

Stephan R. Solnes og Veronica Rafteseth

Detaljprosjektering av VA-anlegg for Vegsundrabben

Bacheloroppgave i Vann- og miljøteknikk

Veileder: Carlos Salas Bringas

Medveileder: Andreas Longva

Mai 2021

Stephan R. Solnes og Veronica Rafteseth

Detaljprosjektering av VA-anlegg for Vegsundrabben

Bacheloroppgave i Vann- og miljøteknikk
Veileder: Carlos Salas Bringas
Medveileder: Andreas Longva
Mai 2021

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



TITTEL:

Detaljprosjektering av VA-anlegg for Vegsundrabben

KANDIDATNUMMER(E):

10019
10017

DATO:	EMNEKODE:	EMNE:	DOKUMENT TILGANG:
20.05.2021	IB303312	Bacheloroppgave	
STUDIUM:	ANT SIDER/VEDLEGG:	BIBL. NR:	
Vann- og miljøteknikk	79/31		

VEILEDER(E) :

Carlos Salas Bringas og Andreas Longva

SAMMENDRAG:

Denne oppgaven omfatter detaljprosjektering og tegningsproduksjon for vann, spillvann og overvann i et nytt boligområde på Vegsundrabben i Ålesund kommune. Vi har fått tildelt en VA-rammeplan fra Norconsult. Dette har vært det styrende dokumentet gjennom oppgaven og inneholder blant annet plassering av traseer, valg av ledningsmaterialer og dimensjoner.

Ved detaljprosjektering har den lokale VA-normen til Ålesund kommune vært et viktig rammedokument for prosjektet. VA-normen klargjør krav og tekniske standarder som blant annet avstand mellom kummer, frostfridybde, utforming av grøft og krav til fall.

Vi har kommet frem til løsninger ved bruk av digitale verktøy som Novapoint og AutoCAD. Spill- og overvannsberegninger er gjennomført for å sjekke at ledningene oppfyller krav til selvens. Det er også gjort beregninger for å finne ut hvor stor fyllingsgraden av røret er ved dimensjonerende spill- og overvannsmengder.

Alt i alt tilfredsstillende rapportens prosjekteringer alle rammekrav for det komplett vann- og avløpssystemet i boligfeltet.

Denne oppgaven er en eksamensbesvarelse utført av studenter ved NTNU i Ålesund.

Obligatorisk egenerklæring/gruppeerklæring

<i>Du/dere fyller ut erklæringen ved å klikke i ruten til høyre for den enkelte del 1-6:</i>		
1.	Jeg/vi erklærer herved at min/vår besvarelse er mitt/vårt eget arbeid, og at jeg/vi ikke har brukt andre kilder eller har mottatt annen hjelp enn det som er nevnt i besvarelsen.	<input checked="" type="checkbox"/>
2.	Jeg/vi erklærer videre at denne besvarelsen: <ul style="list-style-type: none">• ikke har vært brukt til annen eksamen ved annen avdeling/universitet/høgskole innenlands eller utenlands.• ikke refererer til andres arbeid uten at det er oppgitt.• ikke refererer til eget tidligere arbeid uten at det er oppgitt.• har alle referansene oppgitt i litteraturlisten.• ikke er en kopi, duplikat eller avskrift av andres arbeid eller besvarelse.	<input checked="" type="checkbox"/>
3.	Jeg/vi er kjent med at brudd på ovennevnte er å <u>betrakte som fusk</u> og kan medføre annullering av eksamen og utestengelse fra universiteter og høgskoler i Norge, jf. Universitets- og høgskoleloven §§4-7 og 4-8 og Forskrift om eksamen §§14 og 15.	<input checked="" type="checkbox"/>
4.	Jeg/vi er kjent med at alle innleverte oppgaver kan bli plagiatkontrollert i Ephorus, se Retningslinjer for elektronisk innlevering og publisering av studiepoenggivende studentoppgaver	<input checked="" type="checkbox"/>
5.	Jeg/vi er kjent med at høgskolen vil behandle alle saker hvor det forligger mistanke om fusk etter høgskolens studieforskrift §31	<input checked="" type="checkbox"/>
6.	Jeg/vi har satt oss inn i regler og retningslinjer i bruk av kilder og referanser på biblioteket sine nettsider	<input checked="" type="checkbox"/>

Publiseringsavtale

Studiepoeng: 20

Veileder: Carlos Salas Bringas

Fullmakt til elektronisk publisering av oppgaven

Forfatter(ne) har opphavsrett til oppgaven. Det betyr blant annet enerett til å gjøre verket tilgjengelig for allmennheten ([Åndsverkloven §2](#)).

Alle oppgaver som fyller kriteriene vil bli registrert og publisert i Brage HiM med forfatter(ne)s godkjenning.

Oppgaver som er unntatt offentlighet eller båndlagt vil ikke bli publisert.

Jeg/vi gir herved NTNU i Ålesund en vederlagsfri rett til å gjøre oppgaven tilgjengelig for elektronisk publisering:
nei

ja

Er oppgaven båndlagt (konfidensiell)?
nei

ja

(Båndleggingsavtale må fylles ut)

- Hvis ja:

Kan oppgaven publiseres når båndleggingsperioden er over?

ja

nei

Er oppgaven unntatt offentlighet?
nei

ja

(inneholder taushetsbelagt informasjon. [Jfr. Offl. §13/Fvl. §13](#))

Dato: 20.05.2021

FORORD

Denne bacheloroppgaven er skrevet av Stephan Reppen Solnes og Veronica Rafteseth ved NTNU i Ålesund. Oppgaven omfatter 20 studiepoeng og markerer slutten av det treårige studiet Vann- og miljøteknikk.

Vi vil benytte anledningen til å takke vår hovedveileder ved NTNU, Carlos Salas Bringas, for god veiledning underveis i oppgaven. Vi ønsker også å takke Andreas Longva for god veiledning og hjelp på den prosjekterende delen av oppgaven.

I tillegg vil vi takke Robin Sætre for å komme i kontakt med Norconsult og få tilgang til nødvendige dokumenter for å kunne gjennomføre oppgaven.

INNHOLDSFORTEGNELSE

SAMMENDRAG	10
ABSTRACT	11
TERMINOLOGI	12
BEGREPER.....	12
1 INNLEDNING	17
1.1 PROBLEMSTILLING	19
1.2 FORMÅLET MED OPPGAVEN	20
1.3 OPPBYGGING	21
1.3.1 <i>Arbeidsoppgaver og tidsestimater</i>	21
2 TEORETISK GRUNNLAG	22
2.1 KLIMA- OG SAMFUNNSENDRINGER	22
2.2 LAV FORNYELSESTAKT OG STORE INVESTERINGSBEHOV	23
2.3 HOVEDLEDNINGER.....	24
2.4 VANNFORSYNING I ÅLESUND	25
2.4.1 <i>Vannkilder</i>	25
2.4.2 <i>Vannkvalitet</i>	26
2.4.3 <i>Vannforbruk</i>	26
2.4.4 <i>Vannledning</i>	27
2.4.5 <i>Vannkum</i>	28
2.4.6 <i>Utforming av ledningsnettet</i>	28
2.5 SPILLVANN	29
2.5.1 <i>Spillvannsledning</i>	29
2.5.2 <i>Spillvannskum</i>	30
2.6 OVERVANN	30
2.6.1 <i>Treleddsstrategien og lokal overvannshåndtering</i>	31
2.6.2 <i>Magasin</i>	34
2.6.3 <i>Overvannsledning</i>	34
2.6.4 <i>Overvannskum</i>	34
2.6.5 <i>Sandfang</i>	35

2.7	GRØFT	35
2.8	RØRTYPER/LEDNINGSMATERIALE	36
3	METODE	38
3.1	DATA	38
3.1.1	<i>Kartdata</i>	38
3.1.2	<i>VA-norm</i>	39
3.2	BEREGNINGER	39
3.2.1	<i>Beregninger av vannforbruk</i>	39
3.2.2	<i>Overvannsberegninger</i>	39
3.2.3	<i>Spillvannsberegninger</i>	41
3.3	VERKTØY	42
3.3.1	<i>OneDrive</i>	42
3.3.2	<i>Novapoint VA</i>	42
3.3.3	<i>AutoCAD</i>	43
3.3.4	<i>Excel</i>	43
3.4	DIMENSJONERING	44
3.4.1	<i>Vannledning</i>	44
3.4.2	<i>Spillvannsledning</i>	44
3.4.3	<i>Overvannsledning</i>	44
3.5	BEFARING	44
4	RESULTATER OG DRØFTING	46
4.1	BESKRIVELSE AV TRASÉ	46
4.2	DETALJPROSJEKTERING	46
4.2.1	<i>Oversiktsplan</i>	46
4.2.2	<i>Grøftetverrsnitt</i>	48
4.3	DETALJPROSJEKTERING	49
4.3.1	<i>Spillvannsledning</i>	49
4.3.2	<i>Overvannsledning</i>	58
4.4	UTFORMING AV KUMMER	66
4.4.1	<i>Vannkummer</i>	67
4.4.2	<i>Spillvannskummer</i>	69
4.4.3	<i>Overvannskummer</i>	71

4.5	FREMTIDIG ARBEID	71
4.5.1	<i>Sandfangskummer</i>	71
4.5.2	<i>Lokal overvannsløsning</i>	72
5	KONKLUSJON	75
6	REFERANSER	76
7	VEDLEGG	79

SAMMENDRAG

Denne oppgaven omfatter detaljprosjektering og tegningsproduksjon for vann, spillvann og overvann i et nytt boligområde på Vegsundrabben i Ålesund kommune. Vi har fått tildelt en VA-rammeplan fra Norconsult. Dette har vært det styrende dokumentet gjennom oppgaven og inneholder blant annet plassering av traseer, valg av ledningsmaterialer og dimensjoner.

Ved detaljprosjektering har den lokale VA-normen til Ålesund kommune vært et viktig rammedokument for prosjektet. VA-normen klargjør krav og tekniske standarder som blant annet avstand mellom kummer, frostfridybde, utforming av grøft og krav til fall.

Vi har kommet frem til løsninger ved bruk av digitale verktøy som Novapoint og AutoCAD. Spill- og overvannsberegninger er gjennomført for å sjekke at ledningene oppfyller krav til selvrens. Det er også gjort beregninger for å finne ut hvor stor fyllingsgraden av røret er ved dimensjonerende spill- og overvannsmengder.

Alt i alt tilfredsstillende rapportens prosjekteringer alle rammekrav for det komplett vann- og avløpssystemet i boligfeltet.

ABSTRACT

This bachelor project includes design and production of drawings related to water, sewage and storm water run-off, in a new residential area at Vegsundrabben in Ålesund municipality. Norconsult has provided the framework. This has been the leading document through the project, and contains placement of routes, choice of pipe materials and dimensions, among other things.

When designing, the local standard of Ålesund municipality has been an important framework for the project. This clarifies requirements and technical standards like space between sewage wells, frost depth, ditch design and demands related to drops.

We have made solutions by using the digital tools Novapoint and AutoCAD. Calculations related to sewage and storm water run-off have been done to insure that the pipes satisfies requirements of self cleaning. There has also been conducted calculations to figure out how big the relative depth of flow is at designed discharge.

All in all, the project's design satisfies all of the framework for the water and sewage system in the residential area.

TERMINOLOGI

Begreper

Begreper	Forklaring
Antall personekvivalenter (PE)	Spesifikk belastning eller forbruk pr person med hensyn til vannvolum og/eller forurensningsmengde pr døgn, målt som BOF, fosfor eller nitrogen (1).
Areal	En matematisk betegnelse som angir størrelse på en flate. Det er også kjent som flateinnhold (2).
AutoCAD	Applikasjonsprogramvare for 2D og 3D dataassistert konstruksjon.
Avrenningskoeffisient	Forholdet mellom avrenning fra et område og nedbøren over samme område. Avrenningskoeffisient er bl.a. avhengig av overflatens permeabilitet, beskaffenhet og fallforhold i terrenget.
Brannhydrant	En brannhydrant er et fast montert utstyr over bakken som er beregnet for kopling til brannvesenets armatur og slanger for å distribuere trykkvann til brannslukking (brannhydrant – Store norske leksikon (snl.no))
Bærekraft	Det betyr å leve på et vis som gjør at vi får det vi trenger, uten å ødelegge for at fremtidige generasjoner skal få dekket sine behov. Og det er tre sentrale områder som må ivaretaes; miljø, økonomi og sosiale forhold.
Dimensjon	Dimensjon betyr størrelse eller mål (dimensjon – Store norske leksikon (snl.no))
DVO	PP Dobbelt Veggede Overvannsrør, Ringstivhet SN8

DWG	Det er standardfilformatet i Autodesk's AutoCAD-programvare. Inneholder all informasjon en bruker legger inn i CAD-tegningene, som design, kart og bilder og geometriske data.
Flom	Flom er når vannstanden i innsjøer og elver går ut over det normale og fører til at vannet kommer ut over områder som vanligvis er tørre.
Flomtopp	Høyeste vannstand for en flom
Flomveg	Flomveg oppstår når overvannsnett, fordrøyning og infiltrasjonssystemer ikke lenger har anledning til å håndtere nedbørmengden.
Fordrøyning	Fordrøyning, metode i avløpsteknikken for å utjevne varierende vannføringer slik at nedstrøms ledningsnett og renseanlegg ikke blir overbelastet av vannmengde eller forurensningsmengde.
Frostdybde	Frostdybde er en dybde en beregner vha. Stefans formel.
Hektar (ha)	$1\text{ha} = 10000\text{m}^2$
Infiltrasjonsevne	Evnen grunnen har til å lede vann gjennom grunnen.
IVF-kurve	Er statistikk av forventet intensitet, varighet og frekvensen av nedbør som fremstilles i grafer for ulike områder.
Klimafaktor	Er en faktor som anvendes i den rasjonelle metoden.
Ledningsnett	Ledningsnett er et system av sammenkoblede rørledninger som benyttes for transport av ulike medier.

Nedbørfelt	Et nedbørfelt er et område med felles avrenning til vassdrag, innsjø eller fjord. (snl)
Novapoint	Er en profesjonell programvare hvor en kan bygge komplekse modeller av infrastrukturen.
Overvann	Overflateavrenning fra nedbør og smeltevann fra gater, takflater og plasser som avledes på overflaten.
Permeabilitet	Evnen et materiale har til å forflytte vann
Plantegning	Skal vise gjennomførbare prinsipløsninger for området en skal prosjektere. Planen skal vise til eksisterende anlegg for vann- og avløp og hvordan overvannshåndtering skal ivaretas.
Quadri	Gir en oversikt i en felles samhandlingsmodell. Modellen er tilgjengelig og en ser hvem som har gjort hva, hvor og når i sanntid.
Resipient	Resipient er et luftområde, et vann, en elv, et vassdrag eller et havområde som mottar utslipp av forurensninger. (resipient – av forurensing – Store norske leksikon (snl.no))
SOSI	Er et filformat for utveksling av digitale geodata.
Spillvann	Er forurenset avløpsvann fra bebyggelse og industri. Særlig benyttet om avløpsvann som ledes bort i egen ledningen ved separatsystem.
VA	Forkortelse for vann- og avløp.

Figurliste:

Figur 1: Tildelt plantegning VA fra Norconsult.....	17
Figur 2: Tildelt plantegning for flomveier fra Norconsult..	18
Figur 3: Dagens regulerings situasjon (Opskar, 2021, s. 4)	18
Figur 4: Høyere flomtopper desto mer bebygd området er (Byggforskserien, 2012).....	22
Figur 5: FNs bærekraftsmål.(FN-sambandet, 2021)	24
Figur 6: Til venstre viser figuren transportsystem for vann fra vannkilden, til behandlingsanlegg og videre til høydebasseng og ut til forbrukerne. Til høyre viser figuren transport av avløpsvann, hvor spillvann går fra forbrukerne til pumpestasjon og renseanlegg.	25
Figur 7: Ringleddningssystem (Ødegaard, 2014a, s. 263).	29
Figur 8: Illustrasjon hentet fra Norsk Vann (Ødegaard, 2014a, s. 353).....	32
Figur 9: Løsmassekart fra Nasjonal løsmassedatabase (NGU, 2021).....	33
Figur 10: Oversikt over infiltrasjonsevne (NGU, 2021).	33
Figur 11: Soneinndeling i et grøftetverrsnitt (Nr. 5. GRØFTEUTFØRELSE FLEKSIBLE RØR, 2016).	35
Figur 12: Normaltverrsnitt fra tegning/vedlegg A2 i VA-norm Ålesund kommune.	36
Figur 13: IVF-kurve fra målestasjon Ålesund-Spelkavik (Norsk klimasenter, 2020).....	40
Figur 14: Oppretting av Novapoint modell.	43
Figur 15: Bilde fra sentrum av feltet vårt (Foto: S. R. Solnes)	45
Figur 16: Tegnforklaring.....	47
Figur 17: Oversiktsplan uten kummer.....	47
Figur 18: Utsnitt fra Oversiktsplanen med oversikt over kummene.	48
Figur 19: Eksempel på grøftetverrsnitt fra feltet.	49
Figur 20: Rørets tverrsnitt fra konfigurasjonen i Novapoint.....	50
Figur 21: Moodys diagram (S Beck and R Collins, 2021).....	51
Figur 22: Delfyllingsdiagram (Blad-79-28.05.15.pdf, u.å., s. 4).	53
Figur 23: Strekket som har for lavt fall mht. VA-Normen (AutoCAD-utsnitt).....	55
Figur 24: Høyeste punkt for spillvann i kumgruppen til venstre.	55
Figur 25: Laveste punkt på spillvann.	56
Figur 26: Rørets tverrsnitt fra konfigurasjonen i Novapoint.....	59
Figur 27: Rørets tverrsnitt fra konfigurasjonen i Novapoint.....	63
Figur 28: Lengdeprofilen til den bratte overvannsledningen.	64

Figur 29: Figuren viser illustrasjon av innvendig oppbygging av vannkum i 3D (egen tegning).....	68
Figur 30: Figuren viser illustrasjon av vannkum sett utenfra i 3D (egen tegning).	68
Figur 31: Utsnitt fra AutoCAD.	70
Figur 32: Illustrasjon av innmaten til plastkummen.....	70
Figur 33: Foto av en åpen overvannsløsning i form av en tersklet bekk (Ved NMBU).	73
Figur 34: Foto av åpen overvannsløsning nedstrøms (Ved NMBU).	74
Figur 35: Eksempel på rørmagasin i Karmøy kommune (Karmøy kommune, 2018).....	74

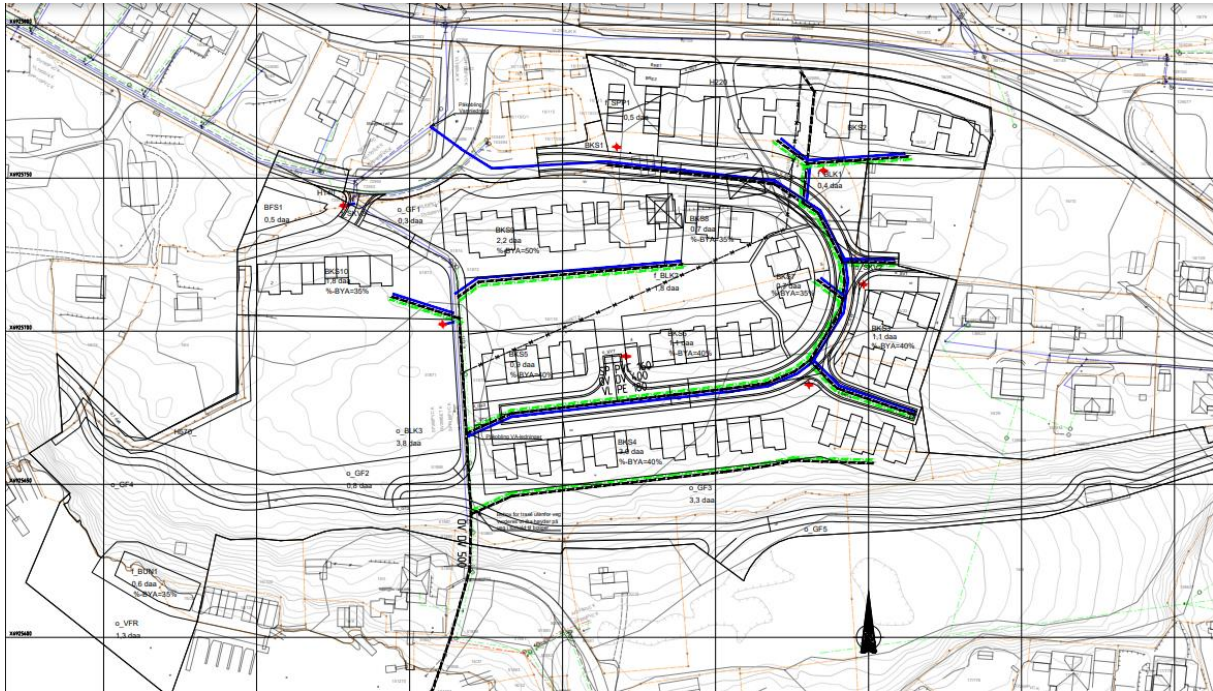
Tabelliste:

Tabell 1: Fremdriftsplanen for prosjektet.....	21
Tabell 2: Utvalgte data for 2018 (Mattilsynet, 2019, s. 44).	26
Tabell 3: Rørruhet (Ødegaard, 2014a, s. 308).	37
Tabell 4: Nøkkeldata (Tildelt fra Norconsult, dokument konfidensielt).....	38
Tabell 5: Avrenningskoeffisientene for Ålesund kommune ('B4-Retningslinjer- overvasshandtering-oktober-2018', 2021).	41
Tabell 6:.....	67

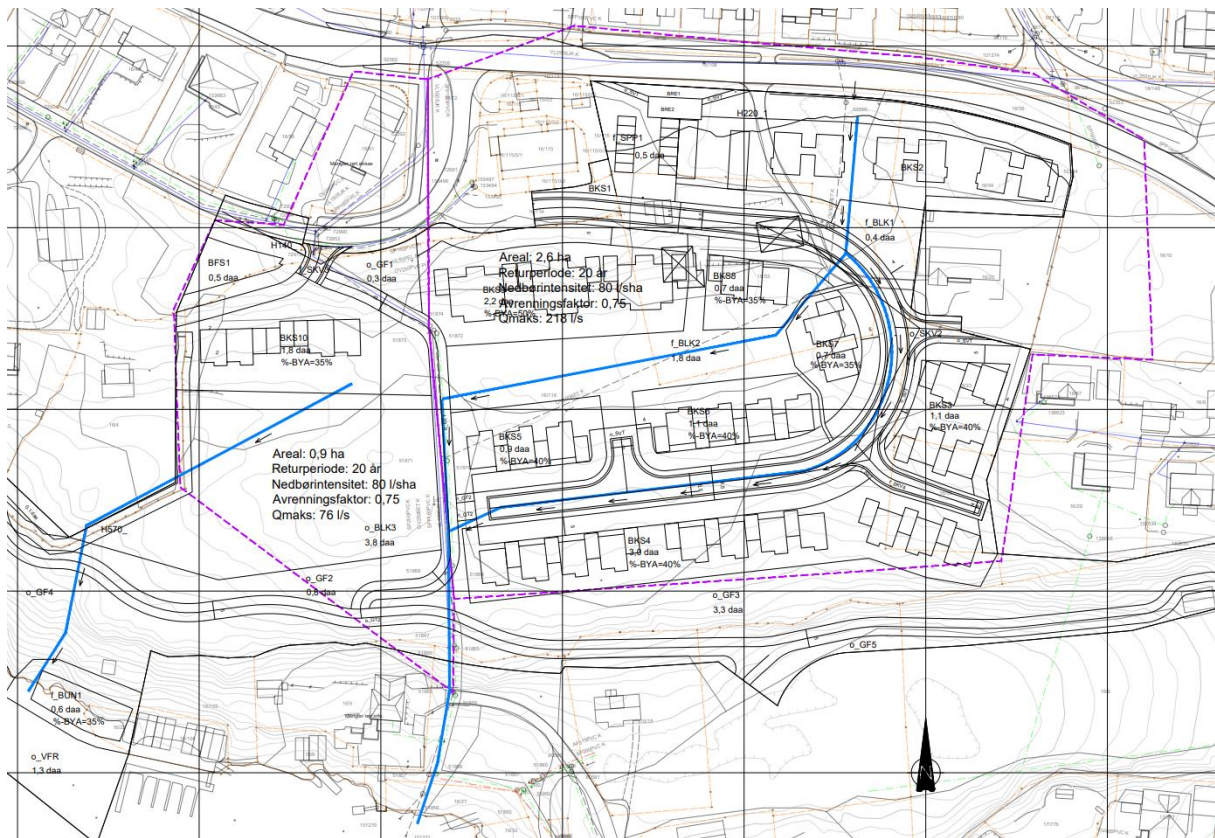
1 INNLEDNING

Block Watne vil bygge 48 nye boliger på Vegsundrabben i Ålesund kommune.

Prosjektområdet ligger på sørsiden av fylkesvei 397, Tørlevegen. Området er under detaljregulering hvor Nordplan AS er plankonsulent.



Figur 1: Tildelt plantegning VA fra Norconsult.



Figur 2: Tildelt plantegning for flomveier fra Norconsult..



Figur 3: Dagens regulerings-situasjon (Opskar, 2021, s. 4)

Det grønne området i reguleringsplanen (Figur 3) er satt av til friområder. Området som er markert i mørk gult og lys gult er satt av til eksisterende og fremtidig bolig. I kommuneplanen sin arealdel er området innenfor planen satt av til eksisterende og fremtidig bolig. Det planlegges for tett lav bebyggelse som tomannsboliger, rekkehus og eneboliger.

Norconsult har utarbeidet VA-rammeplan i forbindelse med prosjektet. Denne inneholder blant annet materialvalg, dimensjoner, plassering av traseer og brannhydranter. Vi har tolket de påtegnede stikkene som kommunale ledninger med minste tillatte dimensjon 160mm med uttak for brannvann. Stikkledninger til hver enkelt bolig er ikke tegnet inn.

Denne oppgaven omfatter detaljprosjektering og tegningsproduksjon for ledningsnett for vann, overvann og spillvann. Vi kommer til å følge VA-rammeplanen når det gjelder valg av ledningsmaterialer, dimensjoner, plassering av traseer og brannhydranter. Samtidig er det et krav at vi forholder oss til tekniske krav og standarder i den lokale VA-normen til Ålesund kommune. Dette er de to viktigste styringsdokumentene for detaljprosjekteringen.

I detaljprosjekteringen er det viktig at vi får avklart følgende kriterier som:

- Krav til frostfri dybde
- Maks avstand mellom vannkummer
- Maks avstand mellom spill- og overvannskummer
- Krav til fall
- Dimensjonering og plassering av kummer
- Spillvannsberegninger for å dokumentere at kravet til selvrens er oppfylt
- Overvannsberegninger for å dokumentere at kravet til selvrens er oppfylt

1.1 PROBLEMSTILLING

I VA-rammeplanen fra Norconsult har vi fått oppgitt nøkkeldata for detaljprosjekteringen. Ålesund kommune sin lokale VA-norm beskriver lokale forhold og gir rammer som vi skal holde oss innenfor.

Vår problemstilling blir å utarbeide komplett detaljprosjektering for vann, overvann og spillvann uti fra disse begrensningene.

Ved etablering av overvannsløsning er det to alternative løsninger som vurderes: kapasitetsutviding av eksisterende overvannsledning og/eller etablere lokale overvannsløsninger? Hvordan etablere lokale overvannsløsninger for å avlaste eksisterende ledningsnett i fremtiden?

1.2 FORMÅLET MED OPPGAVEN

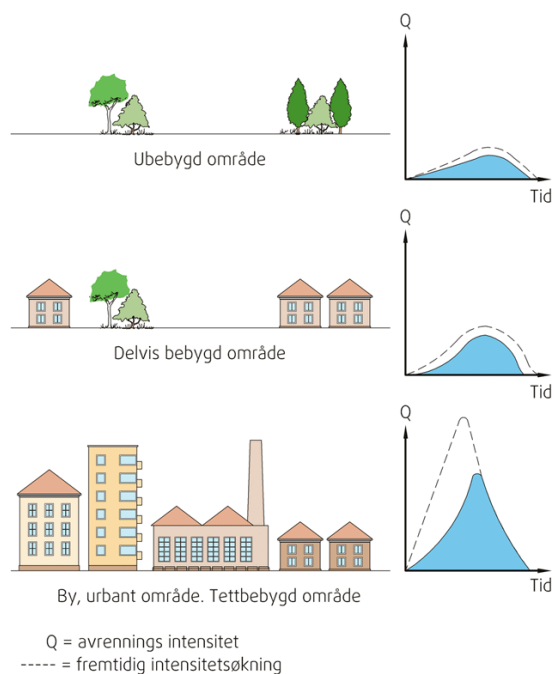
Hovedformålet med oppgaven er å detaljprosjekttere vann- og avløpsanlegg for Vegsundrabben boligfelt med bakgrunn i Norconsult sin VA-rammeplan og Ålesund kommune sin lokale VA-norm. Ved hjelp av Novapoint og AutoCAD vil vi produsere plan- og profiltegninger, kumtegninger, grøftetverrsnitt og det som trengs for en komplett løsning.

2 TEORETISK GRUNNLAG

2.1 Klima- og samfunnsendringer

Effekten av klimaendringene merkes allerede i Norge og resten av verden. Det forventes mer intens og hyppigere nedbør i årene fremover. Klimagassutslippene bidrar til økt gjennomsnittstemperatur på Jorden. Som følge av klimaendringene vil det oppstå flere endringer. Dette omfatter blant annet mildere og kortere vintersesong, havstigning, stormflo, kjelleroversvømmelser og større fare for skred/ras (Miljødirektoratet, 2019) (Regjeringen, 2015) (Regjeringen, 2020).

I tillegg til klimaendringer har økt fortetting i byer og tettsteder ført til at naturlig permeabel grunn bygges ned og blir erstattet med tette flater som gir raskere avrenning. Samtidig er befolkningsveksten økende (Regjeringen, 2015). Ifølge Statistisk sentralbyrå er det fra 2020-2050 forventet en befolkningsvekst på 11,5 prosent i Ålesund kommune. (*SSB Befolkningsvekst*, 2021). Det er en selvfølge at dette medfører et større behov for tilstrekkelig vannkapasitet til innbyggerne.



Figur 4: Høyere flomtopper desto mer bebygd området er (Byggforskserien, 2012)

2.2 Lav fornyelsestakt og store investeringsbehov

Klimautviklingen og samfunnsutviklingen med økende fortetting og befolkningsvekst er to faktorer som sammen kan føre til store, økonomiske skader på den eksisterende infrastrukturen. I tillegg er generelt mye av dagens ledningsnett gammelt og lagt i dårlige materialer. Det er ikke tatt stilling til fremtidige klimaendringer, økt fortetting og befolkningsvekst på det tidspunktet anleggene ble etablert. Anleggene er ikke dimensjonert for å håndtere ekstremværet vi har i vente. Lekkasjetapene er også store. (Norsk Vann, 2015) Ifølge tall fra KOSTRA hadde Ålesund kommune et lekkasjetap på 32% i 2019 (SSB, 2019). Dette vil si at omtrent 1 av 3 liter går tapt i lekkasjer.

Rapporten «Finansieringsbehov i vannbransjen 2016-2040» publisert av Norsk Vann anslår et *«kommunalt investeringsbehov i vann- og avløpsanlegg fram til 2040 til ca. 280 milliarder kroner basert på dagens kostnadsnivå, hvorav 56% i kommunal vannforsyning og 44% i den kommunale avløpstjenesten. 64% av investeringsbehovet er knyttet til fornyelse av vann- og avløpsnett, og der dagens investeringsnivå må økes med ca. 50% for å ta igjen vedlikeholdsetterlepet»* (Rostad, 2017, s. 3).

Flere steder i landet ser man allerede effekten av klimaendringer og kommunene må planlegge og gjennomføre tiltak for å avlaste det eksisterende ledningsnett. Norge er et lite, men langstrakt land og effektene av klimaendringene vil derfor variere. Kunnskap om lokale forhold og tidligere uønskede naturhendelser er derfor viktig (Miljødirektoratet, 2019).

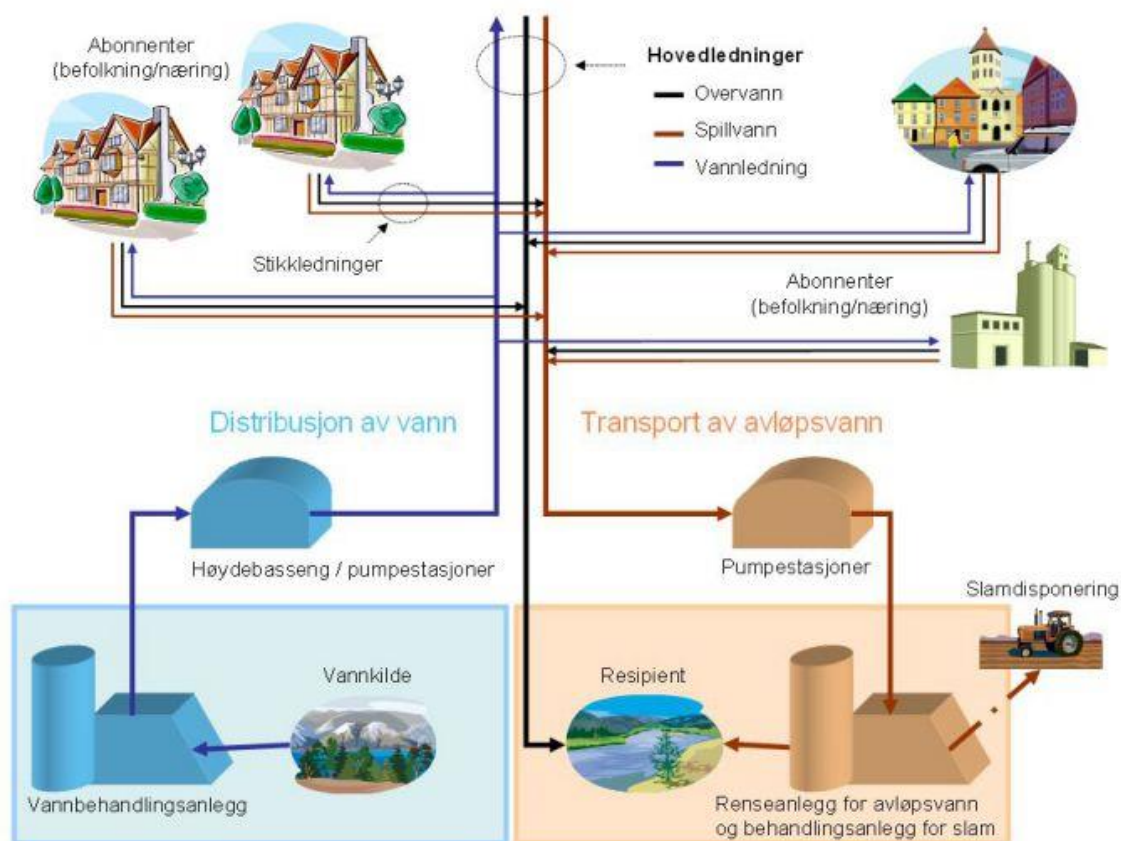
I samfunnsdelen i kommuneplanen til Ålesund kommune står FN sine 17 bærekraftsmål sentralt for videre utvikling av kommunen (Ålesund kommune, 2021). *«FNs bærekraftsmål er verdens felles arbeidsplan for å utrydde fattigdom, bekjempe ulikhet og stoppe klimaendringene innen 2030»* (FN-sambandet, 2021).



Figur 5: FNs bærekraftsmål. (FN-sambandet, 2021)

2.3 Hovedledninger

I Norge ligger det nesten 100.000 km kommunalt eide hovedledninger for vann og avløp nedgravd i bakken. Av disse er 43 800 km vannledninger, 36 500 km avløpsledninger (inklusive fellesledninger for overvann og avløpsvann) og 16 500 km overvannsledninger. I tillegg er det omtrent 180 000 km private stikkledninger fra vegen og inn til bygningene, og ledningsnett for samvirkevannverk og mindre fellesløsninger (Norsk Vann, 2015) (Norsk Vann, 2016).



Figur 6: Til venstre viser figuren transportsystem for vann fra vannkilden, til behandlingsanlegg og videre til høydebasseng og ut til forbrukerne. Til høyre viser figuren transport av avløpsvann, hvor spillvann går fra forbrukerne til pumpestasjon og renseanlegg.

Ved dimensjonering og prosjektering av nye hovedledninger er det lagt stor vekt på å velge materialer av høy kvalitet, riktig utførelse og god tilrettelegging for senere inspeksjoner og kvalitetskontroller. (Skjærstad, 2013)

2.4 Vannforsyning i Ålesund

2.4.1 Vannkilder

Hovedvannkilden for Ålesund vannverk er Brusdalsvannet. Det har et nedslagsfelt på ca. 30km² og tillater et daglig uttak på 55 000m³ (Ålesund kommune, 2020). Vannverkene må være forberedt på krisesituasjoner og skal kunne levere rent drikkevann uansett forhold. Det er derfor viktig med god beredskap. I Ålesund er det Langevannet og Røssevoldvannet som brukes som reservevannkilder. Det er plassert store høydebasseng i sentrum og Spjelkavik,

som skal sikre regularitet dersom det skulle oppstå brudd på ledningsnettet (Ålesund kommune, 2020).

2.4.2 Vannkvalitet

Det er vannverkene som er ansvarlige for at vannet tilfredsstiller kravene i drikkevannsforskriften. «*Formålet med forskriften er å beskytte menneskers helse ved å stille krav om sikker levering av tilstrekkelige mengder helsemessig trygt drikkevann som er klart og uten fremtredende lukt, smak og farge*» (Forskrift om vannforsyning og drikkevann, 2017, § 1).

Ifølge Ålesund kommune sine nettsider er kvaliteten på drikkevannet godt og holder seg innenfor gitte grenseverdier i drikkevannsforskriften med svært få unntak. Det blir utført drikkevannsanalyser og utvidet prøver på 10 ulike prøvesteder en gang i uken (*Vasskvalitet*, 2020).

Alle vannverkseiere er pliktige til å registrere og rapportere opplysninger til Mattilsynet hvert år. Opplysningene er nødvendige for å ha oversikt over landets vannforsyning og følge med på leveransen av drikkevann i Norge. Helse- og omsorgsdepartementet ga i juli 2019 et oppdrag til Mattilsynet om å lage en rapport for å kartlegge tilstanden på drikkevannsområdene i Norge. Rapporten ble publisert 1. november 2019. Tallene er hentet fra 2018 (*Opplysninger om vannforsyningssystemer*, 2019).

Tabell 2: Utvalgte data for 2018 (*Mattilsynet, 2019, s. 44*).

