

Bergen 21.02.2022

# Risiko og sårbarhetsanalyse for Detaljregulering

Berghus, Gnr. 164, Bnr. 360 m.fl., Frieleneskaien pumpehus, planID 70130000. Bergen kommune



## Innhold

1. Sammendrag .....	3
2. Bakgrunn.....	3
2.1. Overordnede krav .....	3
2.2. Planområdet og planinitiativet.....	3
2.3. Metode.....	4
3. Mulige uønskede hendelser .....	8
3.1. Identifikasjon av mulige hendelser / situasjoner .....	8
4. ROS-analyse, utvalgte hendelser.....	13
4.1. Havnivåstigning og stormflo .....	13
4.2. Sårbare objekt, brann ved pumpestasjonen .....	16
4.3. Sårbare objekt, fare for nedfall fra broen .....	17
4.4. Brudd på teknisk / kritisk infrastruktur; VA-anlegg, høyspent og kabel, sjøvannsledninger inn til /ut fra pumpehuset. ....	19
4.5. Uønskede hendelser oppsummert, før og etter nye tiltak. ....	20
5. Konklusjon .....	20
6. Vedlegg:.....	20

## 1. Sammendrag

Risiko- og sårbarhetsanalysen er utarbeidet i forbindelse med detaljregulering av Bergenhus gnr. 164 bnr. 360 m.fl., Frieleneskaien pumpehus, og med bakgrunn i plan- og bygningsloven § 4.3. Forslagsstiller er Eviny Termo AS og Universitetet i Bergen (UIB).

Ros- og sårbarhetsanalysen identifiserer 1 hendelse / situasjon med gult risikonivå og 0 med rødt risikonivå for dagens situasjon.

For fremtidig situasjon er det identifisert 0 hendelser / situasjoner med gult nivå, og 0 hendelser / situasjoner med rødt nivå.

Planinitiativet fremmes med bakgrunn i et eksisterende tiltak, som er gitt tillatelse til gjennom midlertidig dispensasjon med hjemmel i plan- og bygningsloven § 19-3, og med en varighet på inntil 8 år inntil ny reguleringsplan for området er vedtatt. Tiltaket er en pumpestasjon for sjøvann på Frieleneskaien gnr. 164 bnr. 360 på Møhlenpris og utgjør kritisk infrastruktur for leveranse av sjøvann til energianlegg og forskningsaktivitet.

Oppstartsmøte er gjennomført 02.04.2020.

## 2. Bakgrunn

### 2.1. Overordnede krav

KPA 2018 § 19 Klimatilpasning, risiko og sårbarhet definerer rammene for ROS-analyser i forbindelse med reguleringsplanarbeid i Bergen kommune.

Krav om ROS-analyse følger også av plan- og bygningsloven § 4.3. *Sitat:*

*Ved utarbeidelse av planer for utbygging skal planmyndigheten påse at risiko- og sårbarhetsanalyse gjennomføres for planområdet, eller selv foreta slik analyse. Analysen skal vise alle risiko- og sårbarhetsforhold som har betydning for om arealet er egnet til utbyggingsformål, og eventuelle endringer i slike forhold som følge av planlagt utbygging. Område med fare, risiko eller sårbarhet avmerkes i planen som hensynssone, jf. §§ 11-8 og 12-6. Planmyndigheten skal i arealplaner vedta slike bestemmelser om utbyggingen i sonen, herunder forbud, som er nødvendig for å avverge skade og tap.*

### 2.2. Planområdet og planinitiativet

Planområdet ligger på bysiden av Damsgårdsundet og nærmere bestemt på Frieleneskaien under Puddefjordsbroen på Møhlenpris. Dagens arealbruk innenfor planområdet er eksisterende pumpehus for sjøvann samt Puddefjordsbroens fundament / pilarer med omliggende areal og hamneaktivitet / utelagring i forbindelse med næringsaktivitet.

Planområdet tilhører et større hamneområde som er inngjerdet og strengt tatt utilgjengelig for andre enn dem med tilgang. Det ligger med kort avstand til viktige målpunkt og funksjoner med gangavstand til møteplasser, idrettsanlegg, kulturanlegg og sentrumsområde med stor variasjon i tjenester, handel og arbeidsplasser.

Planinitiativet skal sikre at eksisterende pumpestasjon / pumpehus på Frieleneskaien får permanent tillatelse etter plan- og bygningsloven § 12-12.

Tiltaket er primært en pumpestasjon for sjøvann på Frieleneskaien gnr. 164 bnr. 360 på Møhlenpris, som utgjør kritisk infrastruktur for leveranse av sjøvann til energianlegg og forskningsaktivitet.

Konkret leverer pumpestasjonen sjøvann til Marineholmen - UiB som benyttes til fiskeriforsøk. I tillegg leveres det sjøvann til energiforsyning av UiBs bygg på Sydnes og på Nygårdshøyden og til frikjøling for Media City Bergen (Evinyl Termo AS, tidligere BKK Varme AS). Det er i tillegg lagt opp til fremtidig levering av frikjøling til Nygård og Dokken, som er viktige parameter for utvikling av Dokken som fremtidsrettet og ny bydel. Sjøvannsløseleveranse er en vesentlig komponent i å gjøre UiB klimanøytral innen 2030, som er et satt og uttalt mål.

Derneft legger planforslaget til rette for etablering av en fremtidig strandpromenade, en fremtidig gang- og sykkelveg samt et fremtidig byrom iht. overordnede reguleringsplaner og kommunale arealstrategier.

## 2.3. Metode

Risiko- og sårbarhetsanalysen er en grovanalyse utført i forbindelse med planarbeidet for å kartlegge risiko og sårbarhet knyttet til uønskede enkelthendelser, som kan medføre tap av verdier, tap knytt til liv og helse, miljø og sikkerhet. Det gjøres ikke vurderinger av sammenfallende hendelser, ei heller konkrete vurderinger knyttet til SHA/HMS-forhold for anleggsarbeidere i anleggsfasen da dette forutsettes fulgt opp i senere faser og av anleggseier. I tillegg er den primære hensikt med planinitiativet og planforslaget å sikre pumpestasjonen / pumpehuset permanent tillatelse. Det primære tiltaket er følgelig et eksisterende tiltak.

Figur 1 Bergen sentrum og Møhlenpris med omriss av planområdet under Puddefjordbroen.





Analysen tar utgangspunkt i DSB sin veileder «Samfunnssikkerhet i kommunens arealplanlegging» (2017). Den baserer seg på det som fremkommer i KPA-ROS 2019 om akseptkriteria, konsekvenskategorier og sannsynlighetsklasser. Alle antakelser og vurderinger er basert på kjent og tilgjengelig bakgrunnsinformasjon og dokumentasjon.

Risiko- og sårbarhetsvurdering er enkelt sagt en tre-trinns vurdering der risiko utledes av en sammenstilling mellom sannsynligheten for at en uønsket hendelse inntreffer og konsekvensene av samme hendelse. Den vurderte sannsynligheten og konsekvensen for hendelsen gis en tallverdi ut fra ulike forhåndsdefinerte kategorier. Disse forhåndsdefinerte kategoriene er redegjort for i fig. 3 og 4.

En hendelses risikonivå defineres av tallverdien til sannsynlighetskategorien multiplisert med tallverdien av den alvorligste konsekvenskategorien, og kategoriseres i tre ulike akseptkriteria / risikonivå, som angis med rød, gul eller grønn farge avhengig av tallverdi.

**Tabell 1 Akseptkriteria for risikomatriksen / risikovurderingen**

Rød sone	Uakseptabel risiko. Sannsynligheten for at hendelsen kan oppstå er så høy, og konsekvensene ved at den oppstår er så store, at risikoreducerende tiltak er nødvendig og skal utføres.
Gul sone	Akseptabel risiko, men risikoreducerende tiltak skal vurderes ut fra kost / nytte.
Grønn sone	Akseptabel risiko. Risikoreducerende tiltak er ikke nødvendig da risikoen fra et samfunnssikkerhets - perspektiv er ivaretatt av ordinære rutiner, ved tilsyn, lover og forskrifter. Ytterligere risikoreducerende tiltak kan gjennomføres dersom det er ønskelig ut fra økonomiske og praktiske vurderinger

Tiltak som reduserer sannsynlighet vurderes først. Om dette ikke gir effekt i eller er mulig blir tiltak som avgrenser konsekvensene vurdert. Noen hendelser egner seg ikke for en sannsynlighetsgradering på oversiktsnivå, eksempelvis støy, radon og strålefare. For disse vil det være tilstrekkelig å avdekke om hendelsene vil kunne inntreffe eller ikke.

**Tabell 2 Sannsynlighetsklasser benyttet i ROS-analysen (ref. Bergen\_ROS\_KPA 2018)**

Sannsynlighetsklasse	Grad av sannsynlighet	Frekvens
S1	Usannsynlig	En hendelse sjeldnere enn 100 år
S2	Mindre sannsynlig	En hendelse per 50 – 100 år
S3	Sannsynlig	En hendelse per 10 – 5 år
S4	Meget sannsynlig	En hendelse per 2 – 10 år
S5	Svært sannsynlig	En hendelse oftere enn en gang pr. år.

Figur 3 Konsekvensklasser benyttet i ROS-analysen (ref. Bergen\_ROS\_KPA 2018)

Grad av konsekvens	Liv og helse	Ytre miljø	Materielle verdier/ økonomi
K5 Svært alvorlig/ katastrofal	Mer enn 10 døde og/eller mer enn 20 alvorlig skadde eller svært alvorlig sykdom. Antallet kan utfordre kapasiteten til hjelpeapparatet. Svært mange savnet eller ikke gjort rede for. Ekstrem høy psykososial påkjenning.	Vårige miljøskader.	Skade med en kostnad på mer enn 500 mill.kr.  Teknisk infrastruktur og avhengige systemer settes varig ut av drift.
K4 Meget alvorlig	5 til 10 døde og eller og/eller 10-20 alvorlig skadet. 20-30 % forhøyet dødsrate for sykdom. Mange savnet eller ikke gjort rede for. Svært høy psykososial påkjenning.	Skader med varighet på mellom 1 år og 10 år. Stort, eller sårbart område.	Skade med en kostnad på mellom 100-500 mill.kr.
K3 Alvorlig/kritisk	Mindre enn 5 døde og/eller opptil 10 alvorlig skadet. Alvorlig sykdom, 10-20 % påvist forhøyet dødsrate. Flere savnet. Høy psykososial påkjenning.	Skader som lar seg rette opp i løpet av 0,5 – 1 år. Betydelig område.	Skade med en kostnad på mellom 10-100 mill.kr.
K2 Mindre alvorlig	Ingen døde. Flere med moderat eller lettere skade. Lett/moderat sykdom, ingen påvist forhøyet dødsrate.  Moderat psykososial påkjenning.	Skader som lar seg rette opp i løpet av 10 dager eller inntil 6 mnd.  Begrenset område.	Skade med en kostnad mellom på 500.000 – 10 mill.kr.
K1 Ubetydelig	Ingen døde. Lett personskader. Lett, ufarlig sykdom. Lav psykososial påkjenning.	Ubetydelig. Mindre enn 10 dager. Uvesentlig område.	Skade med en kostnad på mindre enn 500.000 kr

Figur 3 Sammenstilling av sannsynlighetsklasser og konsekvensklasser for risikonivå.

	Usannsynlig	Mindre sannsynlig	Sannsynlig	Meget sannsynlig	Svært sannsynlig
Svært alvorlig/Katastrofal	5	10	15	20	25
Meget alvorlig	4	8	12	16	20
Alvorlig/Kritisk	3	6	9	12	15
Mindre alvorlig	2	4	6	8	10
Ubetydelig	1	2	3	4	5

Figur 3 Terminologi benyttet i ROS-analyser

**Risiko:** forstås normalt som sammenhengen mellom den usikkerhet som er knyttet til muligheten for at en uønsket hendelse kan inntreffe, og de konsekvenser hendelsen kan få om den inntreffer.

**Usikkerhet:** knytter seg til om en bestemt uønsket hendelse vil inntreffe og hva konsekvensene av denne hendelsen vil bli.

**Sannsynlighet:** en vurdering av/et mål på hvor trolig er det at en bestemt hendelse vil inntreffe innenfor et tidsrom, gitt kjent kunnskap.

**Uønsket hendelse:** en hendelse som kan medføre tap av eller skade på liv, helse, miljø, samfunnskritisk infrastruktur, kommunal tjenesteproduksjon, økonomiske verdier, eller omdømme.

**Konsekvens:** Det skal vurderes om hendelsen får konsekvenser for liv/helse, materielle/økonomiske verdier, miljø og samfunnsviktige funksjoner.

**Sårbarhet:** et systems evne til å fungere når det utsettes for en uønsket hendelse, samt de problemer systemet får med å gjenoppta sin virksomhet etter at hendelsen har inntrefft.

**Barriere:** Eksisterende tiltak, f.eks. flom/skredvoll, sikkerhetssoner rundt farlig industri, eller varslingssystemer som kan redusere sannsynlighet for og konsekvensen av en uønsket hendelse.

Figur 4 Risikomatrixe

		KONSEKVENSER					
		Ubetydelig/ Ufarlig	Mindre alvorlig/en viss fare	Alvorlig / kritisk	Meget alvorlig	Svært alvorlig/ katastrofalt	
KONSEKVENSER	Liv og helse	Ingen døde. Lettere personskader. Lettere, ufarlig sykdom. Lav psykososial påkjenning.	Ingen døde. Flere med moderat eller lettere skade. Lettere / moderat sykdom, ingen påvist forhøyet dødsrate. Moderat psykososial påkjenning.	Mindre enn 5 døde og / eller opptil 10 alvorlig skadet. Alvorlig sykdom, 10 – 20 % påvist forhøyet dødsrate. Flere savnet. Høy psykososial påkjenning.	5 -10 døde og/eller 10 – 20 alvorlig skadet. 20 – 30 % forhøyet dødsrate for sykdom. Mange savnet eller ikke gjort rede for. Svært høy psykososial påkjenning.	Mer enn 10 døde og / eller mer enn 20 alvorlig skadde eller svært alvorlig sykdom. Ufordrende for kapasiteten til hjelpeapparatet. Svært mange savnet/ikke gjort rede for. Ekstrem psykososial påkjenning.	
	Materielle verdier / økonomi	Skade med kostnad < 500.000 kr.	Skade med kostnad på mellom 500.000 - 10 mill.kr.	Skade med kostnad på mellom 10 -100 mill. kr.	Skade på 100 –500 mill. kr.	Skade m/kostnad > 500 mill. kr. Teknisk infrastruktur og avhengige systemer varig ut av drift.	
	Ytre miljø (jord, vann og luft)	Ubetydelig. Mindre enn 10 dager. Uvesentlig område.	Skade som lar seg rette opp i løpet av 10 dager eller inntil 6 mnd. Begrenset område.	Skade som lar seg rette opp i løpet av 0,5 – 1 år. Betydelig område.	Skader med varighet på mellom 1 – 10 år. Stort, eller sårbart område.	Varige miljøskader.	
SANNSYNLIGHET		K1	K2	K3	K4	K5	
	Svært sannsynlig: > 1 hendelse per år.	S5	5	10	15	20	25
	Meget sannsynlig / 1 hendelse per 2 – 10 år.	S4	4	8	12	16	20
	Sannsynlig: 1 hendelse per 10 – 50 år.	S3	3	6	9	12	15
	Mindre sannsynlig: 1 hendelse per 50 – 100 år.	S2	2	4	6	8	10
	Usannsynlig: < en gang per 100 år.	S1	1	2	3	4	5

### 3. Mulige uønskede hendelser

Dette kapittelet gjør en vurdering av hvilke uønskede hendelser og situasjoner som er relevante for dagens situasjon inkludert pumpestasjonen, men også med blick til fremtidig situasjon med tilrettelegging for byrom mm. En grundigere analyse av utvalgte hendelser gis i kap. 4.

