iht. NS9426,
4.2 = **303**

Ikke fyll inn i gule felt - tall
hentes fra de små tabellene

Type virksomhet	Antall aktive dager i uken	Antall enheter (gjennomsnittsdøgn)	Beregnet kg BOF5 per døgn	pe
Innbyggere		Antall innbyggere		
Befolkning tilknyttet ledningsnett	7	389	23.3	389
Sysselsatte		Antall sysselsatte		
Netto pendling, innpendlere – ut-pendlere	5	-301	-5.2	-86
Skoler		Antall elever per døgn		
Skoleelever eksterne elever (inn-pendlere)	5	0	0.0	0
Skoleelever (ut-pendlere)	5	0	0.0	0
Universitet/høyskole etc	5	0	0.0	0
Bedrifter med prosesspåslipp		Avløpspåslipp/vannforbruk (m3/døgn)		
Navn på bedrift 1	7	0.0	0.0	0
Navn på bedrift 2	7	0.0	0.0	0
Navn på bedrift 3	7	0.0	0.0	0
Navn på bedrift 4	7	0.0	0.0	0
Navn på bedrift 5	7	0.0	0.0	0
Bilvaskehall	7	0.0	0.0	0

Fylles inn

Bidrag fra fastboende tilknyttet ledningsnett		
Antall innbyggere tilknyttet	Beregnet kg BOF5 per døgn	pe
389	23.34	389

Kilde

Bidrag fra sysselsatte			
	Antall	Kg BOF5 per døgn	pe
Innpendlere		0	0
Utpendlere	301	5.16	86
Sum bidrag fra sysselsatte som pendler inn eller ut fra rensesonen		-5.16	-86

Kilde

Bidrag fra elever					
	Antall elever		Kg BOF5/d		pe
	Innpendlere	Utpendlere	Innpendlere	Utpendlere	Netto
Navn på skole			0	0	0
Navn på skole			0	0	0

Septikk		Mottak av septikk (m3/døgn)		
Mottak av septikk i til RA	7	0.0	0.0	0
Hoteller		Antall overnattingsgjester per døgn		
Navn overnattingssted 1 - høy standard	7	0	0.0	0
Navn overnattingssted 2 - høy standard	7	0	0.0	0
Navn overnattingssted 1 - midlere standard	7	0	0.0	0
Navn overnattingssted 2 - midlere standard	7	0	0.0	0
Forsamlingslokaler		Antall sitteplasser		
Navn på lokale 1	7	0	0.0	0
Navn på lokale 2	8	0	0.0	0
Hytter		Antall hyttebeboere per døgn		
Hytter med innlagt vann og vannklosett	7	0	0.0	0
Hytter med innlagt vann uten vannklosett	7	0	0.0	0
Campingplasser		Antall beboere per døgn		
Med vannklosett		0	0.0	0
Sykehus		Antall pasienter per døgn		
Navn på sykehus - med vaskeri	7	0	0.00	0
Navn på sykehus - uten vaskeri	7	0	0.00	0
Sykehjem		Antall beboere per døgn		
Sykehjem med vaskeri, lokale beboere	7	0	0.0	0

Navn på skole			0	0	0
Sum bidrag fra elever som pendler inn og ut fra rensesonen	0	0	0	0	0

Bidrag fra studenter (Ingen høyere utdanningstitutt i området)					
	Antall studenter	Antall eksterne studenter	Eksterne studenter per gj. døgn	Kg BOF5/d	pe
Navn på undervisningssted				0	0
Navn på undervisningssted				0	0
Navn på undervisningssted				0	0
Sum bidrag fra studenter som pendler inn i rensesonen			0	0	0

Bedrifter med prosesspåslipp					
	Mengde avløpsvann (m3/år)	BOF5 (mg/l)	Kg BOF5/år	Kg BOF/d	pe
Navn på bedrift 1			0	0	0
Navn på bedrift 2			0	0	0
Navn på bedrift 3			0	0	0
Navn på bedrift 4			0	0	0
Navn på bedrift 5			0	0	0
Sum bidrag fra bedrifter i rensesonen			0	0	0

Bidrag fra vaskevann fra bilvaskehaller
--

Sykehjem uten vaskeri, lokale beboere	7	0	(ingen bidrag)	0
Sykehjem med vaskeri, eksterne beboere	7	0	0.0	0
Sykehjem uten vaskeri, eksterne beboere	7	0	0.0	0
Total belastning			18	303

	Mengde avløpsvann fra bensinstasjon (m3/år)	Mengde vaskevann (m3/år)	BOF5 (mg/l)	Kg BOF5/d	pe
<i>Navn på bilvaskeshall (evt. og adresse)</i>		0	250	0	0
<i>Navn på bilvaskeshall (evt. og adresse)</i>		0	250	0	0
<i>Navn på bilvaskeshall (evt. og adresse)</i>		0	250	0	0
Sum bidrag fra bilvaskeshaller i rensesonen		0		0	0