Møre og Romsdal																	
Kommune		Vannforsyningssystem			Leggeperiode ledningsnett [km]							Leggeperiode prosent			Fornyhet 2018	Hygiene	
Nr.	Navn	Personer	%	Ant.	Før 1910	1911-1940	1941-1970	1971-2000	Etter 2000	Ukjent	Snitt-alder [år]	Før 1970	Etter 1971	Ukjent	[km]	Prosent [%]	E. coli u/avvik
			befolkning forsynt	høyde-basseng													
1504	Ålesund	45 373	95,5	11,0	5,5	0,0	81,9	144,7	102,4	0,0	37,0	0,0	73,9	0,0	3,2	1,0	99,7

2.4.3 Vannforbruk

Det totale vannbehovet er sammensatt av flere delbehov og formelen er

$$Q_T = Q_H + Q_I + Q_O + Q_A + Q_{Lekk} \text{ (m}^3\text{/år)}, \text{ hvor de ulike variablene er definert som}$$

Q_T er det totale vannbehovet som dekker totalt forbruk og tap gjennom lekkasjer

Q_H dekker husholdningenes behov
 Q_I som dekker industriens behov i arbeidstiden
 Q_O som dekker offentlig behov som sykehus og skoler
 Q_A som dekker annet behov som hagevanning og gatespyling
 Q_{Lekk} som dekker tap gjennom lekkasjer og sløsing
(Ødegaard, 2014a, s. 152).

Det er ofte kravet til uttak av slukkevann/sprinklervann som bestemmer den dimensjonerende vannmengden, ettersom vannforsyningsanleggene også skal kunne levere vann til brannslukking. Ved beregning av nødvendig kapasitet til slukkevann/sprinklervann skal kravene i Drikkevannsforskriften gå fremfor kravene i teknisk forskrift til Plan- og Bygningsloven (Ålesund Kommune, 2021a, s. 17).

Det tas utgangspunkt i de preaksepterte verdiene i Byggteknisk forskrift (TEK17) som er følgende:

- 20 l/s i for boligområde (småhusbebyggelse)
- 50 l/s i sentrumsområde/industriområde (annen bebyggelse)

(Ålesund Kommune, 2021a, s. 17)

2.4.4 Vannledning

I VA-normen står det at hovedregelen er at vannledninger skal være helt avskilt fra avløpskum. Vannledningene skal kunne stenges, tømmes, fylles, luftes og rengjøres. Lokale bestemmelser for Ålesund kommune beskriver at det i utgangspunktet skal brukes ledninger av PE materiale (Ålesund Kommune, 2021a, s. 16). Minste tillatte innvendige dimensjon for kommunal hovedledning er 150mm. I indre Ålesund er frostfrydybde satt til 1,5 meter (Ålesund Kommune, 2021a, s. 18). Det stilles krav om at SDR-verdien til ledninger av PE skal være 11 eller mindre. Alle vannledninger skal ha blå merking. (Ålesund Kommune, 2021a, s. 19).

I boligområder bør vannledninger prosjekteres på en sånn måte at man unngår lav vannhastighet. Dersom vannet har lang oppholdstid i ledningsnett og høydebasseng kan vannkvaliteten påvirkes og bli dårligere. Det er derfor ønskelig med ringledninger der dette er

praktisk og økonomisk mulig. Lokale bestemmelser tilrår at minst en gang pr. døgn skal det inntreffe en vannhastighet på minst 0,4 meter/sekund (Ålesund Kommune, 2021a, s. 16).

2.4.5 Vannkum

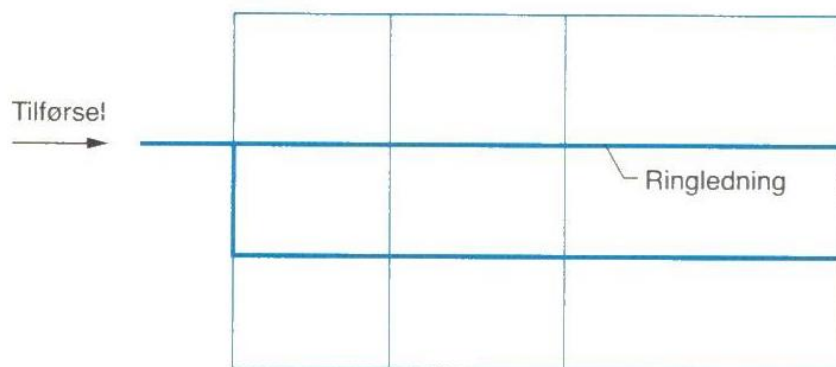
Tilknytting til det kommunale ledningsnett skal skje i kummer (Ålesund Kommune, 2021a, s. 21). Avstanden mellom kummer skal ikke overstige 100 meter med bruk av ledningsmateriale PE. Det er ikke tillatt med drenering av vannkum til spillvannsledning. Nedstigningskummer skal ikke ha mindre diameter enn 1600mm. Drensledningen fra kummen skal være minimum 200mm (Ålesund Kommune, 2021a, s. 23). Mellom kummer skal det være samme rørtype og rørdimensjon. Felleskummer for vann, spillvann og overvannledninger er ikke akseptert. (Ålesund Kommune, 2021a, s. 16).

2.4.6 Utforming av ledningsnett

Utformingen av ledningsnett deles ofte opp som ringsystem og grensystem. Der man kan forsyne fra to kanter på ledningsnett ved at ledningene samles til en sløyfe, heter ringsystem. Ledningsnett som bestandig forgrener seg uten videre å knytte tilbake til stammen i sløyfer, heter grensystem (Ødegaard, 2014a, s. 263).

For å sikre bedre forsyningssikkerhet bør ledningsnett bygges i størst mulig grad som et ringsystem. Ved et ringsystem kan vannforsyningen opprettholdes fra den andre siden ved eventuelle ledningsbrudd. Ringsystemet regulerer også bedre trykkforholdet og gir bedre sirkulasjon av vannet på ledningsnett (Ødegaard, 2014a, s. 263).

Grensystemet er mer utsatt av flere årsaker. Hvis det forekommer ledningsbrudd her, vil vannforsyningen stoppe til alle som er mottakere av grenledningen. Risikoen for undertrykk og innsug av forurenset drikkevann nedstrøms ved et brudd på ledningen vil også være større i et grensystem. Når det forekommer lite vannforbruk vil det medføre at vannhastigheten blir meget lav, som fører til sedimentering av partikler og slam og økt konsentrasjon av metaller i vannet. Ved stillestående vann eller lave vannhastigheter vil ledningene bli mer utsatt for frost (Ødegaard, 2014a, s. 263).



Figur 7: Ringleidningssystem (Ødegaard, 2014a, s. 263).

2.5 Spillvann

Spillvannsnettet i Ålesund kommune består av nesten 500 km avløpsledninger, 99 avløp pumpestasjoner og 7 avløp renseanlegg (*hovudplan-for-forsyning-av-vatn-handtering-av-avlop-og-overvatn-2019-2029.pdf*, u.å., s. 39, 40).

Spillvann er forurenset vann fra bebygde områder og industri som føres til renseanlegg. Spillvann oppstår ved bruka av vann til ordinære formål (matlaging, vask, oppvask, dusj, klosett osv.) i husholdningen. Tilsvarende avløpsvann fra institusjoner, som sykehus, skoler og industrier er også inkludert i dette begrepet. Oppsamlingssystemet består av stikkledninger fra hus og bygninger samt gateledninger. Gateledningen består av ledninger og kummer (Ødegaard, 2014a, s. 301).

Vi skiller mellom fellessystem og separatsystem. I et fellessystem føres både spillvann og overvann i egen ledning. I et separatsystem føres spillvann i egen rørledning til renseanlegg, og overvann i egen rørledning ut i resipient (Ødegaard, 2014a, s. 301). VA-normen til Ålesund kommune spesifiserer at dersom det er teknisk og økonomisk mulig skal det i størst mulig grad anlegges separatsystem (Ålesund Kommune, 2021a, s. 44).

2.5.1 Spillvannsledning

Spillvannsledninger skal utformes på best mulig måte for å unngå tilstopping, og det skal tilrettelegges for spyling, rørinspeksjon og framtidig rehabilitering. Spillvannsledningene må ha tilstrekkelig kapasitet og oppfylle kravene til selvrensing (Ålesund Kommune, 2021a, s. 27).

Tilknytting til nytt kommunalt ledningsnett kan skje både i kum og ved grenrør (Ålesund Kommune, 2021a, s. 27). Ledningene skal ha en rødbrun merking. Indre Ålesund er frostfri dybde satt til 1,5 meter (Ålesund Kommune, 2021a, s. 29).

Lokale bestemmelser i VA-normen til Ålesund kommune oppgir at minste innvendige dimensjon for selvfallsrør er 150 mm. Selvrens skal dokumenteres via skjærkraftberegninger ved mindre fall enn 10‰ (Ålesund Kommune, 2021a, s. 29).

Ved dimensjonering av spillvannsledninger er det nødvendig å ha kunnskap til ledningens trasè, ledningens fall og spillvannsmengden som ledningen skal føre. Spillvannsavrenningen varierer mye gjennom døgnet og avrenningstoppen er vanligvis størst på morgenen. Det legges derfor til en timesfaktor k , og en døgnfaktor f_d i spillvannsberegningen (Ødegaard, 2014a, s. 303).

Det er viktig å ta hensyn til fremtidige spillvannsmengder og utbygging av hovednettet i området ved dimensjonering av spillvannsledninger. Ved beregning av spillvannsmengder er personbelastning for vanlige boenheter satt til 2,5 PE. Ved utregning av PE for andre typer virksomheter skal Norsk Standard NS 9426 benyttes (Ålesund Kommune, 2021a, s. 28).

2.5.2 Spillvannskum

Maksimal avstand mellom spillvannskummer er 80 meter. I Ålesund kommune brukes det normalt 1000mm nedstigningskum. Det er mulig å montere annenhver kum med dimensjon 600mm. Det skal være samme rørtype og rørdimensjon mellom kummer (Ålesund Kommune, 2021a, s. 32).

2.6 Overvann

Når det faller nedbør eller snø smelter, så resulterer dette i noe som kalles overvann.

Avhengig av grunnforholdene vil en andel av dette vannet infiltrere ned i grunnen. Det som ikke synker ned i grunnen, renner videre på ulike avrenningsflater. Disse avrenningsflatene kan for eksempel være takflater, veier, grøntarealer og grusflater (Ødegaard, 2014a, s. 344).

Tradisjonelt har en håndtert overvannet i urbane steder ved å lede overvannet raskest mulig bort til lukkede ledningssystemer (Ødegaard, 2014a, s. 344). Ved å anvende denne praksisen, var formålet å gi gode urbane miljøer og sikkerhet mot flom. Bakdelen ved denne praksisen er følgende:

- Økende overvannsavrenning i volum og intensitet
- Økende vannhastighet og fare for skade på ledningsnett
- Grunnvannsstanden senkes, noe som fører til skader på vegetasjon og bygningskonstruksjoner
- Forurensninger av miljøgifter og tungmetaller
- Det blir et forstyrrende element med tanke på det økologiske mangfoldet

Ved urbanisering øker andelen tette flater, og dette går ut over naturlig permeabel grunn, vegetasjon og trær. De naturlige grøftene og vegene vann tar blir tradisjonelt sett lagt i rør eller blir lagt om. Dermed blir myrer, våtmarker, dammer og lignende drenert. Det gjør at det blir en markant økning i overflateavrenningen i feltet siden den naturlige infiltrasjonen, fordrøyningen, absorpsjonen og fordampningen av nedbøren reduseres kraftig (Ødegaard, 2014a, s. 344). Bakenforliggende vannbalanse og grunnvannsnivå blir da endret, og tørrværsavrenning/minstevannføring reduseres. Til og med urbanisering i lav målestokk har innvirkning på lokale vassdrag, og forårsaker reduisering av vannkvalitet med negativ effekt for økosystem, vanntemperatur, sedimentering og fiskeliv (Ødegaard, 2014a, s. 344).

Utbygging av nye områder og fortetting i allerede bebygde områder vil ved gjeldende bruk av konvensjonelle overvannsløsninger medføre en økning av overflateavrenning. Dette bidrar til utmattelse av overvannssystemer med flere hendelser av oversvømmelse og flom, økt forurensning, mer ressurskrevende anlegg, setningsskader og uttørking av vegetasjon som konsekvens (Ødegaard, 2014a, s. 344).

2.6.1 Treleddsstrategien og lokal overvannshåndtering

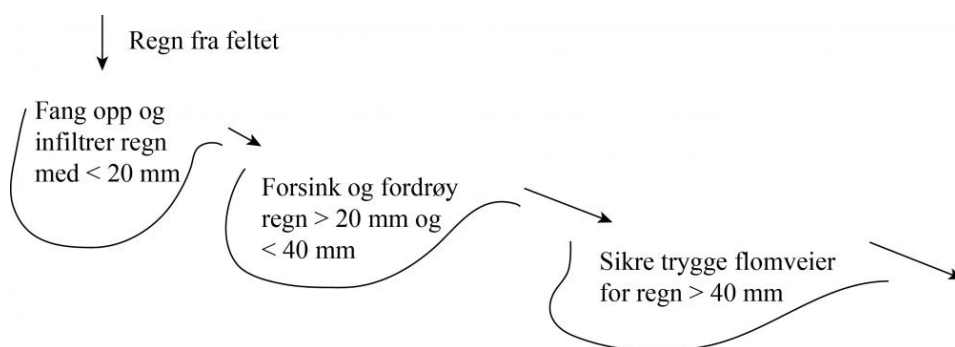
Ved å håndtere overvannet lokalt kan man lette på/avlaste kapasiteten i de tradisjonelle overvannssystemene, samtidig som det kan bidra som et positivt element i naturen. Det er flere fordeler med etablering av åpne overvannsløsninger (Ødegaard, 2014a, s. 352).

En god håndtering av overvannet fordrer at metodene skal tilpasses lokale forhold og behov. Løsningene som kommer fram, skal være bærekraftige og tilføre omgivelsene kvaliteter. De må også tåle de forskjellige årstidene med vanlig nedbør, flom og i tørkeperioder. Meningen er at overvannet skal håndteres mest mulig på overflaten som en visuell del av vassdraget og det urbane, der man retter søkelyset på å (Ødegaard, 2014a, s. 352):

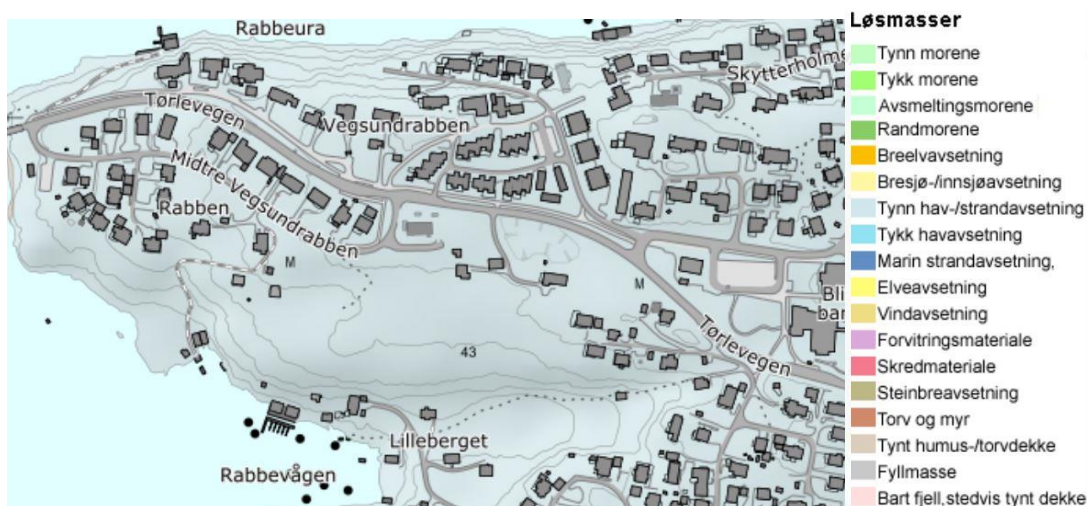
- Hindre ødelegelser – overvannshåndteringen skal være tilfredsstillende for liv, helse og miljø. I tillegg bare medføre minimale skader på eiendom og infrastruktur. Vannforurensningen skal begrenses.
- Utnytte potensialet i overvann som en ressurs – overvannet skal anvendes som et positivt bidrag til omgivelsene og bruk til rekreasjonsformål.
- Forbedre det biologiske mangfoldet i bymiljøet – blant annet infiltrasjon, åpne vassdrag og fremme biologisk mangfold.

Utfordringene med forurensninger fra overløpsutslipp, økte skader fra flom og forurensning fra overvannet kan en skaffe seg bedre kontroll over uten tunge investeringer i kostbare ledningsnett ved å optimalisere bruken av lokale og åpne overvannsløsninger (Ødegaard, 2014a, s. 353).

I treledd-strategien for håndtering av nedbør, er prinsippet at vannet skal holdes igjen og infiltrere i det første trinnet. Dette gjelder for mindre nedbørsmengder. Når regn innehar større vannvolum enn dette, vil overskuddet fra det første trinnet renne videre til åpne anlegg som forsinker og fordrøyer avrenningen. I noen tilfeller vil man få regn med større vannvolum enn dette. Da vil de ikke de normale systemene håndtere avrenningen alene. Det må i dette tilfelle benyttes åpne flomveger for å lede disse store regnmengdene bort på en forsvarlig måte (Ødegaard, 2014a, s. 353).



Figur 8: Illustrasjon hentet fra Norsk Vann (Ødegaard, 2014a, s. 353).



Figur 9: Løsmassekart fra Nasjonal løsmassedatabase (NGU, 2021).



Figur 10: Oversikt over infiltrasjonsevne (NGU, 2021).

Fra figur 9 ser vi at tynn hav/strandavsetning er løsmassetypen som dominerer for prosjektområdet. Og som vi ser av figur 10 er infiltrasjonspotensialet lite og ikke egnet for infiltrasjonsløsning.

Lokal overvannshåndtering er svært aktuelt i dag og i fremtiden. Regnskyll er vanskelig å regne på. Det alle vet er at noen regnskyll kan være intense og føre til store ødeleggelser. Likevel er det umulig å spå omfanget av dette i fremtiden og man må tenke kost/nytte når man velger ledningsdimensjoner. Store ledninger er dyre og plasskrevende. Ved håndtering av overvann er det derfor et behov for å tenke nytt. (*overflateinfiltrasjon-03.09.19.pdf*, u.å., s. 1–5).

Infiltrasjon er en god løsning som kan bremse overvannet samtidig som man avlaster overvannledningene. Infiltrasjonsgrøfter kan man oppnå på flere måter. Ved jordprøver kan

man finne fraksjonene grunnen er oppbygd av for å sjå om massene er egnet for infiltrasjon (*overflateinfiltrasjon-03.09.19.pdf*, u.å., s. 1–5).

2.6.2 Magasin

Ved lukket magasinerer har man et nedgravd magasin, som for eksempel kassetter eller store rørdimensjoner. Overvannet føres inn på et magasin før det går videre til det kommunale overvannsnettet eller går ut i nærmeste resipient.

På utløpssiden av magasinet etableres det en sandfangskum med virvelkammer.

Virvelkammer kan stilles inn på ønsket utslipp. For eksempel kan et regnskyll levere 100 l/s i 10 minutter. Ved å stille inn virvelkammeret på 30 l/s vil magasinet fylle seg opp med differansen mellom 100 l/s og 30 l/s i 10 minutter. Ved dette eksempelet ville magasinet krevet et volum på 42 000 liter. Når regnskylllet stopper vil magasinet sakte, men sikkert, tømmes inn på det kommunale ledningsnettet eller ut i resipient (Norsk Vann, 2021).

2.6.3 Overvannsledning

Det skal sikres forsvarlig håndtering av overvann, enten dette gjøres ved lokale fordrøynings-/infiltrasjonsløsninger eller ved bygging av tradisjonelle overvannsledninger. Dersom forholdene ligger til rette for lokal overvannshåndtering skal dette prioriteres fremfor tradisjonelle/konvensjonelle overvannssystemer (Ålesund Kommune, 2021a, s. 36).

Minste innvendige dimensjon for overvannsledning er 270mm og det skal brukes plastrør av materiale PP eller PVC med ringstivhet minimum SN8. For dimensjoner som er større enn 600mm benyttes det betongrør (Ålesund Kommune, 2021a, s. 36). Overvannsledninger skal ikke legges med mindre fall enn 10 promille (Ålesund Kommune, 2021a, s. 38).

2.6.4 Overvannskum

Maksimal avstand mellom overvannskummer er 80meter. Nedstigningskummer skal ikke ha mindre diameter enn 1000 mm. Det er mulig å montere hver andre kum som 600mm. Renner skal utføres i samme materiale som rørledningen (ved bruk av PVC-rør kan renner i PP aksepteres) (Ålesund Kommune, 2021a, s. 41).

2.6.5 Sandfang

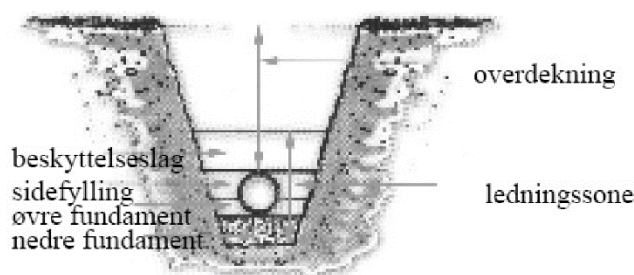
Overflatevann må passere rist og sandfang før det føres inn på kommunal ledning.

Sandfangskummer i betong skal som hovedregel ha diameter 650mm, og sandfangskummer i PP/DV skal ha 600mm. Minimum vassdybde er 900mm. Videre skal det være montert dykket utløp med en minimumsdimensjon 150mm. (Ålesund Kommune, 2021a, s. 42)

2.7 Grøft

For å få til gode resultater, er korrekt utførelse av grøft essensielt. Den viktigste delen av grøften er fundamentet. De fleste skader på rør kommer av dårlig utførelse av fundamentet (Nr. 5. GRØFTEUTFØRELSE FLEKSIBLE RØR, 2016).

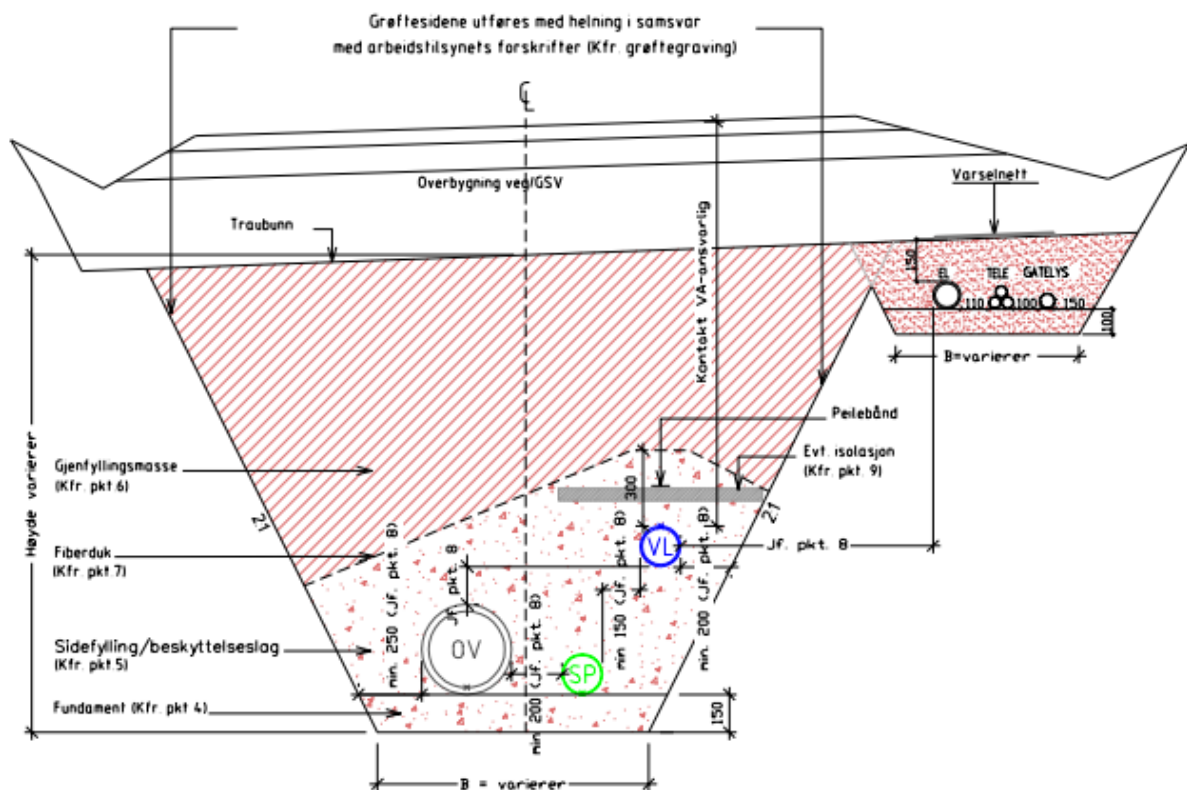
Det stilles visse krav til oppbygging og komprimering av fundament, sidefylling og overdekning. Det nedre fundamentet er nødt til å være frigjort for å unngå at reaksjonslasten på røret nedenfra bare «presser» på en liten flate. På den øverste delen av fundamentet er det spesielt viktig å sikre god støtte til den nederste halvdel til røret. Sidefyllingen må være komprimert for å mobilisere sidekrefter fra gjenfyllingen. Det skal komprimeres riktig og være fritt for store steiner i beskyttelseslaget. Over ledningssonen brukes masser som er tilpasset avhengig av om det er veg eller parkområde etc. (Ødegaard, 2014) (s. 390).



Figur 11: Soneinndeling i et grøftetverrsnitt (Nr. 5. GRØFTEUTFØRELSE FLEKSIBLE RØR, 2016).

For Ålesund kommune skal utformingen av grøft gjøres etter tegning A2. Dvs. 2 nivå med vannledning øverst og overvannsledning ligger mellom spillvannsledning og vannledning. Det skal være 150mm avstand fra topp overvannsledning til bunn vannledning. Hensikten med dette kravet er da å sikre at kabler i veg ligger i ro ved graving/rehabilitering av veg- og VA-anlegga (Ålesund Kommune, 2021a, s. 14).

Normalgrøftesnitt VL, SP og OV i 2 plan
M=120



Figur 12: Normalverrsnitt fra tegning/vedlegg A2 i VA-norm Ålesund kommune.

2.8 Rørtyper/ledningsmateriale

Når prosjekteringen utføres, er riktig valg av rørmateriale viktig for å oppnå tilstrekkelig levetid på rørene. De ulike rørmaterialene har forskjellige egenskaper og ikke alle egner seg så godt med tanke på trykk, vannmengder, vannkvalitet, grunnforhold, grøftetyper, eksterne belastninger, temperaturforhold og økonomi (COWI AS, 2010).

Ledningsmaterialet skal være resistent mot alle eksterne og interne belastninger av kjemisk og fysisk former innenfor dimensjonerende levetid på minimum 100 år. De mest relevante påkjenningene er innvendig trykk, trykkstøt, hydrauliske krefter i bend, overganger, T-rør, innvendig erosjon, termiske spenninger, frost, utvendig jordtrykk, trafikklast, punktlaster, korrosjon, setninger i grunnen (COWI AS, 2010).

Vi skiller gjerne mellom to typer rør: stive og fleksible rør. Stive rør er betongrør og støpejernsrør. Fleksible rør er plastrør, glassfiberrør, stålrør og syrefaste stålrør. (Skjærstad, 2013)

VA/Miljøblad nr.30, «valg av rørmateriell», skal tas i grunn og være rettleder ved valg av ledningsmaterialer (Ålesund Kommune, 2021b). s, 16

Tabell 3: Rørruhet (Ødegaard, 2014a, s. 308).

Rørmateriale	Beskrivelse av ledningsstrekning	k [mm]
Betongrør og rør med innvendig sementmørtelforing	Rett ledningsstrekning uten tilknytninger og bend	1,00
	Ledningsstrekning med tilknytninger og bend	1,50
Plastledninger (PVC, PE, GRP etc.)	Rett ledningsstrekning uten tilknytninger og bend	0,25
	Ledningsstrekning med tilknytninger og bend	0,40

3 METODE

I denne delen skal vi ta for oss de ulike metodene vi har valgt å bruke for området vårt, samtidig beskrive det faglige grunnlaget.

3.1 Data

Ved dimensjonering av ny ledningstrasé skal man følge den aktuelle kommunens VA-norm. Norconsult Ålesund har utarbeidet VA-rammeplan for prosjektet, som inneholder dimensjoner og andre viktige tall som vi skal forholde oss til i prosjektet.

Tabell 4: Nøkkeldata (Tildelt fra Norconsult, dokument konfidensielt).

Data	Verdi	Kommentar
Antall boliger	48	
Antall PE per bolig	3,5	
Vannforbruk per PE [l/PEdøgn]	150	
Antall personekvivalenter [PE]	170	
Maks tilrenningsfaktor spillvann	6,5	
Dimensjonerende spillvannsmengde [l/s]	2	
Dimensjonerende brannvannsmengde for småhusbebyggelse [l/s]	20	
Areal [ha]	2,4	
Dim. nedbør [l/sha]	80	20 års gjentakintervall, 10 min
Avrenningskoeffisient	0,75	Boligområder Kilde: "Overvannsnorm for kommunane på Sunnmøre"
Klimafaktor	1,4	kommunane på Sunnmøre"

3.1.1 Kartdata

Ved oppretting av modell i Novapoint var det viktig med kart over det eksisterende terrenget i området. Kartgrunnlaget er levert som SOSI-filer fra Norconsult. Det ble også levert kart som

beskriver den planlagte bebyggelsen og ledningskart over eksisterende ledninger samt informasjon om dimensjoner og rørmateriale.

3.1.2 VA-norm

VA-normen til Ålesund kommune spiller en sentral rolle i prosjektet. VA-normen klargjør krav og tekniske standarder på hvordan kommunaltekniske VA-anlegg skal utføres, driftes og vedlikeholdes. Nødvendig informasjon som blant annet rørdimensjoner, rørmaterialer, trykk-klasse, avstand mellom kummer, frostfridybde, utforming av grøft og krav til fall er viktige ved detaljprosjektering.

3.2 Beregninger

3.2.1 Beregninger av vannforbruk

Vannforsyningen skal dekke både ordinært vannforbruk og vann til brannslukking. I denne oppgaven er vannforbruket per person satt til 150 liter per døgn. Brannvannkapasiteten er satt til 20 l/s for småhusbebyggelse.

Antall personenheter i området er avgjørende for beregning av nødvendig kapasitet. Antall abonnenter er satt til 170, noe som vil tilsi ca. 3,5 PE per bolig.

Forbruket av vann vil kunne ha store variasjoner.

Da bruker en følgende formel for å beregne vannbehov:

$$Q_{dim} = Q_{midl} * k_{maks} * f_{maks} + Q_{brann} \quad \text{Ligning (3.2.1) (Ødegaard, 2014b)}$$

3.2.2 Overvannsberegninger

Den rasjonelle formel brukes for beregning av overvannsmengder dersom arealet for nedbørsfeltet er mindre enn 50 ha. I denne oppgaven er arealet 2,4 ha og vi vil derfor benytte oss av denne metoden. For områder større enn 50 ha bør det brukes såkalte EDB-baserte simuleringmodeller, for eksempel programvare som Mike Urban/SWMSS (Ødegaard, 2014b; Ålesund Kommune, 2021b).

Den rasjonelle formel:

$$Q = \varphi * i * A * k_f$$

Ligning (3.2.2)

Q = avrent vannføring fra feltet (l/s)

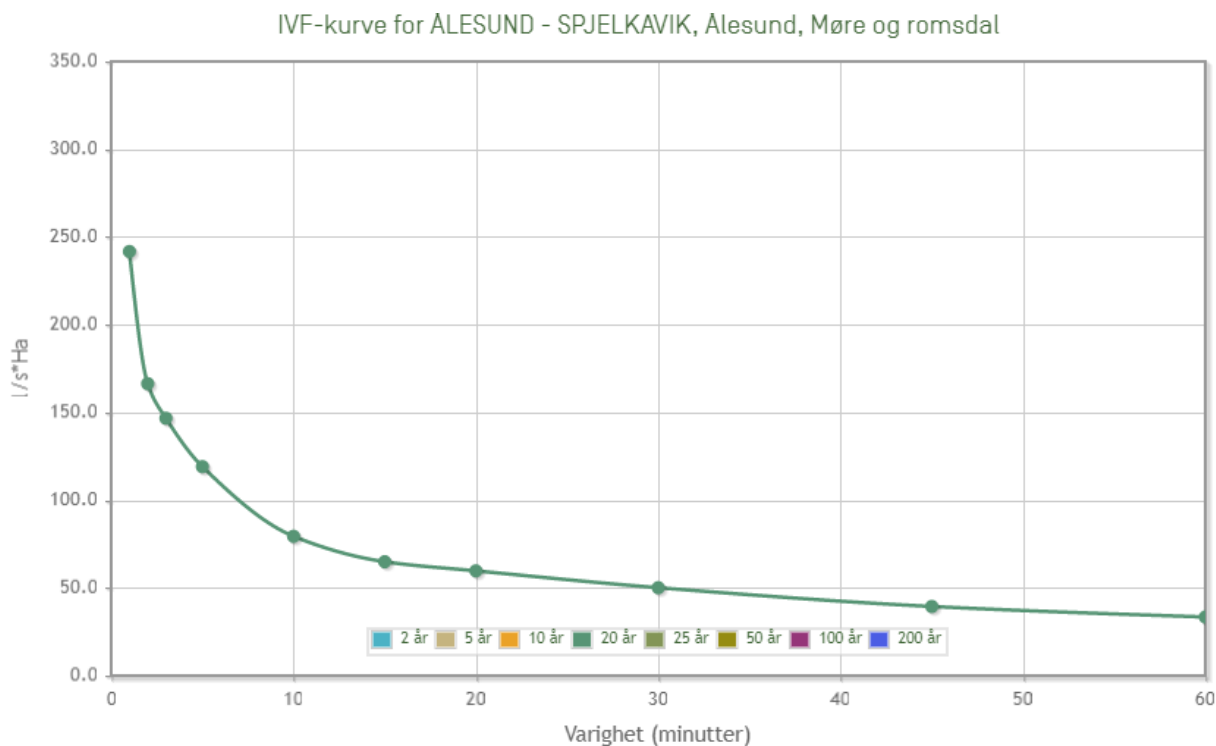
φ = avrenningskoeffisient

A = Areal (ha)

i = nedbørintensitet (l/s*ha) fra IVF-kurver

k_f = klimafaktor

10 min = 79,4 l/sha (rundet opp til 80 i VA-rammeplan).



Figur 13: IVF-kurve fra målestasjon Ålesund-Spjelkavik (Norsk klimasenter, 2020).

Figur 13 viser gjentakintervall på 20 år fra Norsk Klimaservicesenter som viser IVF-kurve fra målestasjon Ålesund-Spjelkavik (SN60940).

I Ålesund kommune blir det lagt til en klimafaktor på 1,4. Det vil si at man tar høyde for en fremtidig nedbørsøkning på ca. 40%.

Avrenningskoeffisienten (Tabell 5) angir forholdet mellom avrenningen fra et område og nedbøren over samme område. Den er avhengig av overflatens permeabilitet og type/ruhet, fallforhold, nedbørintensitet og nedbørsvarighet. Ved valg av avrenningskoeffisient må man ta høyde for fremtidige endringer. Økt andel tette flater vil for eksempel gi høyere avrenningskoeffisient (Ålesund Kommune, 2021b).

Tabell 5: Avrenningskoeffisientene for Ålesund kommune ('B4-Retningslinjer-
overvasshandtering-oktober-2018', 2021).

Overflatetype	Avrenningskoeffisient
Tette flater (tak, asfalterte plasser/veger o.l.)	0,85 - 0,95
Bykjerne	0,70 - 0,90
Rekkehus-/leilighetsområde	0,60 - 0,80
Eneboligområde	0,50 - 0,70
Grusveger/-plasser	0,50 - 0,80
Industriområde	0,50 - 0,90
Plen, park, eng, skog, dyrka mark	0,30 - 0,50
Fjellområde utan lyng og skog	0,50 - 0,80
Fjellområde med lyng og skog, steinete og sandholdig grunn	0,30 - 0,50

Norconsult har oppgitt i VA-rammeplanen at det skal brukes avrenningskoeffisient 0,75 for hele feltet.

3.2.3 Spillvannsberegninger

Dimensjonerende spillvannsmengde for vårt område er gitt ved følgende formel:

$$Q_{SP\ dim} = f_{maks} * k_{maks} * Q_{midl} + Q_{inf\ maks} \quad \text{Ligning (3.2.3)}$$

$Q_{SP\ dim}$ = dimensjonerende spillvannsmengde i spillvannsledning [l/s]

Q_{midl} = midlere spillvannsmengde [l/s]

f_{maks} = maksimal døgnfaktor

k_{maks} = maksimal timefaktor

$Q_{inf\ maks}$ = maksimal infiltrasjonsmengde [l/s], (Den settes til 0 fordi det stilles krav til tetthet for overlevering av anlegget).

I vår oppgave forholder vi oss til den tildelte rammeplanen fra Norconsult.

3.3 Verktøy

Det har blitt brukt forskjellige programvarer i dette prosjektet for prosjektering, utarbeidelser av tegninger, tabeller og beregninger. Vi har også benyttet oss av OneDrive for deling av filer og enkel tilgang til dokumenter.

3.3.1 OneDrive

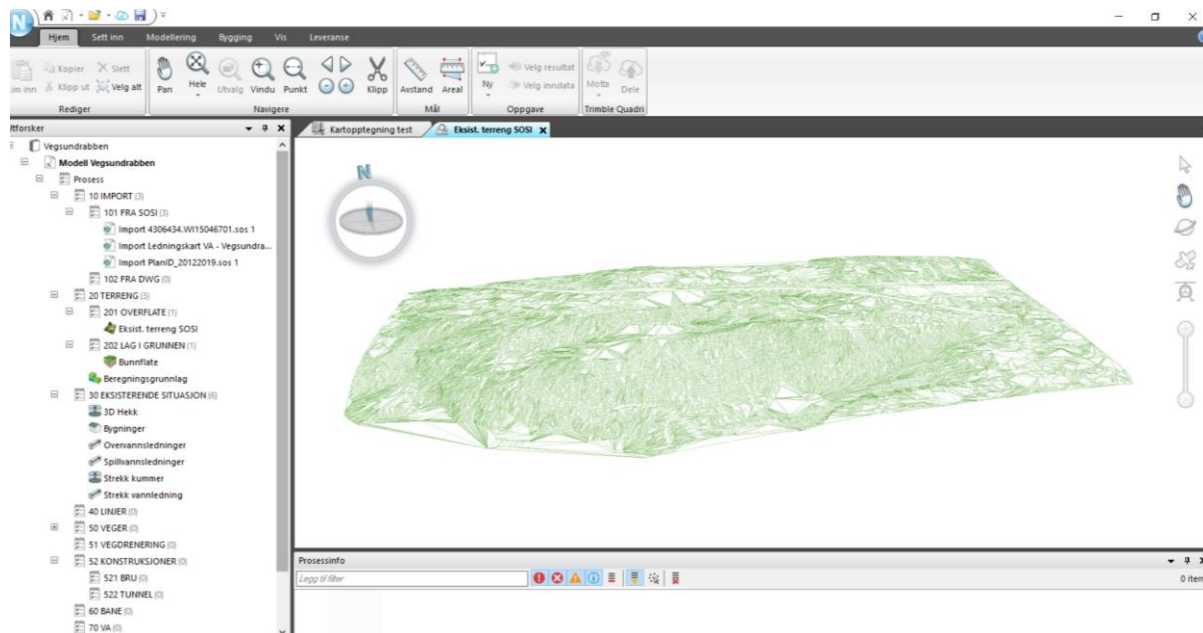
Det aller første vi gjorde ved oppstart var å opprette en felles mappe for bacheloroppgaven i OneDrive. Denne mappen har blitt brukt til å lagre alle relevante dokumenter for bacheloroppgaven, som VA-rammeplan og annen oppgaveinformasjon fra Norconsult, fremdriftsplaner, tegninger.