Nedenfor liste (kap. 3.1) gjør en foreløpig identifikasjon og sortering av mulige hendelser.

Hensikten med planarbeidet er primært å regulere eksisterende pumpestasjon / pumpehus med omliggende areal og kritisk infrastruktur for at pumpehuset skal få permanent tillatelse etter plan- og bygningsloven. Slik sett vil dagens situasjon i hoveddrammer sammenfalle med det som er planforslagets hensikt for «fremtiden». Det er videre et mål å sikre at pumpehuset med tilhørende infrastruktur tas tilstrekkelig hensyn til i forbindelse med fremtidig transformasjon av området.

En «normal» ROS-analyse vurderer dagens situasjon «før planforslaget» versus fremtidig situasjon iht. det som legges til rette for i et eventuelt planforslag / en endelig vedtatt plan. I det videre analysearbeidet inkluderes pumpehuset med tilhørende infrastruktur i dagens situasjon.

«Fremtidig situasjon» omfatter derfor kun planforslagets tilrettelegging for ny arealbruk hvis detaljering må sees i sammenheng med fremtidig arealbruk på tilgrensende eiendommer som alle inngår i transformasjonsområdet for Dokken, og som derfor ikke konkretiseres av planforslaget. Hvordan planområdet skal detaljeres i en fremtidig setting må løses helhetlig i forbindelsen med innsatsen i regi av Dokken-arbeidet, og konkret iht. hvordan tilgrensende eiendommer detaljeres og prosjekteres i forbindelse med transformasjonen fra nærings- og havneaktivitet til nye bymiljø. Følgelig er det relativt stor usikkerhet til hvordan dette området vil og kan opparbeides og benyttes i fremtiden, og hva som er det reelle risikonivået for fremtidig situasjon. I tillegg er transformasjonsarbeidet på Dokken en del av både dagens situasjon i form av at det er en kjent endring som kommer, og fremtidig situasjon da selve detaljeringen vil skje i fremtiden. ROS-analysen må sees i lys av dette.

#### 3.1. Identifikasjon av mulige hendelser / situasjoner


Uønskede hendelser / situasjon		Relevans / dagens risikonivå	Forklaring
1	Havnivåstigning og stormflo	Ja	Se 4.1.
2	Flom i vassdrag	Nei	Temaet anses ikke å ha relevans for ytterlige ROS-vurdering i kap. 4. Her er ingen vassdrag.
3	Grunnforhold, løsmasseskred	Nei	Planområdet er på etablert og planert havne-/næringsareal. Berggrunnen består av fyllmasser (Kilde: NGU). Temaet anses ikke å ha relevans for ytterlige ROS-vurdering i kap. 4.
4	Kvikkleire	Nei	Temaet anses ikke å ha relevans for ytterlige ROS-vurdering i kap. 4. Tiltaket er eksisterende på en etablert kai/havneanlegg. I henhold til NVE Atlas er planområdet nedenfor marin grense/kvikkleire. Planforslaget legger ikke til rette for byggverk eller tilhørende uteoppholdsareal som er beregnet for personopphold. Planforslagets primære hensikt er å sikre permanent tillatelse til eksisterende pumpehus.



5	Snøskred /isras	Nei	Temaet anses ikke å ha relevans for ytterlige ROS-vurdering i kap. 4. Her er ingen vesentlige høyder eller skrenter. Planforslaget legger ikke til rette for byggverk som er beregnet for personopphold. NB! Is-fall fra broen kommenteres under pkt. 11.
6	Steinsprang / skred	Nei	Temaet anses ikke å ha relevans for ytterlige ROS-vurdering i kap. 4. Her er ingen vesentlige høyder eller skrenter. Planforslaget legger ikke til rette for byggverk som er beregnet for personopphold.
7	Radon	Nei	Temaet anses ikke å ha relevans for ytterlige ROS-vurdering i kap. 4. Aktsomhetsgrad 1, moderat til lav aktsomhet iht. NGU. Tema anses ikke relevant. Planforslaget legger ikke til rette for byggverk som er beregnet for personopphold.
8	Skogbrann / gressbrann	Nei	Temaet anses ikke å ha relevans for ytterlige ROS-vurdering i kap. 4. Her er ingen sammenhengende vegetasjon da området består av et større sammenhengende havneanlegg.
9	Ekstrem vind	Nei	Temaet anses ikke å ha relevans for ytterlige ROS-vurdering i kap. 4. Her er ingen unormale vindforhold, eller elementer som er spesielt sårbare for vind.
10	Ekstrem nedbør og overvatn	Nei	Temaet anses ikke å ha relevans for ytterlige ROS-vurdering i kap. 4. Overvatn forårsaket av ekstrem nedbør er ikke en aktuell problemstilling. Planområdet grenser til sjø.
11	Objekt som ved en ulykke kan medføre tap av liv / helse eller skader på en viktig samf.funk. eller på store verdier på kultur, miljø, natur eller materiell.	Ja	Temaet er ytterligere vurdert i kap. 4. Brann ved/i pumpestasjonen. Dette er utredet i forbindelse med søknad om dispensasjon for oppføring av pumpestasjonen. Bygget er utført med materiale som gir grønt risikonivå i så henseende. Se kap. 4.3 Fare for nedfall fra broen.
12	Drikkevannskilde	Nei	Temaet anses ikke å ha relevans for ytterlige ROS-vurdering i kap. 4. Det er ingen drikkevannskilder i eller nært planområdet.
13	Brudd på teknisk / kritisk infrastruktur; VA-ledninger, kabler og høyspent og inntaksledning til / uttaksledning fra pumpehuset.	Ja	Temaet er ytterligere vurdert i kap. 4, se kap. 4.4. Tiltaket er vurdert til å ha grønt risikonivå dag, men er et relevant tema å vurdere mht. fremtidige tiltak i område i forbindelse med opparbeidelse av byrom, promenade og gang- og sykkelveg. Uønsket hendelse nr. 13 er følgelig aktuelt/relevant.
14	Kapasitet brannvann/ vanntrykk	Nei	Temaet anses ikke å ha relevans for ytterlige ROS-vurdering i kap. 4. Tiltaket er som hovedsak eksisterende og har etablerte driftsinstruksjoner i så henseende. Det planlegges ikke for nye tiltak som krever endret kapasitet for brannvann / vanntrykk. (Fare for brann er vurdert iht. nr. 11)
15	Utrykningstid for utrykningskjøretøy	Nei	Temaet anses ikke å ha relevans for ytterlige ROS-vurdering i kap. 4. Planområdet ligger lett tilgjengelig for utrykningskjøretøy. Fremtidig arealbruk vil ikke endre dette. Temaet anses å ikke være av betydning, ei heller for fremtidige tiltak.
16	Alternative vegforbindelser	Nei	Temaet anses ikke å ha relevans for ytterlige ROS-vurdering i kap. 4. Planområdet har adkomst fra sør via et større havneområde med flere adkomstmuligheter. Arealet er dels inngjerdet og fremstår lite tilgjengelig i dag. Rett nord for pumpehuset langs eiendomsgrensen til gnr. 164 bnr. er et høyt gjerde

			(med port). Denne eiendommen er en ISPS-terminal og i sin helhet avsperrert. Fremtidig arealbruk i forbindelse med transformasjon av området må skje på vilkår om at adkomst til planområdet for drift og vedlikehold av pumpestasjon, ledningsnett, kabler og bro må sikres. Dette forventes å være uproblematisk jf. dagens situasjon, og er for så vidt også sikret i planforslaget.
17	Havn, kaianlegg, farleder	Nei	Temaet anses ikke å ha relevans for ytterlige ROS-vurdering i kap. 4. Tiltaket/pumpestasjonen er plassert på eksisterende kai/havn, og inngår i området Haveterminal Dokken <sup>1</sup> . Tiltaket er plassert iht anvisning og avtale med BOH. Her er ingen konflikt med nåværende bruk av havneområdet. Planområdet går dels inn på g/bnr. 164/1, som er en avsperrert ISPS-terminal. Foreslått arealdisponering utover pumpehuset vil ikke kunne realiseres før ISPS-terminal er flyttet, og annen nærliggende havne- og næringsaktivitet er avviklet iht. pågående transformasjonsprosess på Dokken. Planforslaget er i tråd med planlagt transformasjon av området.
18	Farlige anlegg (farlige stoff, eksplosiver, storulykke-virksomhet)	Nei	Temaet anses ikke å ha relevans for ytterlige ROS-vurdering i kap. 4. Det finnes ikke farlige anlegg (farlige stoff, eksplosiver og storulykke-virksomhet) i nærområdet. Det kan nevnes at det på ISPS-terminalen er en stor tank med plassering tett på pumpehuset. Tanken er plassert på kaien, men er ikke fundamentert. Sjømatbedrifter bruker tanken til oppbevaring av fiskeolje og den anses ufarlig. Temaet anses dermed ikke å være av betydning. Annet tilgrensende areal er havneanlegg med lager og annen næringsaktivitet. Dette var en eksisterende situasjon også når pumpehuset ble oppført. Det meste av denne aktiviteten vil opphøre i forbindelse med transformasjonsplanene for Dokken.
19	Forsvarsområde	Nei	Temaet anses ikke å ha relevans for ytterlige ROS-vurdering i kap. 4. Her er ingen nærliggende forsvarsområder.
20	Forurensning i sjø/vassdrag	Nei	Temaet anses ikke å ha relevans for ytterlige ROS-vurdering i kap. 4. Sjøbunnen har vært sterkt forurenset av bly, kobber, kvikksølv og organiske miljøgifter som har lekket ut i fjorden. Denne forurensningen har oppstått gjennom de siste 100 årene som følge av industrivirksomhet langs fjorden, i tillegg til kommunale utslipp og havnevirksomhet. Bunnen er ryddet for skrot og avfall, mudret og tilført rene steinmasser. Prosjektet Renere Puddefjorden var ferdigstilt med ny ren bunn sommeren 2018. Planforslaget legger ikke opp til fremtidige tiltak som må forankres i bunn, eller som vil punktere dekket med TBA-masser i sjøbunnen eller som på annen måte vil ha betydning for forurenset sjøbunn.

<sup>1</sup> [http://www.einarsen.priv.no/wp-content/uploads/2016/03/Vedlegg\\_8\\_-\\_Generell\\_sikkerhetsinformasjon\\_-\\_Bergen\\_Havn.pdf](http://www.einarsen.priv.no/wp-content/uploads/2016/03/Vedlegg_8_-_Generell_sikkerhetsinformasjon_-_Bergen_Havn.pdf)

21	Forurenset grunn	Nei	<p>Temaet anses ikke å ha relevans for ytterlige ROS-vurdering i kap. 4.</p> <p>En mindre del av planområdets nordvestlige avgrensning har forurenset grunn. Denne delen tilhører g/bnr. 164/1, og inngår i et større kaiområde (Frielenskaaien) med forurenset grunn. Se kartutklipp på neste side.</p> <p>Forurenset grunn vurderes i denne sammenheng til å ikke være av relevans da registreringen gjelder kun et begrenset areal i ytterkant av planområdet nordvest for broens ytterkant. I det samme området er en del ledninger som medfører at det ikke er mulig med særlig grunnarbeid i forbindelse med tilrettelegging for endret arealbruk / tiltak. Situasjonen med forurensning innenfor planområdet er så pass begrenset at gjeldende krav<sup>2</sup> til håndtering av forurenset grunn vurderes som tilfredsstillende. I tillegg sikrer planforslagets bestemmelser at «tiltak skal planlegges og gjennomføres slik at eventuell forurensning fra grunnen ikke fører til helse- eller miljøskade» - §2.7.3. Temaet er følgelig vurdert som ikke relevant for videre utredning og vurdering.</p>  <p><b>Figur 5 Gult areal viser forurenset grunn.</b></p>
22	Forurensning fra anleggsmaskiner	Nei	<p>Temaet anses ikke å ha relevans for ytterlige ROS-vurdering i kap. 4.</p> <p>Tiltaket (pumpestasjonen) er eksisterende, og medfører ikke anleggsarbeid. Ved en ev. etablering av et fremtidig byrom inkludert strandpromenade, gangveg og sykkelveg samt allmenning / tverrforbindelse vil bruk av anleggsmaskiner måtte begrenses blant annet pga. eksisterende rør- og kabelnett. Omfanget er også relativt begrenset, som samlet medfører et påfølgende lavt risikonivå for forurensning fra anleggsmaskiner. Eventuelle akutte forurensningssituasjoner skal håndteres av interne driftsinstruksjoner. Det synes i dette tilfellet ikke nødvendig med ytterligere tiltak utover de krav som blant annet gis av forurensningsforskriften.</p>

<sup>2</sup> Forskrift om opprydding i forurenset grunn ved bygge- og gravearbeider.

