

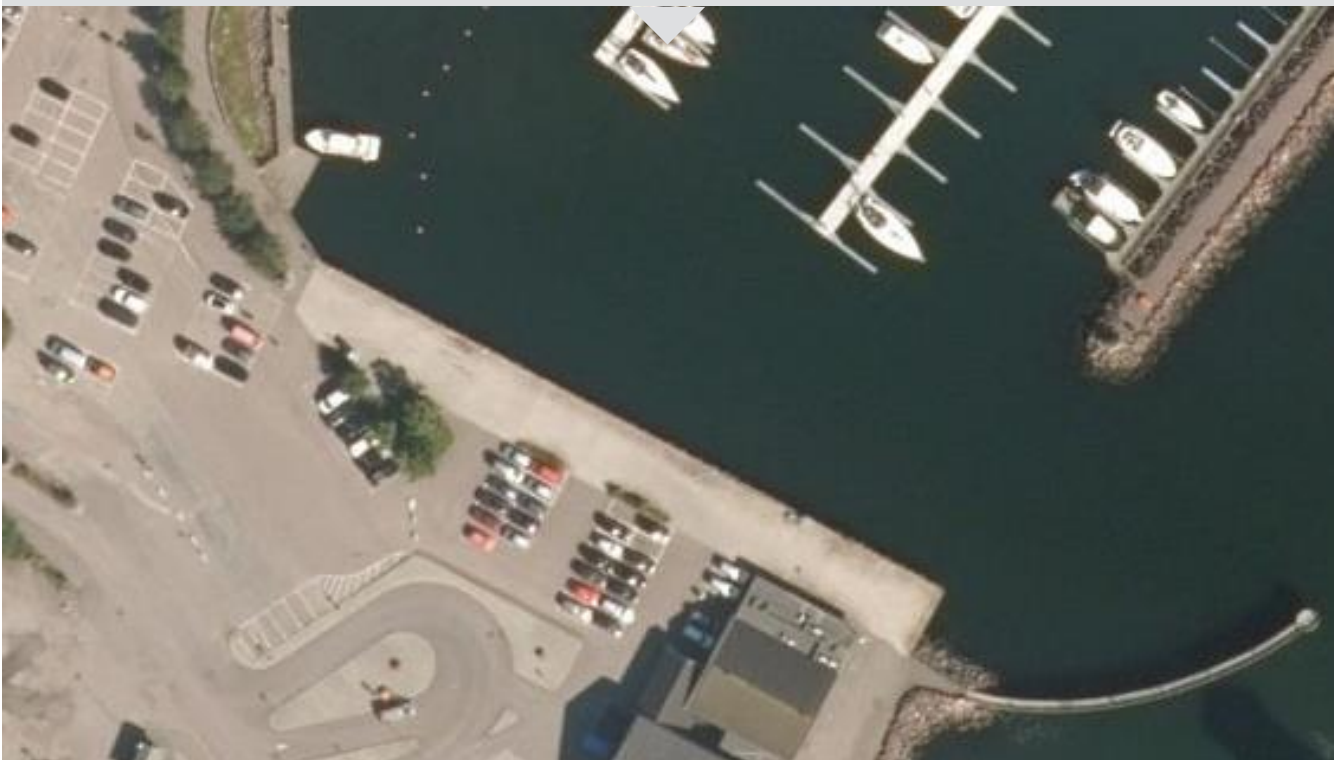
Vedlegg 4:

Forprosjekt for å sikre geoteknisk stabilitet

Horten havnevesen

Rustadbrygga

Forprosjekt for å sikre geoteknisk stabilitet



Oppdragsnr.: 5171721 Dokumentnr.: 200 Versjon: J01
2018-02-12

Oppdragsgiver: Horten havnevesen
Oppdragsgivers kontaktperson: Espen Eliassen
Rådgiver: Norconsult AS, Vestfjordgaten 4, NO-1338 Sandvika
Oppdragsleder: Andreas Lyngtveit Lindland
Fagansvarlig: Trygve Isaksen
Andre nøkkelpersoner:

J01	2018-02-12	For bruk	AnLLi	TI	AnLLi
Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.