Et av våre mest brukte verktøy gjennom hele oppgaven er OneDrive. OneDrive lar deg lagre personlige filer på ett sted, dele dem med andre og hente dem fra hvilken som helst enhet som er koblet til Internett.

3.3.2 Novapoint VA

Novapoint med VA-modul ble brukt til prosjektering av det nye ledningsnettets sammen med AutoCAD. I Novapoint startet vi med å opprette en ny lokal Quadri-modell og velger koordinatsystemet som stemte overens med de tildelte SOSI-filene (Figur 14). Vi brukte en del basishefte fra Trimble og gjennom veiledning med Andreas til å komme fram til riktig metode videre i importeringen av SOSI-filene (vist i figur 11). Dermed fikk vi modellert infrastrukturen, lag i grunnen og triangulert terrengoverflate for planområdet. Novapoint ble i

tillegg brukt til å produsere oversiktsplan, plan- og profiltegninger, grøftetverrsnitt, tverrprofiler og mengderapporter.



Figur 14: Oppretting av Novapoint modell.

3.3.3 AutoCAD

AutoCAD blir startet opp etter hvert som grunnlaget er klargjort i Novapoint. Da vil disse to programmene kjøre samtidig og jobbe sammen. AutoCAD er et tegne- og skisseringsverktøy, som man da bruker videre med utvidelsene fra Novapoint samsvar med AutoCADs eget tegneverktøy til å tegne inn traseene for prosjektet.

Videre blir kumtegnene produsert i AutoCAD. Produktbiblioteket under tilleggsmodulen «Novapoint» inneholder kum-materialer fra flere leverandører, blant annet pipelife, wavin og basal. I denne oppgaven er det blitt produsert kumtegninger i betong og plast. Utvalget i produktbiblioteket har vært noe begrenset.

3.3.4 Excel

Excel er et regnearkprogram som vi har benyttet oss av for å lage oversiktlige tabeller gjennom hele prosjektet. Vi har brukt programmet til utarbeiding av fremdriftsplaner, tabeller over kum-materialer, volumrapporter og lengdeberegninger.

3.4 Dimensjonering

Traseene er valgt ut ifra det som har vært våre styrende dokument. Slik det er vist i figur 1.

3.4.1 Vannledning

Dimensjonering av vannledning er utført ved hjelp av VA-normen og rammeplanen fra Norconsult. Vi ble tildelt nøkkeldata som er vist i tabell 3. I dette prosjektet har vi mer eller mindre fulgt disse dataene grundig. Og dermed har vi brukt 150 liter per døgn per person til vannforbruk og 20 l/s til brannslukking.

3.4.2 Spillvannsledning

Valg av spillvannsledning er gjort på bakgrunn av rammeplan vi fikk fra Norconsult og kommunens VA-norm. Spillvannet blir ført ved hjelp av selvføll til eksisterende ledning sør for planområdet.

3.4.3 Overvannsledning

Den eksisterende OV300 betong som går i dag gjennom feltet kommer i konflikt med planlagt bebyggelse. Det ble foreslått at den legges om og kobles til et nytt system for overvann. Vi har valgt å koble den nye overvannsledningen på der den gamle er påkoblet. Det er en OV500 DVO som er valgt i prosjekteringen vår på bakgrunn av oppgitte overvannsmengder i rammeplanen og det som er skissert i plantegningen. Økningen av dimensjonen er gjort på bakgrunn av å ruste seg bedre inn mot fremtidige nedbørsmengder.

3.5 Befaring

Befaring ble utført den 20 januar i forsøk på å gjøre oss bedre kjent med området og hvordan vegetasjonen er. For å få en overordnet oversikt over hvilke utfordringer som kan møte oss i prosjekteringen. Det var imidlertid en del snø da vi var der, så det var ikke så lett å danne seg et godt bilde av hvordan områdets grunn bestod av. Så vi har basert oss fra den informasjonen løsmassekartet (figur 9) har gitt oss.



Figur 15: Bilde fra sentrum av feltet vårt (Foto: S. R. Solnes)

4 RESULTATER OG DRØFTING

I dette kapittelet presenteres resultater og drøftinger fra prosjekteringen av VA-anlegget, samt forslag til overvannsløsninger. Vi har også utført kontrollberegninger med tanke på at vi oppnår selvreis der hvor vi har for lite fall. Vi har også sett på kapasiteten til spillvannsledningen opp mot dimensjonerende spillvannmengde. Ledningsnettets som er utarbeidet er prosjektert ut fra kravene i VA-normen til Ålesund kommune og henvisninger til VA/Miljø-blader. Løsningene som er valgt, er basert på tildelt rammeplan og vurderinger som er blitt gjort underveis.

4.1 Beskrivelse av trasé

Ledningsnettets til Vegsundrabben er startet med at det prosjekteres ringledning for vannforsyningen med tilkobling i Midtre Vegsundrabben, dvs. påkobling i punkt V001 (Figur 18). Den nye traseen er 304m lang. Der den ender i kummene O012, S010 og V013. Traseen er videre prosjektert langs den nye vegen som er prosjektert inn i figur 17.

I stikkledingsstraseet har vi valgt å gå ned til 63 PE 100 på vannledningen og 200 på overvannsledningen. Dette er gjort fordi vi ser ut ifra plantegningen at det er færre boenheter som vil bli påkoblet hva angår stikkledninger.

4.2 Detaljprosjektering

Det har blitt produsert tegningshefte som inneholder oversiktsplan, situasjonsplan- og lengdeprofiler, grøftetverrsnitt, tverrprofiler, kumskisser og volumrapport.

4.2.1 Oversiktsplan

Oversiktsplanen informerer hvordan traseene kommer til å bli i plan.

Tegnforklaring

Betegnelse:

Eksisterende:

Nytt anlegg:

Overvannsledning



Vannledning



Spillvannsledning



Teiggrense



Kummer

Brannhydranter



Figur 16: Tegnforklaring.



Figur 17: Oversiktsplan uten kummer



Figur 18: Utsnitt fra Oversiktsplanen med oversikt over kummene.

4.2.2 Grøftetverrsnitt

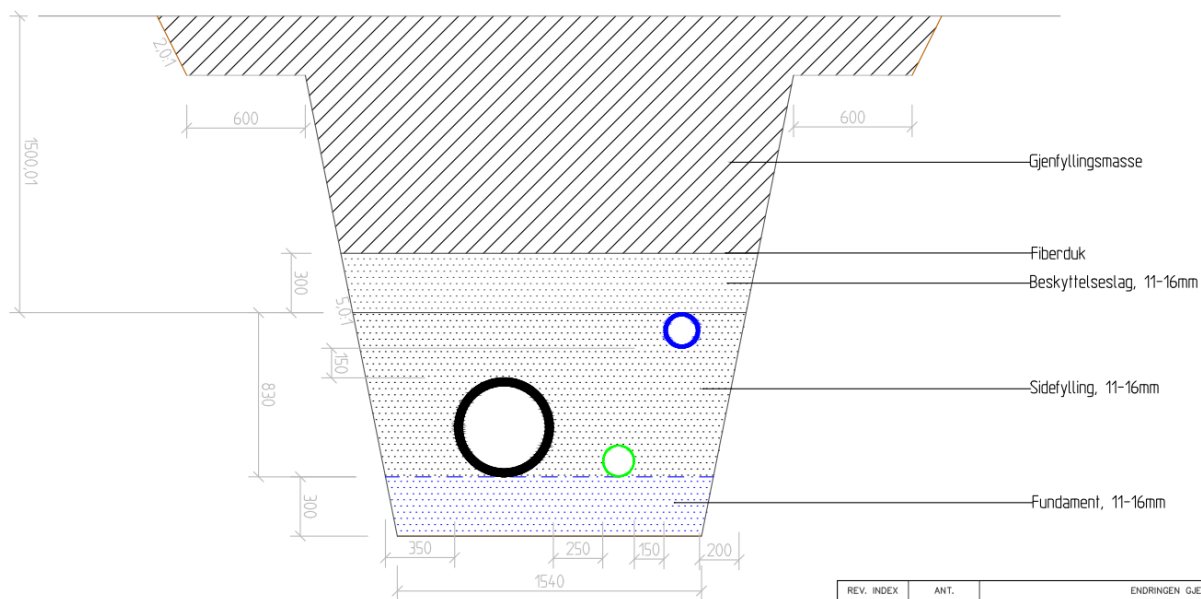
Her har vi valgt grøftetverrsnitt (Figur 19) for Vegsundrabben etter VA-normen til Ålesund Kommune.

Fordelen med et tverrsnitt på 2 nivåer er at man vil da senker de teoretiske mengdene som vil komme ved utførelse av grøften. De teoretiske mengdene fremkommer mer detaljert i vedlegg 6A gjennom volumrapporten.

Vi har brukt 1500mm som frostdybde i henhold til det som står i VA-normen.

Grøftetverrsnitt, 3 ledninger, 2 nivå

OV DVD 500 SN8
SP Rødbrun PVC 160 SN8
VL PE 100 180 SDR 11



Figur 19: Eksempel på grøftetverrsnitt fra feltet.

4.3 Detaljprosjektering

4.3.1 Spillvannsledning

Vi har et for lavt fall i strekket vist i figur 23 med tanke på VA-normen. Men ved hjelp av beregning, kan vi vise til at vi oppnår selvrens på det strekket allikevel.

Ved å følge denne fremgangsmåten (*Blad-79-28.05.15.pdf*, u.å., s. 2):

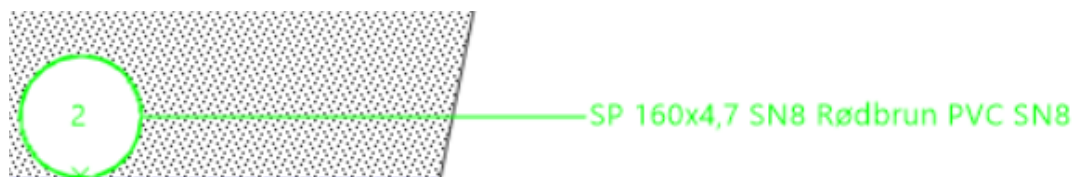
1. Velg et minstekrav til skjærspenningen (τ_{\min}), i dette tilfellet 2 N/m^2 siden det gjelder for spillvann.
2. Beregn spillvannsmengden (Q_{fylt}) i spillvannsledningen ved fylt rør.
3. Regne ut den dimensjonerende spillvannsmengden for selvrenningsberegningen (Q_{dim}).
4. Beregn delfyllingen (h) i spillvannsledningen ved dimensjonerende spillvannsmengde (Q_{dim}).
5. Regne skjærspenningen (τ_{fylt}) ved fylt ledning.
6. Så beregn maksimal skjærspenning (τ_{maks}) i bunnen av ledningen ved Q_{dim} .

7. Kontrollere om τ_{maks} er større enn minstekravet τ_{min} .

Spillvannsstrekk med 9‰ fall:

Her kan vi Darcy Weisbachs ligning for å finne vannhastigheten og dermed finne Q_{fylt} .

Det forutsettes at man vet friksjonskoeffisienten, lengde og diameter på ledningen.



Figur 20: Rørets tverrsnitt fra konfigurasjonen i Novapoint.

Darcy Weisbachs ligning:

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

Ligning 4.4.2 – (1)

h_f = Falltap over hele ledningen [m]

f = Friksjonskoeffisienten

L = Lengde på ledningen

D = Innvendig rørdiameter [m]

v = Midlere vannhastighet i røret ved fylt rør [m/s]

g = Gravitasjonsakselerasjonen [m/s^2]

Snur den om og løser med hensyn på vannhastigheten:

$$v = \sqrt{\frac{h_f * D * 2g}{fL}}$$

Ligning 4.4.2 – (2)

$$h_f = 21,352m - 21,223m = 0,129m$$

$$D = 160mm - 4,7mm * 2 = 150,6mm = 0,1506m$$

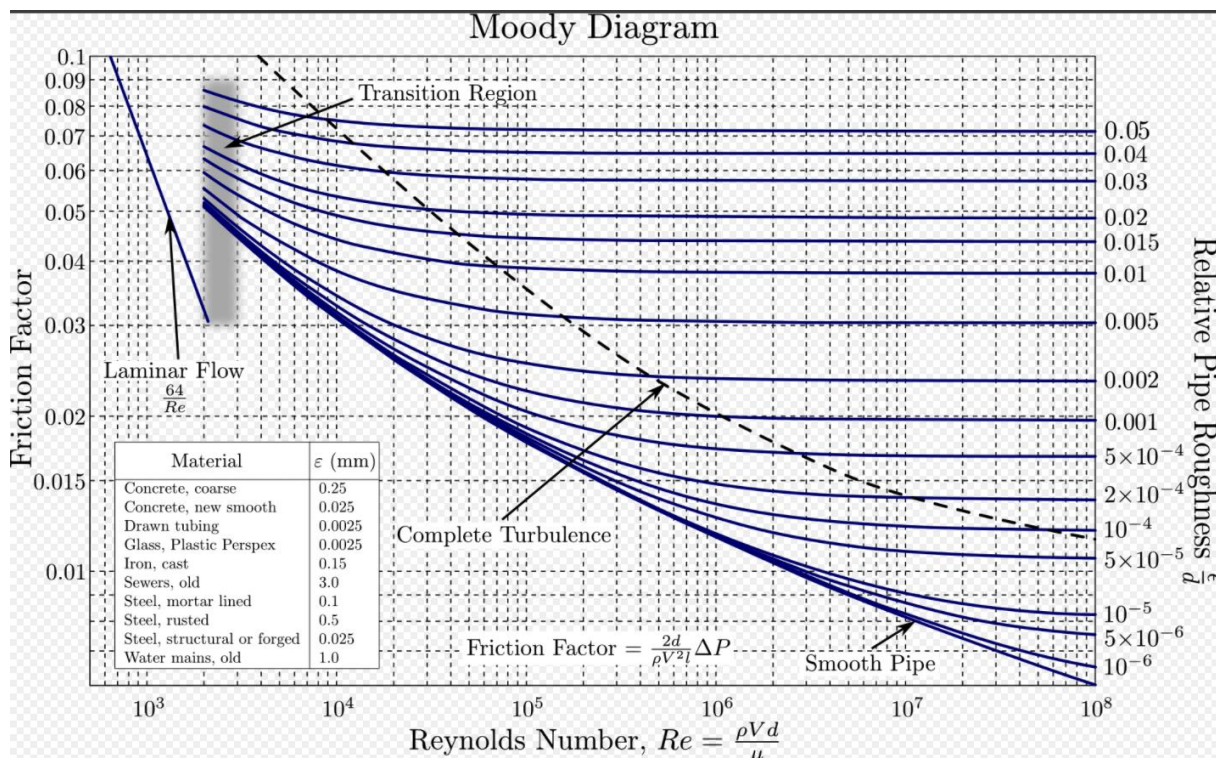
$$L = 14,385m$$

Friksjonsfaktor fra Moodys diagram:

$$\frac{\varepsilon}{D} = \frac{0,4mm}{150,6mm} = 2,66 * 10^{-3} = 0,00266$$

$$f = 0,027 \text{ (fra Moodys diagram)}$$

$$g = 9,81 \frac{m}{s^2}$$



Figur 21: Moodys diagram (S Beck and R Collins, 2021).

Setter inn verdiene i ligning (2)

$$v = \sqrt{\frac{0,129 * 0,1506 * 2 * 9,81}{0,027 * 14,385}} = 0,99 \frac{m}{s}$$

Finner vannføringen ved å bruke kontinuitetsligningen:

$$Q = VA$$

$$\text{Der } A = \pi * \frac{D^2}{4}$$

$$Q_{fyllt} = \pi * \frac{D^2}{4} * v = 0,99 * \frac{0,1506^2}{4} * \pi = 0,01763 \frac{m^3}{s}$$

Så beregner vi dimensjonerende vannføring for selvrensningsberegningen (Q_{dim}):

$$Q_{dim} = \alpha * P * q * f_{min} \quad \text{Ligning 4.4.2 – (3)}$$

Q_{dim} = Dimensjonerende vannføring for selvrensningsberegningen

P = Antall personenheter

q = Midlere spesifikt vannforbruk per personenheter og døgn [$m^3/PEdøgn$]

f_{min} = minimal døgnfaktor

$\alpha = 1 + \frac{23}{\sqrt{P}}$ for $P < 3000$ personenheter, (Blad-79-28.05.15.pdf, u.å., s. 2)

På dette fallet er det 11 hus som ikke er påkoblet spillvannsledningen.

$$\text{Personenheter} = 170 - 11 * 3,5 = 132PE$$

$$q = 150l/PEdøgn = 0,150m^3/PEdøgn$$

(Se tabell 3 for mer utfyllende informasjon av våre data)

$$(\alpha = 1 + \frac{23}{\sqrt{132}} = 3,00)$$

Vårt styrende dokument, rammeplan (tabell 3) oppgir at vi skal bruke.

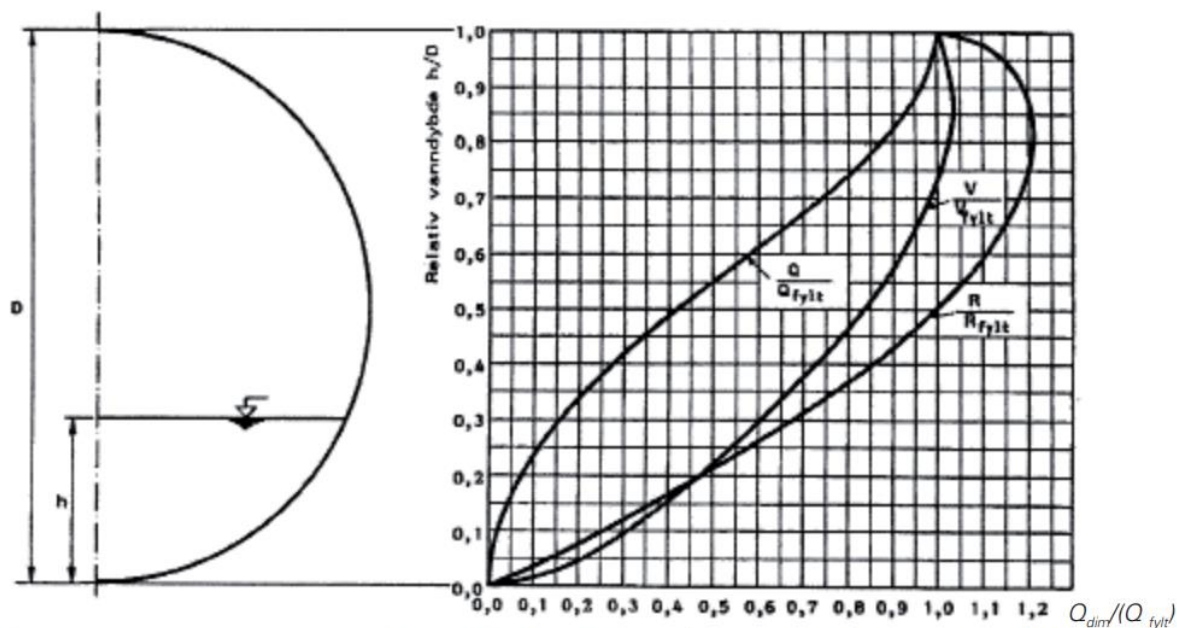
$\alpha = 6,5$:

$$Q_{dim} = 6,5 * 132 * 0,150 = 128,7m^3/døgn = 0,00149m^3/s$$

Delfyllingen h i spillvannsledningen finnes først ved:

$$\frac{Q_{dim}}{Q_{fylt}} = \frac{0,00149}{0,01763} = 0,0845$$

Leser av i diagram for delfyllingsgrad:



Kurvene er tegnet opp etter formelen $Q/(Q_{fylt}) = 0,46 - 0,5 \cos(\hat{E} h/D) + 0,04 (2\hat{E} h/D)$ og $R_{fylt} = D/4$.

Figur 22: Delfyllingsdiagram (Blad-79-28.05.15.pdf, u.å., s. 4).

Delfyllingskurve gir $\frac{h}{D} = 0,23$

$$D = 0,1506m$$

Løser med hensyn til h :

$$h = 0,23 * 0,1506m = 0,0346m = 34,6mm$$

Ved dimensjonerende vannføring er røret $\frac{34,6mm}{150,6mm} * 100 \approx 23\%$ fylt.

Videre beregner vi skjærspenningen, τ_{fylt} (N/m^2). Langs rørveggen i en sirkulert fylt ledning:

$$\tau_{fylt} = \gamma RI \quad \text{Ligning 4.4.2 – (4)}$$

γ = Vannets spesifikke tetthet [N/m^3]

R = Hydraulisk radius [m] vått tverrsnitts areal/ den våte omkrets

I = Fall på energilinen i m/m

$$\gamma = 10000 \frac{N}{m^3}$$

$$R = \frac{A}{P} = \frac{\pi * \left(\frac{D}{2}\right)^2}{\pi * D} = \frac{D}{4} = \frac{0,1506}{4} = 0,03765m$$

$$I = \frac{9}{1000} = 0,009$$

Setter inn i ligning (4):

$$\tau_{fylt} = 10000 * 0,03765 * 0,009 = 3,39N/m^2$$

Maksimal skjærspenning langs bunnen finner vi ved følgende formel (Ødegaard, 2014a, s. 310):

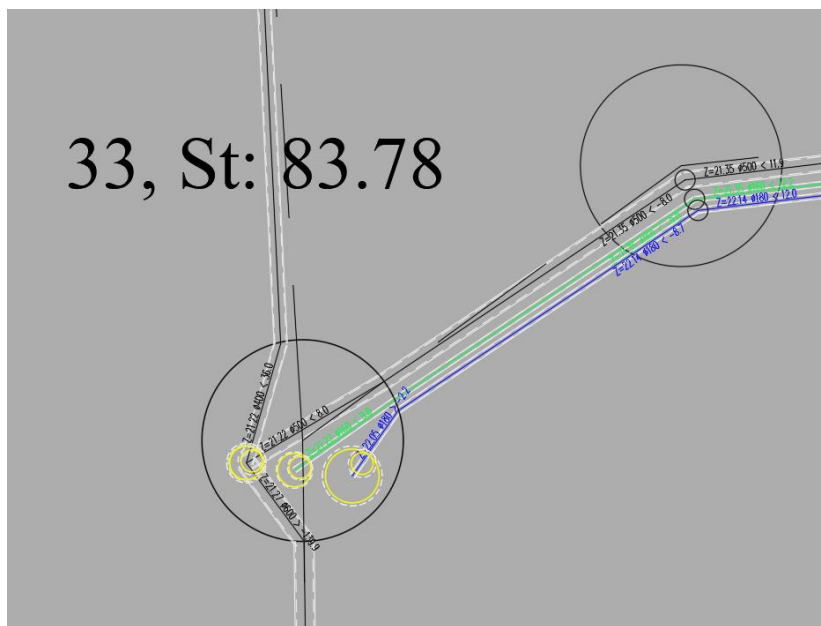
$$\tau_{maks} = \tau_{fylt} * 4 * \frac{h}{D} \left(1 - \frac{h}{D}\right)$$

Ligning 4.4.2 – (5)

$$\tau_{maks} = 3,39 * 4 * \frac{0,0346}{0,1506} \left(1 - \frac{0,0346}{0,1506}\right) = 2,40N/m^2$$

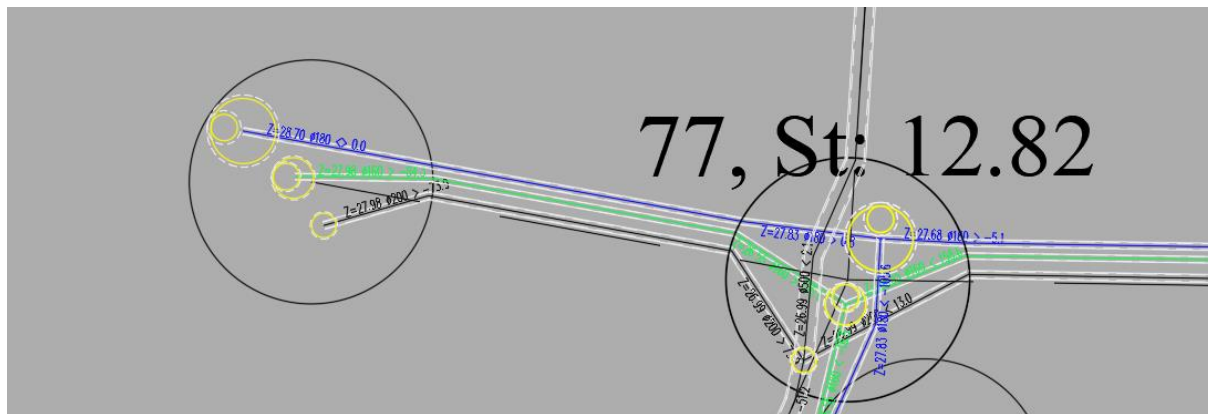
$$\boxed{2,40N/m^2 > 2,00N/m^2}$$

Ifølge anbefalte minimumsverdier for skjærspenninger er spillvannsledningen selvrensende.



Figur 23: Strekket som har for lavt fall mht. VA-Normen (AutoCAD-utsnitt).

Høyeste til laveste punkt



Figur 24: Høyeste punkt for spillvann i kumgruppen til venstre.



Figur 25: Laveste punkt på spillvann.

Skal nå undersøke fyllingsgraden i røret til spillvannsledningen:

$$H_A = 27,98\text{m}$$

$$H_B = 18,09\text{m}$$

$$\Delta h = H_A - H_B = 27,98 - 18,09 = 9,89\text{m}$$

$L = 233,877\text{m}$ (Sum av alle seksjoner fra høyeste til laveste punkt)

$$I = \frac{\Delta h}{L} = \frac{9,89}{233,877} = 0,04229$$

Friksjonsfaktor fra Moodys diagram:

$$\frac{\varepsilon}{D} = \frac{0,4\text{mm}}{150,6\text{mm}} = 2,66 * 10^{-3}$$

Leser av friksjonskoeffisient til å bli følgende:

$$f = 0,027$$

$$v = \sqrt{\frac{h_f * D * 2g}{fL}}$$

$$v = \sqrt{\frac{9,89 * 0,1506 * 2 * 9,81}{0,027 * 233,877}} = 2,15 \text{ m/s}$$

Finner vannføringen ved å bruke kontinuitetsligningen:

$$Q = VA$$

$$\text{Der } A = \pi * \frac{D^2}{4}$$

$$Q_{fyllt} = \pi * \frac{D^2}{4} * v = \pi * \frac{0,1506^2}{4} * 2,15 = 0,0383 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

Så beregner vi dimensjonerende vannføring for selvrenningsberegningen (Q_{dim}):

Ligning 4.4.2 – (3)

Q_{dim} = Dimensjonerende vannføring for selvrensberegningen

$$\left(\alpha = 1 + \frac{23}{\sqrt{P}} \text{ for } P < 3000 \text{ personenheter}\right)$$

På dette fallet er alle nye boenheter koblet på.

$$\text{Personenheter} = 170$$

$$q = 150 \text{ l/PEdøgn} = 0,150 \text{ m}^3/\text{PEdøgn}$$

(Se tabell 4 for mer utfyllende informasjon av våre data)

$$\left(\alpha = 1 + \frac{23}{\sqrt{170}} = 2,76\right)$$

Vårt styrende dokument, rammeplan (tabell 4) oppgir at vi skal bruke:

$$\alpha = 6,5$$

$$Q_{\text{dim}} = 6,5 * 170 * 0,150 = 165,75 \text{ m}^3/\text{døgn} = 0,001918 \text{ m}^3/\text{s}$$

Delfyllingen h i spillvannsledningen finnes først ved:

$$\frac{Q_{\text{dim}}}{Q_{\text{fyllt}}} = \frac{0,001918}{0,0383} = 0,05$$

Leser av i delfyllingsdiagrammet (figur 19).

$$\text{Delfyllingskurve gir } \frac{h}{D} = 0,14$$

$$D = 0,1506m$$

Løser mht. h:

$$h = 0,14 * 0,1506m = 0,0211m = 21,1mm$$

Ved dimensjonerende vannføring er røret $\frac{21,1mm}{150,6mm} * 100\% = \boxed{14,01\%}$ fylt.

4.3.2 Overvannsledning

VA-normen stiller krav til strekkfaste avløp ved over 200 promille. Vi ser at det ene ledningsstrekket har et fall tilsvarende 526 promille. Her må tiltak vurderes. Vi ser fra høydekurvene at terrenget er bratt.

Et tiltak vil være å vurdere dypere grøfter. Samtidig er det begrenset hvor dype grøfter man kan ha, og grøftearbeid er ofte det mest kostbare i anleggsprosessen. Man kan også revurdere traseen, men her må man se på reguleringsplan/berørte grunneiere.

«Hvis ledningstrasé har større fall enn 1:5 (200 ‰) skal det benyttes rør med strekkfaste skjøter, alternativt helsveisede rør (stål og PE/PP)» (Ålesund Kommune, 2021a, s. 22).

Overvannsledningen er i PP-materiale.

Rasjonell formel Ligning (3.2.2):

$$\varphi = 0,75$$

$$A = 2,6 \text{ ha (Fra figur x)}$$

$$i = 80 \text{ l/(s*ha)}$$

$$k_f = 1,4$$

$$Q = 0,75 * 80 * 1,4 * 2,6 = 218,4 \frac{l}{s}$$

Selvrensberging

Vi har et for lavt fall i strekket vist i figur 23 med tanke på VA-normen. Men ved hjelp av beregning, kan vi vise til at vi oppnår selvrens på det strekket allikevel.

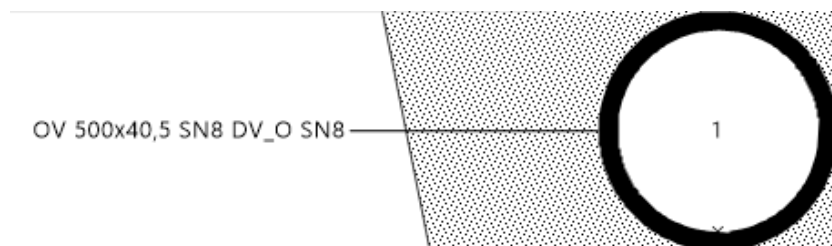
Ved å følge denne fremgangsmåten (*Blad-79-28.05.15.pdf*, u.å., s. 2):

1. Velg et minstekrav til skjærspenningen (τ_{\min}), i dette tilfellet 3-4 N/m² siden det for overvann.
2. Beregne overvannsmengden (Q_{fylt}) i overvannsledningen ved fylt rør.
3. Regne ut den dimensjonerende overvannsmengden for selvrensingsmengden (Q_{dim}).
4. Beregne delfyllingen (h) i overvannsledningen ved dimensjonerende overvannsmengde (Q_{dim}).
5. Regne skjærspenningen (τ_{fylt}) ved fylt ledning.
6. Så beregne maksimal skjærspenning (τ_{maks}) i bunnen av ledningen ved Q_{dim} .
7. Kontrollere om τ_{maks} er større enn minstekravet τ_{\min} .

Overvannsstrekk med 8‰ fall:

Her kan vi Darcy Weisbachs ligning for å finne vannhastigheten og dermed finne Q_{fylt} .

Det forutsettes at man vet friksjonskoeffisienten, lengde og diameter på ledningen.



Figur 26: Rørets tverrsnitt fra konfigurasjonen i Novapoint.

Darcy Weisbachs ligning:

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

Ligning 4.4.2 – (1)

h_f = Falltap over hele ledningen [m]

f = Friksjonskoeffisienten

L = Lengde på ledningen

D = Innvendig rørdiameter [m]

v = Midlere vannhastighet i røret ved fylt rør [m/s]

g = Gravitasjonsakselerasjonen [m/s^2]

Snur den om og løser med hensyn på vannhastigheten:

$$v = \sqrt{\frac{h_f * D * 2g}{fL}}$$

Ligning 4.4.2 – (2)

$$h_f = 21,349m - 21,223m = 0,126m$$

$$D = 500mm - 40,5mm * 2 = 419mm = 0,419m$$

$$L = 15,550m$$

$$f = 0,017 \text{ (fra Moodys diagram)}$$

$$g = 9,81 \frac{m}{s^2}$$

Setter inn verdiene i ligning (2)

$$v = \sqrt{\frac{0,126 * 0,419 * 2 * 9,81}{0,017 * 15,550}} = 1,98 \frac{m}{s}$$

Finner vannføringen ved å bruke kontinuitetsligningen:

$$Q = VA$$

$$\text{Der } A = \pi * \frac{D^2}{4}$$

$$Q_{fylt} = \pi * \frac{D^2}{4} * v = \pi * \frac{0,419^2}{4} * 1,98 = 0,2730 \frac{m^3}{s}$$

På dimensjonerende vannføring, bruker vi den vi fikk oppgitt tildelt VA-rammeplan:

Der står det følgende: «Dimensjonerende mengde overvann fra feltet er 218 l/s fra øst og 76 l/s fra vest, til sammen 294 l/s».

Q_{dim} = Dimensjonerende vannføring for selvrensberegningen

Da har vi satt den dimensjonerende vannføringen for selvrensberegningen til $Q_{dim} = 218 \text{ l/s} = 0,218 \text{ m}^3/\text{s}$.

Delfyllingen h i spillvannsledningen finnes først ved:

$$\frac{Q_{dim}}{Q_{fylt}} = \frac{0,218}{0,2730} = 0,8$$

Leser av i diagram for delfyllingsgrad i figur 22.

Delfyllingskurve gir $\frac{h}{D} = 0,74$

$$D = 0,419m$$

Løser med hensyn til h :

$$h = 0,74 * 0,419m = 0,31m = 310,1mm$$

Ved dimensjonerende vannføring er røret $\frac{310,1mm}{419mm} * 100 = 74\%$ fylt.

Videre beregner vi skjærspenningen, τ_{fylt} (N/m^2). Langs rørveggen i en sirkulert fylt ledning:

$$\tau_{fylt} = \gamma RI \quad \text{Ligning 4.4.2 – (4)}$$

γ = Vannets spesifikke tetthet [N/m^3]

R = Hydraulisk radius [m] vått tverrsnitts areal/ den våte omkrets

I = Fall på energilinjen i m/m

$$\gamma = 10000 \frac{N}{m^3}$$

$$R = \frac{A}{P} = \frac{\pi * \left(\frac{D}{2}\right)^2}{\pi * D} = \frac{D}{4} = \frac{0,419}{4} = 0,10475m$$

$$I = \frac{8}{1000} = 0,008$$

Setter inn i ligning (4):

$$\tau_{fylt} = 10000 * 0,10475 * 0,008 = 8,38N/m^2$$

Maksimal skjærspenning langs bunnen finner vi ved følgende formel (Ødegaard, 2014a, s. 310):

$$\tau_{maks} = \tau_{fylt} * 4 * \frac{h}{D} \left(1 - \frac{h}{D}\right)$$

Ligning 4.4.2 – (5)

$$\tau_{maks} = 8,38 * 4 * \frac{0,3101}{0,419} \left(1 - \frac{0,3101}{0,419}\right) = 6,45N/m^2$$

$$\boxed{6,45N/m^2 > 3,00N/m^2 - 4,00N/m^2}$$

Ifølge anbefalte minimumsverdier for skjærspenninger er overvannsledningen selvrensende.

Overvannsstrekk med 526‰ fall:

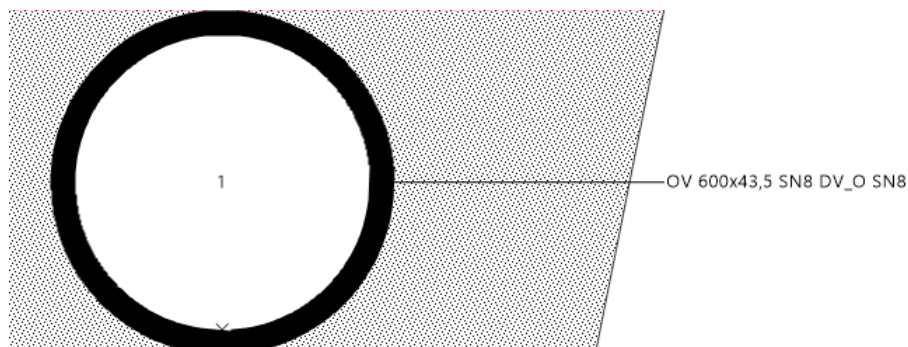
Her kan vi Darcy Weisbachs ligning for å finne vannhastigheten og dermed finne Q_{fylt} .

Det forutsettes at man vet friksjonskoeffisienten, lengde og diameter på ledningen.