23	Steinsprut ved sprengning	Nei	Temaet anses ikke å ha relevans for ytterlige ROS-vurdering i kap. 4. Planforslaget legger ikke opp til behov for sprenging.
24	Bore-, spreng- og anleggsstøv	Nei	Temaet anses ikke å ha relevans for ytterlige ROS-vurdering i kap. 4. Tiltaket/pumpestasjonen er eksisterende. En eventuell transformasjon av området til byrom vil medføre anleggsarbeid, men i relativt begrenset omfang. Bestemmelsene setter krav om en miljøoppfølgingsplan som blant annet skal redegjøre for anleggsstøv. Utslipp av støv håndteres etter forurensningsforskriften og for så vidt også <i>Retningslinje for begrensning av luftforurensning fra bygg- og anleggsvirksomhet (T-1520 kap. 6)</i> . Temaet håndteres tilstrekkelig av gjeldende lovverk (og tilhørende prosesser) og anses ikke relevant for videre vurdering.
25	Transport av farlig gods	Nei	Temaet anses ikke å ha relevans for ytterlige ROS-vurdering i kap. 4. Tiltaket medfører ikke transport av farlig gods.
26	Trafikkulykker, motorkjøretøy	Nei	Temaet anses ikke å ha relevans for ytterlige ROS-vurdering i kap. 4. Området er avstengt slik at trafikk er begrenset til de som i dag har adkomst til aktuelle eiendommer og næringsvirksomhet på eiendommen. Temaet anses ikke å være av betydning etter transformasjon av planområdet da området ikke skal tilrettelegges for motorkjøretøy på generell basis, kun adkomst for drift og vedlikehold av pumpehus og brokonstruksjon og i situasjoner med behov for utrykningskjøretøy.
27	Trafikkulykker, myke trafikanter	Nei	Temaet anses ikke å ha relevans for ytterlige ROS-vurdering i kap. 4. Temaet anses ikke å være relevant da området er inngjerdet med begrenset bruk i dag, og da det i fremtiden ikke skal tilrettelegges for motorkjøretøy på generell basis kun for adkomst ifb. drift og vedlikehold av pumpehus og brokonstruksjon samt teknisk infrastruktur. Dette sagt så legger planforslaget til rette for en fremtidig strandpromenade og en gang – og sykkelvegtrase, som vil bidra til økt trafikksikkerhet for myke trafikanter i området.
28	Trafikkulykker, anleggstrafikk	Nei	Temaet anses ikke å ha relevans for ytterlige ROS-vurdering i kap. 4. Tiltaket er eksisterende og området benyttes ikke av publikum / allmenheten. Dette vil også gjelde for en anleggsperiode i forbindelse med etablering av et fremtidig byrom. Se også pkt. 26.
29	Industristøy	Nei	Temaet anses ikke å ha relevans for ytterlige ROS-vurdering i kap. 4. Planforslaget medfører ikke industristøy som påvirker støybildet i området.
30	Trafikkstøy	Nei	Temaet anses ikke å ha relevans for ytterlige ROS-vurdering i kap. 4. Planområdet omfattes av rød- og gul støysone. Det planlegges ikke for støysensitive tiltak innenfor planområdet.
31	Støy anleggsfase	Nei	Temaet anses ikke å ha relevans for ytterlige ROS-vurdering i kap. 4. Tiltaket / pumpehuset er eksisterende. En fremtidig opparbeidelse av et byrom må forholde seg til gjeldende krav for akseptable støynivå. Dette er sikret i planforslagets bestemmelser, og temaet anses ikke relevant å utrede / vurdere ytterligere. Temaet ivaretas tilstrekkelig iht. et akseptabelt risikonivå, og det trengs ikke ytterligere vurdering eller ytterligere krav.
32	Elektro-magnetisk stråling fra høyspentanlegg	Nei	Temaet anses ikke å ha relevans for ytterlige ROS-vurdering i kap. 4. Tiltaket vil ikke medføre elektro-magnetisk stråling. Det går høyspentkabler (i grøft) igjennom planområdet. Det planlegges ikke for tiltak

			som er sensitiv for elektro-magnetisk stråling.
33	Luftforurensning	Nei	Planområdet er innenfor sone for luftforurensning (H390-1), og under Puddefjordsbroen. Tiltaket gjelder en pumpestasjon og ikke-sensitiv arealbruk med hensyn til luftforurensning. Her planlegges ikke for boliger eller tilknyttede oppholdsareal. Tiltaket generer ikke luftforurensning, men er en del av UiBs strategi og med det Bergens kommunes mål om redusert klimautslipp, og bærekraftige energikilder. Temaet anses ikke å ha relevans for ytterlige ROS-vurdering i kap. 4.

## 4. ROS-analyse, utvalgte hendelser

Den følgende risiko- og sårbarhetsanalysen gir en mer utfyllende vurdering av de tema / uønskede situasjoner som i ovenfor gjennomgang og identifikasjon er gitt relevans mht. eksisterende situasjon og for fremtidig situasjon tilknyttet eventuell etablering av et byrom, strandpromenader og gang- og sykkelvegtrase.

Planforslaget har primært som hensikt å sikre pumpehuset permanent tillatelse etter plan- og bygningsloven i tillegg til at eksisterende kritisk infrastruktur hensyntas og ivaretas på en tilstrekkelig måte i forbindelse med fremtidig transformasjon av Dokken. Planforslaget legger videre til rette for hovedlinjer for en transformasjon, dvs. en fremtidig etablering av byrom, promenade og gang- og sykkelveg samt også en mindre utvidelse / bearbeidelse av kaifront. Nevnte tiltak må vurderes og detaljeres helhetlig i forbindelse med pågående transformasjonsarbeid for Dokken og helt konkret opp mot ny arealbruk og arealdisponering på tilgrensende eiendommer på begge sider av planområdet.

Ut ifra gjennomgang i kap. 3 er det identifisert 4 mulige hendelser / situasjoner av relevans. De er *havnivåstigning og stormflo*, *sårbare objekt (brann i/ved pumpestasjon)*, *sårbare prosjekt (nedfall fra broen)* og *brudd på VA-ledninger, kabler og høyspent samt inntaksledning / uttaksledning til / fra pumpehuset*.

### 4.1.Havnivåstigning og stormflo

Uønsket hendelse / situasjon, nr. 1			Eksisterende situasjon (inkl. pumpestasjonen)			Planforslaget i forbindelse med / etter etablering av nye tiltak		
		Aktuelt	Sannsynlighet	Konsekvens	Risiko	Sannsynlighet	Konsekvens	Risiko
Naturskade								
Havnivåstigning og stormflo	Liv og helse		S5	K1, Ubetydelig / ufarlig.	5	S5	K1, Ubetydelig / ufarlig.	5

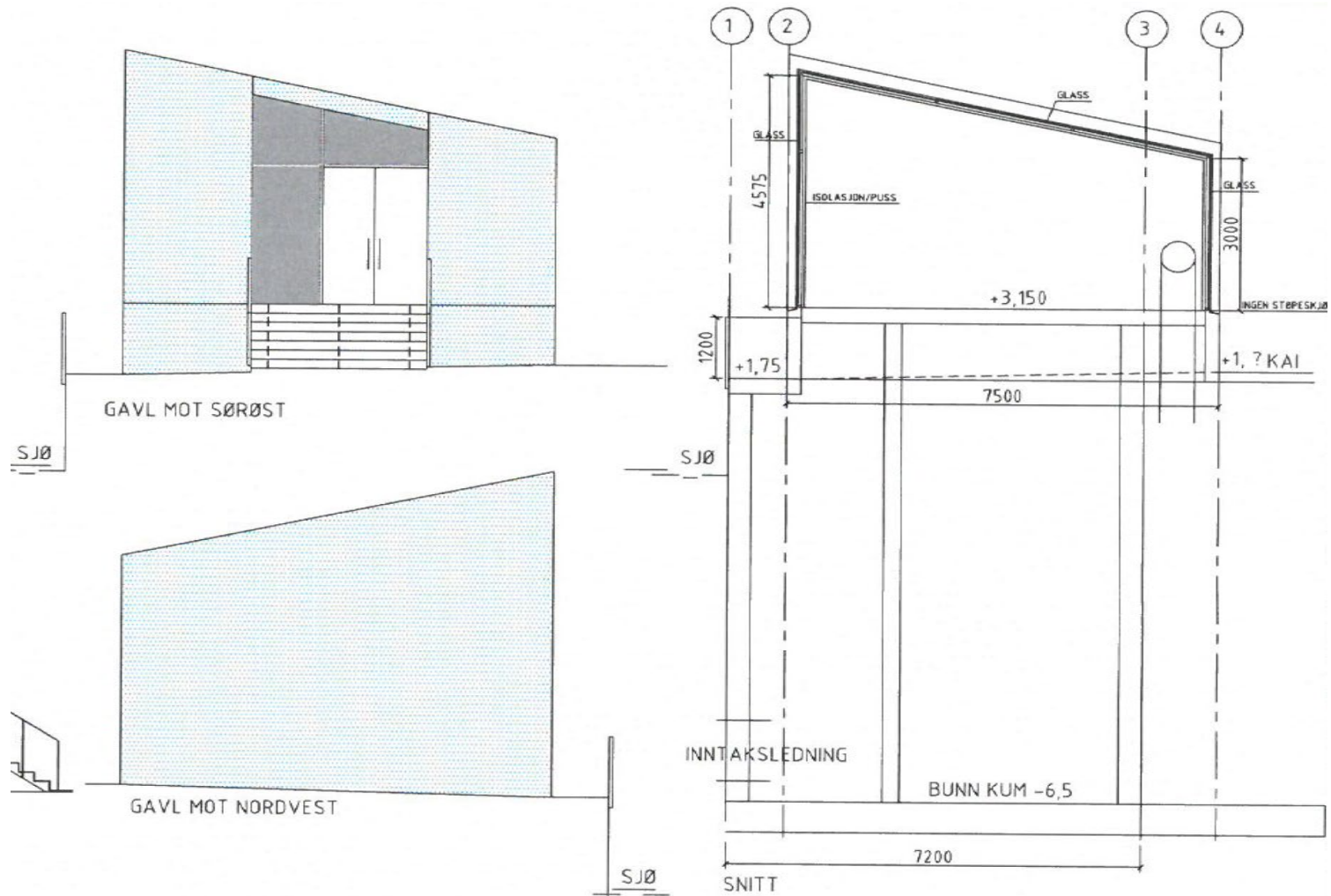


	Miljø		K1, Ubetydelig / ufarlig.	5		K1, Ubetydelig / ufarlig.	5
	Materielle verdier	x	K1, Ubetydelig / ufarlig.	5		K1, Ubetydelig / ufarlig.	5
<b>Risikonivå</b>							
Kommentar/ avbøtende tiltak	<p>Planområdet er innenfor risiko- og fareområde for havnivåstigning og stormflo. Stormflo skjer flere ganger hvert år, og settes til S5 svært sannsynlig. Planområdet er i dag et havneområde. Pumpehuset er prosjektert mht. havnivåstigning og stormflo. Uønskede hendelser vil ha ubetydelig / ufarlig konsekvens, som gir grønt risikonivå.</p> <p>Planforslaget legger ikke til rette for nye byggverk eller tilhørende uteoppholdsareal som er beregnet for personopphold. At det planlegges en promenade eller ny kaifront vurderes ikke som risiko eller fare i så henseende. Havnivåstigning og stormflo er ikke plutselige eller akutte hendelser, men hendelser som varsles og som skjer gradvis.</p> <p>Nye tiltak som utsettes for stormflo eller havnivåstigning må prosjekteres minimum iht. de krav som gis av teknisk forskrift. Planforslagets bestemmelser setter også krav, som sikrer at tiltak prosjekteres for å tole stormflo. Fremtidige uønskede hendelser vil ha ubetydelig / ufarlig konsekvens, som gir grønt risikonivå for fremtidig situasjon. Det er ikke nødvendig med ytterligere risikoregulering tiltak.</p> <p>Generelt:</p> <p>Havnivåstigning for Bergen kommune er beregnet til +71 cm i 2090 og vannstands nivå for 200 års stormflo med klimapåslag er +213 cm.<sup>3</sup> Tallene er hentet fra DSB sine anbefalinger for planlegging. I dag er gult aktsomhetsnivå for varsel av høy vannstand i Bergen satt til 199 cm over sjøkartnull, oransje farenivå er 211 cm og rødt nivå er 230 cm.<sup>4</sup> Dagens kaikant er ved kote 1,75 og stiger noe innover på kaien. Det følger av § 29-5 at ethvert tiltak skal prosjekteres og utføres slik at det ferdige tiltaket oppfyller krav til sikkerhet, helse, miljø og energi, og slik at vern av liv og materielle verdier ivaretas. Plan- og bygningsloven § 28-1 sier at det skal være tilstrekkelig sikkerhet mot fare eller vesentlig ulempe som følge av natur- eller miljøforhold. Kommunen kan forby oppføring av byggverk eller stille særlige krav til byggegrunn, bebyggelse og utareal. Disse bestemmelsene følges videre opp gjennom teknisk forskrift § 7-2, Sikkerhet mot flom og stormflo.</p> <p>Vurdering av pumpestasjonen:</p> <p>Pumpehuset er eksisterende og plassert direkte på kai 1 m fra kaikant, men opphøyet slik at dets gulvnivå er på kote + 3,150 godt over rødt farenivå for høy vannstand i Bergen. Dagens kainivå er + 1.75.</p> <p>Bygget har tekniske installasjoner som er sårbare for vanninntrenging. I tillegg vil det være særs uheldig om vannkvaliteten på leveranse av sjøvann til fiskeforsøk påvirkes. Pumpehuset/-stasjonen er derfor konstruert for å tåle belastninger og håndtere utfordringer ifb. med både havnivåstigning og stormflo.</p>						

<sup>3</sup> <https://www.kartverket.no/til-sjos/se-havniva/kart?activeLayers=Stasjoner&zoom=14&center=68680.7189212&locationId=513376&aar=2090&margin=0&code=200YMAX&fromSea=true>

<sup>4</sup> <https://www.met.no/vaer-og-klima/ekstremvaervarsler-og-andre-farevarsler/vaerfenomener-som-kan-gi-farevarsel-fra-met/varsel-om-hoy-vannstand>

For å sikre mot vanninntrenging som vil forringe vannkvaliteten og skade utstyr er pumpestasjonen hevet. Ved inntaksledning er det installert et overløp i stasjonen som sikrer at vannet ikke kommer opp i stasjonen. I tillegg er overløpet utformet slik at vann hindres fra å komme inn i pumpekummen via overløpet ved flo sjø, noe som vil kunne få konsekvenser for vannkvaliteten til fiskeforsøk.