Sammendrag

Norconsult har tidligere utarbeidet en tilstandsrapport for Rustadbrygga der det ble presentert flere alternative forslag for rehabilitering av kaia. Bak Rustadbrygga skal det bygges et nytt hotell kalt Norlandia Horten Hotell. I forbindelse med geotekniske vurderinger for hotellet ble det avdekket at områdestabiliteten er for dårlig. Skråningen under kaia har svært lav sikkerhet og kaia må derfor horisontalforankres på en annen måte enn tidligere tiltenkt for å sikre tilstrekkelig geoteknisk stabilitet.

Norconsult fikk i oppdrag å utarbeide et nytt forprosjekt der det vurderes løsninger som også ivaretar tiltakene som er nødvendig for å sikre den geotekniske stabiliteten. Denne rapporten inneholder en oppsummering av eksisterende situasjon og forutsetninger, beskrivelse av mulige løsninger og tilhørende kostnadsestimat.

Det vurderes to ulike alternativer for utbedring av Rustadbrygga som ivaretar de geotekniske forholdene. Hver av de to alternativene har 2 variasjoner, og alternativene blir derfor videre omtalt som 1A, 1B, 2A og 2B. Følgende alternativer vurderes videre:

- Alternativ 1: Rustadbrygga rives og ny spunkai etableres langs samme linje
 - Alternativ 1A: Vanlige masser bak spunt
 - Alternativ 1B: Lettere masser bak spunt for å redusere lengden på spuntnålene
- Alternativ 2: Rustadbrygga rehabiliteres
 - Alternativ 2A: Spunt monteres bak kai for å stabilisere skråning. Vanlige masser bak spunten
 - Alternativ 2B: Som 2A, men masser bak kai erstattes med lette masser for å redusere lengden på spuntnålene

Alle løsningene krever at det først må etableres motfylling opp til kote -3,5 iht NN2000. For alternativ 2A og 2B forutsettes det at billigste løsning for rehabilitering beskrevet i «Rustadbrygga – Tilstandsrapport» benyttes. Billigste løsning ble der funnet å være rehabilitering av eksisterende pilarer og etablering av nytt selv bærende dekke oppå eksisterende dekke.

Alternativ 1A, 1B, 2A og 2B har entreprisestnad på henholdsvis 24,3 MNOK, 23,9 MNOK, 29,0 MNOK og 28,5 MNOK. Det er ikke tatt med kostnader for kompensert oppfylling opp til endelig terrengnivå, ikke kostnader for motfylling i sjøen og ikke kostnader for erosjonssikring i front av kai. Disse kostnadene vil være like store for alle løsningene.

Alternativ 2A og 2B har en utfordring mtp levetid og det vil derfor være behov for noe vedlikehold. Tilgjengeligheten er dårlig bak kaia og nødvendig vedlikehold kan derfor bli vanskelig og kostbart å utføre. Etersom tilgjengeligheten er dårlig vil dette også medføre at oppspenningen av forankringstagene kan bli utfordrende. Det knyttes derfor ekstra usikkerhet til kostnadene forbundet med dette.

Totalt sett anbefales det å gå videre med alternativ 1A eller 1B da disse løsningene er billigst, mest fleksible og gir mindre vedlikehold.

Innhold

1	Innledning	5
2	Grunnlag	6
3	Eksisterende situasjon	7
4	Forutsetninger	8
4.1	Oppsummering geotekniske forhold	8
4.2	Vannstandsnivå	9
4.3	Vanndybde ved kaifront	10
5	Kaikonstruksjon	11
5.1	Generelt	11
5.2	Alternativ 1: Rustadbrygga rives, ny spunkai etableres	11
5.2.1	Alternativ 1A: Vanlige masser bak spunt	11
5.2.2	Alternativ 1B: Lettere masser bak spunt	13
5.3	Alternativ 2: Rustadbrygga rehabiliteres, spunt bak kai	14
5.3.1	Alternativ 2A: Vanlige masser bak kai	14
5.3.2	Alternativ 2B: Lettere masser bak kai	16
6	Kostnadsestimat	17
6.1	Forutsetninger for kostnadsoverslaget	17
6.2	Kostnadsoverslag – Sammenstilling	19
6.3	De største usikkerhetene	19
7	Vedlegg	20

1 Innledning

Norconsult har tidligere utarbeidet en tilstandsrapport for Rustadbrygga der det ble presentert flere alternative forslag for rehabilitering av kaia. Bak Rustadbrygga skal det bygges et nytt hotell kalt Norlandia Horten Hotell. I forbindelse med geotekniske vurderinger for hotellet ble det avdekket at områdestabiliteten er for dårlig. Skråningen under kaia har svært lav sikkerhet og kaia må derfor horisontalforankres på en annen måte enn tidligere tiltenkt for å sikre tilstrekkelig geoteknisk stabilitet.