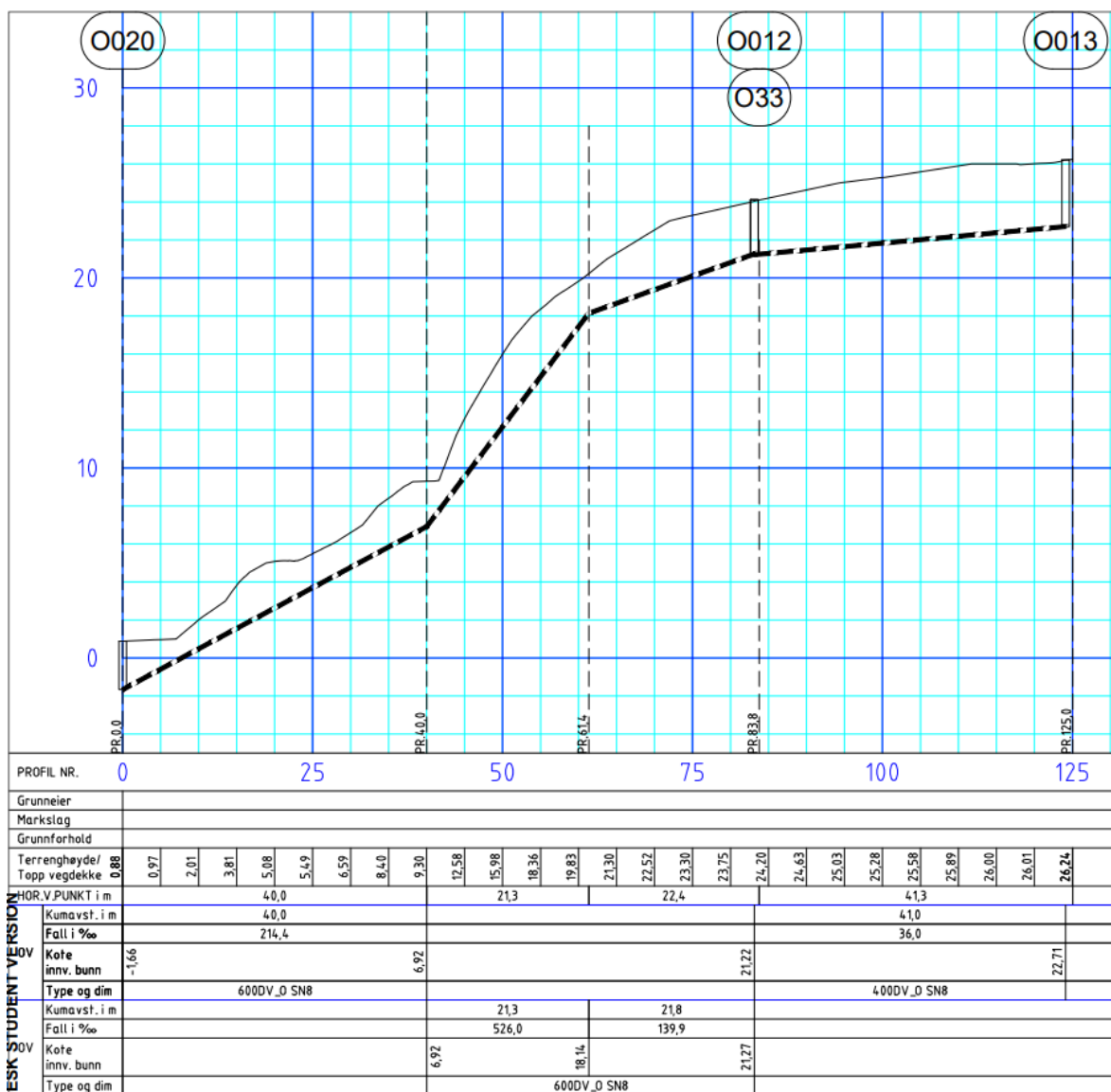
Darcy Weisbachs ligning:

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

Ligning 4.4.2 – (1)



Figur 27: Rørets tverrsnitt fra konfigurasjonen i Novapoint.



Figur 28: Lengdeprofilen til den bratte overvannsledningen.

h_f = Falltap over hele ledningen [m]

f = Friksjonskoeffisienten

L = Lengde på ledningen

D = Innvendig rørdiameter [m]

v = Midlere vannhastighet i røret ved fylt rør [m/s]

g = Gravitasjonsakselerasjonen [m/s²]

Snur ligning 4.4.2 – (1) om og løser med hensyn på vannhastigheten:

$$v = \sqrt{\frac{h_f * D * 2g}{fL}}$$

Ligning 4.4.2 – (2)

$$h_f = 18,14m - 6,92m = 11,22m$$

$$D = 600mm - 43,5mm * 2 = 513mm = 0,513m$$

$$L = 21,344m$$

$$f = 0,017 \text{ (fra Moodys diagram, figur x)}$$

$$g = 9,81 \frac{m}{s^2}$$

Setter inn verdiene i ligning (2)

$$v = \sqrt{\frac{11,22 * 0,513 * 2 * 9,81}{0,017 * 21,344}} = 17,64 \frac{m}{s}$$

Finner vannføringen ved å bruke kontinuitetsligningen:

$$Q = VA$$

$$\text{Der } A = \pi * \frac{D^2}{4}$$

$$Q_{fylt} = \pi * \frac{D^2}{4} * v = \pi * \frac{0,513^2}{4} * 17,64 = 3,65 \frac{m^3}{s}$$

På dimensjonerende vannføring, bruker vi den vi fikk oppgitt tildelt VA-rammeplan:

Der står det følgende: «Dimensjonerende mengde overvann fra feltet er 218 l/s fra øst og 76 l/s fra vest, til sammen 294 l/s».

Q_{dim} = Dimensjonerende vannføring for selvberegningen

Da har vi satt den dimensjonerende vannføringen for selvrensberegningen til $Q_{dim} = 294 \text{ l/s} = 0,294 \text{ m}^3/\text{s}$.

Delfyllingen h i spillvannsledningen finnes først ved:

$$\frac{Q_{dim}}{Q_{fylt}} = \frac{0,294}{3,65} = 0,081$$

Leser av i diagram for delfyllingsgrad i figur 22.

Delfyllingskurve gir $\frac{h}{D} = 0,23$

$$D = 0,513m$$

Løser med hensyn til h :

$$h = 0,23 * 0,513m = 0,118m = 118mm$$

Ved dimensjonerende vannføring er røret $\frac{118mm}{513mm} * 100 \approx 23\%$ fylt.

4.4 Utforming av kummer

Ved utforming av kummer har vi tatt utgangspunkt i VA-normen til Ålesund kommune. Ved valg av materiale er det flere faktorer som må vurderes, som for eksempel masser i grunnen og grunnvannstand. Det stilles krav til minimum 100 års materialkvalitet. Nedenfor har vi drøftet flere fordeler og ulemper med bruk av plast og betong.

Tabell 6: Betongkum vs. plastkum

Betongkum	Plastkum
<p>Fordeler:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ingen deformasjon. • Rimeligere i innkjøp. • Kjøresterk konstruksjon. <p>Ulemper:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Høyere transportkostnader. • Stort karbonavtrykk. • Tyngre konstruksjon (vanskeligere å håndtere, må bruke maskin ved montering). • Betong er lettere å ødelegge i anleggsfasen (mer porøst) 	<p>Fordeler:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Veier betydelig mindre enn betong. • Kan legges manuelt uten maskin. • Rimeligere transportkostnader. <p>Ulemper:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dyrere i innkjøp. • Ved dårlig montering av kjøresterk toppløsning er det fare for at plasten deformeres.

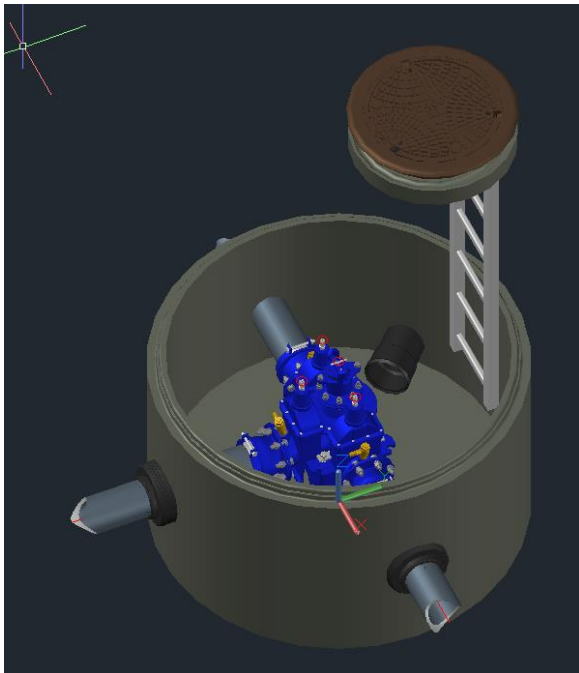
4.4.1 Vannkummer

Alle vannkummer er i betong og har dimensjon 1600mm. Det blir laget vannkummer i PE også, men så vidt vi vet er det ikke montert noen av disse i Ålesund kommune. Fordelene med PE er at de er frie for fukt, noe som kan være en fordel dersom man skal installere elektriske komponenter som for eksempel vannmålere og sensorer. Vi har valgt å benytte betong for vannkummer med tanke på høy egenvekt og trykkbelastninger.

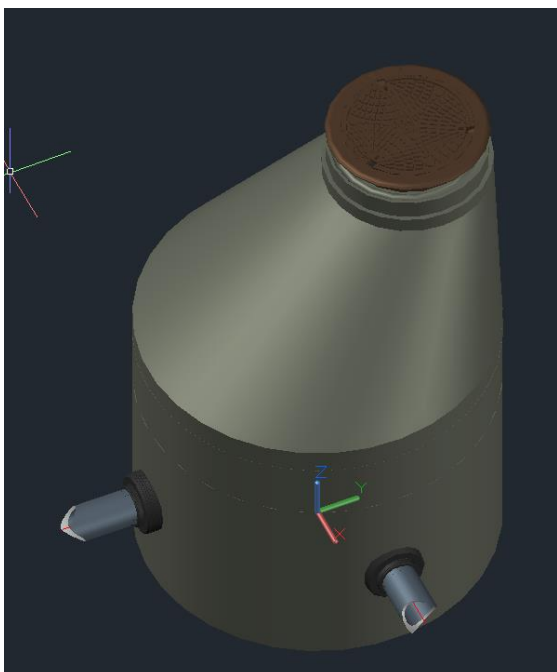
Vannkummene er plassert med hensyn til brannhydranter, lavbrekk og høybrekk og forgreininger og knutepunkt. Plasseringen er også gjort for å holde oss innenfor kravet i VA-normen om maksimal kum-avstand 100 meter ved bruk av ledningsmateriale PE. Ingen traseer avviker fra dette kravet.

Det er 18 vannkummer totalt i dette byggefeltet. Området består hovedsakelig av T-kummer, en X-kum og endekummer. På alle endekummer i stigning og høybrekk skal det være

installert lufteventil med utspylingsmulighet. På grunn av begrensinger i produktbiblioteket er ikke dette tatt med i tegningene.



Figur 29: Figuren viser illustrasjon av innvendig oppbygging av vannkum i 3D (egen tegning).



Figur 30: Figuren viser illustrasjon av vannkum sett utenfra i 3D (egen tegning).

Videre er det installert brannventil på alle vannkummene for uttak av brannvann og kombiarmatur med serviceventil. Serviceventil muliggjør desinfeksjon av ledningen og

trykkprøving kumstrekke for kumstrekke under byggefasen for å lettere avdekke eventuelle lekkasjer. For vannkummer med kun et rør, er det montert blindflens i de retningene som ikke er i bruk. Dette muliggjør pluggkjøring av ledningen, der man enkelt kan ta imot rensepluggen ved å demontere blindflens. Det er montert kumstige for trygg og enkel nedstigning, men på de laveste kummene kan det vurderes om dette er nødvendig.

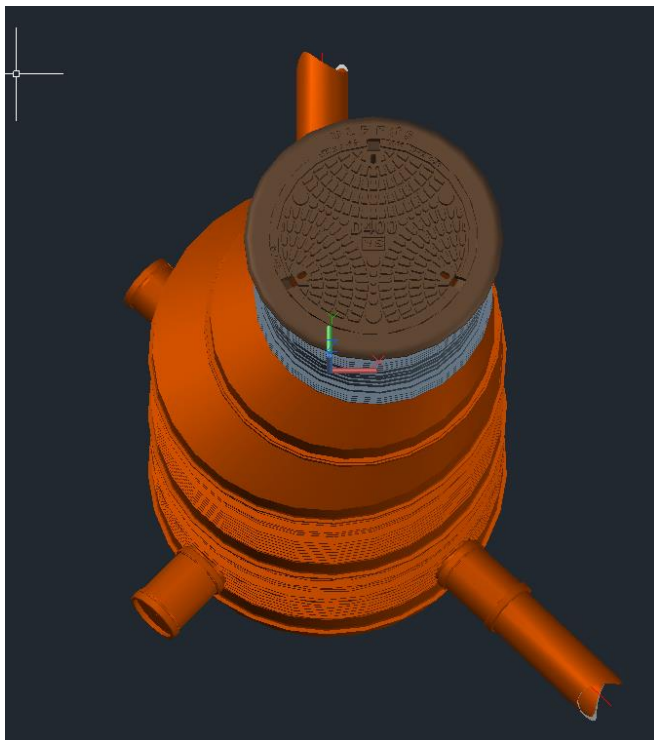
Det er lagt inn drensledning på 200mm i retning mot overvannsledningen sånn at denne enkelt kan kobles på. 200mm er valgt med bakgrunn i normen og sikkerhet. Ulykker i kummer under trykk er svært alvorlige, og dermed er det viktig med god drenering av vannkummer for å unngå drukningsulykker.

4.4.2 Spillvannskummer

Alle spillvannskummer er i plast (PVC) og har dimensjon 1000mm (vist i figur 31). I dialog med Ålesund kommune har vi fått vite at alle nye avløpskummer hovedsakelig er i plast. Plast veier mindre enn betong og er enklere å håndtere og frakte. Det blir også benyttet betong for avløpskummer med renner i plast. Disse vil være bedre egnet steder hvor det er dårlige masser, høy grunnvannstand og fare for oppdrift.

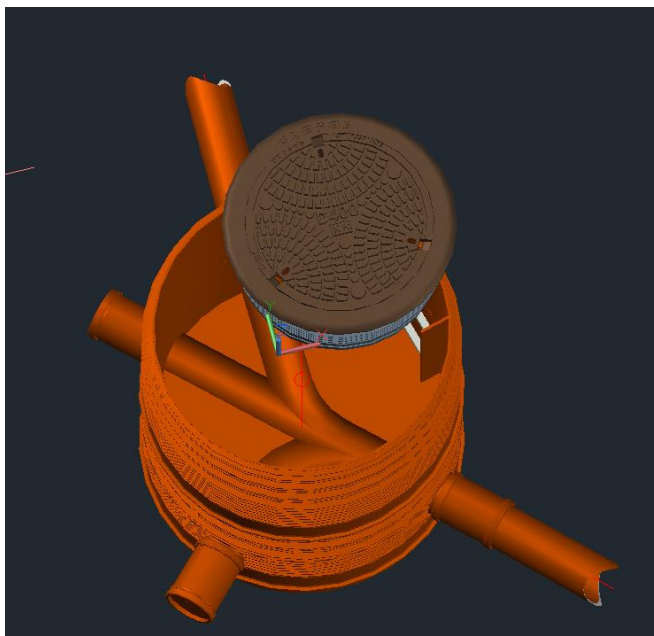
I dialog med veileder ble det bestemt at vi dimensjonerer alle kummer med 1000mm. Ved valg av plassering av spill- og overvannskummene har vi forholdt oss til VA-normen som sier at maks avstand mellom avløpskummer er 80 meter. Alle traseene er innenfor dette kravet.

Det er totalt 16 spillvannskummer i byggefeltet. Området består av dobbelgren-, høyregren-, venstregren- og endekummer.



Figur 31: Utsnitt fra AutoCAD.

Figur 31 viser illustrasjon av 1000mm dobbelgrenkum fra Pipelife i 3D med to-terset løp (egen tegning).



Figur 32: Illustrasjon av innmaten til plastkummen.

Figur 32 viser illustrasjon av innvendig oppbygging av 1000 dobbelgrenkum i 3D (egen tegning).

4.4.3 Overvannskummer

Overvannskummene er også tenkt i plast (PP) og har dimensjon 1000mm. På grunn av store dimensjoner kombinert med mindre grenløp som ikke har vært å finne i produktbiblioteket er det ikke laget tegninger av overvannskummene. Etter å ha vært i kontakt med både Pipelife og Wavin, vil vi foreslå at produktet til Wavin vil være et godt alternativ. Fordi, de var de eneste produsentene som kunne tilby 1000mm nedstigningskum i PP-materiale. Som nevnt tidligere utføres de fleste avløpskummer i Ålesund kommune i plast. Det ble da naturlig å utføre kummen i samme materiale som overvannsledningen. PVC og PP er relativt like, men PP tåler kulde bedre.

Siden overvannsledningens materiale er i PP-materiale, er det like greit å gå for en PP-kum. Da slipper vi en kostbar betong-kum med renne i plastmateriale. Det går også fortere å prosjektere plastkum, fordi den er prefabrikert.

Det er totalt 19 overvannskummer i byggefeltet.

Etter dialog med veileder ble det anbefalt å prosjektere alle spill- og overvannskummene i byggefeltet med DN1000. Ifølge VA-normen til Ålesund kan man derimot gå for en løsning der annenhver kum er DN600. Dette er vurdert som en prisgunstig løsning.

Det kan være overflødig å sette ned alle kummer som nedstigningskummer.

Nedstigningskummer har funksjoner som for eksempel prøvetakningskum og rørinspeksjon i form av kamerakjøring. Det er lite trolig at det er behov for dette i alle kummer, men dette avhenger av driftsavdelingen til Ålesund kommune som skal drifte anlegget.

4.5 Fremtidig arbeid

4.5.1 Sandfangskummer

Vi har ikke prosjektert inn sandfangskummer, men det vil være naturlig å etablere slike i området. Sandfangskummer etableres som regel ved parkeringsplasser og i veggrøfter. Funksjonen til sandfangen er at vannet som drar med seg sand, grus og stein, skal gå til sandfang før vannet går inn på kommunal overvannsledning. Sandfangskummer er utformet med tett bunn, et utløp og ristlokk eller kuppelrist. Det stilles krav til vannvolumet i sandfangskummen. Dette kravet stilles ut ifra hvor hyppig kummen skal tømmes, og må bestemmes av kommunen. VA-normen til Ålesund kommune krever minimum vanndybde på 0,9 meter. Det vil si at utløpet til kummen må være 0,9 meter over bunnen på kummen.

Til vårt prosjekt er det naturlig at sandfangskummene er utstyrt med kuppelrist og plasseres i veggrøft. Utløpet til sandfangskummer er utstyrt med dykker. Et dykket utløp gjør at løv og andre element ikke går til utløpet. Ved valg av dimensjon på sandfangskummen kan man gå for dimensjon 1000mm som gir større vannvolum og sandvolum. Etter hvert som sandfangene er i drift vil de samle seg opp med sand i bunnen, som må slamtømmes. Ved valg av dimensjon vil det være opp til driftsavdelingen til Ålesund kommune som må si hvor ofte de vil tømme. Her vil det være gunstig med en kost/nytte-analyse. Skal man gå for en mindre sandfangskum som er billigere, eller skal man gå for en større sandfangskum som er dyrere, men for å spare driftskostnader/lette på driftsavdelingen. Gå opp i dimensjon for å lette på driftsavdelingen til Ålesund kommune. En større sandfangskum vil også ha en fordrøyingseffekt.

4.5.2 Lokal overvannsløsning

Det er to løsninger som har blitt vurdert ved etablering av nytt overvannssystem: utvide rørkapasiteten til eksisterende ledningsnett og/eller legge til rette for lokale overvannsløsninger. Etter en lang og utfordrende prosjektering rakk vi aldri å prosjektere inn en lokal overvannsløsning. Vi har derimot forslag til hvordan dette kan gjennomføres.

I vårt tilfelle er området lite egnet for infiltrasjon som vist i figur 9. Dersom infiltrasjon skal være mulig, må dermed massene byttes ut med egnet masser. På den andre siden vil infiltrasjonskapasiteten svekkes ettersom partiklene i porene tettes. Dermed må det tilrettelegges for at massene i infiltrasjonsgrøftene over tid må byttes ut, for å oppnå tilfredsstillende infiltrasjon. Dette anses derfor som en mindre gunstig løsning for vårt prosjekt.

En annen form for lokal overvannshåndtering er magasinering. Magasinering er en god, langsiktig løsning som kan bidra til å unngå ødeleggelser ved store regnhendelser. Ved store regnskyll vil magasinene fylles seg opp og lette på ledningsnettet sin evne til å lede bort vannet.

Selv om magasinering er en effektiv måte å redusere ødeleggelser ved store regnhendelser på, skal man likevel tenke risiko. Store og åpne magasin kan være til fare for barn og unge. Ved

bygging av åpne magasin må dermed HMS vektlegges. Så da kan man vurdere sikringstiltak som f.eks. gjerder eller beplantningsfelt, hvor dammene eller bekkene blir for dype.

En annen måte å håndtere overvannet på er å benytte lukkede magasin i form av kassetter eller betongrør (Figur 35). I vår oppgave kan man for eksempel velge å føre vannet fra sandfangskummene inn på et magasin, før det går videre inn på det kommunale nettet. På den måten, får overvannet fra hus førsteprioritet i den kommunale ledningen. Som et resultat av dette vil det være mindre sannsynlighet for oppstuvning i drensledninger rundt hus, som igjen fører til mindre private ødeleggelser.

Ved NMBU i Ås har de åpen overvannsløsning i form av dammer/bekker vist i figur 33 og figur 34. Dette mener vi kan passe godt i Vegsundrabben.

Siden det står i rammeplanen at det er ønskelig med en åpen overvannshåndtering, vil vi anbefale en lignende løsning som i Ås. Dette er et rekreasjonstiltak, som kan fungere som et positivt element i naturen og bidra til økt trivsel som blant annet kan fremme psykisk helse.



Figur 33: Foto av en åpen overvannsløsning i form av en tersklet bekk (Ved NMBU).



Figur 34: Foto av åpen overvannsløsning nedstrøms (Ved NMBU).



Figur 35: Eksempel på rørmagasin i Karmøy kommune (Karmøy kommune, 2018).

5 KONKLUSJON

Ved å se på differansen mellom det høyeste punktet og det laveste punktet. Ser vi at spillvannsledningen er 14,01% fylt ved dimensjonerende spillvannsmengde. Dette vil si at den er kraftig overdimensjonert. Samtidig stiller VA-normen krav til at kommunale hovedledninger skal ha minste tillatte innvendig diameter 150mm. Vi ser videre fra beregninger at det ikke gir utfordringer med tanke på krav til selvrens.

Ved hjelp av overvannsberegninger ser vi at rørdimensjonen er stor nok til å klare å ta unna alt overvannet. Likevel anbefales det å etablere åpne dammer som lokal overvannshåndtering. Dette er et tiltak som vil fungere som et positivt element i naturen og fremme trivsel. Dette er et tiltak Ålesund kommune må bestemme, og som ikke er prosjektert i denne oppgaven.

På ledningsstrekket med et fall på 526‰ må det benyttes rør med strekkfaste skjøter, alternativt helsveisede rør.

Alle spill- og overvannskummer er prosjektert som nedstigningskummer. Men dersom driften av anlegget tillater det, anbefaler vi å benytte DN600-kummer for å redusere kostnader.

Sandfangskummene vil være et kost/nytte-valg ut ifra driftskapasiteten til Ålesund kommune. Vi vil anbefale å velge en større dimensjon for sjeldnere slamtømming.

Alt i alt tilfredsstillende rapportens prosjekteringer alle rammekrav for det komplett vann- og avløpssystemet i boligfeltet.

6 REFERANSER

Blad-79-28.05.15.pdf. (u.å.). Hentet 13. mai 2021, fra <https://www.va-blad.no/wp-content/uploads/2015/05/Blad-79-28.05.15.pdf>

Byggforskserien. (2012, mai). *Vann i by - håndtering av overvann i bebygde områder*.

Byggforsk.no.

https://www.byggforsk.no/dokument/2562/vann_i_by_haandtering_av_overvann_i_bebygde_omraader

COWI AS. (2010). *Nr. 30. Valg av rørmateriell, Plan transportsystem*. VA Miljøblad.

<https://www.va-blad.no/kapittel-30/>

FN-sambandet. (2021, januar 8). *FNs bærekraftsmål*. fn.no. <https://www.fn.no/om-fn/fns-baerekraftsmaal>

hovudplan-for-forsyning-av-vatn-handtering-av-avlop-og-overvatn-2019-2029.pdf. (u.å.).

Hentet 7. mai 2021, fra <https://alesund.kommune.no/samfunnsutvikling/planar/fag-og-handlingsplanar/hovudplan-for-forsyning-av-vatn-handtering-av-avlop-og-overvatn-2019-2029/>

Karmøy kommune. (2018, desember 13). *Fordrøyningsmagasin*.

<https://www.karmoy.kommune.no/bolig-og-eiendom/vann-avlop/overvann-regnvann/fordroyningsmagasin/>

Forskrift om vannforsyning og drikkevann, nr. FOR-2001-12-04-1372, FOR-2003-10-10-1233 (2017). <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2016-12-22-1868>

Miljødirektoratet. (2019, desember 20). *Kunnskapsgrunnlag for klimatilpasning*.

Miljødirektoratet.

<https://www.miljodirektoratet.no/myndigheter/klimaarbeid/klimatilpasning/kunnskapsgrunnlag-for-klimatilpasning/>

NGU. (2021). *Temakart - infiltrasjonsevne* [Løsmassekart].

http://geo.ngu.no/kart/losmasse_mobil/

Norsk klimasenter. (2020). *Nedbørintensitet (IVF-verdier)*.

<https://klimaservicesenter.no/ivf?locale=nb&locationId=SN60940>

Norsk Vann. (2015). *Fornyelsesbehov*. Norsk Vann.

https://norskvann.no/images/tones/PDF/NV_mener_Fornyelsesbehov.pdf

Norsk Vann. (2016, mai 26). *Samfunn*. norskvann.no.

<https://www.norskvann.no/index.php/vann/om-vann/17-samfunnsutvikling/297->

Norsk Vann. (2021). *NR 104 - Fordrøyning av overvann*. <https://www.va->

[blad.no/fordroyning-av-overvann/](https://www.va-blad.no/fordroyning-av-overvann/)

Nr. 5. GRØFTEUTFØRELSE FLEKSIBLE RØR. (2016). VA Miljøblad. <https://www.va->

[blad.no/grofteutforelse-fleksible-ror/](https://www.va-blad.no/grofteutforelse-fleksible-ror/)

Opplysninger om vannforsyningssystemer. (2019, desember 2). Mattilsynet.

[https://www.mattilsynet.no/mat_og_vann/drikkevann/opplysninger_om_vannforsynin
gssystemer/](https://www.mattilsynet.no/mat_og_vann/drikkevann/opplysninger_om_vannforsynin_gssystemer/)

Opskar, T. F. (2021). *Vegsundrabben gbnr 16/116- Detaljregulering- godkjenning*. 11.

overflateinfiltrasjon-03.09.19.pdf. (u.å.). Hentet 19. mai 2021, fra <https://www.va-blad.no/wp->

[content/uploads/2019/09/overflateinfiltrasjon-03.09.19.pdf](https://www.va-blad.no/wp-content/uploads/2019/09/overflateinfiltrasjon-03.09.19.pdf)

Regjeringen. (2020, november 18). *Kutt av klimagassutslipp og klimatilpasning*.

Regjeringen.no. [https://www.regjeringen.no/no/sub/stedsutvikling/ny-emner-og-
eksempler/klima-ny/id2363918/](https://www.regjeringen.no/no/sub/stedsutvikling/ny-emner-og-eksempler/klima-ny/id2363918/)

Regjeringen, N. 2015:16. (2015). *Overvann i byer og tettsteder*.

[https://www.regjeringen.no/contentassets/e6db8ef3623e4b41bcb81fb23393092b/no/p
dfs/nou201520150016000dddpdfs.pdf?fbclid=IwAR0SH8GgD783KCnr_gSBesA-
NGd4KVQUkarPHDB2h2a9odPWJIv196qHVBM](https://www.regjeringen.no/contentassets/e6db8ef3623e4b41bcb81fb23393092b/no/pdfs/nou201520150016000dddpdfs.pdf?fbclid=IwAR0SH8GgD783KCnr_gSBesA-NGd4KVQUkarPHDB2h2a9odPWJIv196qHVBM)

Rostad, M. (2017). *Finansieringsbehov i vannbransjen 2016-2040* (Nr. 223/2017).

https://www.norskvann.no/files/docs/Rapport_223_2017.pdf

S Beck and R Collins. (2021). *Moodys Diagram*. University of Sheffield.

https://no.wikipedia.org/wiki/Moodys_diagram#/media/Fil:Moody_EN.svg

Skjærstad, E. M. (2013, juni 26). *Ledningsnettet*. norskvann.no.

<https://www.norskvann.no/index.php/vann/ledningsnett>

SSB. (2019). *Kommunal vannforsyning*. Statistisk sentralbyrå.

https://www.ssb.no/kommunefakta/kostra/alesund/kommunal-vannforsyning?aar_1504=2016+2017+2018&checkbox_kostragruppe=true&checkbox_land-uten-oslo=true&checkbox_vis_flere_regioner=true

SSB *Befolkningsvekst*. (2021, mars 3). Statistisk sentralbyrå.

<https://www.ssb.no/kommunefakta/alesund>

Vasskvalitet. (2020, juni 24). Ålesund kommune. <https://alesund.kommune.no/veg-vatn-og-avlop/vatn-og-avlop/vasskvalitet/>

Ødegaard, H. (2014a). *Vann- og avløpsteknikk* (2. utgave). Norsk Vann.

Ødegaard, H. (2014b). *Vann- og avløpsteknikk* (2. utgave). Norsk Vann.

Ålesund kommune. (2020, juni 29). *Vassforsyning*. alesund.kommune.no.

<https://alesund.kommune.no/veg-vatn-og-avlop/vatn-og-avlop/vassforsyning/>

Ålesund Kommune. (2021a). *VA-norm Ålesund Kommune*. Norsk Vann. <https://www.va-norm.no/pdf/0/all/146/>

Ålesund Kommune. (2021b). *VA-norm Ålesund Kommune*. Norsk Vann. <https://www.va-norm.no/pdf/0/all/146/>

Ålesund kommune. (2021, februar 24). *Kommuneplan*. alesund.kommune.no.

<https://alesund.kommune.no/samfunnsutvikling/planar/kommuneplan/>

7 VEDLEGG

Vedlegg 1: Plan- og profiltegninger

Vedlegg 2: Grøftetverrsnitt

Vedlegg 3: Tverrprofiler

Vedlegg 4: Kumtegninger

Vedlegg 5: Volumrapport

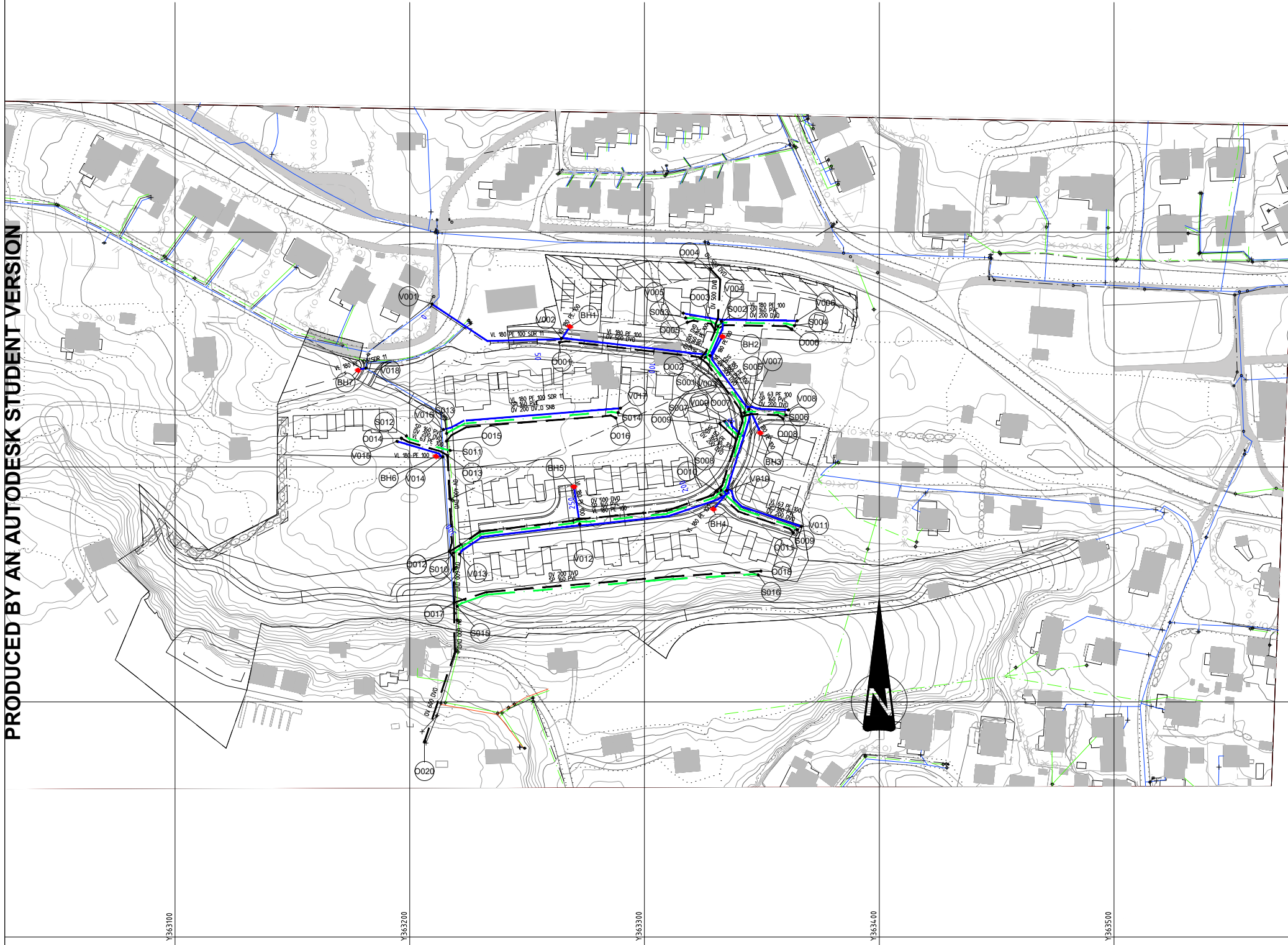
Vedlegg 1

Plan- og profiltegninger

Vedlegg nr.	Tegn. nr	Ansvarlig aktør	Tittel	Tegningsdato	Målestokk	Arkformat
1A	H101	NTNU	Oversiktsplan	28.04.2021	1: 2000	A3
1B	H201	NTNU	Plan- og lengdeprofiler	27.04.2021	1: 500	A1
1C	H202	NTNU	Plan- og lengdeprofiler	28.04.2021	1: 500/200	A1

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION



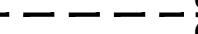
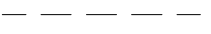
Tegnforklaring

Betegnelse:

Eksisterende:

Nytt anlegg:

Overvannsledning



Vannledning



Spillvannsledning



Teiggrense



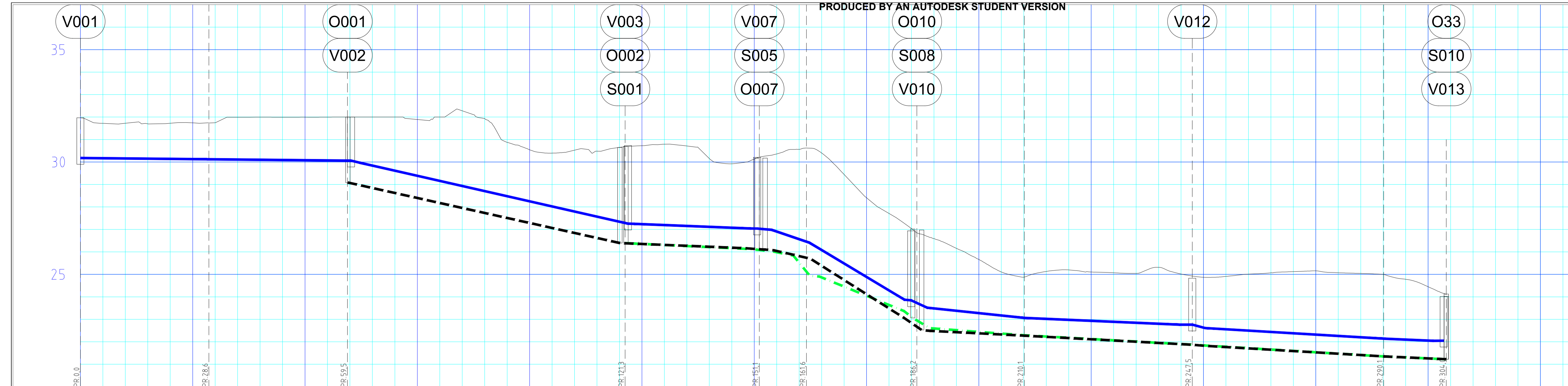
Kummer

Brannhydranter

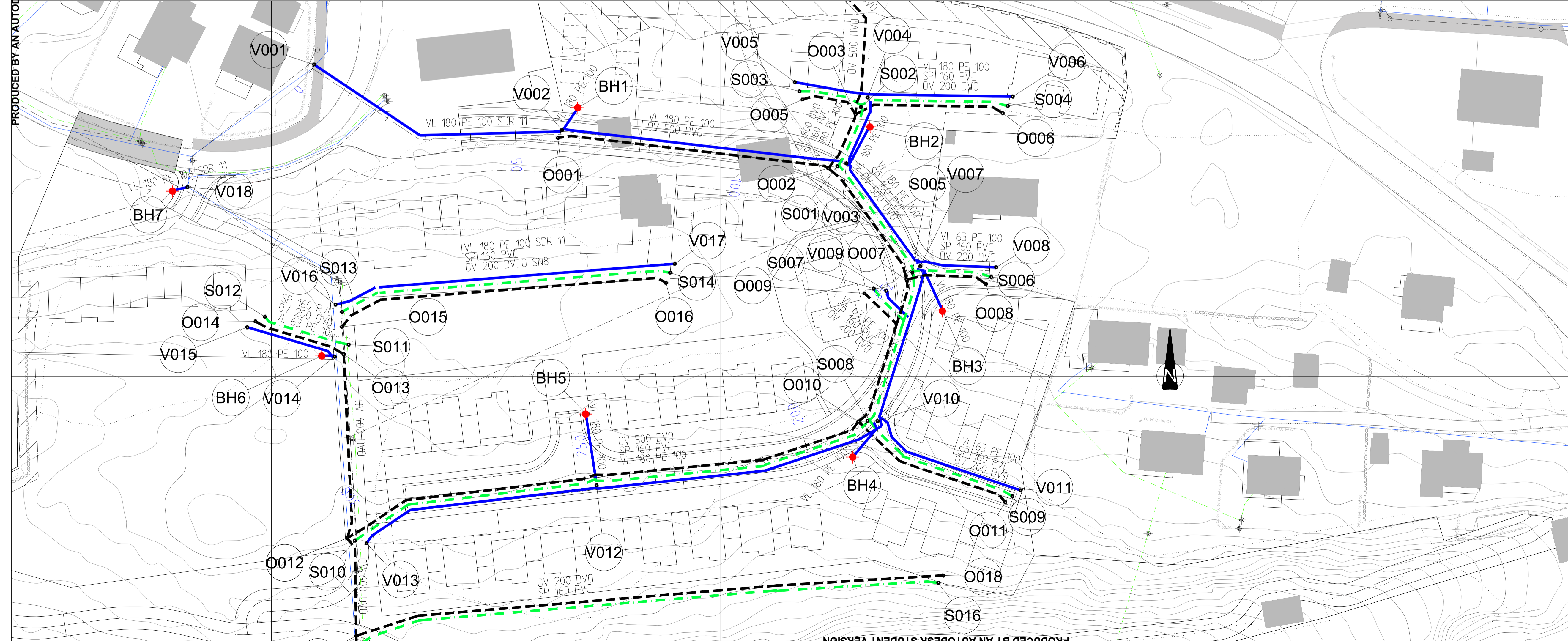


REV. INDEX	ANT.	ENDRINGEN GJELDER	SIGN	DATO

Dato 28.04.2021	Konstr./Tegnet SRS & VR	Godkjent	Målestokk 1:2000 A3	NTNU Larsgårdvegen 2 6009 Ålesund
Oversiktsplan Byggfelt Vegsundrabben				Erstattet av: H101
Henvisning:	Index:	Beregning:		