### 4.2.Sårbare objekt, brann ved pumpestasjonen

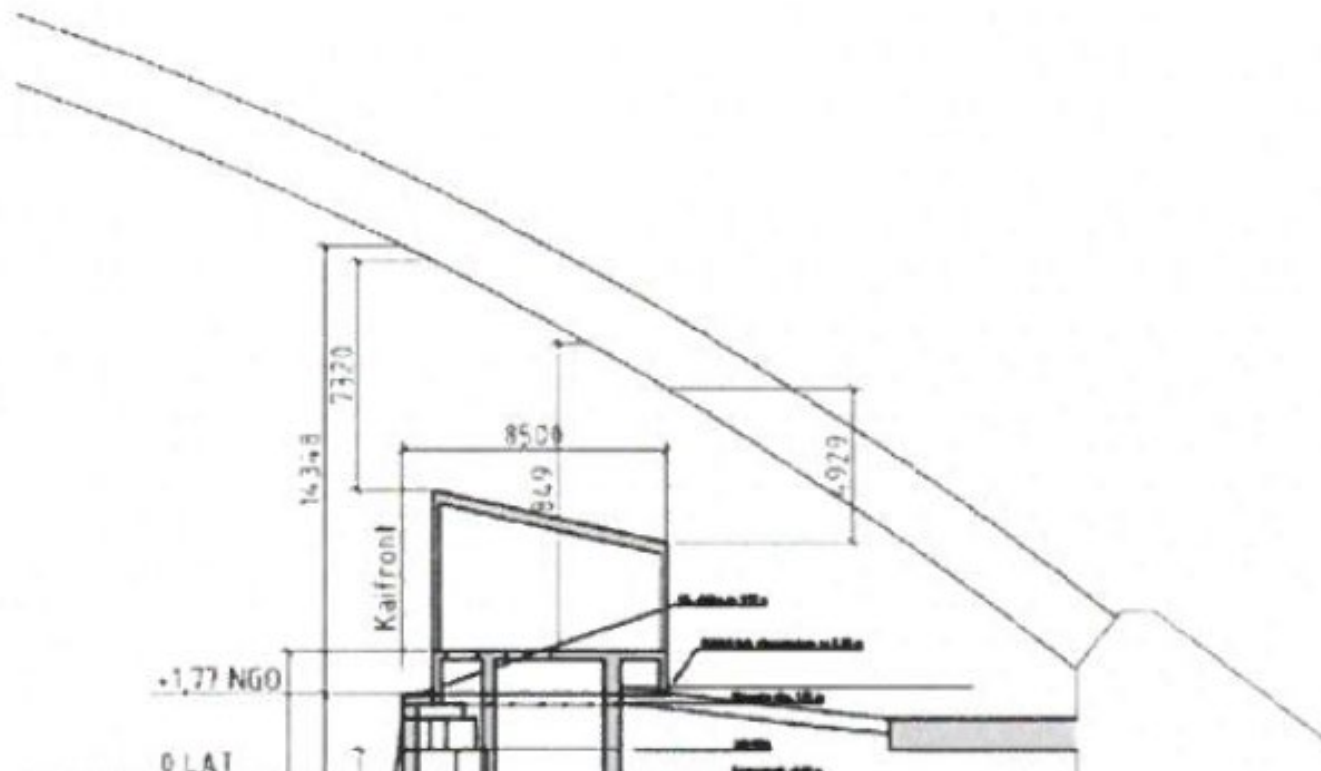
Uønsket hendelse / situasjon		Relevans	Eksisterende situasjon / før nye tiltak			Planforslaget i forbindelse med / etter etablering av nye tiltak		
			Sannsynlighet	Konsekvens	Risikonivå	Sannsynlighet	Konsekvens	Risikonivå
Nr. 11			Sannsynlighet	Konsekvens	Risikonivå	Sannsynlighet	Konsekvens	Risikonivå
Sårbare objekt; brann ved pumpestasjon								
Objekt som ved en ulykke kan medføre tap av liv / helse, eller skader på en viktig samf.funk. eller på store verdier på kultur, miljø, natur eller materiell.	Liv og helse	Ja	S1	K1	1	S1	1	5
	Miljø			K2	2		K2	2
	Materielleverdier			K1	1		K1	1
<b>Risikonivå</b>								
Kommentar/ avbøtende tiltak	<p>Dette punktet tas med da pumpehuset er plassert under bilbroen over Puddefjordsbroen, som er del av nasjonalt vegnett og viktig samfunnskritisk infrastruktur. Den spesifikke problemstillingen er hva broen blir utsatt for dersom det oppstår brann i pumpehuset.</p> <p>I søknad om dispensasjon for oppføring av pumpehuset er det gjort en brannteknisk vurdering med fokus på tempereturf forholdene i underkant av nærmeste brokonstruksjon, ved en eventuell brann i pumpehuset. Vurderingen er gjort av Multiconsult, og fremkommer i notat datert 04.01.2018 <i>Brannteknisk vurdering av tiltaket ift. Puddefjordsbroen</i> (datert 04.01.2017) som er vedlagt ROS-analysen.</p> <p>Notatet legger til grunn et konservativt brannscenario, og konkluderer med at underkant av bro vil få en temperatur på ca. 260° C og at dette i liten grad vil påvirke broens bære-evne og at brannen må opprettholdes over lang tid for at temperaturøkningen skal kunne trenge tilstrekkelig inn i konstruksjonen.</p> <p>En brann regnes som teoretisk mulig, men som lite sannsynlig (dvs. sannsynlighetsnivå S1). Pumpestasjonen er oppført i betong og kledning i ikke-brennbart materiale. Selve pumpene ligger under vann og tas kun opp i forbindelse med vedlikehold. Utover tavler, styreskap og frekvensomformer er her ikke annet brennbart utstyr / materiale. Med bakgrunn i dette settes risikonivået til grønt nivå. Det planlegges ikke for nye tiltak som i nevneverdig grad vil øke brannfaren. Bestemmelsene sikrer at materiale som benyttes i fremtidig opparbeidelse av byrom skal vurderes mht. brannrisiko, og at nye tiltak ikke skal bidra til økt brannrisiko og økt konsekvensnivå mht. broen.</p> <p>Sannsynlighetsgrad settes til S1 både før og etter nye tiltak. Konsekvensnivået og risikonivået er tilsvarende likt før og etter nye tiltak. Risikonivå er grønt (akseptabelt), og det er ikke nødvendig å vurdere ytterligere risikoregulering tiltak.</p>							

### 4.3.Sårbare objekt, fare for nedfall fra broen

Uønsket hendelse / situasjon		Relevans	Eksisterende situasjon / før nye tiltak			Planforslaget i forbindelse med / etter etablering av nye tiltak		
Nr. 11			Sannsynlighet	Konsekvens	Risiko	Sannsynlighet	Konsekvens	Risiko
Sårbare objekt; fare for nedfall fra broen								
Objekt som ved en ulykke kan medføre tap av liv / helse, eller skader på en viktig samf.funk. eller på store verdier på kultur, miljø, natur eller materiell.	Liv og helse	Ja	S2	K3	6	S2	K1-K2	2-4
	Miljø			K1	3		K1	2
	Materielle verdier			K1	3		K1	2
<b>Risikonivå</b>								
Kommentar/ avbøtende tiltak	<p>Fare for nedfall fra broen vurderes i ROS-analysen som et «objekt som ved en ulykke kan medføre tap av liv / helse.» Sannsynligheten for at det skal skje en uheldig hendelse innenfor planområdet er teoretisk til stede, men med relativ lav sannsynlighet. Sannsynligheten settes derfor til mindre sannsynlig, S2.</p> <p>Mulig avskalling fra broens betong og hovedbæresystem medfører fare for nedfall, eventuelt også nedfall av is vinterstid. For pumpehuset /-huset er denne situasjonen uendret før og etter nye tiltak iht. planforslaget. Avstand fra selve pumpehuset til underkant av broen er 7,3 – 4,9 meter<sup>5</sup>. Pumpehuset er prosjektert og bygd for å tåle eventuelt nedfall. Se utklipp på neste side. Selve planområdet utgjør kun deler av den totale brokonstruksjonen, og det skal noe til for at potensielle objekt skal falle ned akkurat her. Derav settes sannsynligheten til S2, mindre sannsynlig. Deler av planområdet har lav høyde opp til brokonstruksjonen, mens maks høyde til brokonstruksjon er ca. 14 meter. Harde gjenstander som faller fra stor høyde vil i verste fall kunne medføre død, eller en alvorlig skade. Fall fra lavere høyder vil ikke få tilsvarende alvorlige konsekvenser. Konsekvens settes derfor til K3 (alvorlig / kritisk) for <i>Liv og helse</i>, som gir gult risikonivå. For miljø- og materielle verdier er konsekvensen satt til ubetydelig, som gir grønt risikonivå. Samlet risikonivå for dagens situasjon er middels /gult, som medfører at ytterligere tiltak må vurderes.</p> <p>For fremtidig situasjon legger planforslaget til rette for at planområdet skal kunne huse en gang- og sykkelveg og en promenade i tillegg til byrom og tverrforbindelser mellom disse. Statens vegvesen har en del føringer for utforming av tiltak i planområdet og det er derfor og som utgangspunkt vanskelig med overbygde traseer. Eventuell sikring av et fremtidig byrom med promenade og gang- og sykkelvegstrase må i alle fall løses i forbindelse med detaljering av det fremtidige byrommet, som igjen må løses i sammenheng med transformasjon av tilgrensende eiendommer fra nærings-/havneaktivitet til byrom.</p>							

<sup>5</sup> Brannteknisk vurdering av tiltaket 04.01.2017 Norconsult As.

En tilnærming kan også være at aktivitetssoner som medfører opphold over noe tid kan legges der brokonstruksjonen har lavest høyde, og på de deler av planområdet som er utenfor faresonen tilknyttet potensielt nedfåll. Forslag til hvordan dette kan løses fremkommer av illustrasjonsmateriellet som følger planforslaget. I tillegg kan det vurderes bruk av fareskilt eller annen symbolikk eksempelvis i dekket, som varsler en at man går inn i en sone med nedfallsfare.



Kilde: Brannteknisk vurdering av tiltaket, 04.01.2017.

Med bakgrunn i ovenfor vurderes det at grad av sannsynlighet er konstant som for dagens situasjon, men at avbøtende tiltak kan medvirke til å redusere kosekvensnivå. Følgelig settes konsekvensnivået til K1 – K2, som gir et akseptabelt risikonivå.



### 4.4. Brudd på teknisk / kritisk infrastruktur; VA-anlegg, høyspent og kabel, sjøvannsledninger inn til /ut fra pumpehuset.

Uønsket hendelse / situasjon		Relevans	Eksisterende situasjon / før nye tiltak			Planforslaget i forbindelse med / etter etablering av nye tiltak		
Nr. 13			Sannsynlighet	Konsekvens	Risikonivå	Sannsynlighet	Konsekvens	Risikonivå
Sårbare objekt								
Brudd på VA-anlegg	Liv og helse	Ja	S1	K1	1	S2	K1	1
	Miljø inkl. fiskeliv og fiskehelse i fbm forskning			K2	2		K2	4
	Materielle verdier			K1 – K3	1 - 3		K1 – K3	1-3
<b>Risikonivå</b>								
Kommentar/ avbøtende tiltak	<p>Hensikten med planforslaget er at eksisterende pumpestasjon / hus skal få permanent tillatelse etter plan- og bygningsloven. Forhold rundt VA-anlegg og annen teknisk infrastruktur både i sjø og på land er avklart i forbindelse med dispensasjonssøknaden, hvor det ble gitt en midlertidig tillatelse. Inntaksledning for pumpestasjonen er blant annet lagt slik at den ikke krysser hoved-VA ledninger under Puddefjordsbroen. En kryssing ville innebære at forsyning av sjøvann må stoppes ved reparasjon eller utskiftning av VA ledningene.</p> <p>Sannsynlighet for brudd på ledninger og kabler innenfor planområdet per i dag vurderes å være usannsynlig (S1). En uønsket hendelse vil kunne få varierende konsekvenser, men det må antas at dette er tatt høyde for i forbindelse med prosjektering og etablering og at det finnes back-up systemer som håndterer slike unntakssituasjoner. Risikonivået settes følgelig til grønt, som er akseptabelt.</p> <p>For fremtidige tiltak innenfor planområdet vil sannsynligheten for en uønsket hendelse i forbindelse med anleggsperioden kunne øke. Den settes følgelig til mindre sannsynlig (S2) i forbindelse med etablering av nye tiltak. Dersom det i forbindelse med anleggsarbeid skulle skje et brudd på eksisterende kabel- og ledningsnett så vil konsekvensene være som før / dagens situasjon. Dette gir akseptabelt risikonivå, etter nye tiltak.</p> <p>Det er likevel gjort flere grep i planforslaget for å redusere sannsynligheten for en uønsket hendelse. Blant annet er hele planområdet vist med hensynssone H370 med tilhørende bestemmelse som skal sikre nevnte forhold. Videre er det kun lagt opp til en mindre utvidelse av kaien for publikumsrettet tilrettelegging og funksjon. Dette sikrer at det kan gjennomføres nødvendig drifts-, vedlikeholds- og reparasjonsarbeid på de ulike kablene og ledningene fra sjøsiden.</p>							

### 4.5. Uønskede hendelser oppsummert, før og etter nye tiltak.

Risikonivå for uønskede hendelser		Risikonivå for dagens situasjon			Risikonivå for planforslaget i forbindelse med / etter etablering av nye tiltak.		
Nr.	Uønskede hendelser	Små	Middels	Høyt	Små	Middels	Høyt
1	Havnivåstigning og stormflo	x			x		
11	Sårbare objekt; brann ved pumpestasjon	x			x		
11	Sårbare objekt; fare for nedfall fra broen		x		x		
13	Brudd på VA-ledninger, kabler og høyspent samt pumpehusets inntaks-/uttaksledning.	x			x		

## 5. Konklusjon

Det er identifisert 4 uønskede hendelser / situasjoner, som gjennom en ROS-analyse er belyst for eksisterende situasjon vs. fremtidig situasjon. Disse er havnivåstigning og stormflo, brann ved pumpestasjon, nedfall fra broen og brudd på tekniske ledninger (VA, kabler, høyspent mm). Etter en nærmere vurdering er tre av disse gitt grønt risikonivå og en situasjon gult risikonivå for eksisterende situasjon. Som oppsummert i kap. 4.5 er alle disse vurdert til å ha grønt og akseptabelt risikonivå, for fremtidig situasjon. Både plangrep og bestemmelser bidrar til å sikre dette.

Planforslaget medfører ikke økt faresituasjon eller risikonivå sammenlignet med dagens nivå. Ved en fremtidig etablering av blant annet gang- og sykkelveg vil situasjonen mht. sikkerhet langs O. J Brochs veg også forbedres.

## 6. Vedlegg:

Brannteknisk vurdering av tiltaket ift. Puddefjordsbroen datert 04.01.2017 utført av Multiconsult. Vurderingen er vedlagt i sin helhet.

## NOTAT

OPPDRAG	<b>BKK/ UIB Sjøvannspumpestasjon</b>	DOKUMENTKODE	615967-7-RIBr-NOT-002
EMNE	Brannteknisk vurdering av tiltaket ift. Puddefjordsbroen	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAGSGIVER	<b>BKK Varme AS</b>	OPPDRAGSLEDER	Helge Davidsen
KONTAKTPERSON	Martin Johnsen Horne	SAKSBEHANDLER	Jeroen Wiebes Kjos
KOPI	Rune Hovalnd Uib.	ANSVARLIG ENHET	2261 Bergen Brann

### 1 Innledning

Multiconsult ASA er engasjert som SØK i forbindelse med etablering av pumpestasjon på Lungegårdskaien 44, Gnr./Bnr.: 164/1278 i Bergen kommune. I søknadsprosessen er Multiconsult blitt forespurt i brev fra Statens vegvesen datert 10.10.2016, om utfyllende saksopplysninger.

I forbindelse med dette brevet ble notatet 615967-7-RIBr-NOT-001, datert 25.10.2016, utarbeidet. Statens vegvesens kommentar til dette notatet var at det kun omhandler krav i regelverk og ikke faktiske forhold dersom pumpestasjonen begynner å brenne.

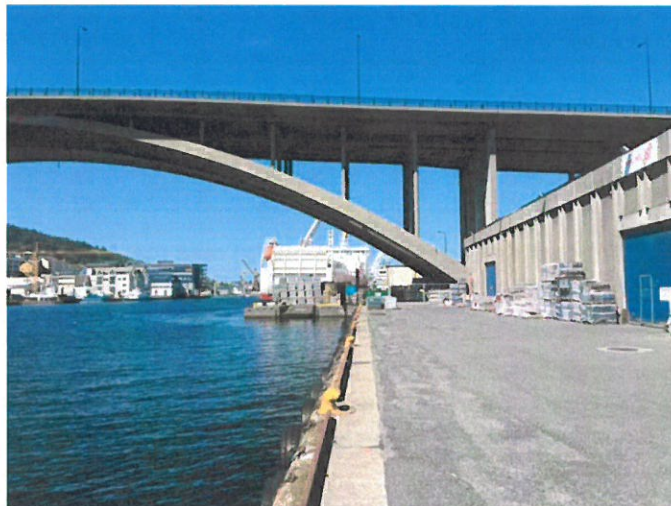
Dette notatet, 615967-7-RIBr-NOT-002, er utarbeidet for vurdere faktiske forhold for bruene dersom pumpestasjonen begynner å brenne.

REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV
00	4.1.2017	Brannteknisk vurdering av pumpehus ift. Puddefjordsbroen	Jeroen Wiebes Kjos (kap. 1-3) Knut Løkkebø (kap. 4-7)	Åshild Bokn (kap. 1-3) Harald Olav Bjørge (kap. 4-7)	Helge Davidsen

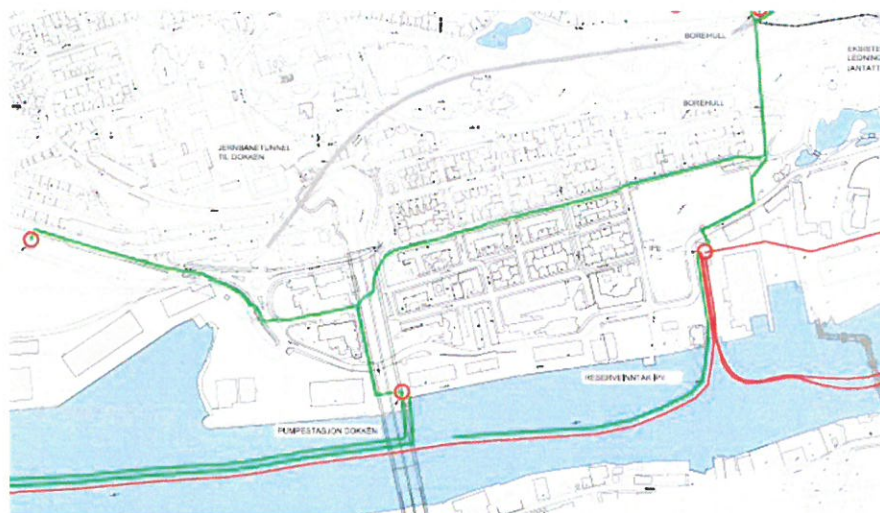
## 2 Om tiltaket

UiB og BKK bygger i et fellesprosjekt med BKK som tiltakshaver en ny pumpestasjon under Puddefjordsbroen med inntaksledning i sjø. UiB bygger i egen regi forsyningsledninger for sjøvann på land fra pumpestasjonen under Puddefjordsbroen frem til følgende steder:

- Eksisterende høydebasseng på Nygårdshøyden sør for Realfagbygget for fornying av sjøvannsforsyning til fiskeforsøk på Høyteknologisenteret (HIB) på Marineholmen
- Eksisterende pumpestasjon i Gassverkbygget i Jekteviken for sjøvann for energianlegget i Jusbygget

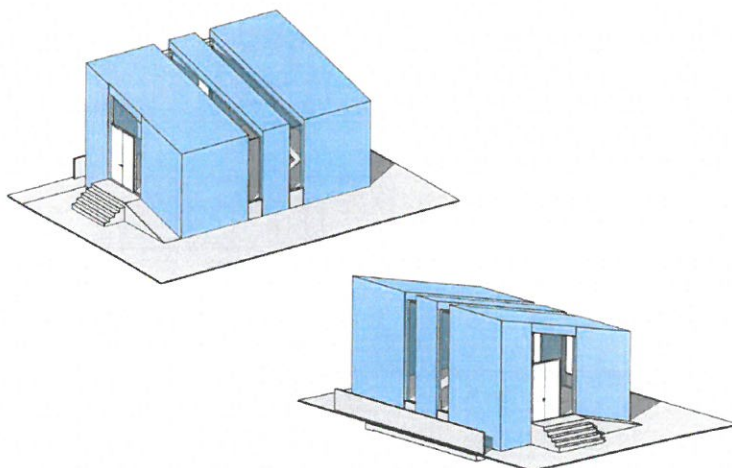


Figur 1: Pumpehuset skal plasseres rett under Puddefjordsbroen



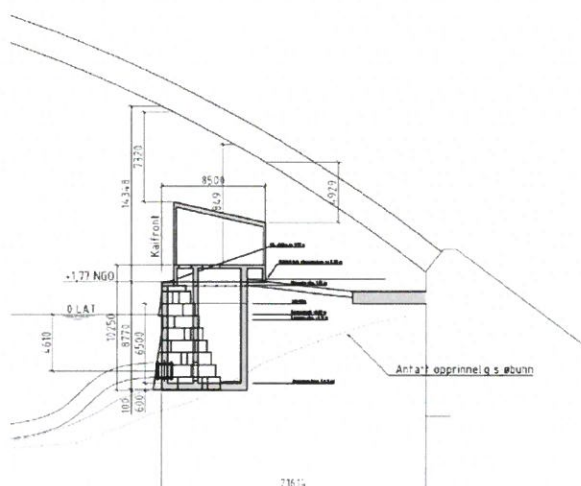
Figur 2: Plassering av pumpestasjonen under Puddefjordsbroen

Pumpestasjonen skal bygges i betong og ubrennbar utvendig kledning. Det skal være gjennomgående glassfelt i hele byggets bredde og rundt inngangsdøren.



Figur 3: Utseende pumpestasjonen

Bygget vil ha skråtak og høyde tak-underkant brukonstruksjon vil være mellom 7,3-4,9 m.



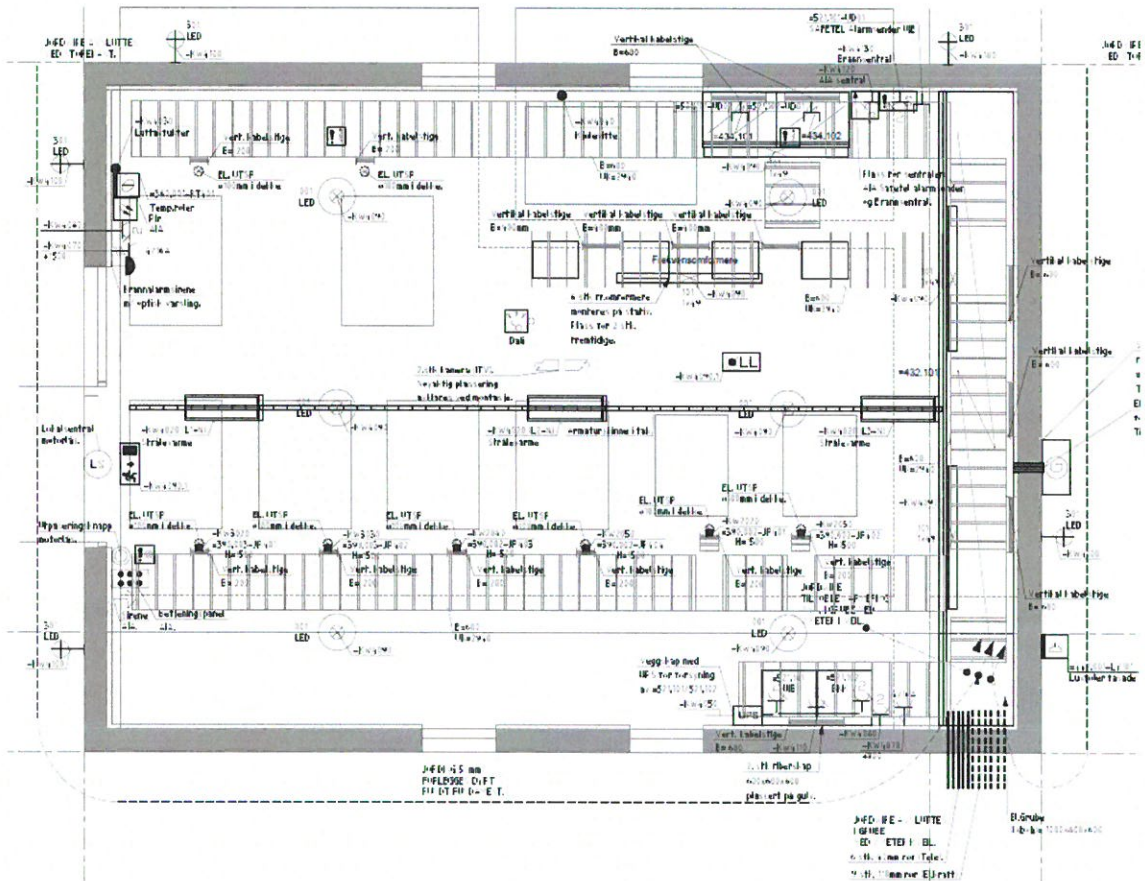
Figur 4: Utsnitt av RIB-tegning B 301, Snitt i kaifront som viser høyder opp til brukonstruksjoner

Laveste høyde fra gulv til underkant bru vil være 7,5 m.



Brann teknisk vurdering av tiltaket ift. Puddefjordsbroen

Pumpehuset blir på ca. 78 m<sup>2</sup>. Figuren under viser plassering av åpningene i gulvet hvor pumpene senkes ned under vann.



Figur 5: Plantegning

Pumpene vil ligge under vann til vanlig og tas kun opp under vedlikehold. Utenom pumpene vil det være elektroutstyr i rommet: tavler, styreskap og frekvensomformere. Disse arealene vil bruke maksimalt 15 m<sup>2</sup>. Utenom dette vil det ikke være annet brennbart utstyr/materiale i rommet.

### 3 Brannteknisk vurdering

Statens vegvesenet etterspurte dokumentasjon av faktiske forhold bruene blir utsatt for dersom en brann oppstår i pumpehuset. På grunn av dette, er det valgt å beregne temperaturforholdene ved underkanten av nærmeste brukonstruksjon ved en brann i pumpehuset.

Dette kapittelet vil gå gjennom valgte beregningsmetodene og dokumentere valgene tatt i beregningene.

For å beregne temperaturen ved underside av brukonstruksjonen, er Heskestad-modellen benyttet. I utgangspunktet er modellen utarbeidet for å finne temperaturen i en røyksøyle som er i et rom med stor takhøyde (f.eks. atrium eller hall). Modellen er laget ut i fra forsøksresultater og anses dermed som mer relevant enn andre teoretiske modeller. Resultatene fra modellen anses som svært konservativt da den er laget for branner i byggverk. I dette tilfelle vil en brann i det fri vært mer realistisk. Forskjellen mellom en innvendig og utvendig brann vil være større tap av varme som følge av større innblanding av kald luft (temperaturen er sjeldent over 20°C i løpet av et år), vind og andre atmosfæriske forhold som ikke finnes i byggverk.

Heskestad-modellen er både beskrevet i boken *Enclosure Fire Dynamics* (1) og SFPE håndboken (2). Følgende formler er sentrale i modellen og relevante for dette prosjektet:

$$z_0 = 0,083\dot{Q}^{2/5} - 1,02D$$

$$L = 0,235\dot{Q}^{2/5} - 1,02D$$

$$\Delta T_0 = 9,1 \left( \frac{T_\infty}{c_p T_\infty \rho_\infty} \right)^{1/3} \dot{Q}_c^{1/3} (z - z_0)^{-1/3}$$

De viktigste er de siste 2 formlene som både skal gi flammehøyde, L, og temperaturøkningen i en viss høyde,  $\Delta T_0$ . Det er antatt at ca. 70 % av den konvektive energi transporteres opp i røyksøylen (1), dvs. at  $\dot{Q}_c = 0,7\dot{Q}$ .

For å kunne bruke denne modellen, må et brannareal beregnes. Ut ifra mottatte plantegninger, vil kun det elektriske utstyret kunne brenne i rommet (når pumpene er nedsenket, hvis ikke er det personal på bygget med slukkeutstyr). Dette utgjør ca. 15 m<sup>2</sup> av rommet, noe som gir en diameter på ca. 4,37 m dersom arealet forenkles til en sirkulær brann.

Neste punktet er å vurdere brannstørrelse. Det er svært lite i rommet som kan brenne, men det er også svært lite kjent ift. brannstørrelse av det som er brennbart i rommet (tavler, osv.). På grunn av begrenset mengde brennbare materialer i rommet, vurderes en bilbrann som den mest kritiske brannstørrelse. Dette kan være aktuelt når det er personale som skal gjøre vedlikehold på pumpestasjonen, og som har parkert under broen. Brannen vil da være ute i det fri (anses som konservativt, da bygget er av betong og sikkerhetsglass, noe som kan holde igjen en brann i pumpehuset over lengre tid).

Iht. referanser fra tunnelbrannforsøk, vil en bilbrann kunne havne mellom 1,5 MW og 8,9 MW (3). Dette er da resultater fra målinger i en tunnel, hvor forhold som tilbakestråling fra røyklaget og varme konstruksjoner rundt brannen bidrar til en mye større brann enn om det hadde vært ute i det fri. Dersom det antas at ca. 30 % av varmen forsvinner gjennom varmestråling (1), vil det nås en temperatur på ca. 90 °C ved underkant av brukonstruksjonen dersom det tas hensyn til en bilbrann på 2 MW. Ved en bilbrann på 8,9 MW, vil denne temperaturen kunne komme opp i ca. 260 °C.

## 4 Generelt om brannbelastning på betong

Ved brann frigjøres varme, det utvikles gasser og det dannes forbrenningsprodukter som sot, røyk, aske og eventuelt syrer som skader konstruksjonene. Påføring av slukkevann, ofte under høyt trykk, vil også kunne gi store skader.

Varmepåkjenninger og slukkevannet kan føre til:

- Varmeutvidelse kan føre til varige deformasjoner i bygningsdelene
- Endringer i det statiske systemet
- Korrosive gasser, syrer og slukkevann kan senere føre til korrosjon.
- Redusert betongfasthet ved høye temperaturer. Reduksjonen er avhengig av flere forhold. De følgende forhold som har innvirkning er; maksimal temperatur i betongen, betongens faktiske trykkspenning i varm tilstand, tilslagsmateriale og tiden som er gått etter brannen.
- Redusert betongtverrsnitt som følge av avskallinger
- Redusert heft mellom betong og armering  
For armering har følgende forhold betydning:  
Kaldtrukket stål (spennarmering) får ved høye temperaturer varige endringer i flytespenningen, strekkfastheten og tøyningsegenskaper etter brannbelastningen

## 5 Generelt om korrosjonsfare på brannskadet konstruksjon

Snarest etter en brann må det vurderes om brannen har ført til en økt korrosjonsrisiko på bygningsdelene. Korrosjon kan oppstå med tiden. Ved forbrenning av organiske materialer dannes syrer og salter i små mengder. Polyvinylklorid (PVC) er en mye brukt polymer som inneholder store mengder klor. Ved forbrenning eller oppvarming til over 100 °C avgis kloridgasser som igjen kan trenge inn i betongen og senere forårsake korrosjon på armeringen.

Klorider kan gi seg utslag i omfattende avskalling på relativt unge konstruksjoner når kloridnivået ligger over en viss faregrense for korrosjon (kritisk kloridgrense) selv om betongen er ukarbonisert. Høyeste tillatte kloridinnhold av sementvekten ved utstøping er i NS 3420 satt til 0,4 % for slakkarmerte og **0,1 % for spennarmerte konstruksjoner**. For betong som samtidig er karbonisert anbefales det å halvere verdiene. Imidlertid kan kloridinnholdet i konstruksjoner ofte være høyere enn dette nivået uten at kritisk kloridgrense er nådd. Forholdet påvirkes av en rekke faktorer, bl.a. sementinnhold, betongens porestruktur, fuktnivå etc. Kritisk kloridgrense er således prosjektavhengig og må bestemmes i hvert tilfelle før reparasjonstiltak iverksettes. Kloridinnholdet i utborede prøver kan bestemmes i laboratorium.