Bidrag fra hytter (innreisende)				
	Antall hytter	Antall beboere per hytte per døgn	Kg BOF5 per døgn	pe
Hytter med innlagt vann og vannklosett			0.0	0
Hytter med innlagt vann uten vannklosett			0.0	0
Sum bidrag fra hytter			0.0	0.0

Kilde

Mottak av septikk fra spredt bebyggelse					
	Mengde septikk (m3/år)	BOF5 (mg/l)	Kg BOF5/år	Kg BOF/d	pe
Septikk i innløpet til RA			0	0	0
Septikk i slambehandlingen til RA			0	0	0
Sum bidrag fra septikk i rensesonen		0	0	0	0

Bidrag fra campingplasser (innreisende)			
	Antall beboere per døgn	Kg BOF5 per døgn	pe
<i>Navn på campingplass (med vannklosett)</i>			0

Kilde

Bidrag fra overnattingssteder (innreisende)			
	Antall overnattingsgjester per døgn	Kg BOF5 per døgn	pe
<i>Navn overnattingssted 1 - høy standard</i>		0	0
<i>Navn overnattingssted 2 - høy standard</i>		0	0
<i>Navn overnattingssted 1 - midlere standard</i>		0	0

Kilde

Bidrag fra sykehus			
	Antall pasienter per døgn	Kg BOF5 per døgn	pe
<i>Navn på sykehus - med vaskeri</i>		0	0
<i>Navn på sykehus - uten vaskeri</i>		0	0
Sum bidrag fra sykehus		0	0

Kilde

Bidrag fra sykehjem			
	Antall pasienter per døgn	Kg BOF5 per døgn	pe
<i>Navn på sykehjem med vaskeri, lokale beboere</i>		0	0
<i>Navn på sykehjem med vaskeri, lokale beboere</i>		0	0
<i>Navn på sykehjem uten vaskeri, lokale beboere</i>		(ingen ekstra bidrag)	0
<i>Navn på sykehjem uten vaskeri, lokale beboere</i>		(ingen ekstra bidrag)	0
Sum bidrag fra sykehjem, lokale beboere		0	0
<i>Navn på sykehjem med vaskeri, eksterne beboere</i>		0	0
<i>Navn på sykehjem med vaskeri, eksterne beboere</i>		0	0
<i>Navn på sykehjem uten vaskeri, eksterne beboere</i>		0	0

Kilde

<i>Navn overnattingssted 2 - midlere standard</i>		0	0
Sum bidrag fra overnattingssteder (innreisende)		0	0

Bidrag fra forsamlingslokaler			
	Antall sitteplasser	Kg BOF5 per døgn	pe
<i>Navn på lokale 1</i>		0	0
<i>Navn på lokale 2</i>		0	0
Sum bidrag fra forsamlingslokaler		0	0

Kilde

Navn på sykehjem uten vaskeri, eksterne beboere		0	0
Sum bidrag fra sykehjem, eksterne beboere		0	0

Vedlegg L – Mengderapporter Novapoint

1. Rørmengder

Mengderapport vann og avløp										
Rørmengder										
Modell: Pumpestasjon_Løvika										
Ledningsstrekning		Rør				Kote		Lengde (m)	Fall %	Merknader
Fra	Til	Type	Materiale	Dim/Bredde	Høyde	Fra	Til			
PSS33	S31	Spillvannsledning	Polyvinylklorid uten mykner Trykkløs	200	0	3.16	4.24	8.68	<VARIES>	
S32	PSS33	Spillvannsledning	Polyvinylklorid uten mykner Trykkløs	200	0	3.44	4.41	5.77	16,84	
Trasepunkt	PSS33	Pumpeledning spillvann	Polyetylen 100	125	0	-1.00	4.21	58.76	<VARIES>	
Trasepunkt	S48	Pumpeledning spillvann	Polyetylen 100	125	0	-0.13	2.68	60.09	<VARIES>	
Trasepunkt	Trasepunkt	Pumpeledning spillvann	Polyetylen 100	125	0	-1.00	-0.13	2,230.86	<VARIES>	
Trasepunkt	V28	Vannledning	Polyetylen 100	40	0	3.84	7.61	49.48	<VARIES>	

2. Kummer

Mengderapport vann og avløp										
Kummer										
Modell: Pumpestasjon_Løvika										

Kumgruppe	Kumnr.	Plassering (koordinat)		Topp Kum	Høyde innv. Kum	Diameter	Lokk/rist	Merknader
		X	Y					
	28 V28	6924860.840	368612.030	9.11	2.40	1200	-	-
	31 S31	6924825.690	368596.570	5.70	1.46	1000	-	-
	32 S32	6924820.280	368596.030	5.20	1.76	1000	-	-
	33 PSS33	6924820.262	368602.981	5.41	2.75	1600	-	-
	48 S48	6924972.210	367318.250	4.00	1.42	1000	-	-