PROFIL NR.	0	25	50	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300	325
Grunneier														
Markslag														
Grunnforhold														
Terrenghøyde/ Topp vegdekke	3172	3172	3170	3172	3174	3175	3199	3200	3199	3200	3200	3200	3200	3197
HØR.V.PUNKT i m	28,6		30,8		61,8		29,9		10,5		23,9		37,4	
Kumavst. i m	28,2		32,1		61,6		28,7		11,7		25,2		37,4	
Fall i ‰	-2,0		-2,0		-4,5		-7,9		-11,3		-20,9		-8,7	
VL														
Kote utv. topp	30,18		30,12		30,06		29,97		27,04		26,59		24,87	
Type og dim	180PE 100 SDR 11													
Kumavst. i m							29,2		22,9		24,8		37,4	
Fall i ‰							-11,0		-4,3		-14,9		-11,2	
Kote innv. bunn							26,39		26,03		23,37		21,90	
Type og dim	160Rødrun PVC SN8													
Kumavst. i m					60,6		32,3		10,1		22,9		37,4	
Fall i ‰					-44,3		-8,3		-126,4		-10,2		-10,8	
Kote innv. bunn					29,09		26,36		26,16		23,08		21,90	
Type og dim	500DV_0 SN8													



Tegnforklaring

Betegnelse: Eksisterende (dashed line), Nytt anlegg (solid line)
 Overvannsledning (dashed blue line), Vannledning (solid blue line)
 Spiltvannsledning (dashed green line), Teiggrense (dashed orange line)
 Kummer (circle with cross), Brannhydranter (circle with dot)

REV.	INDEX	ANT.	ENDRINGEN GÆLDER	SIK.	DATO

Dato: 27.04.2021	Konstr./Prosjekt: SRS & VR	Skala: 1500/A1	NTNU
Byggetilt: H201	Objekt: 6009 Ålesund		Larsgårdsvegen 2
Plan- og lengdeprofil			Entenhet: H201
Byggetilt: Vegsundrabben			
Hovedtrase			

O020

O012

O013

O33

Kommentar:

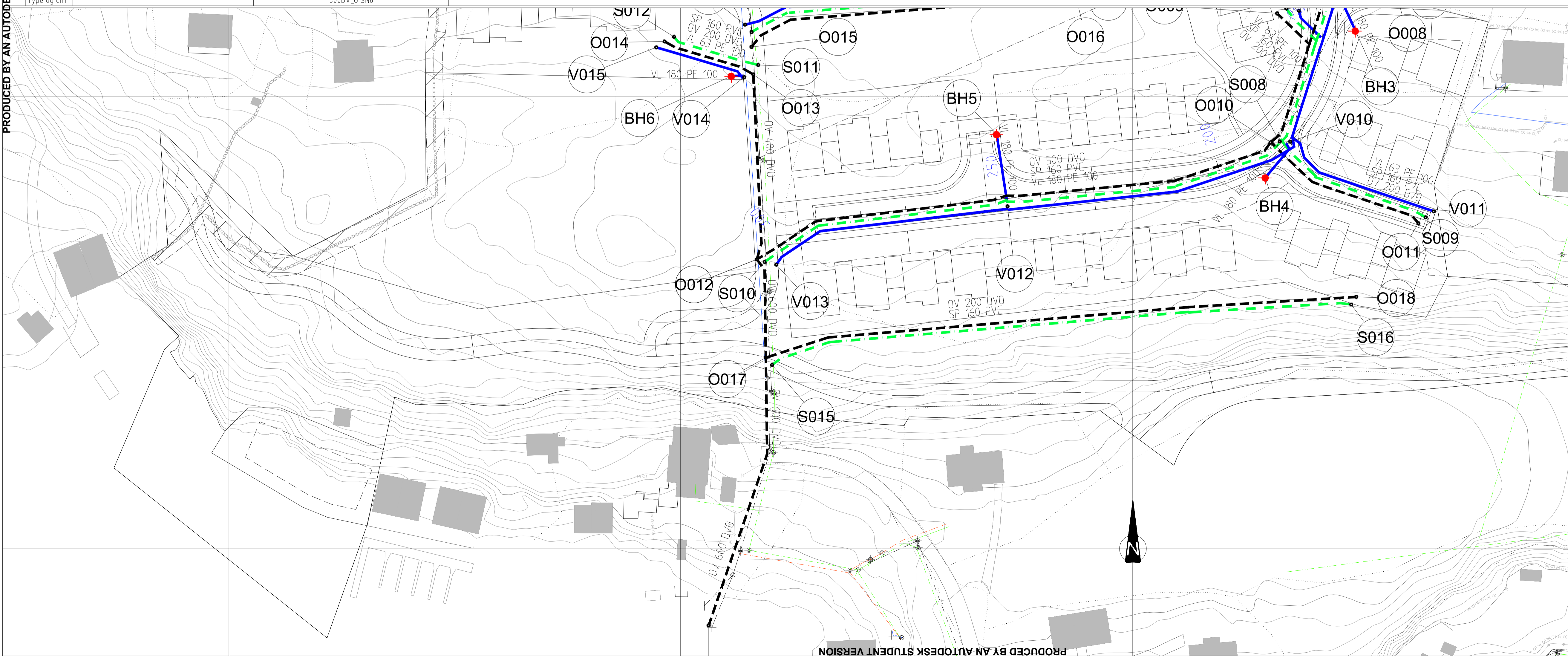
- Lengdeprofilen er i 1500/200 pga stor høydeforskjell.
- Strekkfaste skøyter pga høyt fall.

Vedlegg 1C



PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION



Tegnforklaring		
Betegnelse:	Eksisterende:	Nytt anlegg:
Overvannsledning	---	---
Vannledning	---	---
Spiltvannsledning	---	---
Teiggrønsse	---	---
Kummer	○	○
Brannhydranter	●	●

REV.	INDEX	ANT.	ENDRINGEN GELDER		SIK.	DATO
Dato		Kontroll/Prosjekt		Skala		NTNU Larsgrønsse 2 6009 Ålesund
28.04.2021		SRS & VR		1500/200 A1		
Prosjekt		Oppgave		Entenhet		H202
H202		A1				
Plan- og lengdeprofil						
Byggetilfelle Vegsundrabben						
Trase 1						

Vedlegg 2

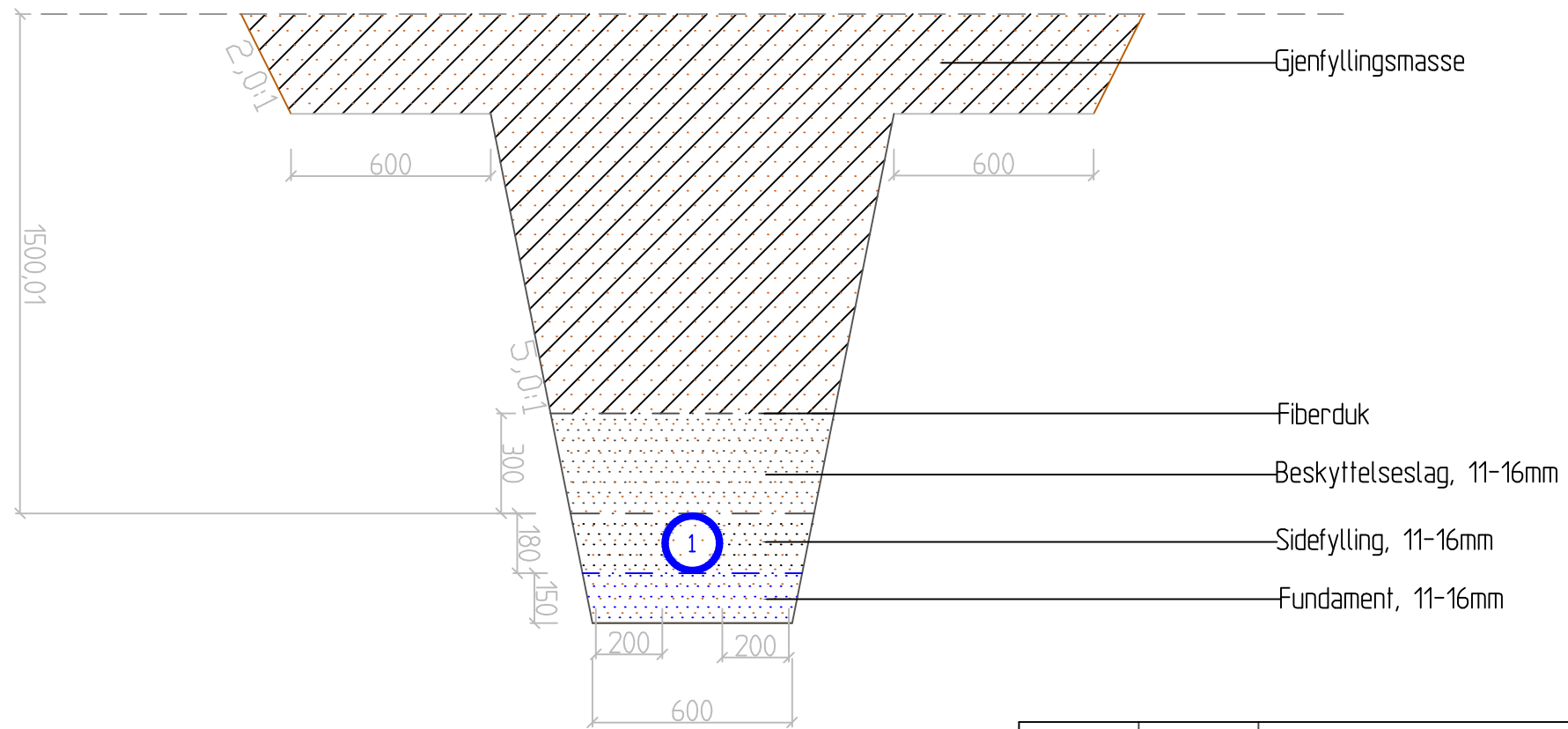
Grøftetverrsnitt

Vedlegg nr.	Tegn. nr	Ansvarlig aktør	Tittel	Tegningsdato	Målestokk	Arkformat
2A	H301	NTNU	Grøftetverrsnitt	01.05.2021	1: 20	A3
2B	H302	NTNU	Grøftetverrsnitt	01.05.2021	1: 20	A3
2C	H303	NTNU	Grøftetverrsnitt	01.05.2021	1: 20	A3
2D	H304	NTNU	Grøftetverrsnitt	01.05.2021	1: 20	A3
2E	H305	NTNU	Grøftetverrsnitt	01.05.2021	1: 20	A3
2F	H306	NTNU	Grøftetverrsnitt	01.05.2021	1: 20	A3

Vedlegg 3A

Grøftetverrsnitt, 1 ledning, 1 nivå

VL PE 100 180 SDR 11

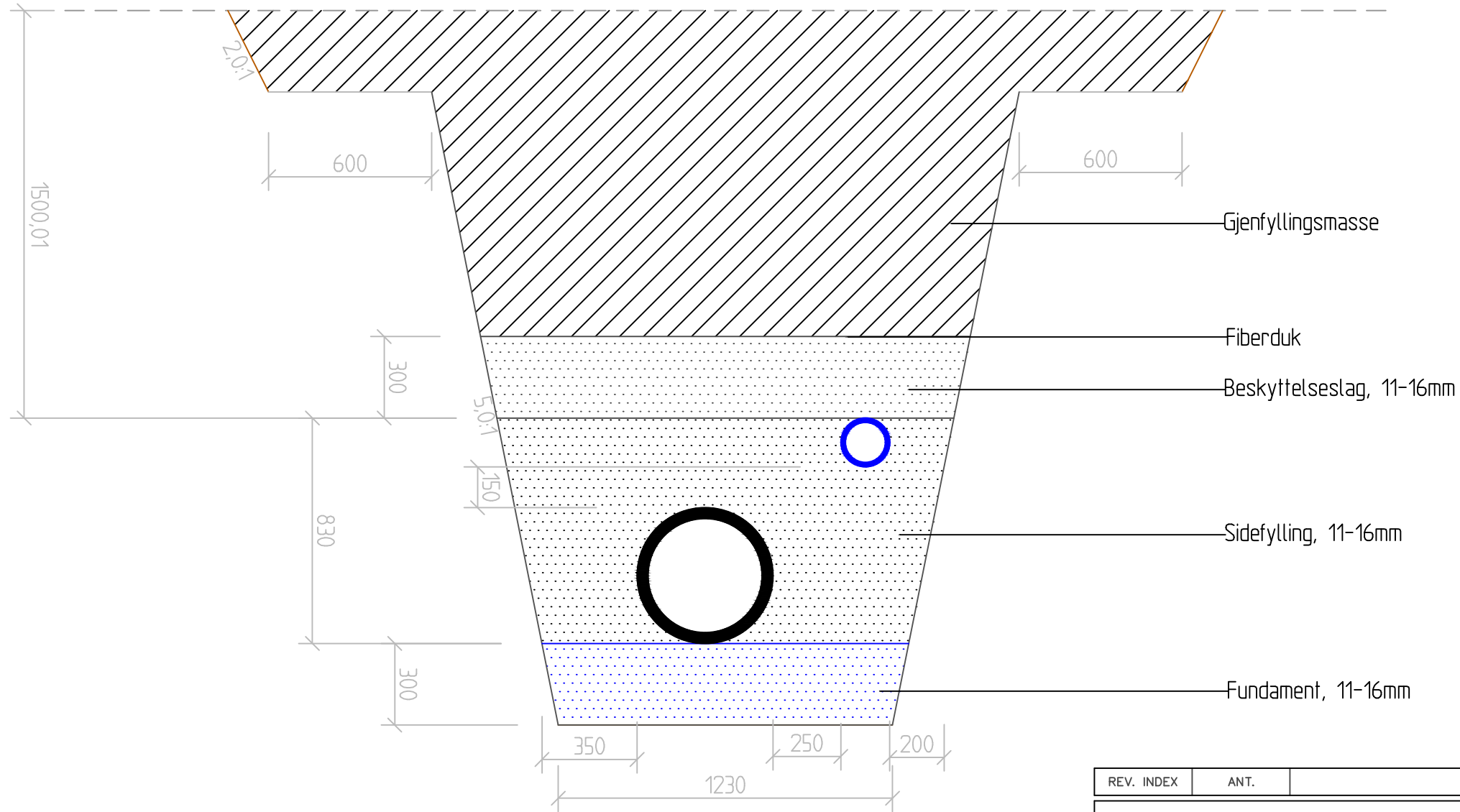


REV. INDEX	ANT.	ENDRINGEN GJELDER		SIGN	DATO
Dato	Konstr./Tegnet	Målestokk	NTNU		
01.05.2021	SRS & VR	1:20/A3	Larsgårdvegen 1		
Filnavn	Godkjent	6009 Ålesund			
H301		Erstatning for:		Erstattet av:	
Grøftetverrsnitt			H301		
Byggefelt Vegsundrabben					
V001-V002					
Henvising:	Index:	Beregning:			

Grøftetverrsnitt, 2 ledninger, 2 nivå

OV DVO 500 180 SN8 8
VL PE 100 180 SDR 11

Vedlegg 3B

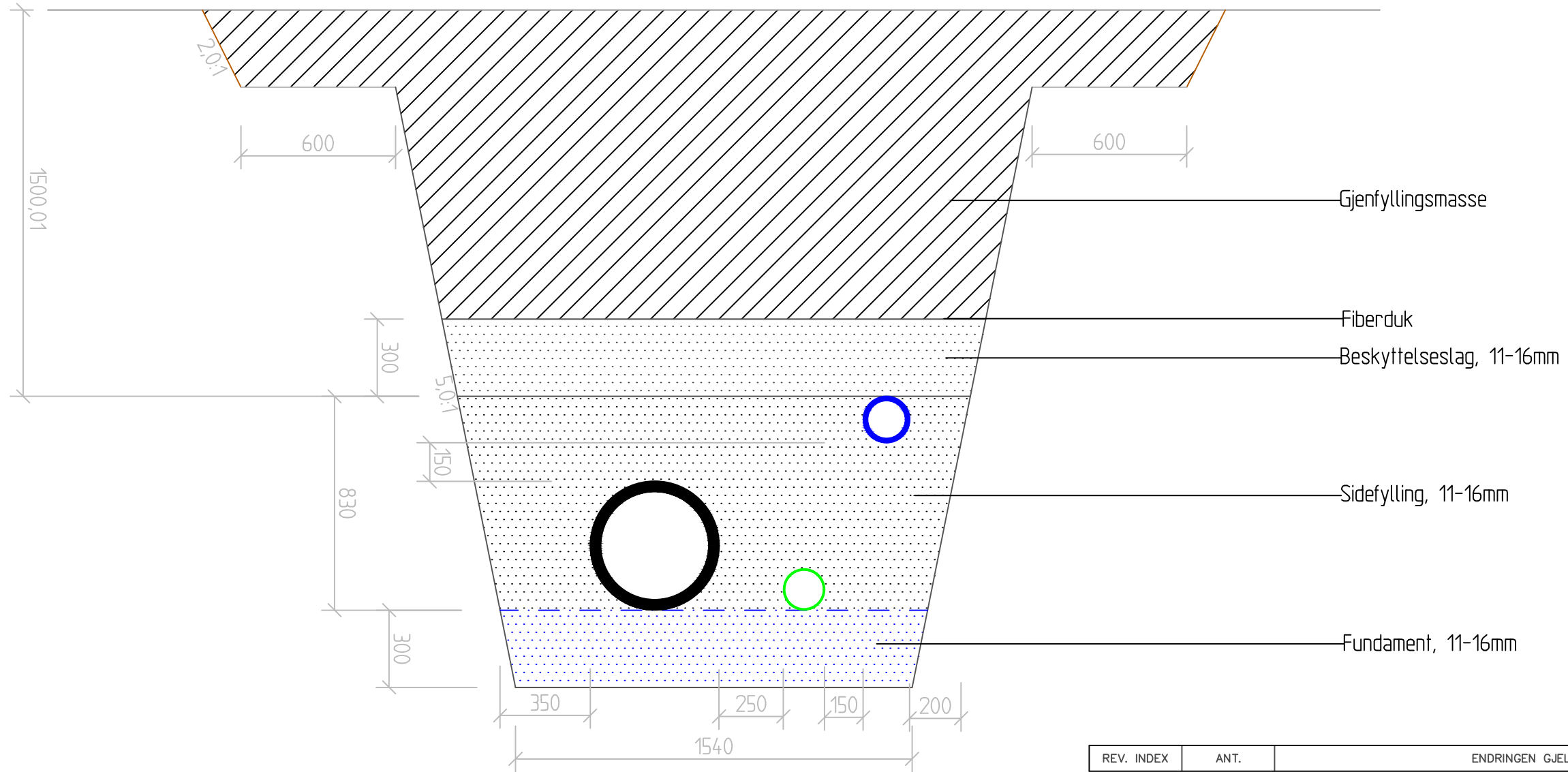


REV. INDEX	ANT.	ENDRINGEN GJELDER		SIGN	DATO
Dato	Konstr./Tegnet	Målestokk		NTNU	
01.05.2021	SRS & VR	1:20/A3		Larsgårdvegen 1	
Filnavn	Godkjent			6009 Ålesund	
H302				Erstatning for:	Erstattet av:
Grøftetverrsnitt				H302	
Byggefelt Vegsundrabben					
Hvisning:	Index:	Beregning:			

Grøftetverrsnitt, 3 ledninger, 2 nivå

OV DVO 500 SN8
 SP Rødbrun PVC 160 SN8
 VL PE 100 180 SDR 11

Vedlegg 3C

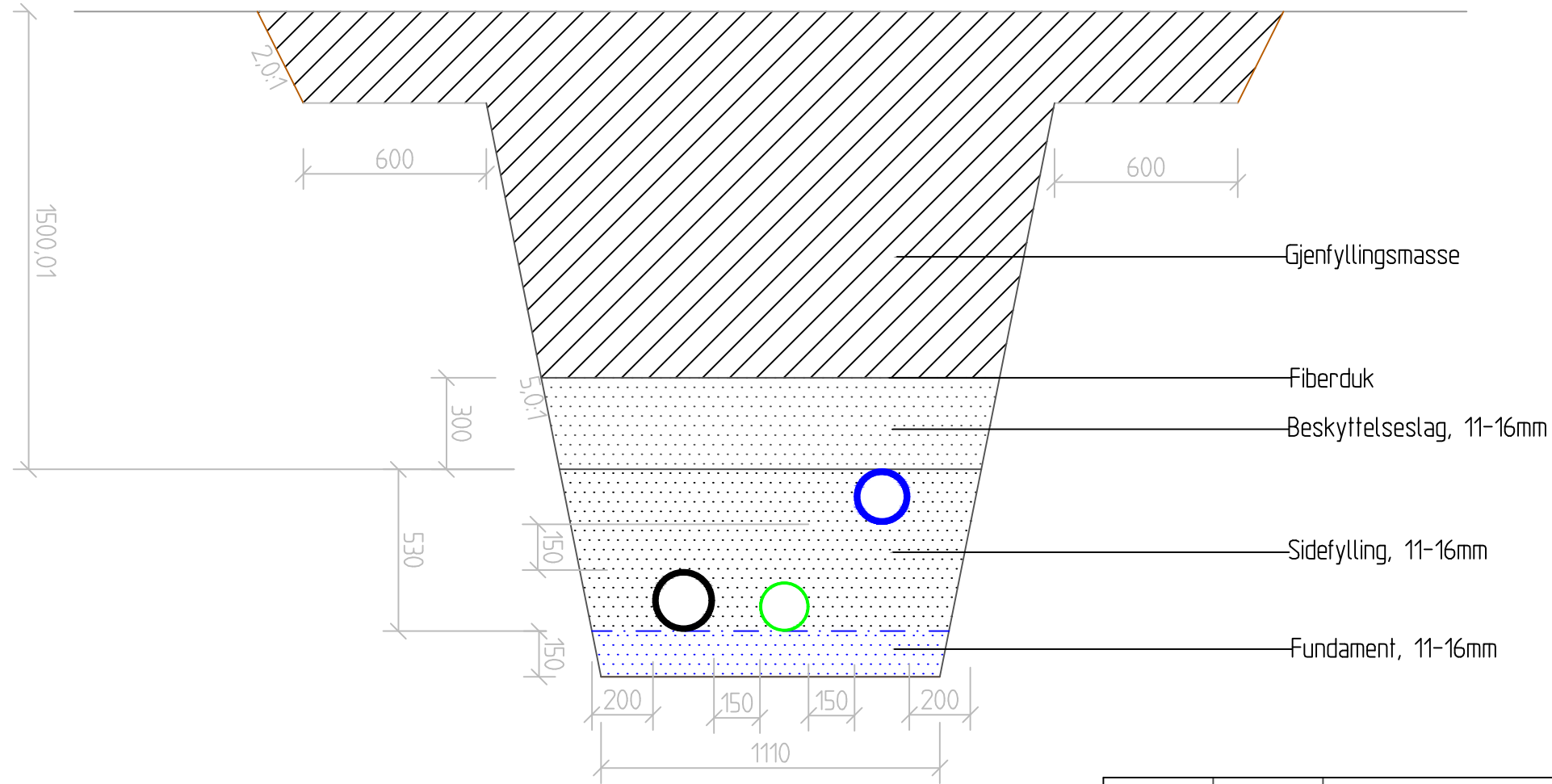


REV. INDEX	ANT.	ENDRINGEN GJELDER		SIGN	DATO
Dato	Konstr./Tegnet	Målestokk		NTNU	
01.05.2021	SRS & VR	1:20/A3		Larsgårdvegen 1	
Filnavn	Godkjent			6009 Ålesund	
H303				Erstatning for:	Erstattet av:
Grøftetverrsnitt				H303	
Byggefelt Vegsundrabben					
Hvisning:	Index:	Beregning:			

Grøftetverrsnitt, 3 ledninger, 2 nivå

OV DVO 200 SN8
 SP Rødbrun PVC 160 SN8
 VL PE 100 180 SDR 11

Vedlegg 3D

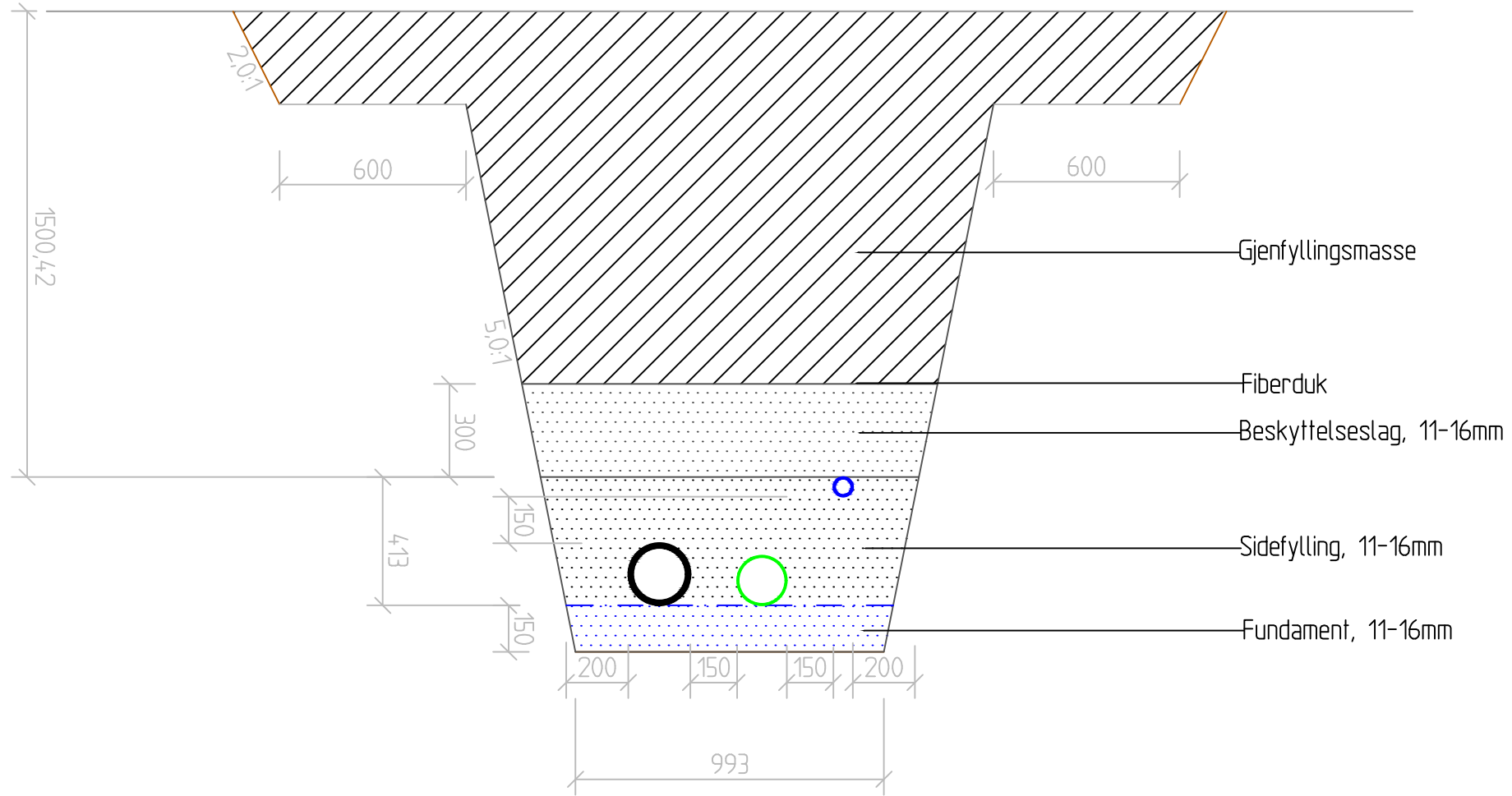


REV. INDEX	ANT.	ENDRINGEN GJELDER		SIGN	DATO
Dato	Konstr./Tegnet	Målestokk	NTNU		
01.05.2021	SRS & VR	1:20/A3	Larsgårdvegen 1		
Filnavn	Godkjent	6009 Ålesund			
H304		Erstatning for:		Erstattet av:	
Grøftetverrsnitt			H304		
Byggefelt Vegsundrabben					
Henvising:	Index:	Beregning:			

Grøftetverrsnitt, 3 ledninger, 2 nivå

OV DVO 200 SN8
 SP Rødbrun PVC 160 SN8
 VL PE 100 63 SDR 11

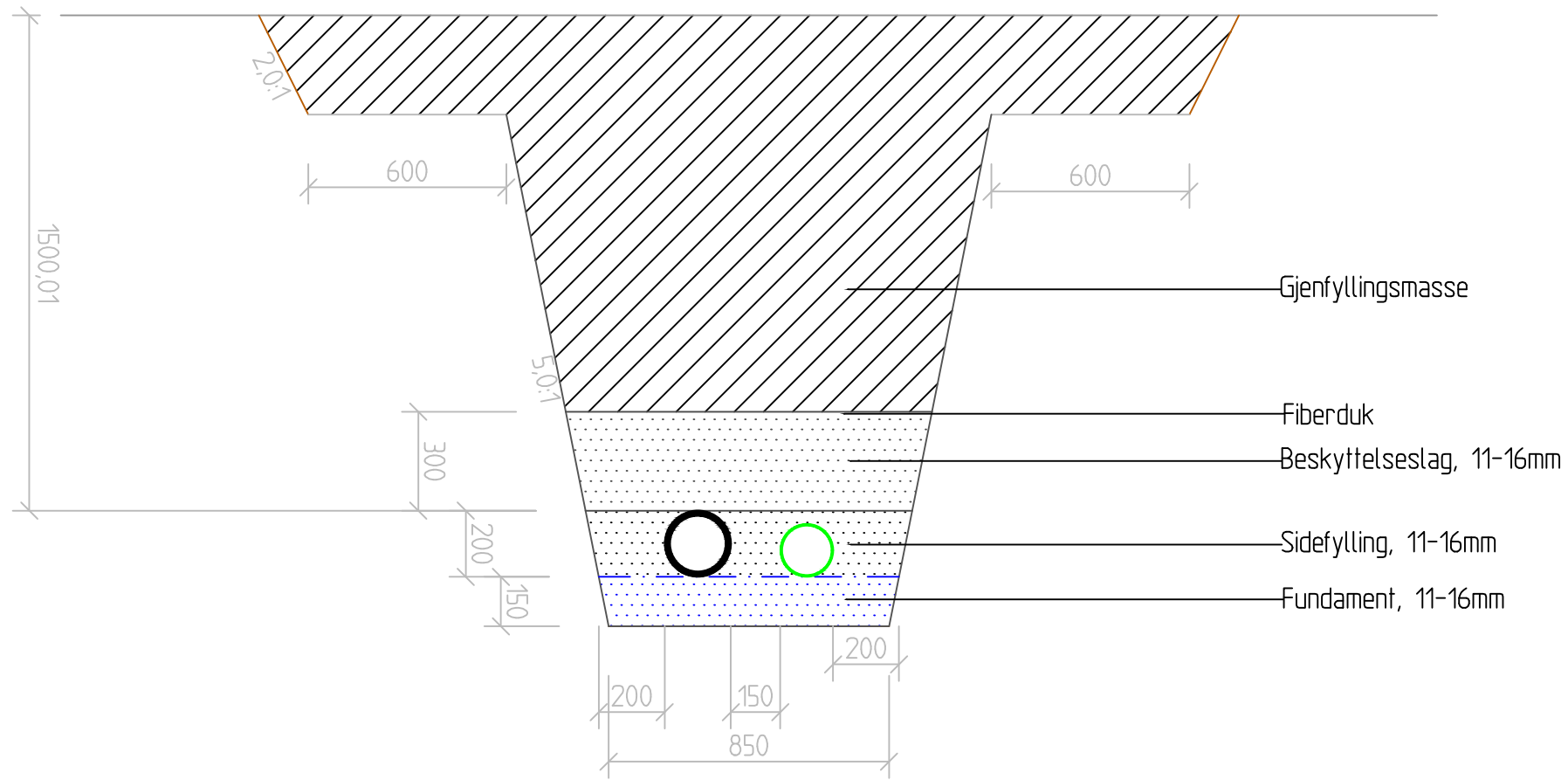
Vedlegg 3E



REV. INDEX	ANT.	ENDRINGEN GJELDER		SIGN	DATO
Dato	Konstr./Tegnet	Målestokk	NTNU		
01.05.2021	SRS & VR	1:20/A3	Larsgårdvegen 1		
Filnavn	Godkjent	6009 Ålesund			
H305		Erstatning for:		Erstattet av:	
Grøftetverrsnitt			H305		
Byggefelt Vegsundrabben					
Hvisning:	Index:	Beregning:			

Grøftetverrsnitt, 2 ledninger, 2 nivå

OV DØ 200 SN8
 SP Rødbrun PVC 160 SN8



REV.	INDEX	ANT.	ENDRINGEN GJELDER		SIGN	DATO
Dato	01.05.2021	Konstr./Tegnet	SRS & VR	Målestokk	NTNU	
Filnavn	H306	Godkjent		1:20/A3	Larsgårdvegen 1 6009 Ålesund	
Grøftetverrsnitt					Erstatning for:	Erstattet av:
Byggefelt Vegsundrabben					H306	
Hvisning:	Index:	Beregning:				

Vedlegg 3

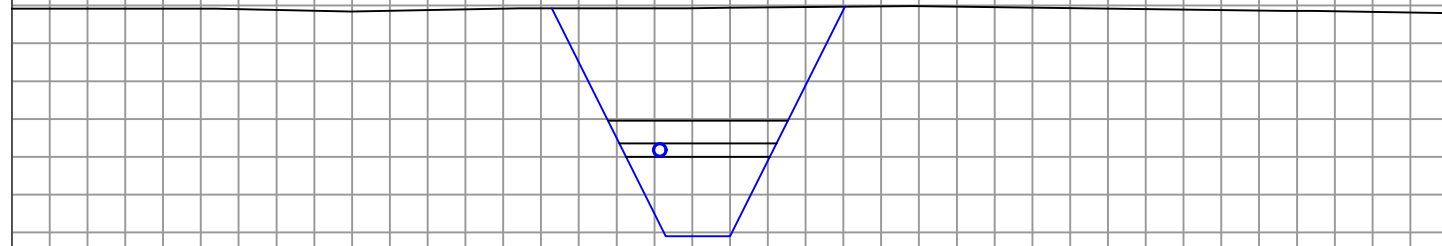
Tverrprofiler

Vedlegg nr.	Tegn. nr	Ansvarlig aktør	Tittel	Tegningsdato	Målestokk	Arkformat
3A	H401	NTNU	Tverrprofiler	04.05.2021	1: 100	A3
3B	H402	NTNU	Tverrprofiler	04.05.2021	1: 100	A3
3C	H403	NTNU	Tverrprofiler	04.05.2021	1: 100	A3
3D	H404	NTNU	Tverrprofiler	04.05.2021	1: 100	A3
3E	H405	NTNU	Tverrprofiler	04.05.2021	1: 100	A3
3F	H406	NTNU	Tverrprofiler	04.05.2021	1: 100	A3

Vedlegg 4A

0

60

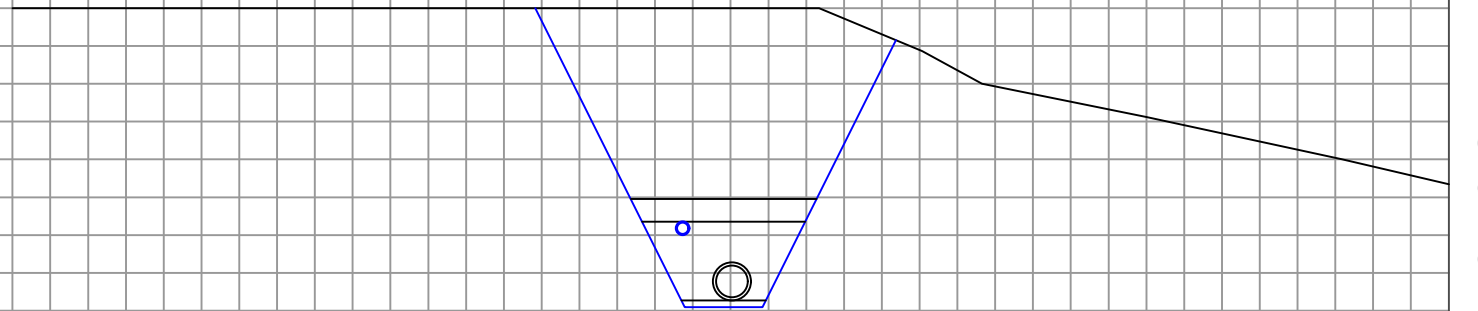
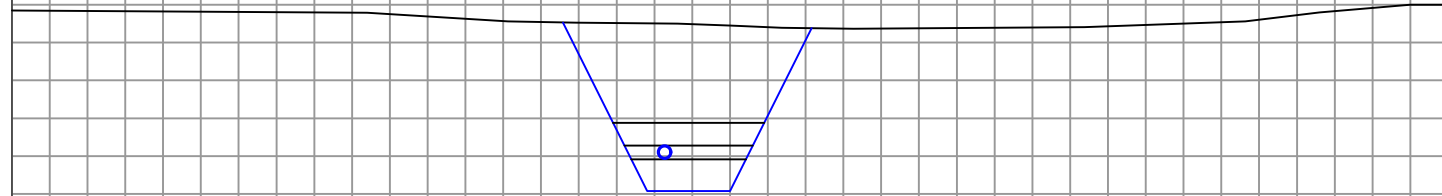