Kloridinnholdet oppgis i % av betongvekt. Dersom en betong har et sementinnhold på 300 kg/m<sup>3</sup> samt en tørr romvekt på 2250 kg/m<sup>3</sup> ekskl. armering vil eksempelvis grensen på 0,4 % av sementvekten tilsvare 0,05 % av betongvekten.



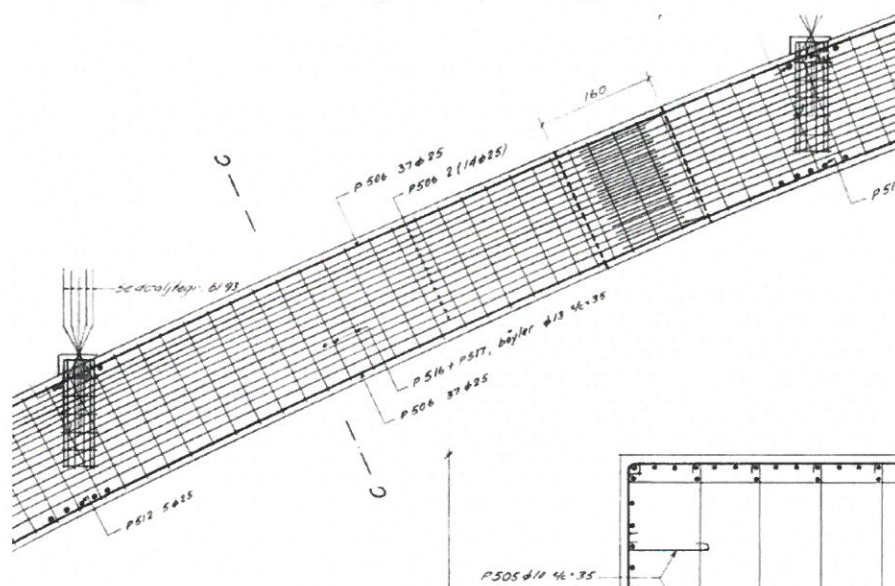
Følgende tabell basert på CEB-Bulletin No. 152 og betongtypen foran kan være retningsgivende for sammenhengen mellom kloridinnhold og korrosjonsrisiko:

Korrosjonsrisiko	Kloridinnhold	
	% av sementvekt	% av betongvekt
Neglisjerbar	< 0,4	< 0,05
Mulig	0,4 - 1,0	0,05 - 0,13
Sannsynlig	1,0 - 2,0	0,13 - 0,27
Sikker	> 2,0	> 0,27

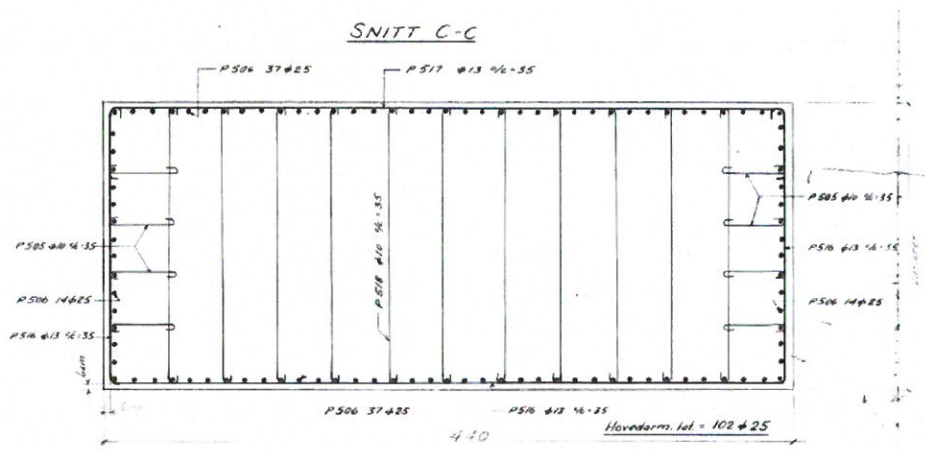
## 6 Bygningsteknisk vurdering av varmpåvirkning på broens trykkbue

Brannen som oppstår i tilknytning til pumpehuset vil konservativt gi temperaturer på opp mot 260 °C på undersiden av trykkbuen som bærer Puddefjordsbroen. Utfra tegninger av broen mottatt fra Statens Vegvesen (pdf-fil: 12-1228-59.pdf), tegn. 257-7012-80 fra Caspar Trumpy, datert 15.08.1955 er trykkbuen støpt med 60mm overdekning.

Trykkbuen er armert med omsluttende bøyler  $\varnothing 13$  og indre enkeltbens-bøyler  $\varnothing 10$  og en innenforliggende hovedarmering  $\varnothing 25$  i trykkretningen.



Figur 6: Utsnitt av armeringstegningen i den aktuelle delen av buen rett over pumpehuset



Figur 7: Snitt C-C viser armering i tverrsnittet

Akseavstand  $a$  fra utside betong til senter av hovedarmeringer er:

$$a = 60 + 13 + 25/2 = 85,5 \text{ mm}$$

Det fremgår ikke av tegningen hvilken armeringstype og kvalitet som er brukt. Normalt i 1955 ble det brukt bløtt stål St37 og i noen grad St 52 i betongkonstruksjoner. Betongkvalitet er oppgitt til Spesial. I følge NS 427, utgave 1950 er det definert 4 standard kvaliteter A, B, C og D, hvor A gir høyest trykkfasthet. Kvalitet A skal ha en trykkfasthet på  $29 \text{ kg/cm}^2$  ved trykking av terning  $200 \times 200 \times 200 \text{ mm}$ . Relatert til dagens regler tilsvarer dette en betongkvalitet på ca. B30-B35. Det er sannsynlig at anvendt betong har en kvalitet nær eller litt over kvalitet A.

Oppvarming av betongoverflaten til  $260 \text{ }^\circ\text{C}$  vil over tid medføre at armeringsstålet også varmes opp. Stålet mister noe av fastheten avhengig av oppnådd temperatur. Under er vist en kurve for sammenheng mellom reduksjon av flytespenning og temperatur økning hentet fra NS-EN 1992-1-2:2004.

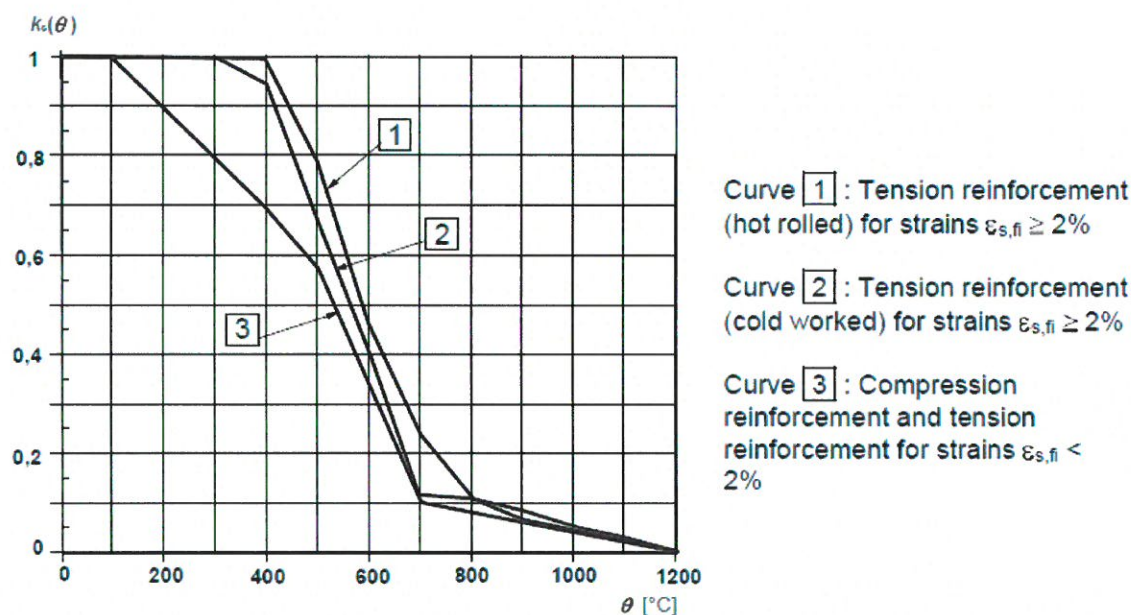


Figure 4.2a: Coefficient  $k_s(\theta)$  allowing for decrease of characteristic strength ( $f_{yk}$ ) of tension and compression reinforcement (Class N)

En temperatur økning til 260 °C over tid vil gi en reduksjon til ca. 84% av stålets flytegrense da armeringen i buen er utsatt for trykk-krefter.

Under er vist en sammenheng mellom betongens fasthetsreduksjon og stigende temperatur.

4.2.4.2 Concrete

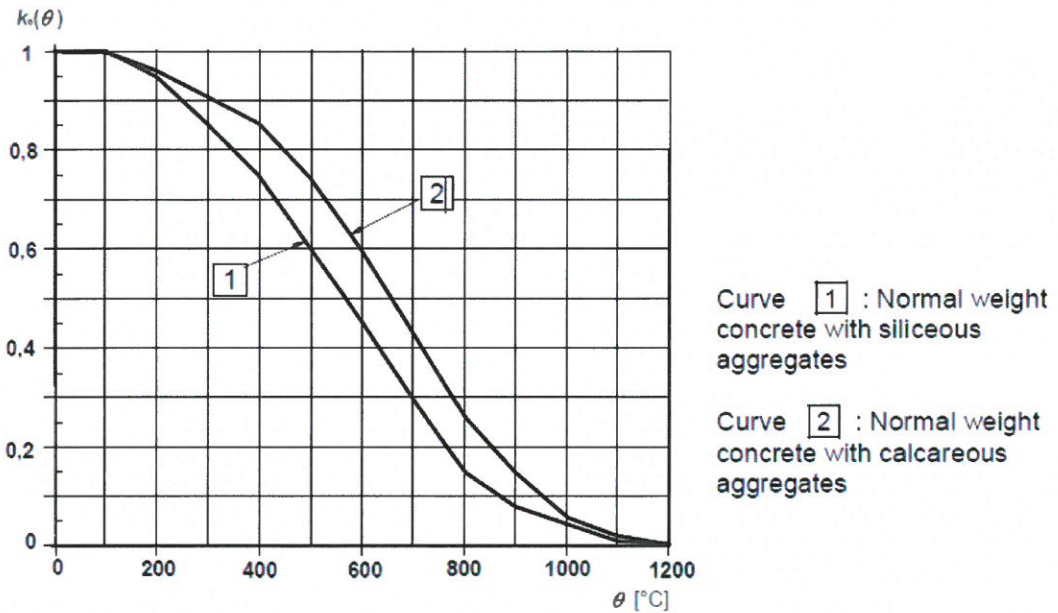


Figure 4.1: Coefficient  $k_c(\theta)$  allowing for decrease of characteristic strength ( $f_{ck}$ ) of concrete

En temperatur økning til 260 °C vil over tid vil gi en reduksjon til ca. 93% av betongens trykkfasthet.

Kun den delen av buen som varmes opp vil få en fasthetsreduksjon og fasthetsreduksjonen faller med økende overdekning.



Under er vist en sammenheng mellom oppnådd brannklasse og hovedarmeringens akseavstand for bjelke/dekke konstruksjon som normalt er momentbelastet og følgelig mer kritisk enn en trykkbue med hensyn til temperaturøkninger.

EN 1992-1-2:2004 (E)

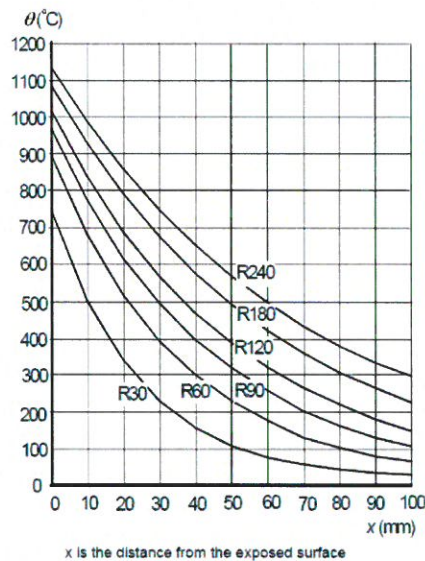


Figure A.2: Temperature profiles for slabs (height  $h = 200$ ) for R60 - R240

Med akseavstand 85,5mm og temperatur 260 °C gir figuren en brannmotstand R150. For buen vil brannmotstanden være større hvilke tilsier at brannen må opprettholdes over lang tid for at broens trykkbue skal få en reduksjon i bæerevne og da kun i en mindre sone på undersiden av buen.

## 7 Konklusjon

Når det ses på et konservativt brannscenario, vil underkanten av bruene få en temperatur på ca. 260 °C. Dette vil i liten grad påvirke broens bæerevne og brannen må opprettholdes over lang tid for at temperaturøkningen skal trenge tilstrekkelig inn i konstruksjonen.