Norconsult fikk i oppdrag å utarbeide et nytt forprosjekt der det vurderes løsninger som også ivaretar tiltakene som er nødvendig for å sikre den geotekniske stabiliteten. Denne rapporten inneholder en oppsummering av eksisterende situasjon og forutsetninger, beskrivelse av mulige løsninger og tilhørende kostnadsestimat.

Rustadbrygga er markert med rødt på flyfoto i Figur 1.1.



Figur 1.1: Flyfoto

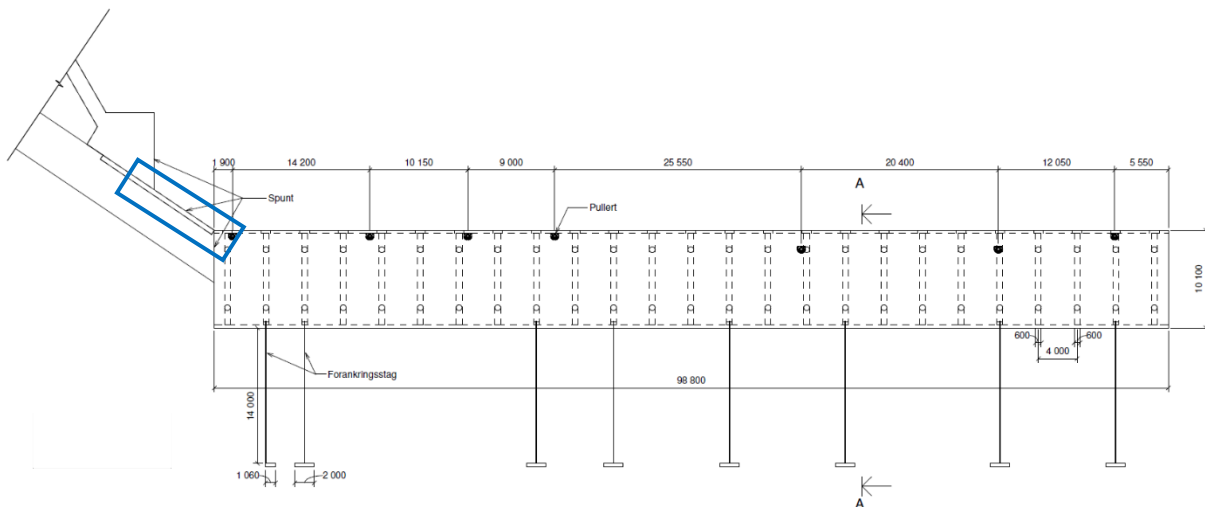
2 Grunnlag

Rapporten baserer seg på følgende grunnlag:

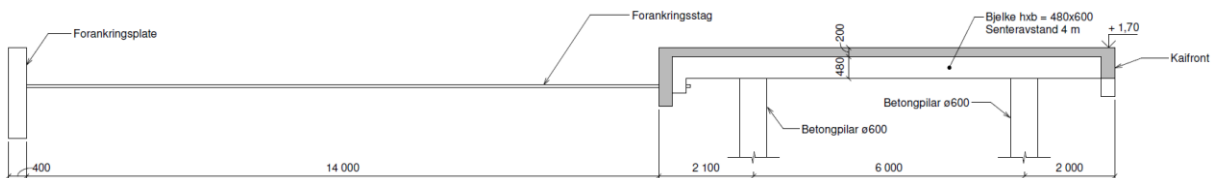
- Møtereferat med tittelen «Horten – Stabilisering av grunn for bygging av hotell» datert 2017-11-22. Møte avholdt 2017-11-08.
- Rapporten «Rustadbrygga – Tilstandsrapport», utarbeidet av Norconsult datert 2017-06-16.
- Korrespondanse med geoteknikere fra GrunnTeknikk AS.
- Teknisk beregning med tittelen «Horten havn, utbedringer gjestehavna/Rustadbrygga – Stabilitet», utarbeidet av Grunnteknikk AS, datert 2017-12-07.
- Teknisk notat med tittelen «Horten havn, utbedringer gjestehavna», utarbeidet av Grunnteknikk AS, datert 2018-01-30.