27

27

20

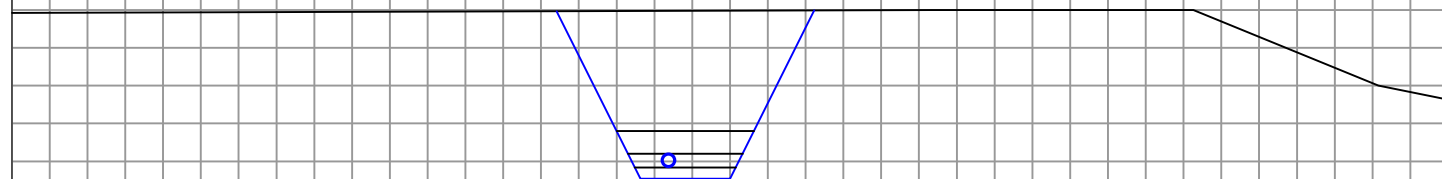
80



27

26

40



27

REV. INDEX	ANT.	ENDRINGEN GJELDER		SIGN	DATO																																																
<table border="1"> <tr> <td>Dato</td> <td>Konstr./Tegnet</td> <td>Målestokk</td> <td colspan="3">NTNU</td> </tr> <tr> <td>04.05.2021</td> <td>SRS & VR</td> <td></td> <td colspan="3">Larsgårdvegen 1</td> </tr> <tr> <td>Filnavn</td> <td></td> <td>Godkjent</td> <td>1:100/A3</td> <td colspan="2">6009 Ålesund</td> </tr> <tr> <td>H401</td> <td></td> <td></td> <td colspan="2">Erstatning for:</td> <td>Erstattet av:</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Tverrprofil</td> <td colspan="3">H401</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Byggefelt Vegsundrabben</td> <td colspan="3"></td> </tr> <tr> <td colspan="3">Ringledning</td> <td colspan="3"></td> </tr> <tr> <td>Henvising:</td> <td>Index:</td> <td colspan="4">Beregning:</td> </tr> </table>						Dato	Konstr./Tegnet	Målestokk	NTNU			04.05.2021	SRS & VR		Larsgårdvegen 1			Filnavn		Godkjent	1:100/A3	6009 Ålesund		H401			Erstatning for:		Erstattet av:	Tverrprofil			H401			Byggefelt Vegsundrabben						Ringledning						Henvising:	Index:	Beregning:			
Dato	Konstr./Tegnet	Målestokk	NTNU																																																		
04.05.2021	SRS & VR		Larsgårdvegen 1																																																		
Filnavn		Godkjent	1:100/A3	6009 Ålesund																																																	
H401			Erstatning for:		Erstattet av:																																																
Tverrprofil			H401																																																		
Byggefelt Vegsundrabben																																																					
Ringledning																																																					
Henvising:	Index:	Beregning:																																																			

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

100

160

25

25

120

180

25

22

140

25

REV. INDEX	ANT.	ENDRINGEN GJELDER		SIGN	DATO
Dato	04.05.2021	Konstr./Tegnet	SRS & VR	Målestokk	NTNU Larsgårdvegen 1 6009 Ålesund
Filnavn	H402	Godkjent		1:100/A3	Erstatning for:
Tverrprofil				Erstattet av:	
Byggefelt Vegsundrabben				H402	
Ringledning					
Henvising:	Index:	Beregning:			

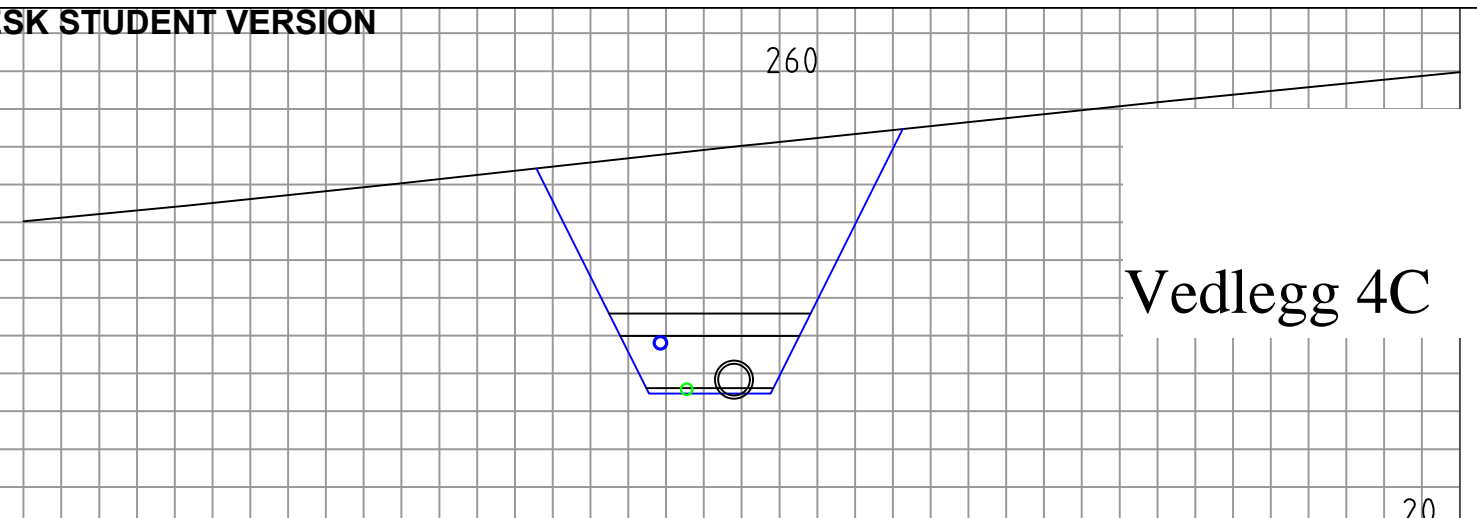
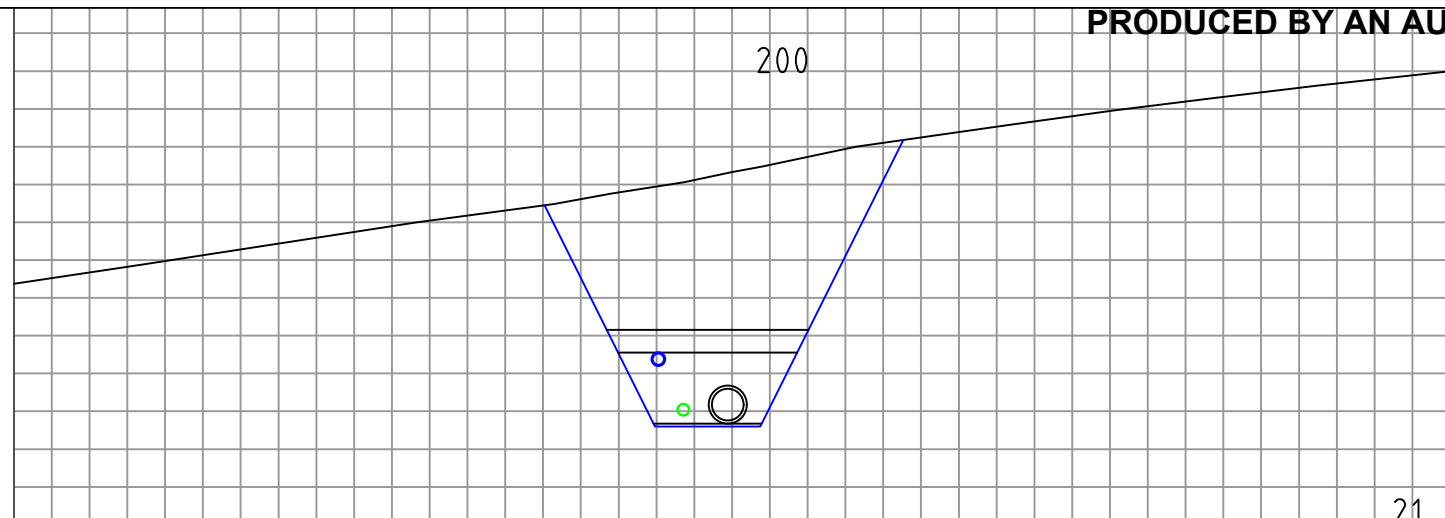
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

Vedlegg 4C

200

260

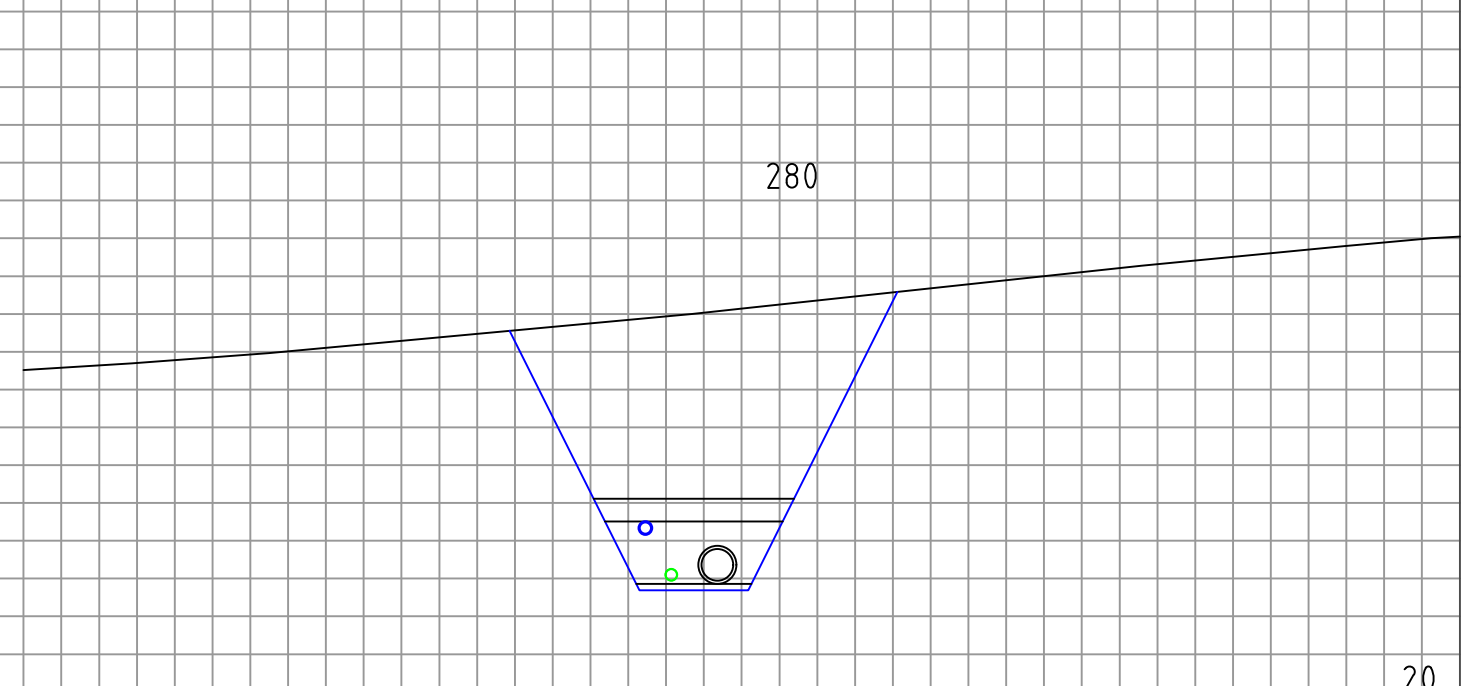
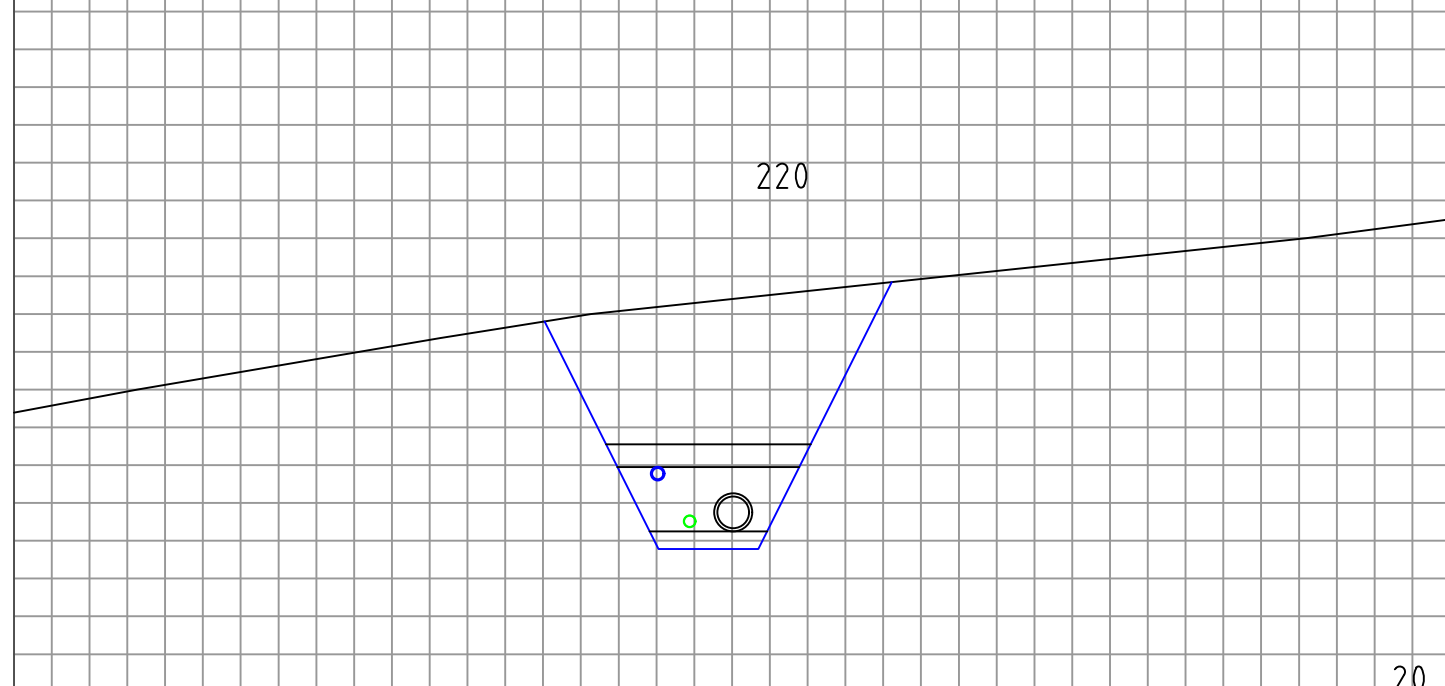


21

20

220

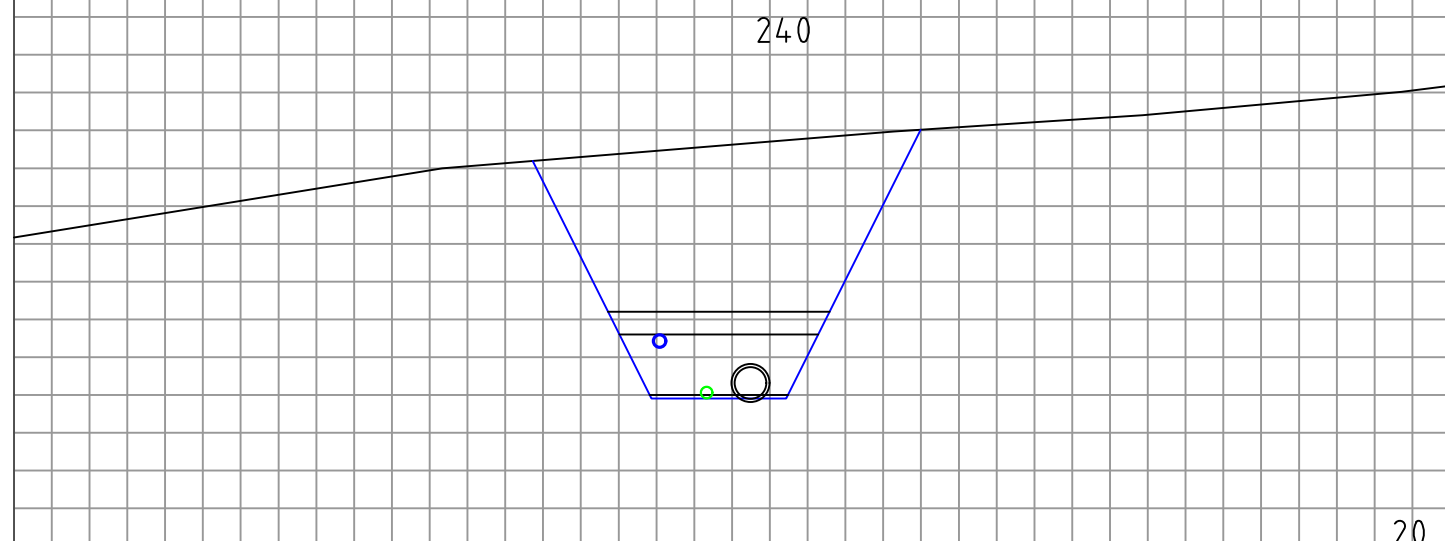
280



20

20

240



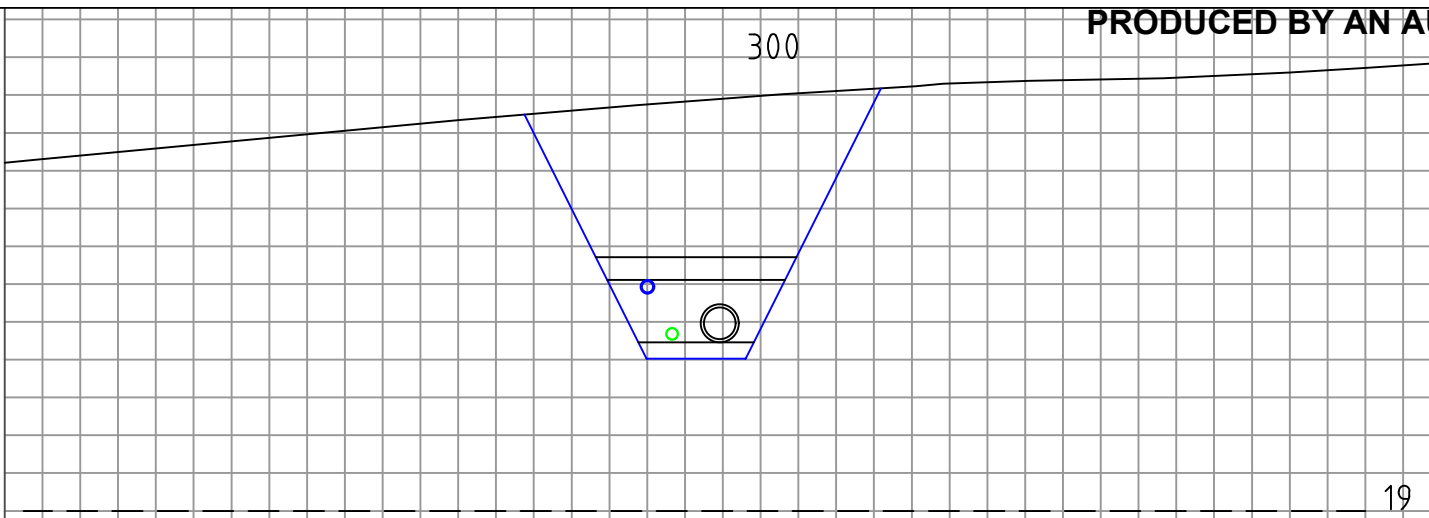
20

REV.	INDEX	ANT.	ENDRINGEN GJELDER		SIGN	DATO
Dato	04.05.2021	Konstr./Tegnet	SRS & VR	Målestokk	NTNU	
Filnavn	H403	Godkjent		1:100/A3	Larsgårdvegen 1 6009 Ålesund	
Tverrprofil				Erstatning for:	Erstattet av:	
Byggefelt Vegsundrabben				H403		
Ringledning						
Henvisning:	Index:	Beregning:				

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

Vedlegg 4D



19

REV. INDEX	ANT.	ENDRINGEN GJELDER		SIGN	DATO
Dato	04.05.2021	Konstr./Tegnet	SRS & VR	Målestokk	NTNU
Filnavn	H404	Godkjent		1:100/A3	Larsgårdvegen 1 6009 Ålesund
Tverrprofil				Erstatning for:	Erstattet av:
Byggefelt Vegsundrabben				H404	
Ringledning					
Henvising:	Index:	Beregning:			

Vedlegg 4E

0

60

-4

15

20

80

0

19

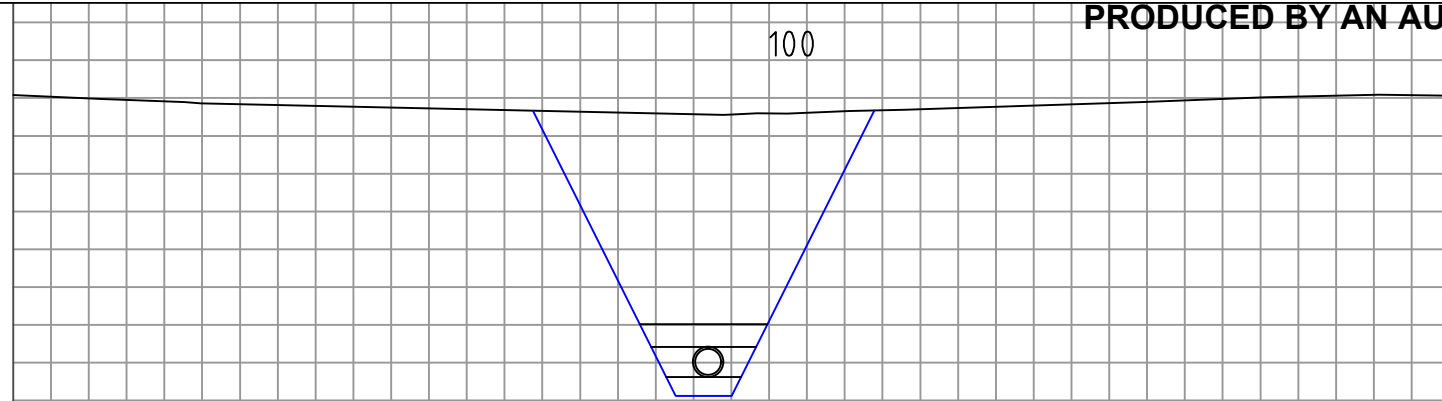
40

4

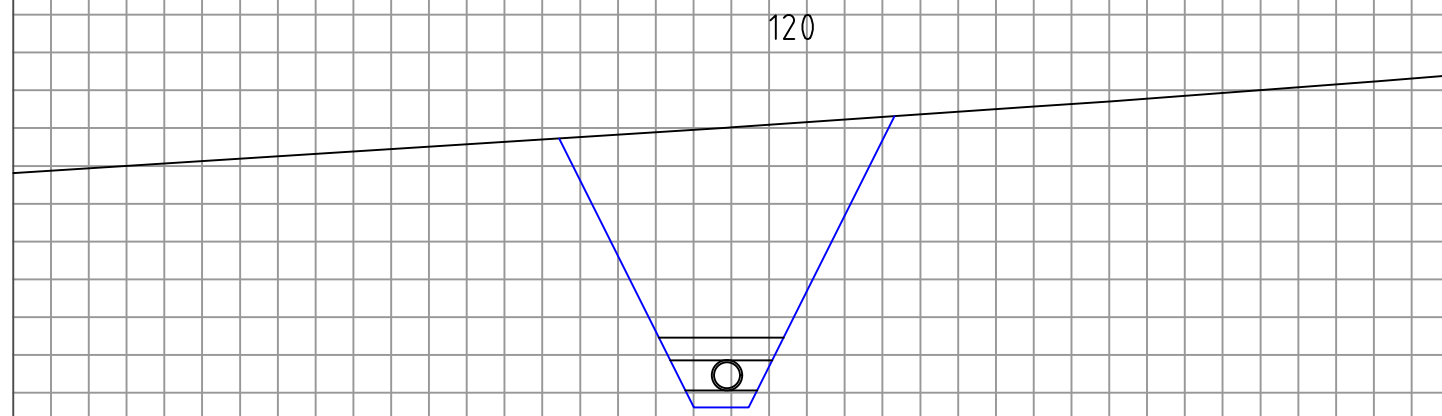
REV. INDEX	ANT.	ENDRINGEN GJELDER		SIGN	DATO
Dato	04.05.2021	Konstr./Tegnet	SRS & VR	Målestokk	NTNU
Filnavn	H405	Godkjent		1:100/A3	Larsgårdvegen 1 6009 Ålesund
Tverrprofil				Erstatning for:	Erstattet av:
Byggefelt Vegsundrabben				H405	
0013-0012-0017-0020					
Hvisning:	Index:	Beregning:			

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION



20



21

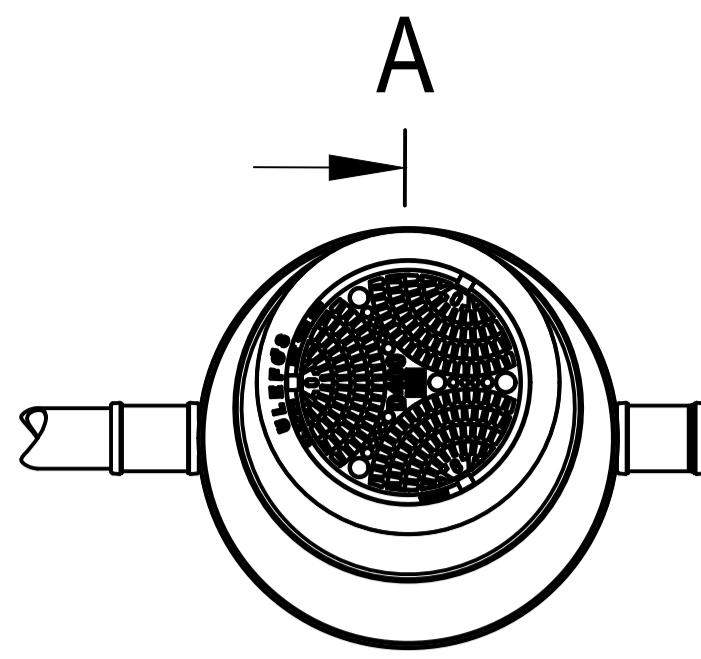
REV. INDEX	ANT.	ENDRINGEN GJELDER		SIGN	DATO
Dato	Konstr./Tegnet	Målestokk		NTNU	
04.05.2021	SRS & VR	1:100/A3		Larsgårdvegen 1 6009 Ålesund	
Filnavn	Godkjent	Erstatning for:		Erstattet av:	
H406		Tverrprofil		H406	
		Byggefelt Vegsundrabben			
		0013-0012-0017-0020			
Henvisning:	Index:	Beregning:			

Vedlegg 4

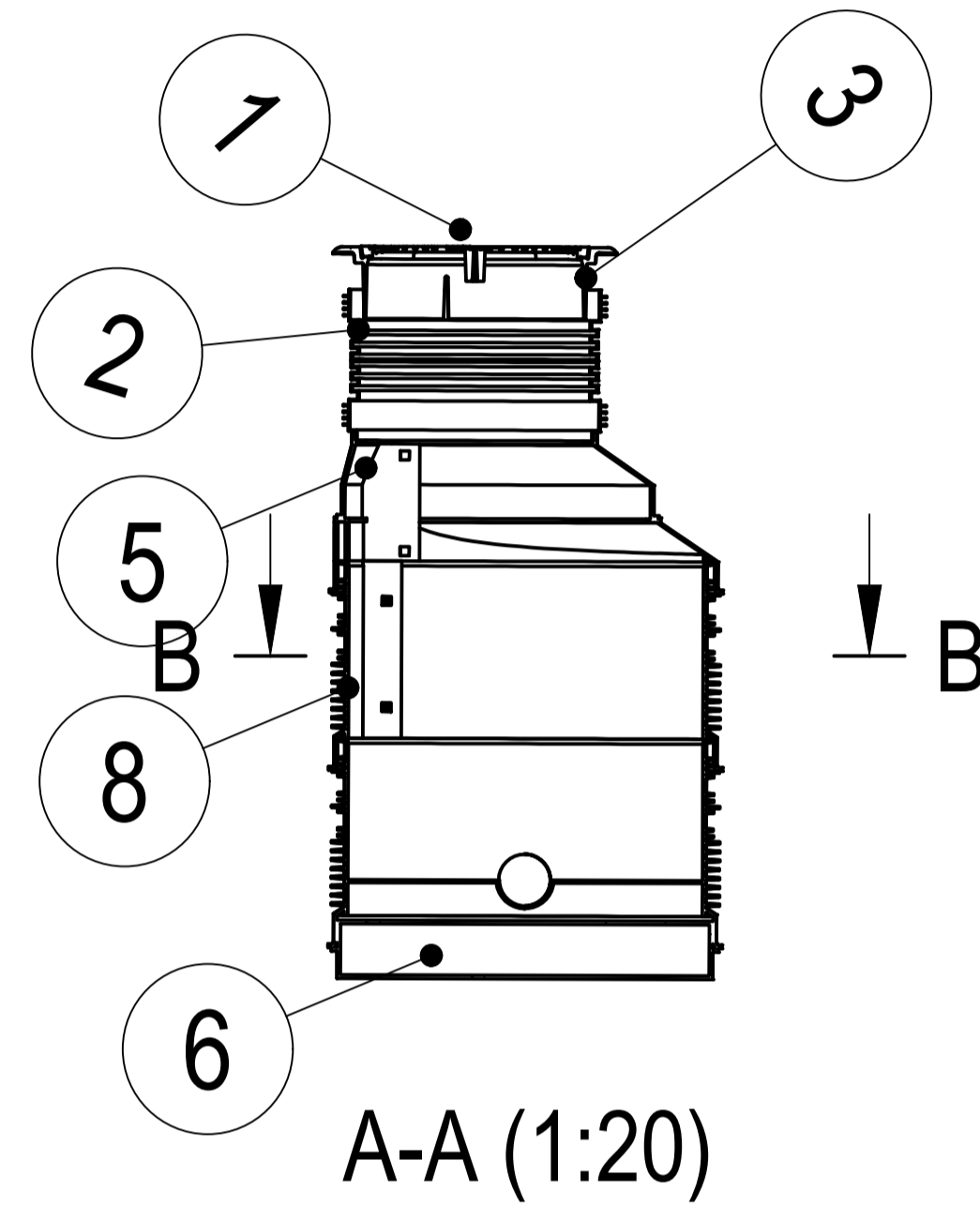
Kumtegninger

Vedlegg nr.	Tegn. nr.	Ansvarlig aktør	Tegningsstittel	Tegningsdato	Målestokk	Arkformat
4A	H501	NTNU	Kumtegninger	16.04.2021	1 til 20	A1
4B	H502	NTNU	Kumtegninger	16.04.2021	1 til 20	A1
4C	H503	NTNU	Kumtegninger	16.04.2021	1 til 20	A1
4D	H504	NTNU	Kumtegninger	20.04.2021	1 til 20	A1
4E	H505	NTNU	Kumtegninger	16.04.2021	1 til 20	A1
4F	H506	NTNU	Kumtegninger	16.04.2021	1 til 20	A1
4G	H507	NTNU	Kumtegninger	16.04.2021	1 til 20	A1
4H	H508	NTNU	Kumtegninger	16.04.2021	1 til 20	A1
4I	H509	NTNU	Kumtegninger	16.04.2021	1 til 20	A1

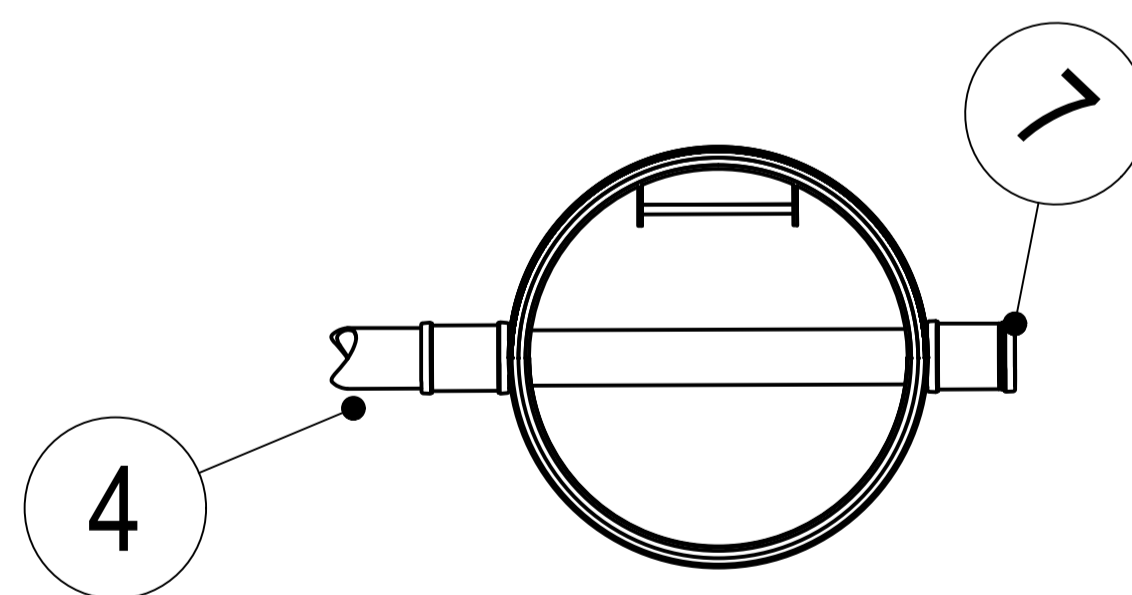
VA Produktbibliotek
Stykkliste



A



A-A (1:20)



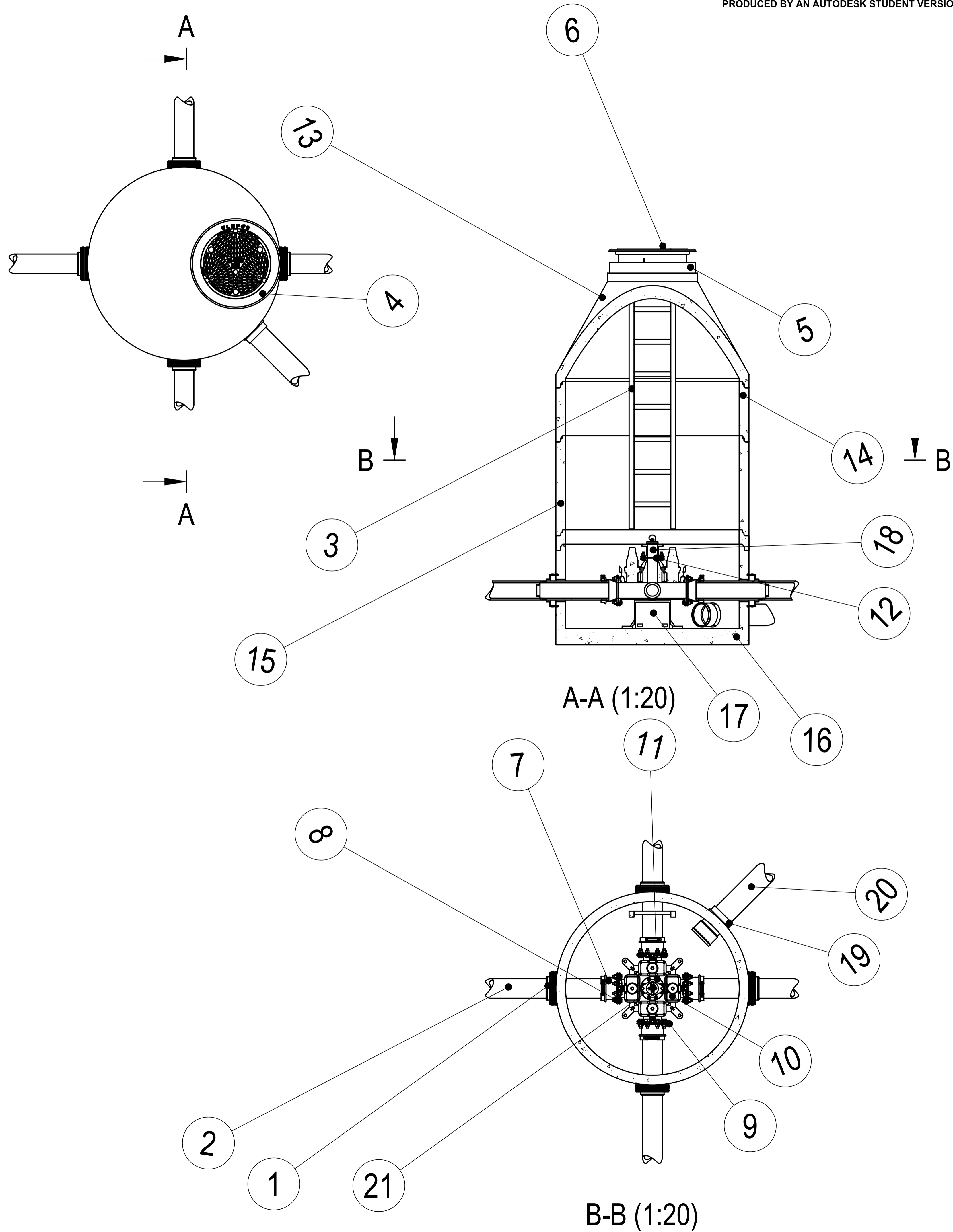
B-B (1:20)

Pos.nr.	Beskrivelse	Dimensjon	Materiale	Trykkklasse	Byggelengde	Byggehøyde	Antall
1	Norsk Standard rammer og lokk	Ø650	Seigjern	-	-	-	1
2	PRO 1000 justeringsring	100_Justering	PVC	-	-	-	1
3	Norsk Standard rammer og lokk	Ø650	Seigjern	-	-	-	1
4	Grunnavløpsrør PVC	DN160	PVC	SN8	6m	-	1
5	PRO 1000 Kjegle	100_Kjegle_m	PVC	-	-	-	1
6	PRO 1000 Rettløpskum	1000_OD16	PVC	-	-	-	1
7	Grunnavløp ters med skrulokk	DN160	PP	-	-	-	1
8	PRO 1000 Kumring	100_Kumring_r	PVC	-	-	-	1

REV. INDEX	ANT.	ENDRINGEN GJELDER			SIGN	DATO
Dato	16.04.2021	Konstr./Tegnet	VR & SRS	Målestokk	NTNU Larsgårdveien 2 6009 Ålesund	
Filnavn	H501	Godkjent		1:20/A1	Erstatning for: H501	
KUMTEGNING FOR SP004 Byggefelt Vegsundrabben					Erstattet av:	
Henvisning:		Index:	Beregning:			