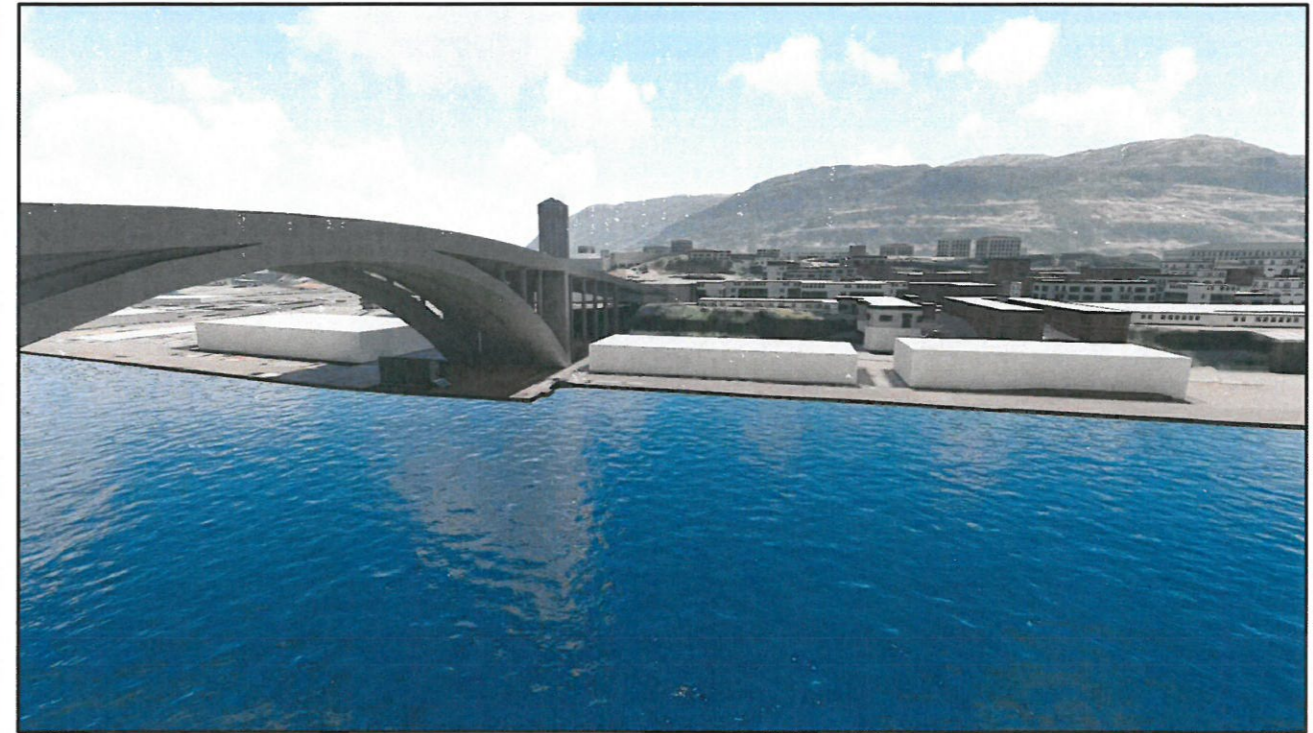
## 8 Referanser

1. Karlsson, Björn og Quintiere, James G. *Enclosure Fire Dynamics*. Boca Raton, Florida : CLC Press LLC, 2000. ISBN 0-8493-1300-7.
2. Society of Fire Protection Engineers. *SFPE Handbook of Fire Protection Engineering*. [red.] Morgan J. Hurley. 5th edition. New York : Springer, 2016. ISBN 978-1-4939-2564-3.
3. *Design fires in tunnels*. Ingason, Haukur. Lausanne : Second International symposium, 2006. Safe & Reliable Tunnels. Innovative European Achievements.
4. U.S. Nuclear Regulatory Commission. *Verification & Validation of Selected Fire Models for Nuclear Power Plant Applications - Volume 7: Fire Dynamics Simulator*. Rockville, MD : U.S. Nuclear Regulatory Commission, 2007. NUREG-1824.





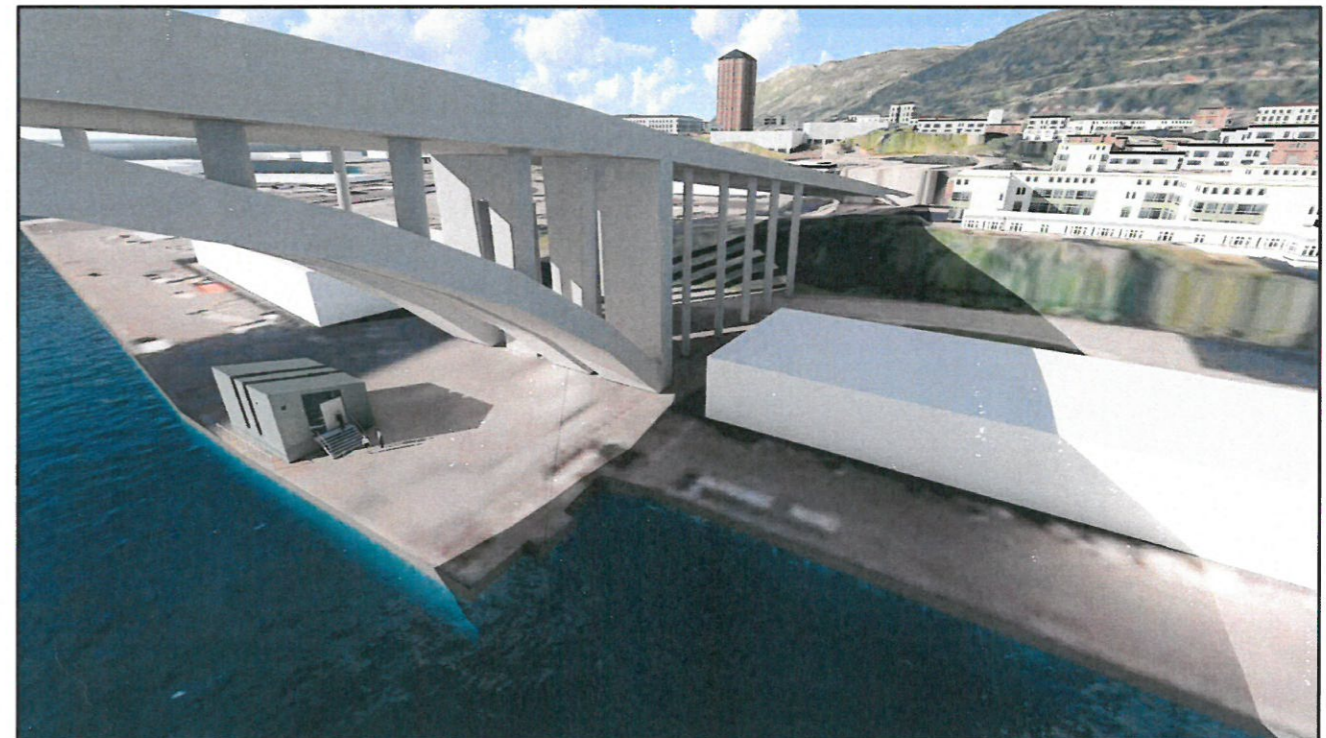
Pumpehus sett fra vest



Pumpehus sett fra sør med omgivelser rundt



Pumpehus sett fra sør og utover fjorden



Pumpehus sett fra sør

C:\Users\vingerh\Desktop\Illustrasjonsplan\_1\_2926.dwg. - Layout: [LARK-TEG-02]; - Plottet av: Ingerh, Dato: 2017.01.14 kl 16:09

BKK/UIB		Fag	LARK	Format	A3
BKK/UIB - NY SJØVANNSFORSYNING		Date	14.01.2017		
3D ANIMASJON		Formal/Målestokk:	#####		
Rammesøknad		Alt. 1		-	
Multiconsult www.multiconsult.no	Status	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent	
	RAMMESØKNAD	TZ	HD		
	Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.		
	615967	LARK-TEG-04	0		

*vedlegg G-9*



O.J Brochs gate

SKUR 30

Brofundament

Brofundament

SKUR 29

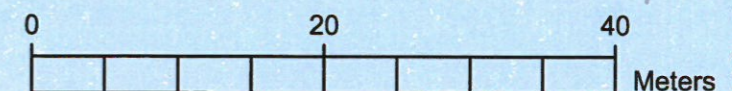
Strandpromenade

Strandpromenade

Puddefjordsbroen

Byggegrense bru






Alt 1



Veiløgg D-3

C:\Users\Ingerh\Desktop\Illustrasjonsplan\_1\_1\_2926.dwg. - Layout: (LARK-TEG-07); - Plottet av: Ingerh, Dato: 2017.01.14 kl 17:45

**FORKLARING:**

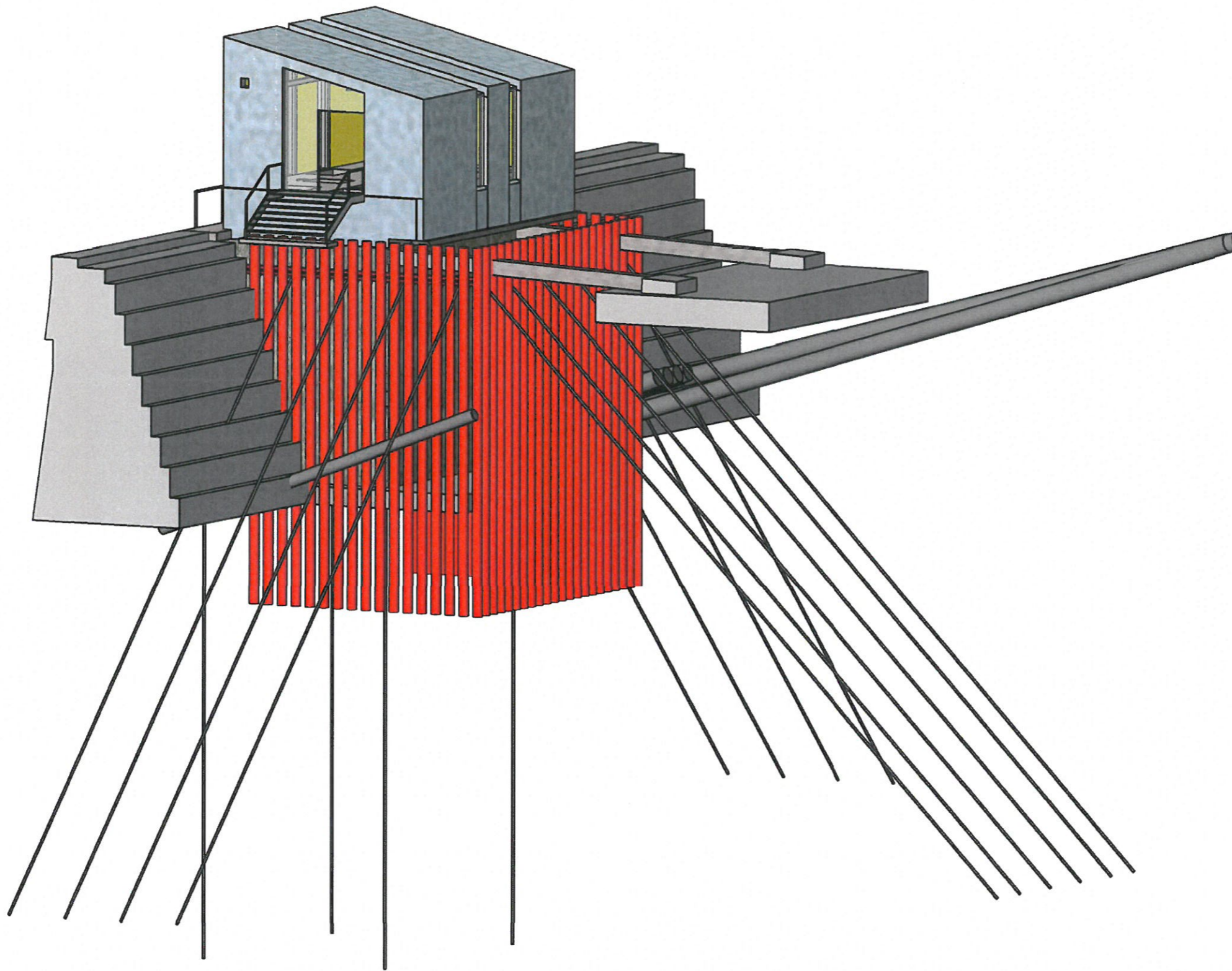
-  Nytt pumpehus
-  Fremtidig antatt strandpromenade
-  Sjø
-  Byggegrense mot bru= 4m
-  Byggegrense langs sjø i senterområde = 3m

**BESTEMMELSER:**

**HENVISNINGER:**

BKK/UIB		Fag	Format
BKK/UIB - NY SJØVANNSFORSYNING		LARK	A3
Illustrasjonsplan		Alt. 1	
Rammesøknad		Dato	14.01.2017
		Format/Målestokk	1:500 A3 1:500
Multiconsult www.multiconsult.no	Status	Konstr./Tegnet	Kontrollert
	RAMMESØKNAD	HBH/IH	HD
Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Godkjent	
615967	LARK-TEG-01	Rev.	
		0	





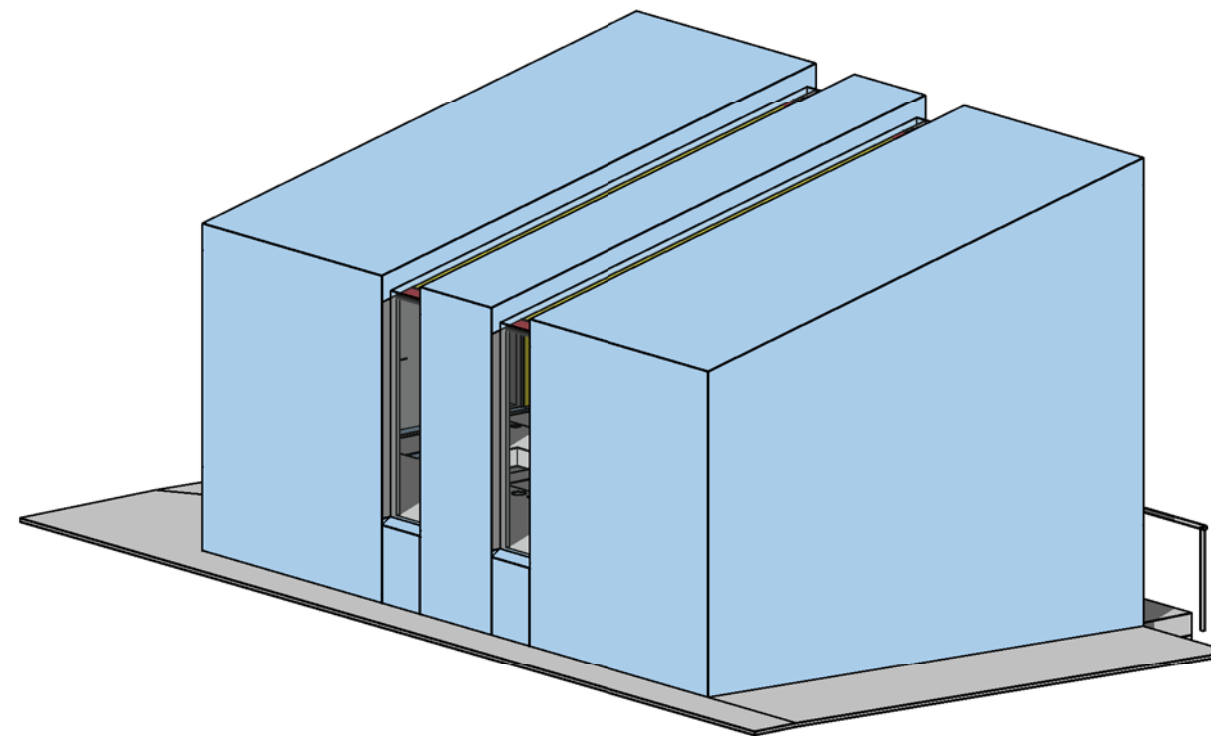
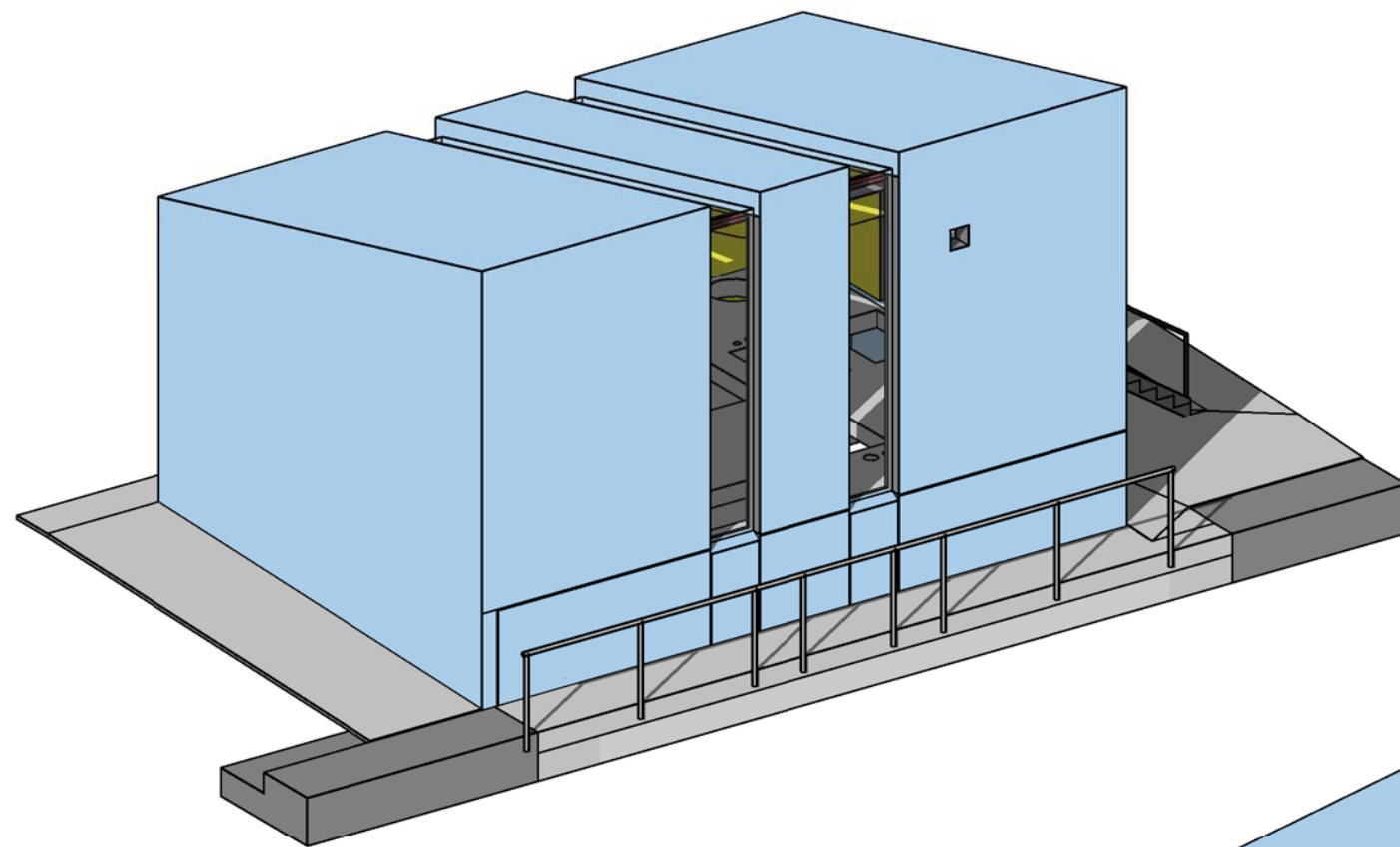
Perspektiv komplett konstruksjon