3 Eksisterende situasjon

Rustadbrygga er utført som en åpen kailøsning med dekke og bjelker i betong, fundamentert på runde betongpilarer. Kaia er ca. 100 m lang og 10 m bred. Senteravstand mellom bjelkene er på ca. 4 m. Figur 3.1 og Figur 3.2 viser henholdsvis plan og snitt av konstruksjonen. Figurene er skissert opp basert på oppmålinger gjort i forbindelse med tidligere utarbeidet tilstandsrapport.



Figur 3.1: Plan Rustadbrygga



Figur 3.2: Snitt Rustadbrygga

Horisontalkrefter tas opp ved hjelp av forankringsstag i bakkant av konstruksjonen, fordelt med varierende senteravstand. Stagene forankres i vertikale betongplater omtrent 14 m bak kaia. Stagene har et slakt fall nedover. Betongplatene er ca. 40 cm tykke og 200 cm lange og avsluttes rett under asfalten.

Vest for Rustadbrygga er det en spunt som skal holde massene på plass. I området markert med blått på Figur 3.1 er det en ekstra spunt bak den fremste spunten. Bak spunten er det asfaltdekke og under asfalten er det en betongplate. Det er ikke kjent om denne betongplaten har noe fundamentering utover spunt og opplegg i masser.

4 Forutsetninger

4.1 Oppsummering geotekniske forhold

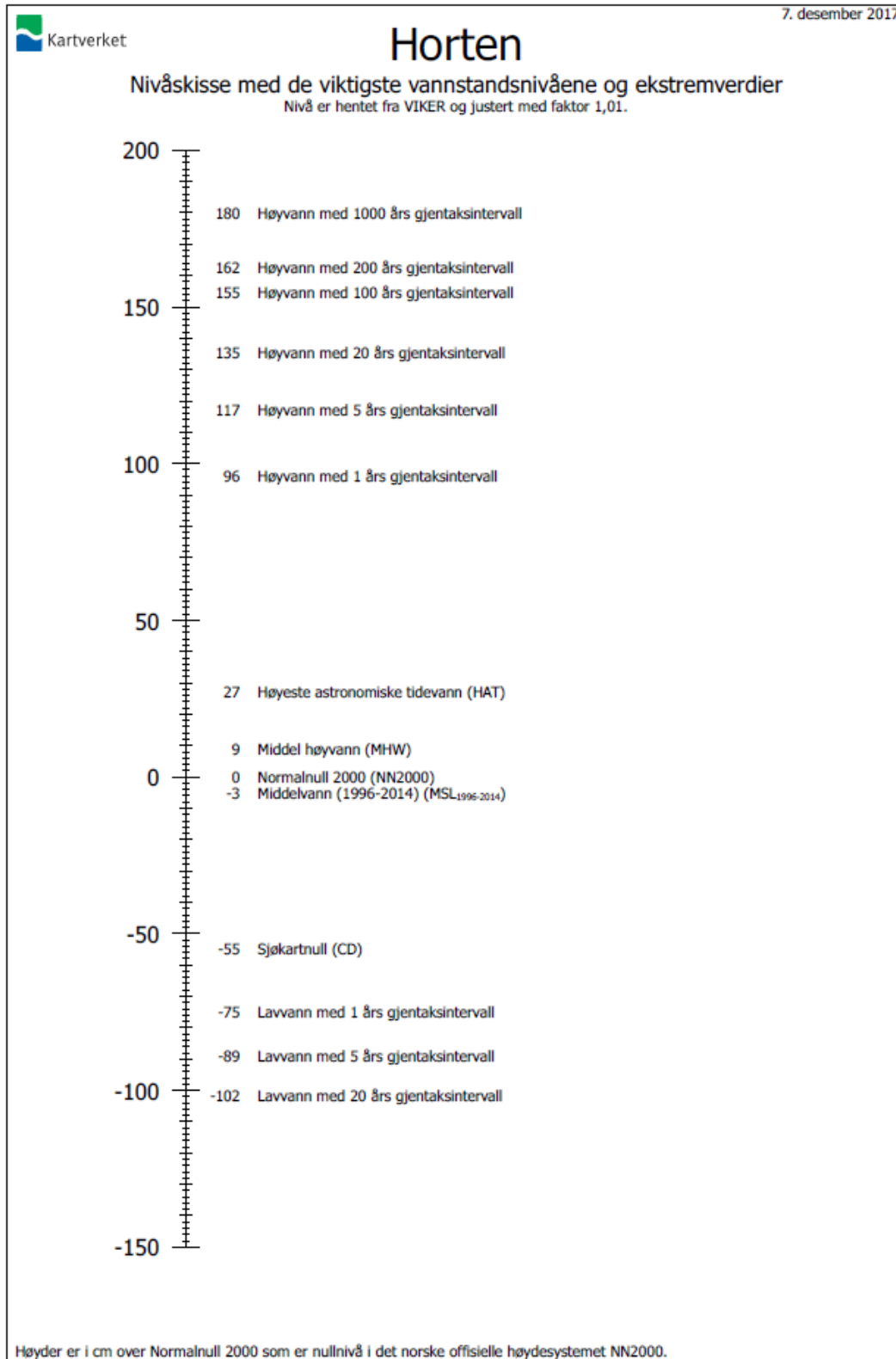
Stabilitetsberegninger fra Grunnteknikk AS viser at dagens situasjon har en sikkerhet på 1,16 uten terrenglast og 1,02 med terrenglast. Kravet er en sikkerhet på 1,4 og dagens sikkerhet er derfor for lav.