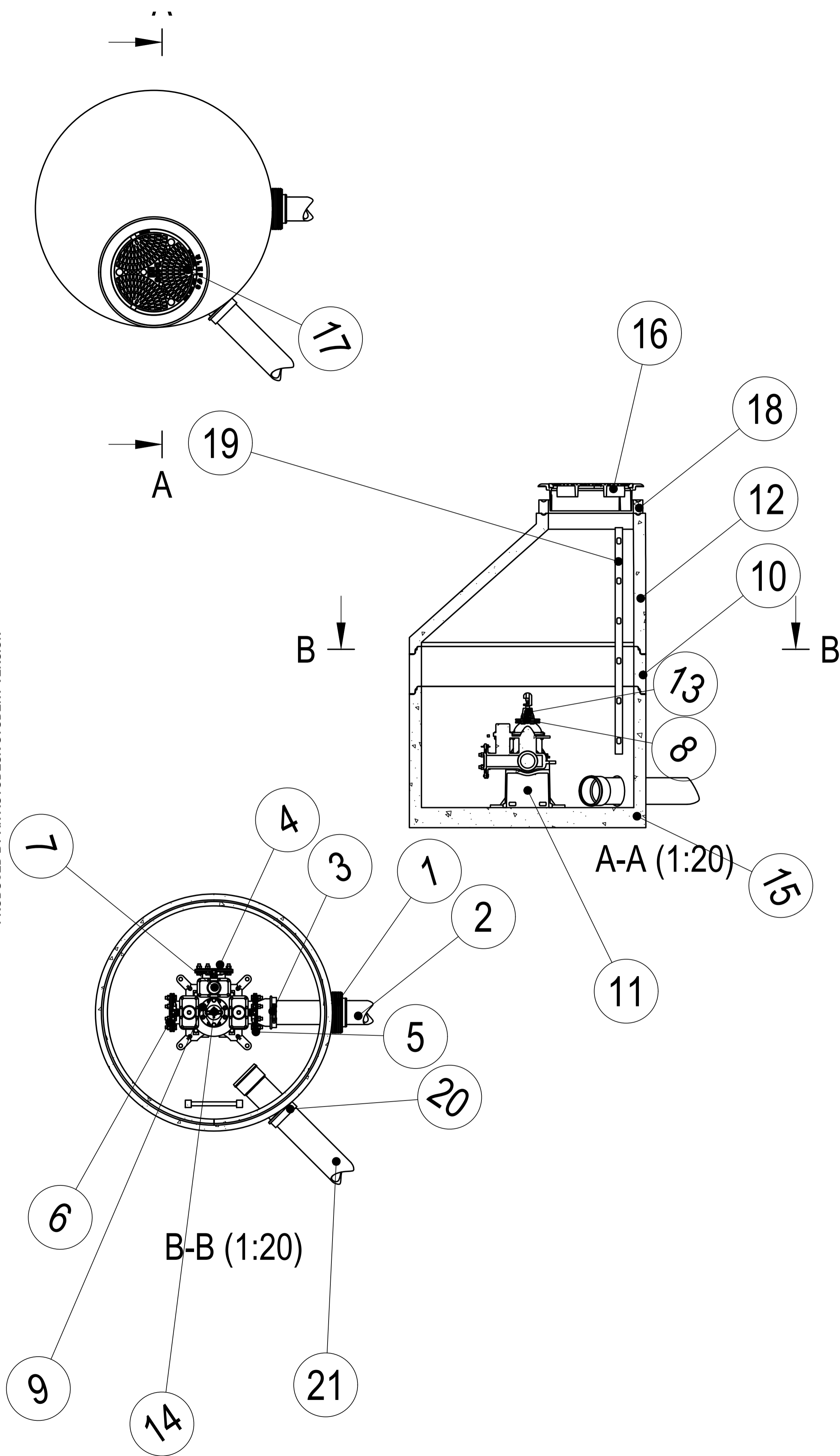
VA Produktbibliotek
Stykkliste

Pos.nr.	Beskrivelse	Dimensjon	Materiale	Trykkklasse	Byggelengde	Byggehøyde	Antall
1	F911-Combi	105-226	EPDM	-	-	-	4
2	PE Trykkrør SDR11	DN180	PE	SDR11	12m	-	4
3	Kumstige	2250	Aluminium	-	-	2250	1
4	Norsk Standard rammer og lokk	Ø650	Seigjern	-	-	-	1
5	Justeringsring med not og fjær	DN650-100	Betong	-	-	100	1
6	Norsk Standard rammer og lokk	Ø650	Seigjern	-	-	-	1
7	Flensemuffe - Hymax 2000	DN150	Støpejern	PN10-16	173	-	4
8	Boltesett	DN150-M20x70	Støpejern	PN10-16	-	-	4
9	Armert flensepakning	DN150	Støpejern	-	-	-	4
10	Kombiarmatur med serviceventiler 4-veis	DN150	Støpejern	PN10-16	620	-	1
11	Boltesett	DN100-M16x60	Støpejern	PN10-16	-	-	1
12	Armert flensepakning	DN100	Støpejern	-	-	-	1
13	Kjedge eksentrisk	DN1600	Betong	-	-	580	1
14	Kumring	DN1600-500	Betong	-	-	500	1
15	Kumring	DN1600-1000	Betong	-	-	1000	1
16	Kumring med bunn	DN1600	Betong	-	-	1060	1
17	Konsoll for flens	DN150	Støpejern	-	330	350	1
18	Brannventil_30-30	DN100	Støpejern	PN10-16	-	-	1
19	F910-AR PVC	DN200 PVC	EPDM	-	-	-	1
20	Svarte PP overvannsrør	-	PP	-	-	-	1
21	Miljølokket	DN100	Støpejern	PN10-16	-	-	1



REV.	INDEX	ANT.	ENDRINGEN GJELDER		SIGN	DATO
Dato	16.04.2021	Konstr./Tegnet	VR & SRS	Målestokk	NTNU Larsgårdveien 2 6009 Ålesund	
Filnavn	H502	Godkjent		1:20/A1	Erstatning for: H502	
KUMTEGNING FOR V003 Byggefelt Vegsundrabben				Erstattet av:		
Henvising:	Index:	Beregning:				

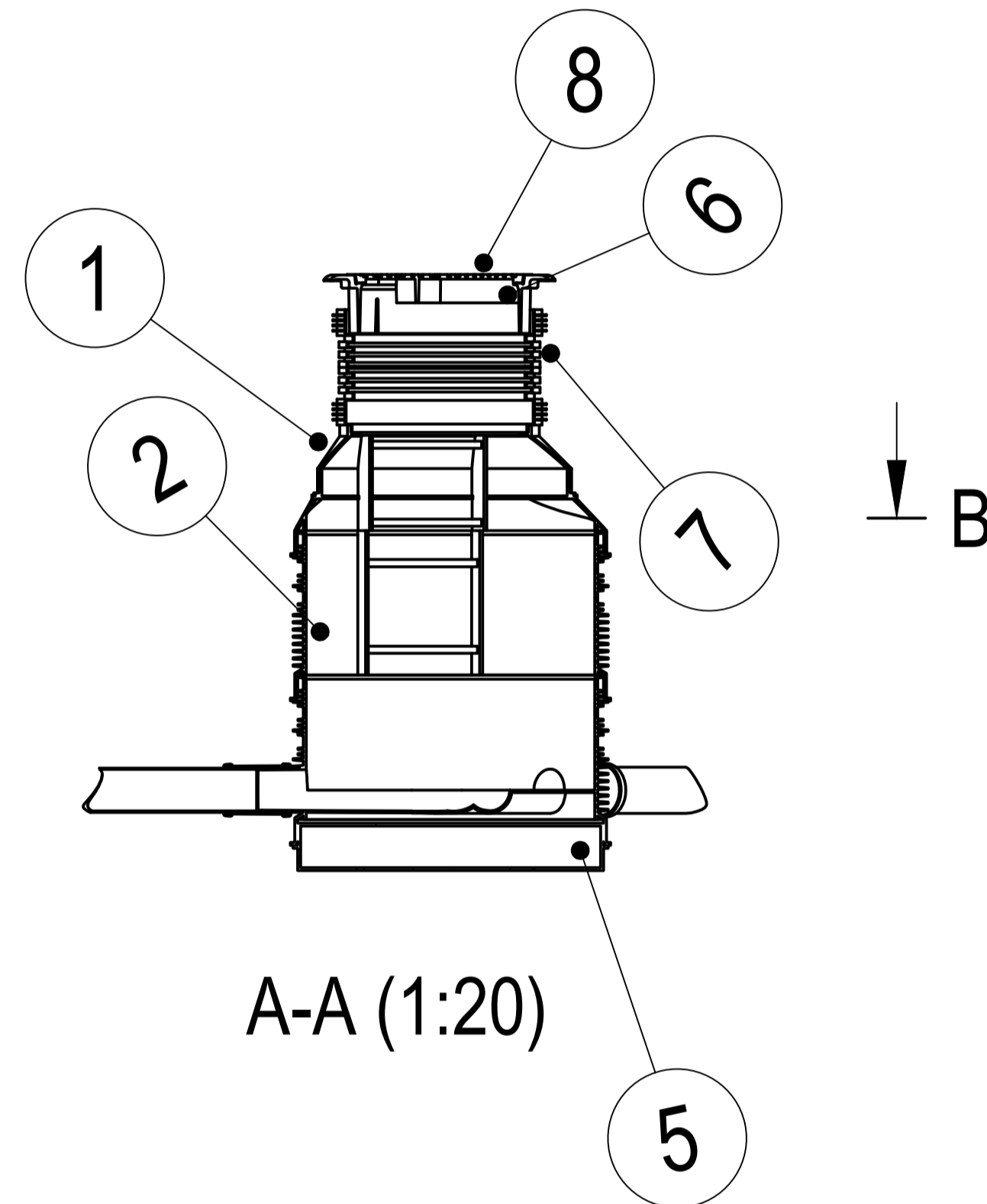
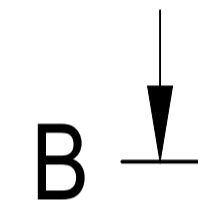
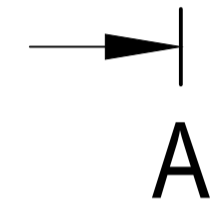
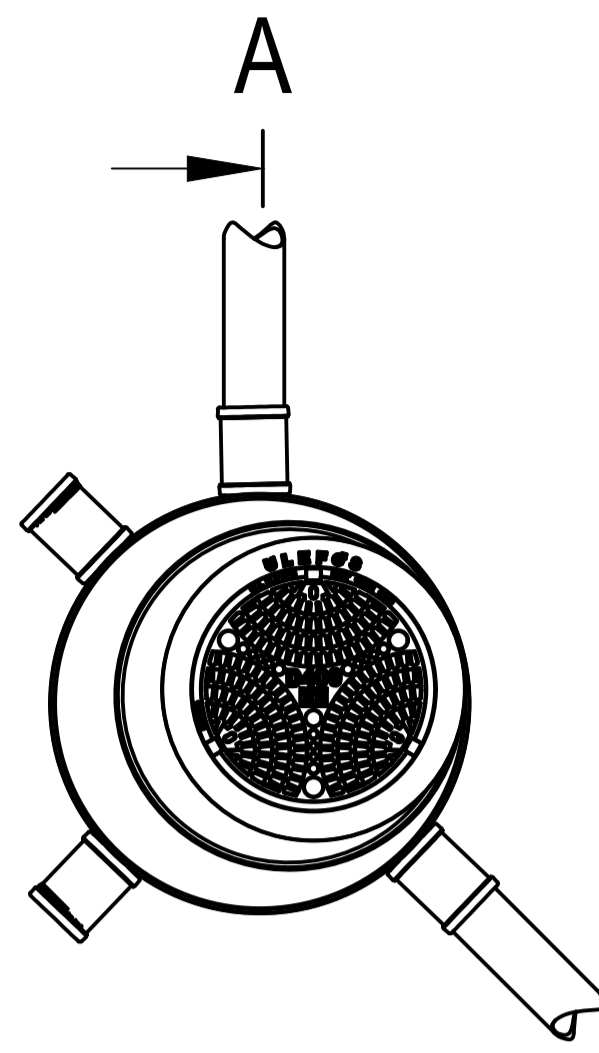
VA Produktbibliotek
Stykkliste



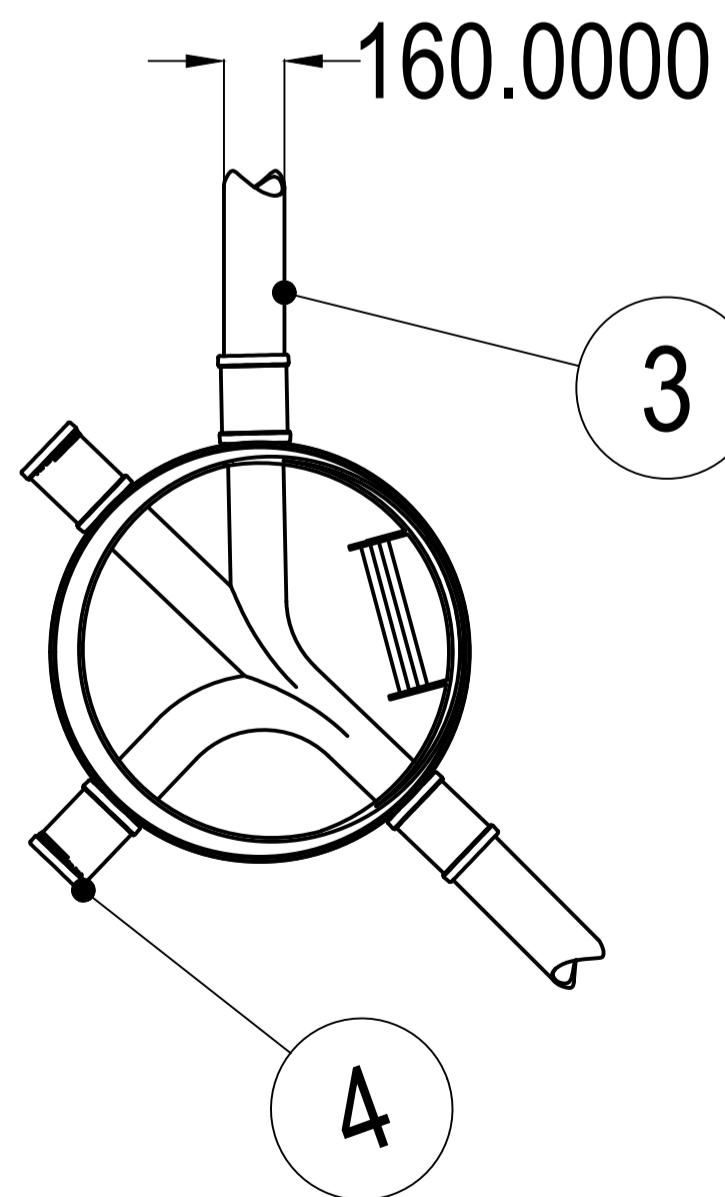
Pos.nr.	Beskrivelse	Dimensjon	Materiale	Trykkklasse	Byggelengde	Byggehøyde	Antall
1	F911-Combi	105-226	EPDM	-	-	-	1
2	PE Trykkrør SDR11	DN180	PE	SDR11	12m	-	1
3	Flensemuffe - Hymax 2000	DN150	Støpejern	PN10-16	173	-	1
4	Boltesett	DN150-M20x70	Støpejern	PN10-16	-	-	3
5	Armert flensepakning	DN150	Støpejern	-	-	-	3
6	Blindflens	DN150	Støpejern	PN10-16	19	-	2
7	Kombiarmatur med serviceventiler 3-veis	DN150	Støpejern	PN10-16	620	-	1
8	Armert flensepakning	DN100	Støpejern	-	-	-	1
9	Boltesett	DN100-M16x60	Støpejern	PN10-16	-	-	1
10	Kumring	DN1600-300	Betong	-	-	300	1
11	Konsoll for flens	DN150	Støpejern	-	330	350	1
12	Kjegle eksentrisk	DN1600	Betong	-	-	580	1
13	Brannventil_30-30	DN100	Støpejern	PN10-16	-	-	1
14	Miljølokket	DN100	Støpejern	PN10-16	-	-	1
15	Kumring med bunn	DN1600	Betong	-	-	1060	1
16	Norsk Standard rammer og lokk	Ø650	Seigjern	-	-	-	1
17	Norsk Standard rammer og lokk	Ø650	Seigjern	-	-	-	1
18	Justeringsring med not og fjær	DN650-100	Betong	-	-	100	1
19	Kumstige	1700	Aluminium	-	-	1700	1
20	F910-AR PVC	DN200 PVC	EPDM	-	-	-	1
21	Svarte PP overvannsrør	-	PP	-	-	-	1

REV. INDEX	ANT.	ENDRINGEN GJELDER			SIGN	DATO
Dato	Konstr./Tegnet	Målestokk	NTNU			
16.04.2021	VR & SRS	1:20/A1	Larsgårdveien 2			
Filnavn	Godkjent	Erstatning for:		Erstattet av:		
H503		KUMTEGNING FOR V005		H503		
Byggefelt Vegsundrabben						
Henvisning:	Index:	Beregning:				

VA Produktbibliotek
Stykkliste



A-A (1:20)



B-B (1:20)

Pos.nr.	Beskrivelse	Dimensjon	Materiale	Trykkklasse	Byggelengde	Byggehøyde	Antall
1	PRO 1000 Kjegle	00_Kjegle_m_	PVC	-	-	-	1
2	PRO 1000 Kumring	0_Kumring_nr	PVC	-	-	-	1
3	PVC rør	DN160	PVC	SN8	6m	-	2
4	PP ters med skrulokk	DN160	PP	-	-	-	2
5	PRO 1000 Dobbelgrenkum	.000_OD160-9	PVC	-	-	-	1
6	Norsk Standard rammer, lokk og rist	Ø650	Seigjern	-	-	-	1
7	PRO 1000 Justeringsring	000_Justering	PVC	-	-	-	1
8	Norsk Standard rammer, lokk og rist	Ø650	Seigjern	-	-	-	1

REV.	INDEX	ANT.	ENDRINGEN GJELDER		SIGN	DATO
<p>Dato: 20.04.2021 Konstr./Tegnet: VR & SRS Målestokk: 1:20/A1</p> <p>Filnavn: H504 Godkjent:</p> <p>KUMTEGNING SP 1 Byggefelt Vegsundrabben +Tetningsring mellom kumbunn/kumring og kumring/kjegle</p>						
					Erstatning for:	Erstattet av:
					H504	
Henvisning:		Index:	Beregning:			

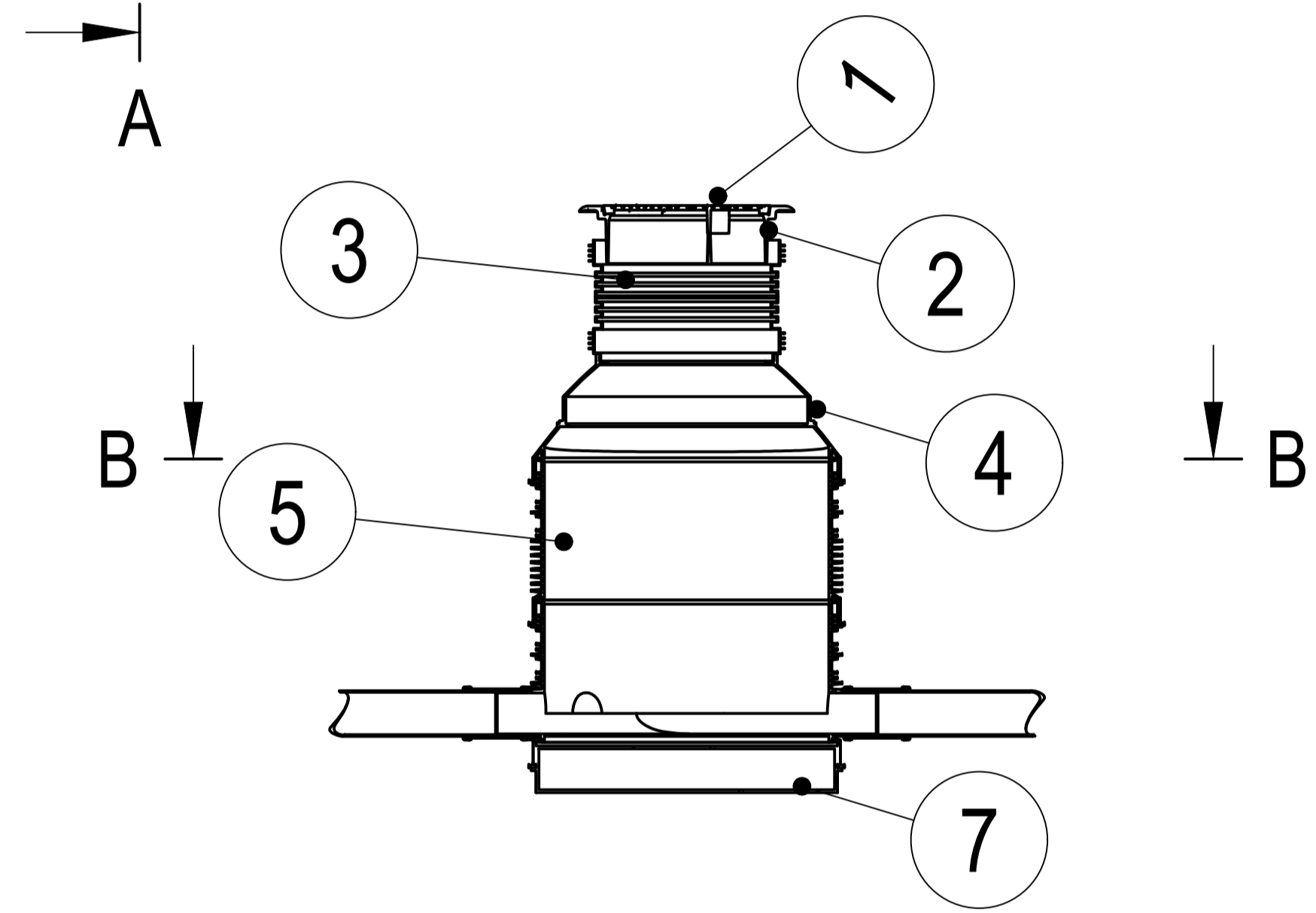
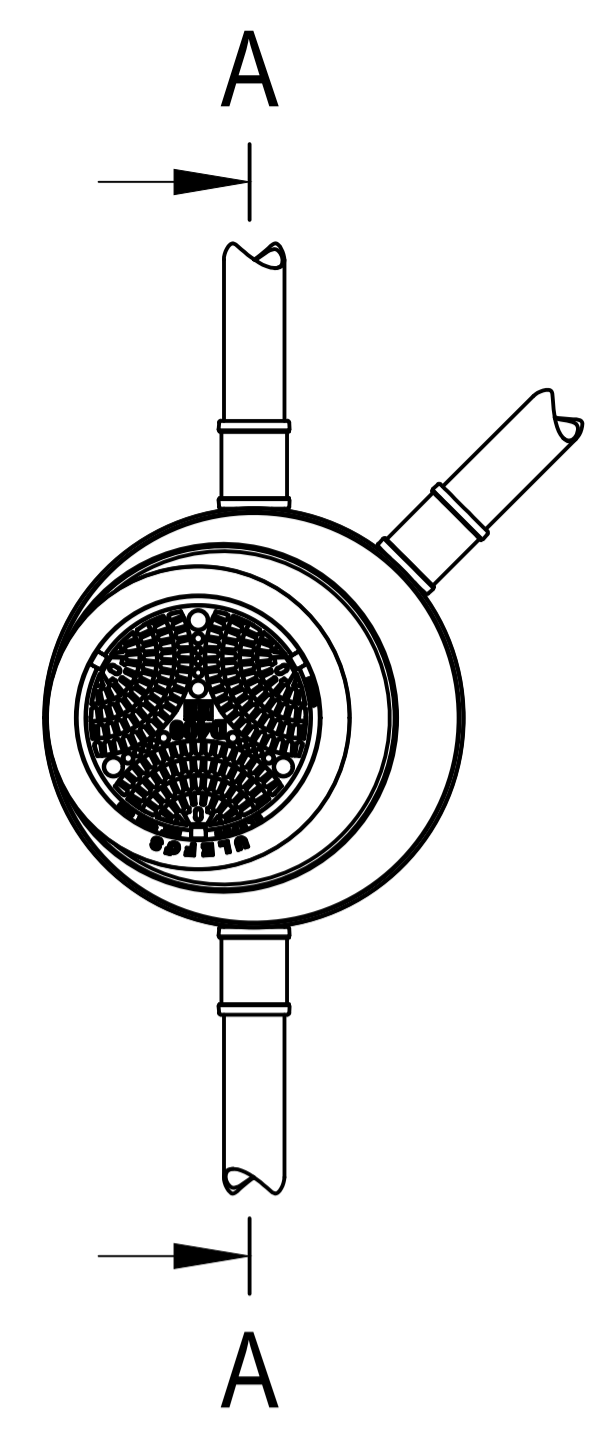
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

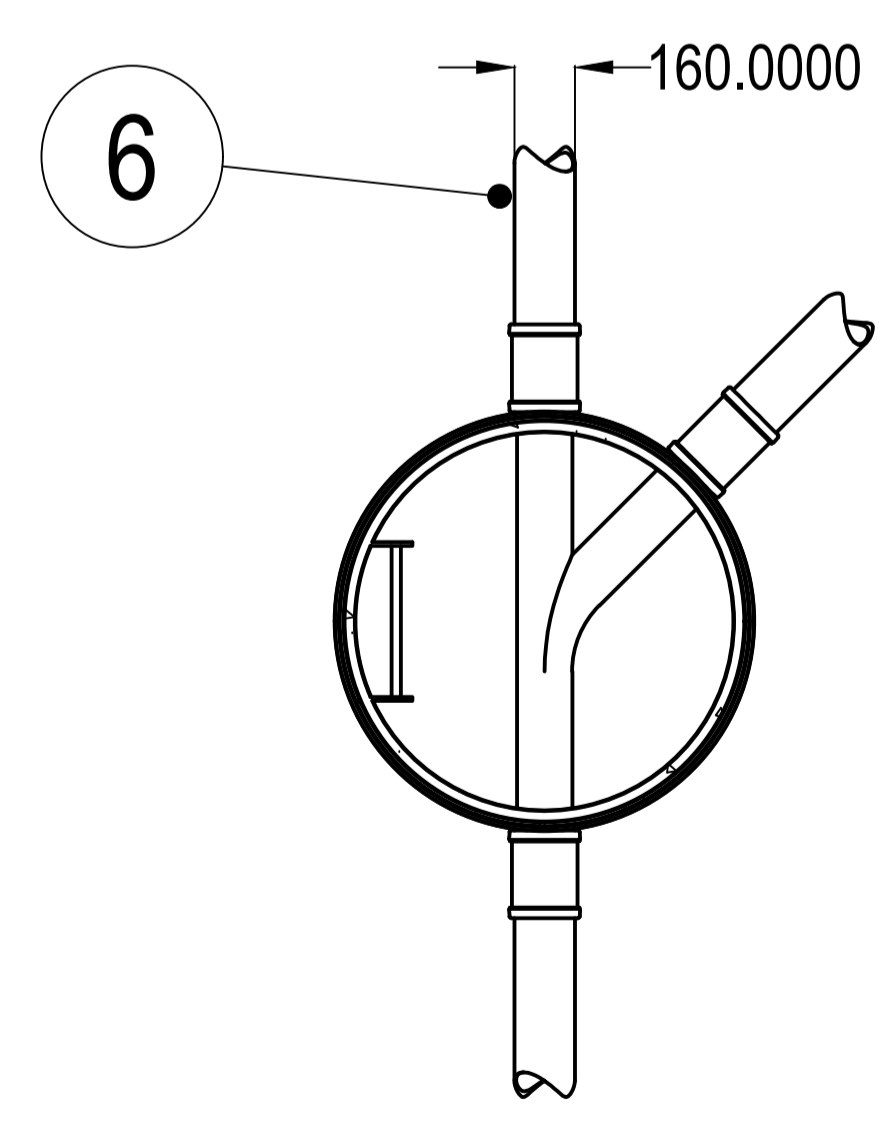


VA Produktbibliotek
Stykkliste

Pos.nr.	Beskrivelse	Dimensjon	Materiale	Trykkklasse	Byggelengde	Byggehøyde	Antall
1	Norsk Standard rammer og lokk	Ø650	Seigjern	-	-	-	1
2	Norsk Standard rammer og lokk	Ø650	Seigjern	-	-	-	1
3	PRO 1000 justeringsring	000_Justering	PVC	-	-	-	1
4	PRO 1000 Kjegle	000_Kjegle_m_	PVC	-	-	-	1
5	PRO 1000 Kumring	000_Kumring_r	PVC	-	-	-	1
6	Grunnavløpsrør PVC	DN160	PVC	SN8	6m	-	3
7	PRO 1000 Grenkum høyre	000_hoyre_OD:	PVC	-	-	-	1



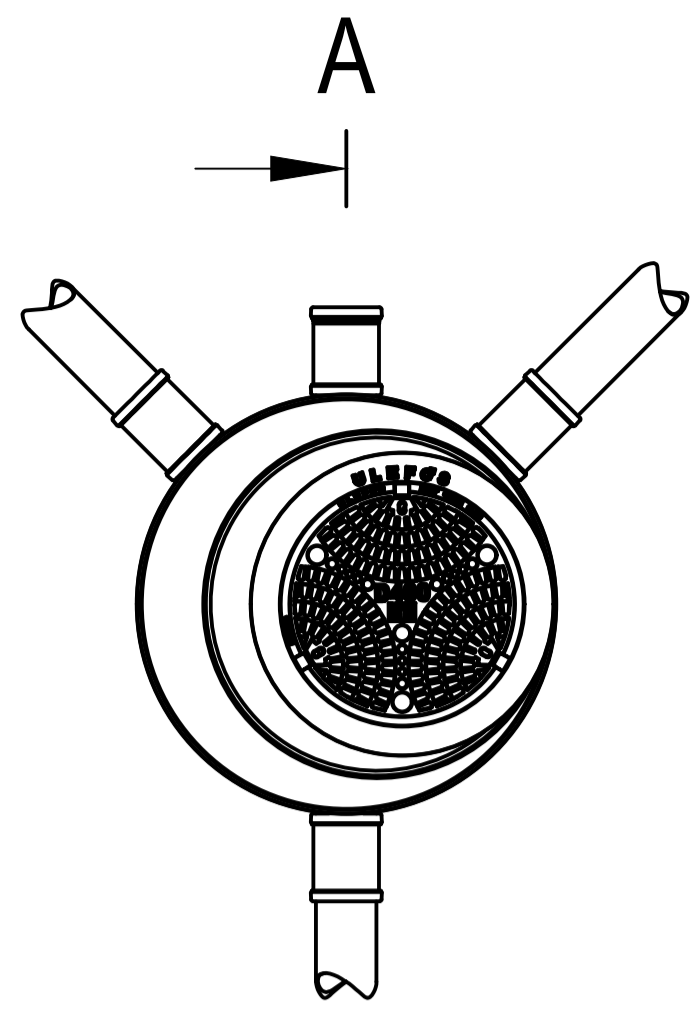
A-A (1:20)



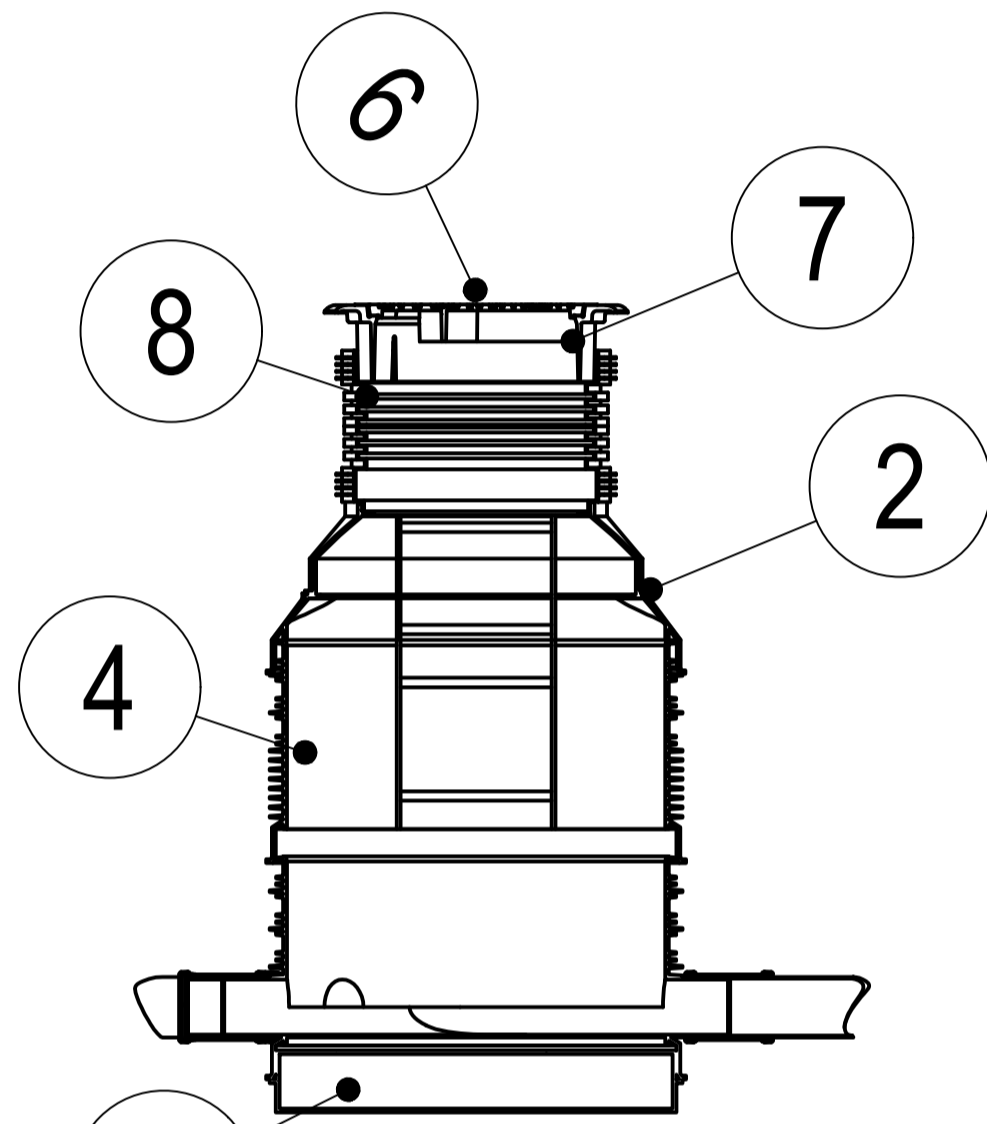
B-B (1:20)

REV.	INDEX	ANT.	ENDRINGEN GJELDER		SIGN	DATO
Dato	16.04.2021	Konstr./Tegnet	VR & SRS	Målestokk	NTNU Larsgårdveien 2 6009 Ålesund	
Filnavn	H505	Godkjent		1:20/A1	Erstatning for: Erstattet av:	
KUMTEGNING FOR SP008 + Tetningsring mellom kumbunn/kumring og kumring/kjegle				H505		
Henvisning:	Index:	Beregning:				

VA Produktbibliotek
Stykkliste



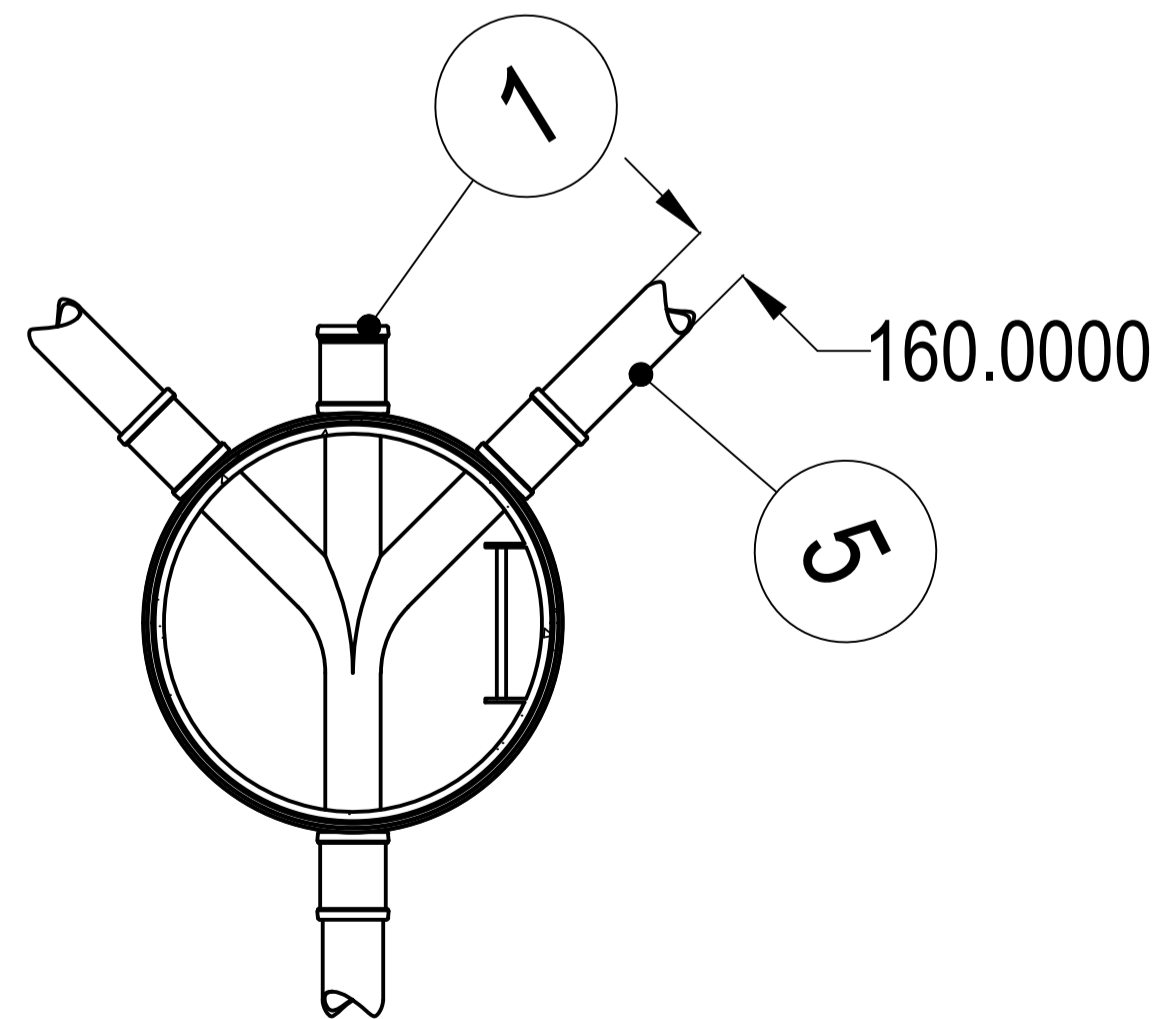
A



A-A (1:20)

B

B

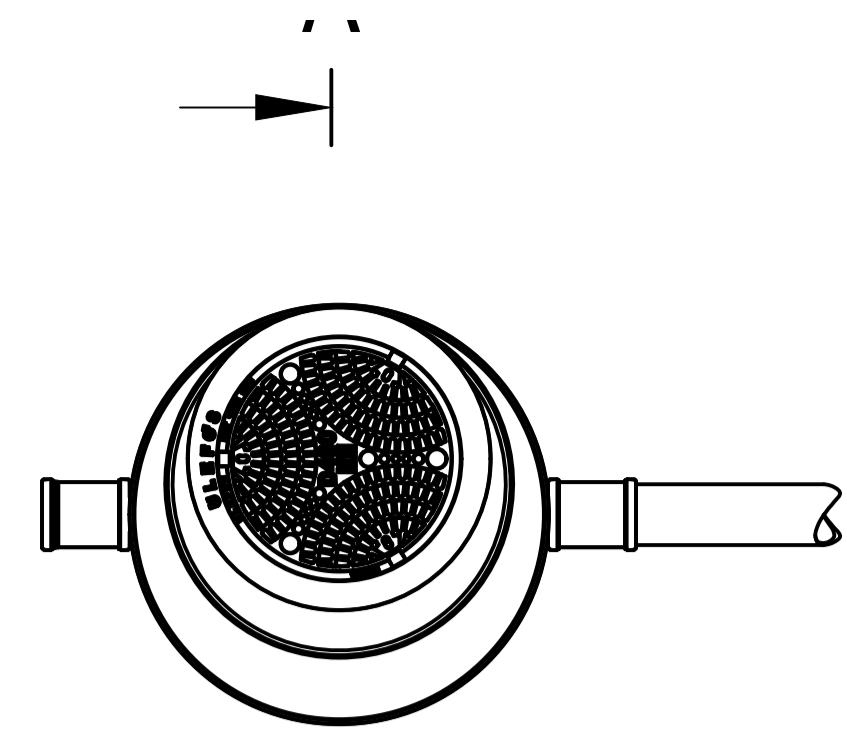


B-B (1:20)