Vedlegg E-7

						Kommentar:	UIB - BKK	Perspektiv pumpestasjon	Oppdragsnr.	Date	Revisjon:											
									615967	16.01.2017		0										
							Ny sjøvannsforsyning		Tegningsnr.	Status												
									00-01-A-220-40-12													
<table border="1"> <tr> <td>0</td> <td>For byggesøknad</td> <td>16.01.2017</td> <td>SS</td> <td>HD</td> <td>HD</td> </tr> <tr> <td>Rev</td> <td>Beskrivelse</td> <td>Date</td> <td>Tegn</td> <td>Kontr</td> <td>Godkj</td> </tr> </table>						0	For byggesøknad	16.01.2017	SS	HD	HD	Rev	Beskrivelse	Date	Tegn	Kontr	Godkj	<b>Multiconsult</b> <small>Web: <a href="http://www.multiconsult.no">http://www.multiconsult.no</a>  E-post: <a href="mailto:multiconsult@multiconsult.no">multiconsult@multiconsult.no</a>  Orgnr: 910 253 158</small>		<small>Eiendoms- og opphavsrett til denne tegning tilhører i sin helhet Multiconsult AS. The entire ownership and copyright of this drawing is the property of Multiconsult AS.</small>		
0	For byggesøknad	16.01.2017	SS	HD	HD																	
Rev	Beskrivelse	Date	Tegn	Kontr	Godkj																	







Kommentar:

UIB - BKK

Ny sjøvannsforsyning

Perspektiv pumpehus

Perspektiv

Oppdragsnr.

615967

Tegningsnr.

00-01-A-220-40-11

Date

31.08.2016

Status

Tilbudstegning

Revisjon:

0

0	Tilbudstegning	31.08.2016	SS	HOB	HD
Rev	Beskrivelse	Dato	Tegn	Kontr	Godkj

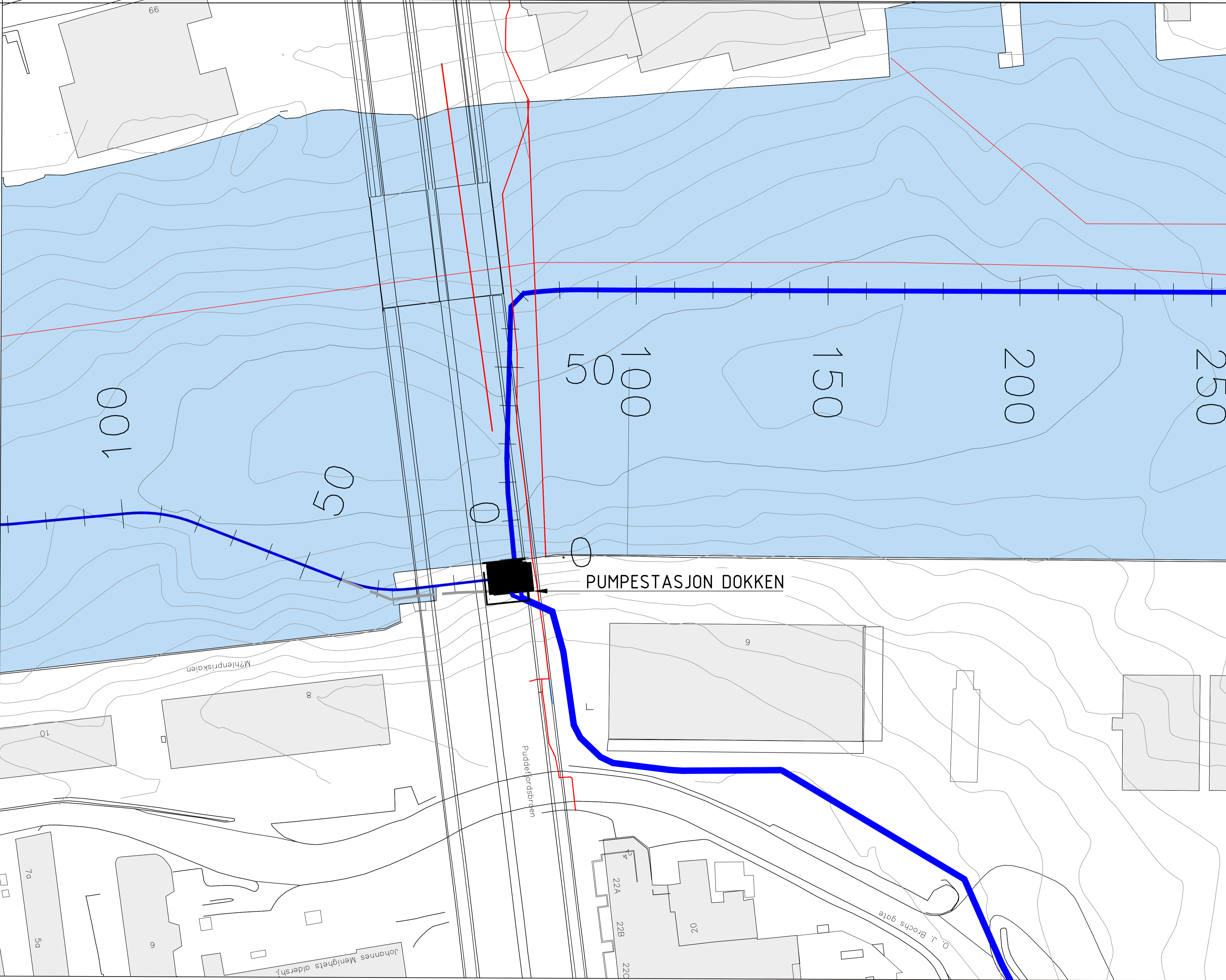
**Multiconsult**  
 Totalleverandør av rådgivningstjenester

Web: <http://www.multiconsult.no>  
 E-post: [multiconsult@multiconsult.no](mailto:multiconsult@multiconsult.no)  
 Org.nr: 910 253 158

Eiendoms- og opphavsrett til denne tegning tilhører i sin helhet Multiconsult AS.  
 The entire ownership and copyright of this drawing is the property of Multiconsult AS.



0:\0615\615967\615967-03 ARBEIDSRÅDE\615967-05 RIVA\615967-04 TEGNINGER\01 Layout\615967\_H731-P-00-0.dwg - Layout: (H731-P-00-0-101\_RS\_OVERSIKTS) TEGNING (Testkopii) - Plottet av: terl. Date: 2017.01.17 kl.16:39



TEGNFORKLARING

LEDNINGER	Eksisterende	Prosjektert
Sjøledning (SL)		
Vannledning (VL)		
Overvannsledning (OV)		
Avløp fellesledning (AF)		
Pumpeledning ( PL)		

PUMPESTASJON DOKKEN

FORKLARING:

BESTEMMELSER:

HENVISNINGER:

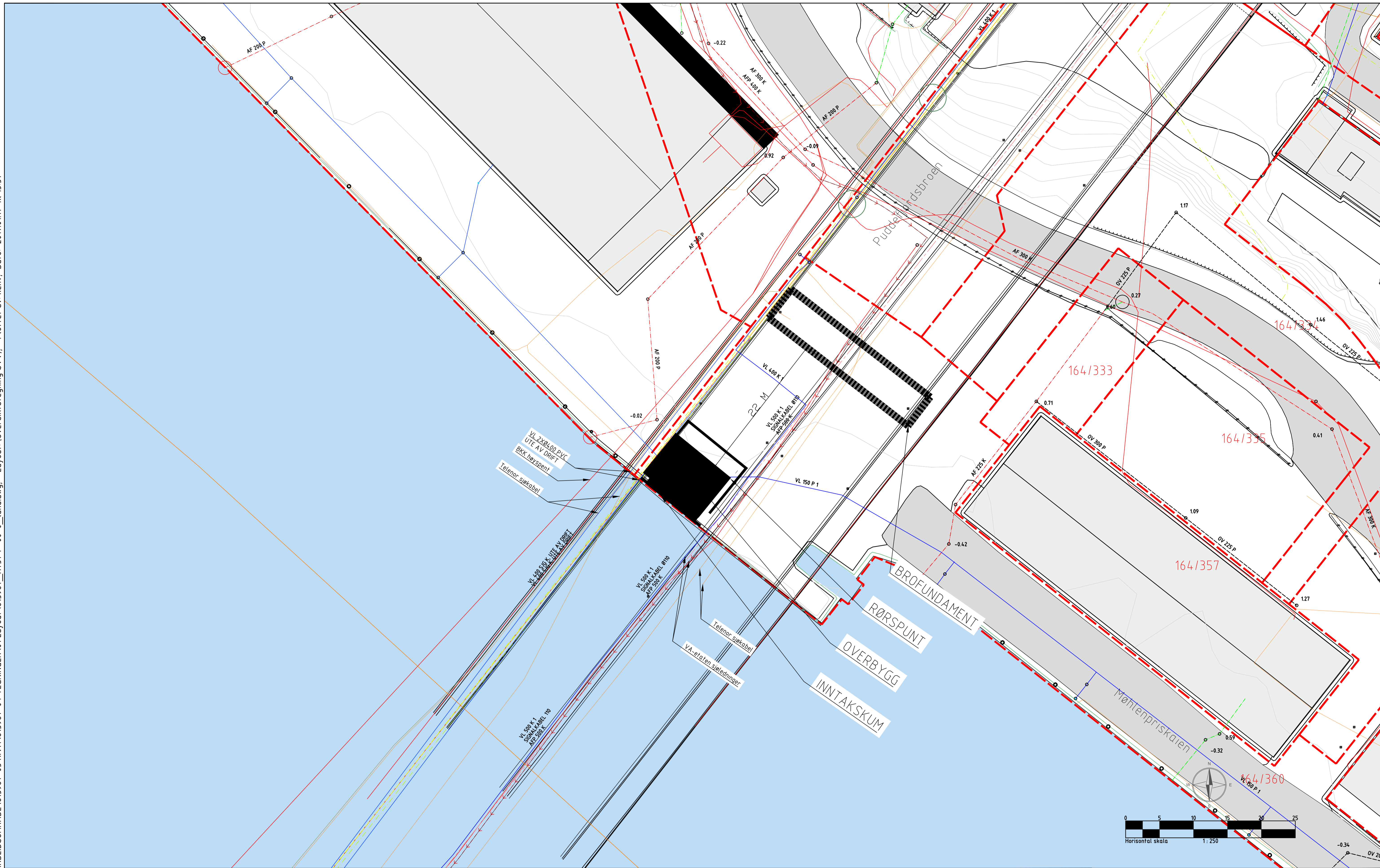
Rev.	Beskrivelse	Date	Tegn.	Kontr.	Godkj.
01	Flyttet pumpestasjon	17.01.2017	KV	LKS	HED

BKK/UIB  
 BKK/UIB - NY SJØVANNSFORSYNING

PLAN OG PROFILTEGNING  
 RAMMESØKNAD

Multiconsult www.multiconsult.no	Status	Rammesøknad	Konstr./Tegnet	KV	Kontrollert	LKS	Godkjert	HED
	Oppdragsnr.	615967	Tegningsnr.	H731-P-00-0-101	Rev.	01		





Ledninger	Eksisterende	Ledninger	Eksisterende	Ledninger	Prosjektert
Vannledning (VL)		Bosnett			
Spillvannledning (SP)		BKK-kabeltrase			
Overvannledning (OV)		BKK-Tele			
Avløp fellesledning (AF)		Telenor			
Avløp fellespumpeledning (AFP)		Canal Digital			
Ledning utgår					
Fjernvarme					
Gass					
Broadnet					

Symboler			
Eiendomsgrense		Kjeftestuk	
Eksisterende kum		Ristsluk	
Hydrant		Kuppelrist	
Kran		Slamavskiller	
Vannkum med brannventil		Overløp	
Entreprisegrense		Pumpestasjon	

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godt.
1	Flyttet pumpestasjon	17.01.2017	KV	LKS	HED
Merknader:					

<b>UiB/BKK</b> UiB/BKK - NY SJØVANNSFORSYNING		Prosjekt: RIVA Formål: A1
E02 Situasjonsplan Eksisterende infrastruktur og inntakskum		Dato: 25.10.2016 Formål/Blåstokk: A1 1:250 A3 1:500
<b>Multiconsult</b> www.multiconsult.no	Status: Foreløpig Oppdragsnr.: 615967	Konstr./Tegnet: KV Kontrollert: LKS Godkjent: HED
H731-P-01-0-04		1