3. Utgraving

Mengderapport									
vann og avløp									
Excavation Layers									
Model: VA_Pumpestation_Løvika									
Trasé	Seksjon	Profil		Lengde (m)	Utgraving		Utskiftings- masser (m³)	Matjord (m²)	Vegetasjon (m³)
		Start	Slutt		Jord (m³)	I fylling (%)			
Grand Total:					9,474.31				
Trase_Pumpeledning_Emblemsvågen	Seksjon 45 - 46	0.00	23.56	23.56	87.23	0.00	0.00	0.00	0.00
Trase_Pumpeledning_Emblemsvågen	Seksjon 46 - 47	23.56	49.57	26.01	145.22	0.00	0.00	0.00	0.00
Trase_Pumpeledning_Emblemsvågen	Seksjon 62 - 48	49.57	60.09	10.52	53.25	0.00	0.00	0.00	0.00
Trase_Pumpeledning_Sjø	Seksjon 57 - 79	0.00	32.17	32.17	41.44	0.00	0.00	0.00	0.00
Trase_Pumpeledning_Sjø	Seksjon 79 - 69	32.17	55.55	23.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Trase_Pumpeledning_Sjø	Seksjon 69 - 80	55.55	112.03	56.48	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Trase_Pumpeledning_Sjø	Seksjon 80 - 75	112.03	227.62	115.59	1.54	0.00	0.00	0.00	0.00
Trase_Pumpeledning_Sjø	Seksjon 75 - 66	227.62	372.66	145.04	174.78	0.00	0.00	0.00	0.00
Trase_Pumpeledning_Sjø	Seksjon 66 - 53	372.66	446.38	73.72	90.95	0.00	0.00	0.00	0.00
Trase_Pumpeledning_Sjø	Seksjon 53 - 71	446.38	748.56	302.18	6299.76	0.00	0.00	0.00	0.00
Trase_Pumpeledning_Sjø	Seksjon 71 - 81	748.56	924.88	176.33	63.88	0.00	0.00	0.00	0.00

Trase_Pumpeledning_Sjø	Seksjon 81 - 73	924.88	1,078.52	153.64	1341.94	0.00	0.00	0.00	0.00
Trase_Pumpeledning_Sjø	Seksjon 73 - 77	1,078.52	1,369.29	290.77	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Trase_Pumpeledning_Sjø	Seksjon 77 - 78	1,369.29	1,633.88	264.58	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Trase_Pumpeledning_Sjø	Seksjon 78 - 74	1,633.88	1,705.83	71.95	2.17	0.00	0.00	0.00	0.00
Trase_Pumpeledning_Sjø	Seksjon 74 - 49	1,705.83	1,953.54	247.71	434.20	0.00	0.00	0.00	0.00
Trase_Pumpeledning_Sjø	Seksjon 49 - 82	1,953.54	2,024.23	70.69	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Trase_Pumpeledning_Sjø	Seksjon 82 - 60	2,024.23	2,110.58	86.35	0.69	0.00	0.00	0.00	0.00
Trase_Pumpeledning_Sjø	Seksjon 60 - 45	2,110.58	2,230.86	120.28	138.02	0.00	0.00	0.00	0.00
Trase_utløp_strand	Seksjon 57 - 83	0.00	24.15	24.15	32.52	0.00	0.00	0.00	0.00
Trase_utløp_strand	Seksjon 83 - 59	24.15	41.41	17.26	111.28	0.00	0.00	0.00	0.00
Trase_utløp_strand	Seksjon 59 - 58	41.41	55.27	13.87	129.12	0.00	0.00	0.00	0.00
Trase_utløp_strand	Seksjon 58 - 33	55.27	58.76	3.49	27.40	0.00	0.00	0.00	0.00
Trase_Vannledning	Seksjon 25 - 26	0.00	6.26	6.26	26.06	0.00	0.00	0.00	0.00
Trase_Vannledning	Seksjon 26 - 27	6.26	11.90	5.64	22.91	0.00	0.00	0.00	0.00
Trase_Vannledning	Seksjon 27 - 28	11.90	49.48	37.58	174.99	0.00	0.00	0.00	0.00
Trase_Overløp	Seksjon 32 - 33	0.00	6.95	6.95	26.16	0.00	0.00	0.00	0.00
Trase_Innløp	Seksjon 33 - 30	0.00	3.00	3.00	17.52	0.00	0.00	0.00	0.00
Trase_Innløp	Seksjon 30 - 31	3.00	9.86	6.86	31.30	0.00	0.00	0.00	0.00

Vedlegg M – Mengdemåler 155316 Ålesund kommune

Mengdemålinger fra Innløpskum til PA622

Vis siste periode

Intensitet:

Zoom ut