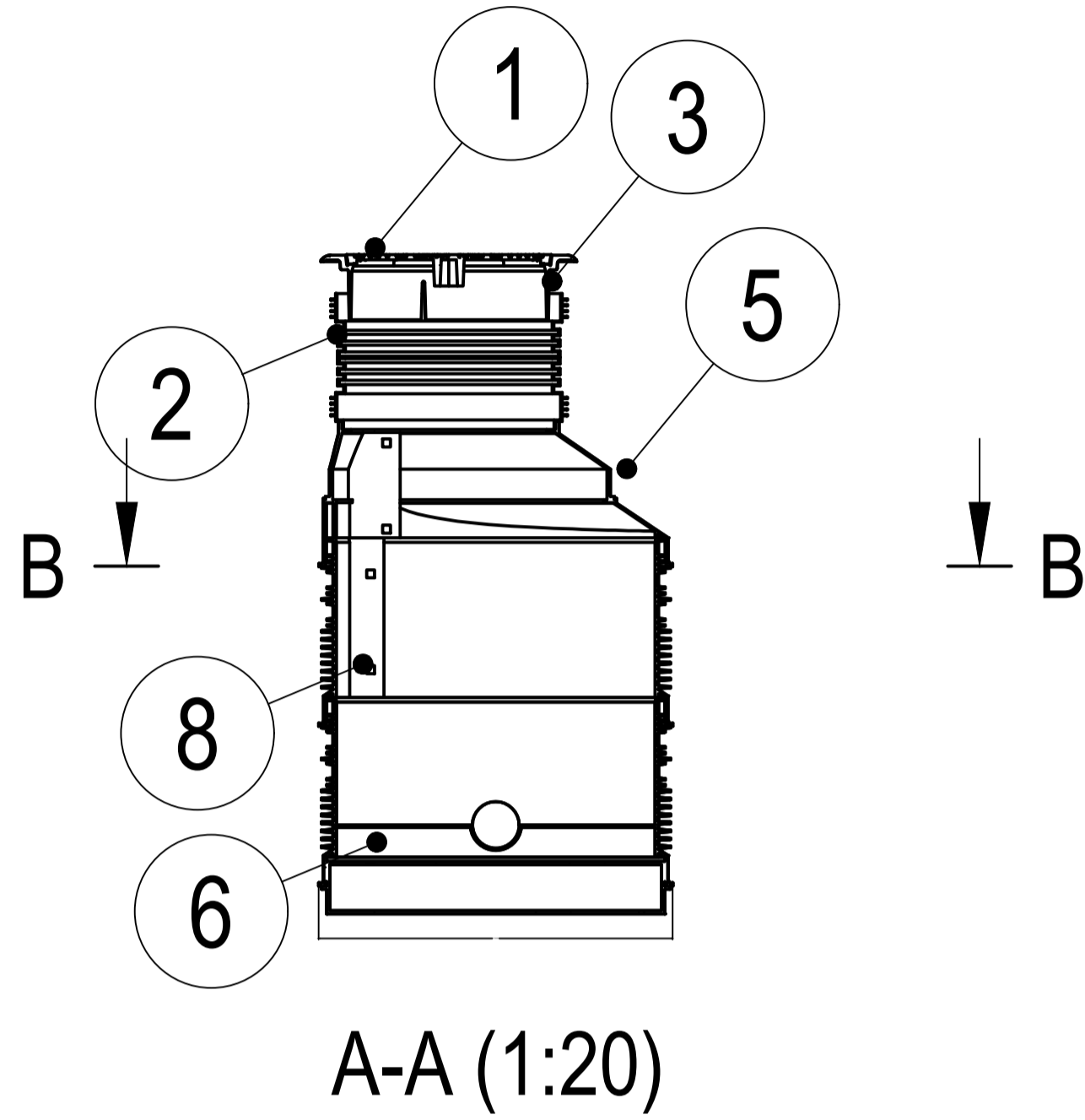
Pos.nr.	Beskrivelse	Dimensjon	Materiale	Trykkklasse	Byggelengde	Byggehøyde	Antall
1	Grunnavløp ters med skrulokk	DN160	PP	-	-	-	1
2	PRO 1000 Kjegle	00_Kjegle_m_	PVC	-	-	-	1
3	PRO 1000 Dobbelgrenkum	11000_OD160-	PVC	-	-	-	1
4	PRO 1000 Kumring	0_Kumring_r	PVC	-	-	-	1
5	Grunnavløpsrør PVC	DN160	PVC	SN8	6m	-	3
6	Norsk Standard rammer og lokk	Ø650	Seigjern	-	-	-	1
7	Norsk Standard rammer og lokk	Ø650	Seigjern	-	-	-	1
8	PRO 1000 justeringsring	000_Justering	PVC	-	-	-	1

REV.	INDEX	ANT.	ENDRINGEN GJELDER		SIGN	DATO
<p>Dato: 16.04.2021 Konstr./Tegnet: VR & SRS Målestokk: 1:20/A1</p> <p>Filnavn: H506 Godkjent:</p> <p>KUMTEGNING FOR SP 002 + Tetningsring mellom kumbunn/kumring og kumring/kjegle</p> <p>Hensvisning: Index: Beregning:</p>						
<p>NTNU Larsgårdveien 2 6009 Ålesund</p>					<p>Erstattet av: H506</p>	

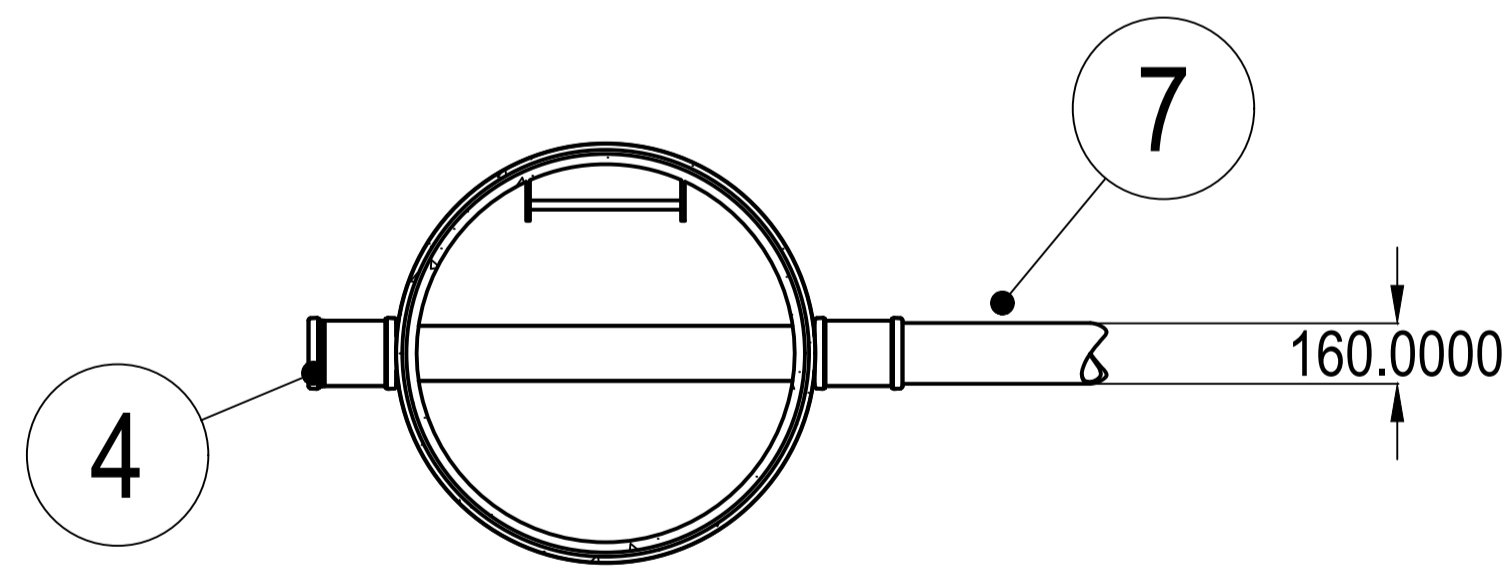
VA Produktbibliotek
Stykkliste



A



A-A (1:20)



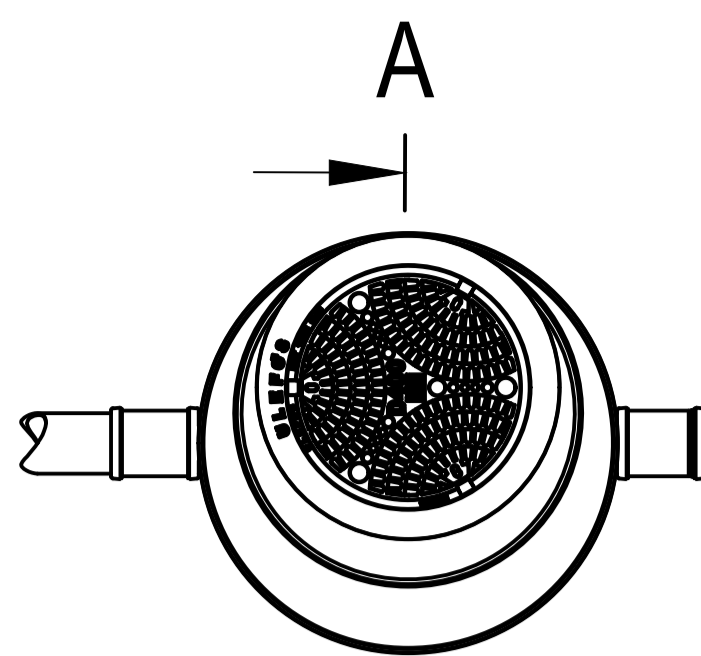
B-B (1:20)

Pos.nr.	Beskrivelse	Dimensjon	Materiale	Trykkklasse	Byggelengde	Byggehøyde	Antall
1	Norsk Standard rammer, lokk og rist	Ø650	Seigiern	-	-	-	1
2	PRO 1000 Justeringsring	000_Justering	PVC	-	-	-	1
3	Norsk Standard rammer, lokk og rist	Ø650	Seigiern	-	-	-	1
4	PP ters med skrulokk	DN160	PP	-	-	-	1
5	PRO 1000 Kjegle	00_Kjegle_m	PVC	-	-	-	1
6	PRO 1000 Rettløpskum	DN160	PVC	-	-	-	1
7	PVC rør	DN160	PVC	SN8	6m	-	1
8	PRO 1000 Kumring	0_Kumring_r	PVC	-	-	-	1

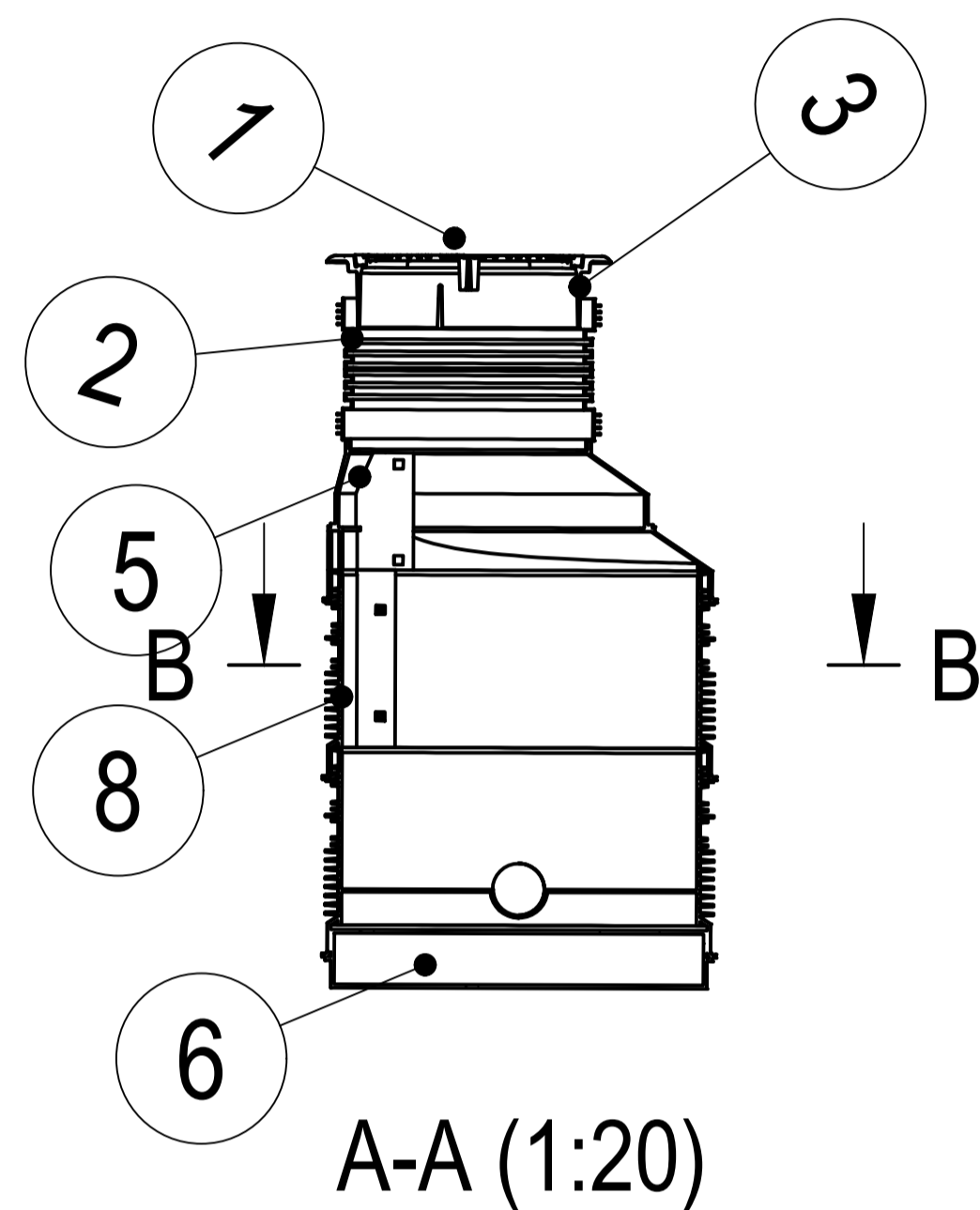
REV. INDEX	ANT.	ENDRINGEN GJELDER		SIGN	DATO
Dato	Konstr./Tegnet	Målestokk	NTNU		
16.04.2021	VR & SRS	1:20/A1	Larsgårdveien 2		
Filnavn	Godkjent	Erstatning for:		Erstattet av:	
H507		KUMTEGNING FOR SP 003		H507	
Hensvisning:		Index:	Beregning:		

Novapoint

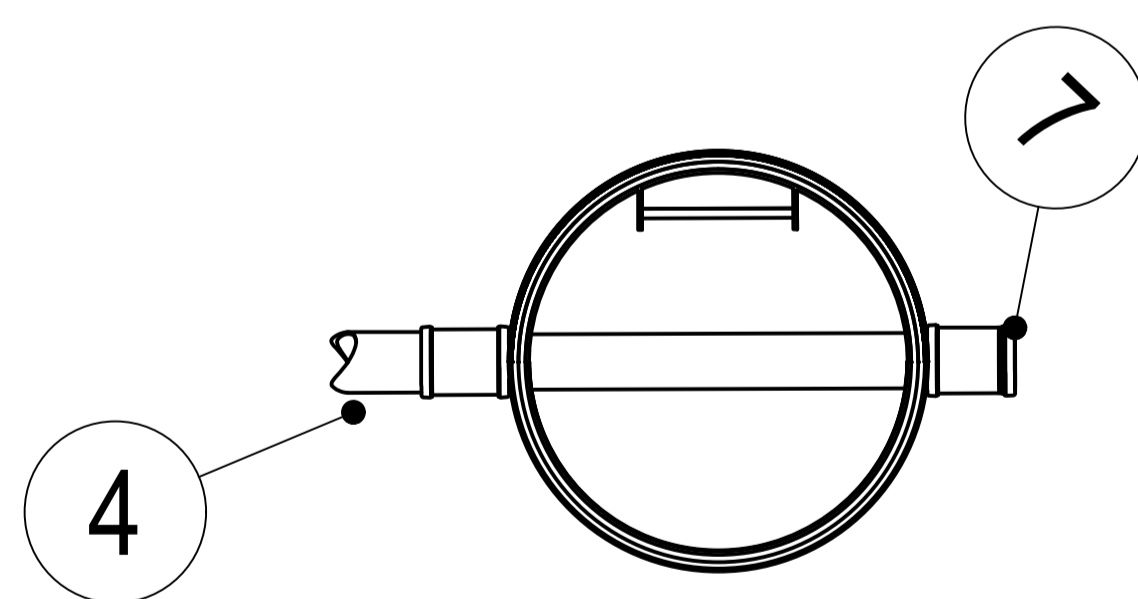
VA Produktbibliotek
Stykkliste



A



A-A (1:20)



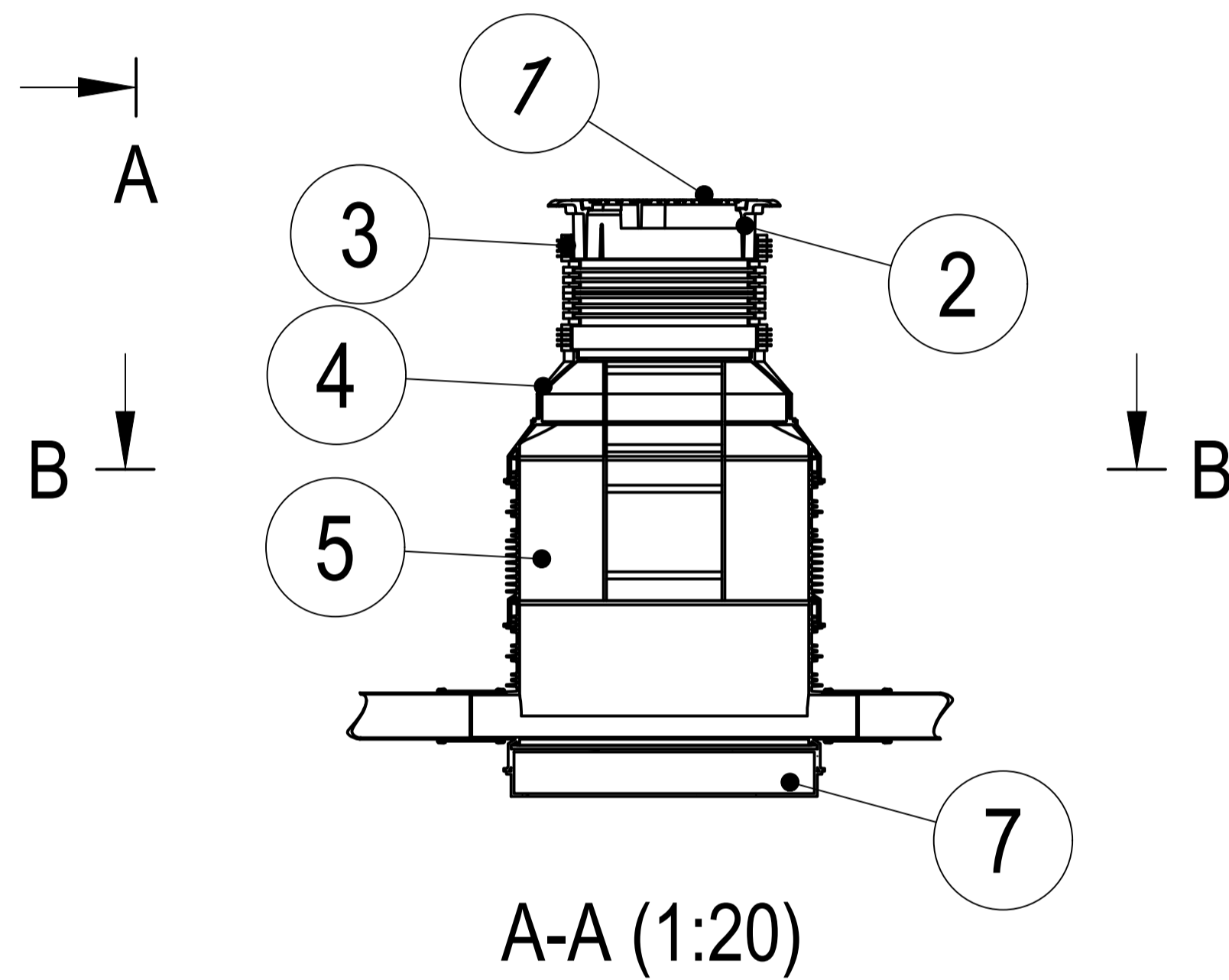
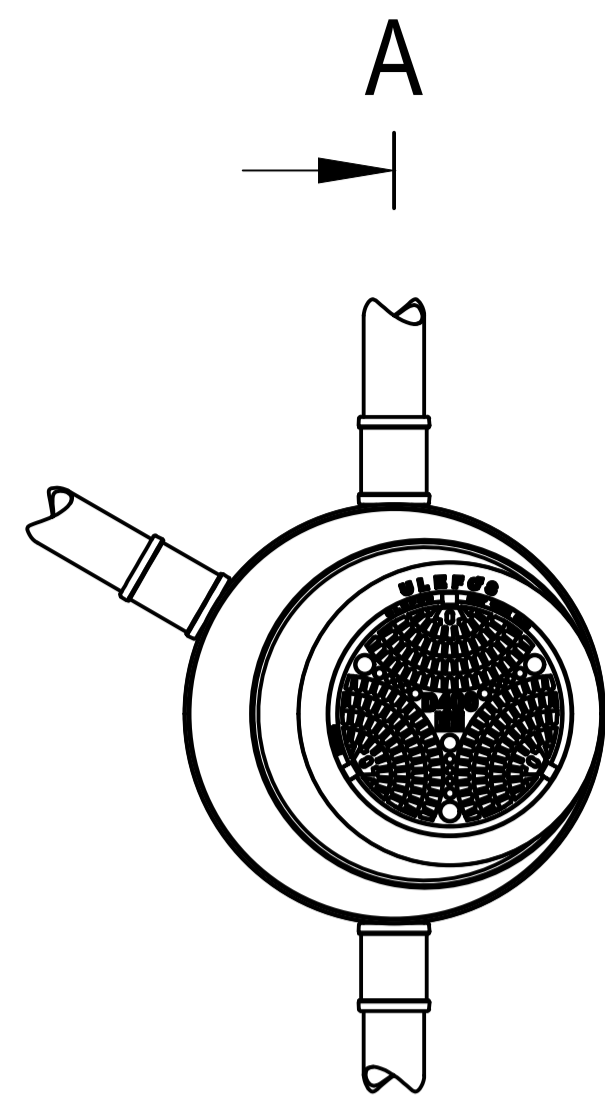
B-B (1:20)

Pos.nr.	Beskrivelse	Dimensjon	Materiale	Trykkklasse	Byggelengde	Byggehøyde	Antall
1	Norsk Standard rammer og lokk	Ø650	Seigjern	-	-	-	1
2	PRO 1000 justeringsring	1000_Justering	PVC	-	-	-	1
3	Norsk Standard rammer og lokk	Ø650	Seigjern	-	-	-	1
4	Grunnavløpsrør PVC	DN160	PVC	SN8	6m	-	1
5	PRO 1000 Kjegle	1000_Kjegle_m	PVC	-	-	-	1
6	PRO 1000 Rettløpskum	1000_OD16	PVC	-	-	-	1
7	Grunnavløp ters med skrulokk	DN160	PP	-	-	-	1
8	PRO 1000 Kumring	1000_Kumring_r	PVC	-	-	-	1

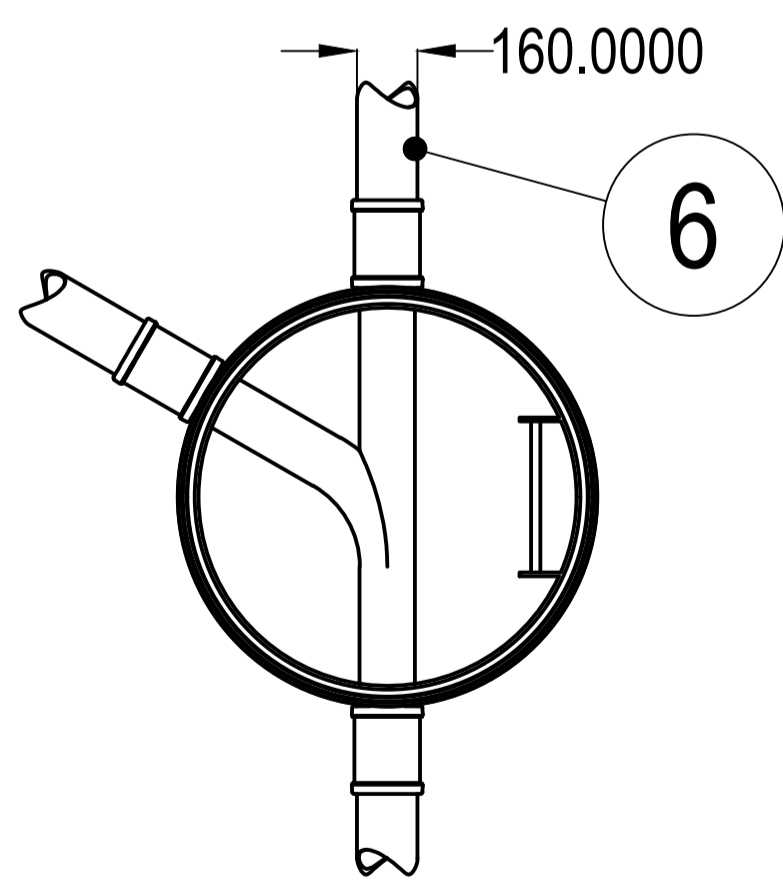
REV. INDEX	ANT.	ENDRINGEN GJELDER			SIGN	DATO
Dato	16.04.2021	Konstr./Tegnet	VR & SRS	Målestokk	NTNU Larsgårdveien 2 6009 Ålesund	
Filnavn	H508	Godkjent		1:20/A1	Erstatning for: H508	
KUMTEGNING FOR SP004 + Tetningsring mellom kumbunn/kumring og kumring/kjegle				Erstattet av:		
Henvisning:		Index:	Beregning:			



VA Produktbibliotek
Stykkliste



A-A (1:20)



B-B (1:20)

Pos.nr.	Beskrivelse	Dimensjon	Materiale	Trykkklasse	Byggelengde	Byggehøyde	Antall
1	Norsk Standard rammer og lokk	Ø650	Seigjern	-	-	-	1
2	Norsk Standard rammer og lokk	Ø650	Seigjern	-	-	-	1
3	PRO 1000 justeringsring	00_Justering	PVC	-	-	-	1
4	PRO 1000 Kjegle	00_Kjegle_m_	PVC	-	-	-	1
5	PRO 1000 Kumring	0_Kumring_r	PVC	-	-	-	1
6	Grunnavløpsrør PVC	DN160	PVC	SN8	6m	-	3
7	PRO 1000 Grenkum venstre	0_venstre_OC	PVC	-	-	-	1

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

REV. INDEX	ANT.	ENDRINGEN GJELDER		SIGN	DATO
Dato	16.04.2021	Konstr./Tegnet	VR & SRS	Målestokk	1:20/A1
Filnavn	H509	Godkjent		NTNU Larsgårdveien 2 6009 Ålesund	
KUMTEGNING FOR SP 007 + Tetningsring mellom kumbunn/kumring og kumring/kjegle				Erstatning for:	Erstattet av:
				H509	
Henvisning:	Index:	Beregning:			

Vedlegg 5

Volumrapport

Novapoint

Mengderapport vann og avløp

Volumrapport

Model: VA-anlegg_Vegsundrabben

Korreksjonsfaktorer

Løsmasse 1,00

Fjell 1,40

Tilbakefylling 1,10

Trasé	Seksjon	Profil		Lengde (m)	Utgraving (m³)	Sprengning (m³)	Geotekstil (m²)	Fundament (m³)	Omfillingsmasser (m³)	Tilbakefyllingsmasser (m³)	Overskudd (m³)
		Start	Slutt								
Grand Total:					8 156,62		5 176,81	247,05	1 287,17	6 536,68	966,27
Hovedtrase OV500	Seksjon 31 - 32	0,00	40,01	40,01	388,13	0,00	307,29	9,31	84,63	282,68	77,18
Hovedtrase OV500	Seksjon 32 - 55	40,01	61,36	21,34	425,32	0,00	207,33	4,98	45,37	369,06	19,36
Hovedtrase OV500	Seksjon 55 - 33	61,36	83,78	22,43	401,91	0,00	204,67	6,59	50,29	338,76	29,27
Hovedtrase OV500	Seksjon 33 - 34	83,78	125,05	41,27	401,85	0,00	187,36	9,04	34,01	353,31	13,20
Halvmåneledning	Seksjon 43 - 42	0,00	28,61	28,61	153,35	0,00	157,63	22,87	25,45	104,95	37,90
Halvmåneledning	Seksjon 42 - 67	28,61	59,45	30,84	153,62	0,00	139,32	6,36	23,86	123,44	17,84
Halvmåneledning	Seksjon 67 - 40	59,45	121,25	61,80	688,55	0,00	413,71	5,77	137,25	536,12	98,82
Halvmåneledning	Seksjon 40 - 39	121,25	151,12	29,87	450,08	0,00	209,04	16,10	45,39	383,15	28,61
Halvmåneledning	Seksjon 39 - 69	151,12	161,62	10,49	194,27	0,00	79,07	1,86	24,42	165,66	12,04
Halvmåneledning	Seksjon 69 - 38	161,62	186,20	24,59	443,14	0,00	174,13	10,68	46,82	380,56	24,53
Halvmåneledning	Seksjon 38 - 37	186,20	210,12	23,91	269,99	0,00	171,28	8,19	46,13	207,47	41,77
Halvmåneledning	Seksjon 37 - 71	210,12	247,49	37,38	372,06	0,00	269,85	9,29	86,72	268,59	76,61
Halvmåneledning	Seksjon 71 - 36	247,49	290,12	42,62	472,84	0,00	281,79	5,70	83,06	375,71	59,56
Halvmåneledning	Seksjon 36 - 33	290,12	304,04	13,93	154,28	0,00	99,86	4,40	31,41	116,26	26,39
16-55	Seksjon 38 - 53	0,00	11,30	11,30	123,07	0,00	79,10	2,22	25,13	97,02	16,34
16-55	Seksjon 53 - 54	11,30	37,23	25,93	156,76	0,00	148,20	3,93	41,68	112,01	33,55
BKS4	Seksjon 55 - 56	0,00	14,53	14,53	102,60	0,00	67,36	3,73	12,14	86,55	7,39
BKS4	Seksjon 56 - 57	14,53	94,53	80,00	700,05	0,00	342,13	16,98	60,08	623,03	14,71
BKS4	Seksjon 57 - 58	94,53	131,19	36,67	195,30	0,00	160,29	6,12	30,63	158,46	20,99
BKS9	Seksjon 59 - 60	0,00	9,52	9,52	64,00	0,00	59,21	4,78	15,87	43,13	16,56
BKS9	Seksjon 60 - 61	9,52	74,41	64,89	396,44	0,00	368,53	16,94	96,06	283,73	84,34
Omlagging	Seksjon 40 - 62	0,00	14,90	14,90	180,75	0,00	96,07	5,43	24,92	147,46	18,55
Omlagging	Seksjon 62 - 63	14,90	34,32	19,42	116,39	0,00	103,98	7,29	19,94	85,19	22,68
Omlagging	Seksjon 63 - 64	34,32	40,70	6,38	31,61	0,00	31,06	1,27	6,07	23,02	6,29
16-54	Seksjon 62 - 65	0,00	32,18	32,18	265,00	0,00	210,52	14,97	59,44	190,93	54,98
H220_1	Seksjon 62 - 66	0,00	13,43	13,43	115,72	0,00	97,04	4,34	33,19	78,42	29,45
SKV2	Seksjon 39 - 68	0,00	17,08	17,08	164,58	0,00	101,85	4,78	25,60	133,67	17,53
BKS7	Seksjon 69 - 70	0,00	8,63	8,63	106,67	0,00	52,39	1,05	14,93	91,44	6,08
BH5	Seksjon 71 - 72	0,00	14,46	14,46	58,36	0,00	61,76	5,68	9,00	43,62	10,38
BH7	Seksjon 73 - 74	0,00	3,33	3,33	9,27	0,00	10,79	0,34	1,58	7,34	1,19
BH1	Seksjon 67 - 75	0,00	7,43	7,43	34,42	0,00	27,79	2,73	4,08	27,40	4,29
BH2	Seksjon 40 - 76	0,00	3,46	3,46	27,93	0,00	7,86	1,10	0,77	24,51	0,97
BH2	Seksjon 76 - 77	3,46	12,82	9,36	25,89	0,00	30,42	0,95	4,45	20,50	3,35
BH3	Seksjon 39 - 78	0,00	2,85	2,85	23,75	0,00	7,71	0,65	0,68	21,65	-0,06
BH3	Seksjon 78 - 79	2,85	12,65	9,80	27,83	0,00	31,64	0,99	4,64	22,19	3,42
BH4	Seksjon 38 - 80	0,00	3,04	3,04	25,78	0,00	10,13	1,62	0,74	22,93	0,56
BH4	Seksjon 80 - 81	3,04	11,59	8,56	34,47	0,00	42,70	8,07	4,38	21,99	10,28
BH6	Seksjon 34 - 84	0,00	5,80	5,80	39,77	0,00	12,12	0,78	1,85	35,74	0,45
Hovedtrase OV500(2)	Seksjon 34 - 35	0,00	20,80	20,80	160,85	0,00	113,82	9,15	24,50	129,03	18,91

Novapoint

Mengderapport vann og avløp

Excavation Layers

Model: VA-anlegg_Vegsundrabben

Trasé	Seksjon	Profil		Lengde (m)	Jord (m³)	Utskiftings-masser (m³)	Matjord (m²)	Vegetasjon (m³)
		Start	Slutt					
Grand Total:					8 156,62			
Hovedtrase OV500	Seksjon 31 - 32	0,00	40,01	40,01	388,13	0,00	0,00	0,00
Hovedtrase OV500	Seksjon 32 - 55	40,01	61,36	21,34	425,32	0,00	0,00	0,00
Hovedtrase OV500	Seksjon 55 - 33	61,36	83,78	22,43	401,91	0,00	0,00	0,00
Hovedtrase OV500	Seksjon 33 - 34	83,78	125,05	41,27	401,85	0,00	0,00	0,00
Halvmåneledning	Seksjon 43 - 42	0,00	28,61	28,61	153,35	0,00	0,00	0,00
Halvmåneledning	Seksjon 42 - 67	28,61	59,45	30,84	153,62	0,00	0,00	0,00
Halvmåneledning	Seksjon 67 - 40	59,45	121,25	61,80	688,55	0,00	0,00	0,00
Halvmåneledning	Seksjon 40 - 39	121,25	151,12	29,87	450,08	0,00	0,00	0,00
Halvmåneledning	Seksjon 39 - 69	151,12	161,62	10,49	194,27	0,00	0,00	0,00
Halvmåneledning	Seksjon 69 - 38	161,62	186,20	24,59	443,14	0,00	0,00	0,00
Halvmåneledning	Seksjon 38 - 37	186,20	210,12	23,91	269,99	0,00	0,00	0,00
Halvmåneledning	Seksjon 37 - 71	210,12	247,49	37,38	372,06	0,00	0,00	0,00
Halvmåneledning	Seksjon 71 - 36	247,49	290,12	42,62	472,84	0,00	0,00	0,00
Halvmåneledning	Seksjon 36 - 33	290,12	304,04	13,93	154,28	0,00	0,00	0,00
16-55	Seksjon 38 - 53	0,00	11,30	11,30	123,07	0,00	0,00	0,00
16-55	Seksjon 53 - 54	11,30	37,23	25,93	156,76	0,00	0,00	0,00
BKS4	Seksjon 55 - 56	0,00	14,53	14,53	102,60	0,00	0,00	0,00
BKS4	Seksjon 56 - 57	14,53	94,53	80,00	700,05	0,00	0,00	0,00
BKS4	Seksjon 57 - 58	94,53	131,19	36,67	195,30	0,00	0,00	0,00
BKS9	Seksjon 59 - 60	0,00	9,52	9,52	64,00	0,00	0,00	0,00
BKS9	Seksjon 60 - 61	9,52	74,41	64,89	396,44	0,00	0,00	0,00
Omlegging	Seksjon 40 - 62	0,00	14,90	14,90	180,75	0,00	0,00	0,00
Omlegging	Seksjon 62 - 63	14,90	34,32	19,42	116,39	0,00	0,00	0,00
Omlegging	Seksjon 63 - 64	34,32	40,70	6,38	31,61	0,00	0,00	0,00
16-54	Seksjon 62 - 65	0,00	32,18	32,18	265,00	0,00	0,00	0,00
H220_1	Seksjon 62 - 66	0,00	13,43	13,43	115,72	0,00	0,00	0,00
SKV2	Seksjon 39 - 68	0,00	17,08	17,08	164,58	0,00	0,00	0,00
BKS7	Seksjon 69 - 70	0,00	8,63	8,63	106,67	0,00	0,00	0,00
BH5	Seksjon 71 - 72	0,00	14,46	14,46	58,36	0,00	0,00	0,00
BH7	Seksjon 73 - 74	0,00	3,33	3,33	9,27	0,00	0,00	0,00
BH1	Seksjon 67 - 75	0,00	7,43	7,43	34,42	0,00	0,00	0,00
BH2	Seksjon 40 - 76	0,00	3,46	3,46	27,93	0,00	0,00	0,00
BH2	Seksjon 76 - 77	3,46	12,82	9,36	25,89	0,00	0,00	0,00
BH3	Seksjon 39 - 78	0,00	2,85	2,85	23,75	0,00	0,00	0,00
BH3	Seksjon 78 - 79	2,85	12,65	9,80	27,83	0,00	0,00	0,00
BH4	Seksjon 38 - 80	0,00	3,04	3,04	25,78	0,00	0,00	0,00
BH4	Seksjon 80 - 81	3,04	11,59	8,56	34,47	0,00	0,00	0,00
BH6	Seksjon 34 - 84	0,00	5,80	5,80	39,77	0,00	0,00	0,00
Hovedtrase OV500(2)	Seksjon 34 - 35	0,00	20,80	20,80	160,85	0,00	0,00	0,00