Grunnteknikk har vurdert flere alternative løsninger for å oppnå tilstrekkelig sikkerhet ved hjelp av motfylling, utskifting med lette masser og spunting. Alle aktuelle løsninger har behov for motfylling opp til kote -3,5 iht NN2000.

Kapittel 5 beskriver løsninger for Rustadbrygga som ivaretar vurderingene til Grunnteknikk.

4.2 Vannstands nivå

Vannstands nivå i Horten er vist på Figur 4.1.



Figur 4.1: Vannstands nivå i Horten

4.3 Vanndybde ved kaifront

En praktisk tilnærming for å beregne nødvendig vanndybde er å benytte maks dypgående ved sjøkartnull og så legge til en sikkerhetsmargin på mellom 0,5 og 1,0 m. Det er primært mindre båter som vil bevege seg i området og det forutsettes derfor at 0,5 m er tilstrekkelig sikkerhetsmargin.

Sjøkartnull ligger 55 cm under NN2000 som vist på Figur 4.1. Vanndybden etter utlegging av motfylling er 3,5 m iht NN2000, som blir 2,95 m iht sjøkartnull. Med en sikkerhetsfaktor på 0,5 m gir dette en maks dypgående på ca. 2,45 m.

5 Kaikonstruksjon

5.1 Generelt

Det vurderes to ulike alternativer for utbedring av Rustadbrygga som ivaretar de geotekniske forholdene. Hver av de to alternativene har 2 variasjoner, og alternativene blir derfor videre omtalt som 1A, 1B, 2A og 2B. Følgende alternativer vurderes videre:

- Alternativ 1: Rustadbrygga rives og ny spunkai etableres langs samme linje
 - Alternativ 1A: Vanlige masser bak spunt
 - Alternativ 1B: Lettere masser bak spunt for å redusere lengden på spuntålene
- Alternativ 2: Rustadbrygga rehabiliteres
 - Alternativ 2A: Spunt monteres bak kai for å stabilisere skråning. Vanlige masser bak spunten
 - Alternativ 2B: Som 2A, men masser bak kai erstattes med lette masser for å redusere lengden på spuntålene

Alle løsningene krever at det først må etableres motfylling opp til kote -3,5 iht NN2000. For alternativ 2 forutsettes det at billigste løsning for rehabilitering beskrevet i «Rustadbrygga – Tilstandsrapport» benyttes. Billigste løsning ble der funnet å være rehabilitering av eksisterende pilarer og etablering av nytt selv bærende dekke oppå eksisterende dekke.

5.2 Alternativ 1: Rustadbrygga rives, ny spunkai etableres

5.2.1 Alternativ 1A: Vanlige masser bak spunt

Først etableres det motfylling foran kaia opp til kote -3,5 iht NN2000. Deretter rives Rustadbrygga. Spunt kan monteres langs tidligere kaifront eller lenger inn dersom dette skulle være ønskelig. På toppen av spunten støpes det en spuntbjelke. Spuntbjelken kan støpes opp til endelig terrengnivå og bør også støpes ned til middelvann.

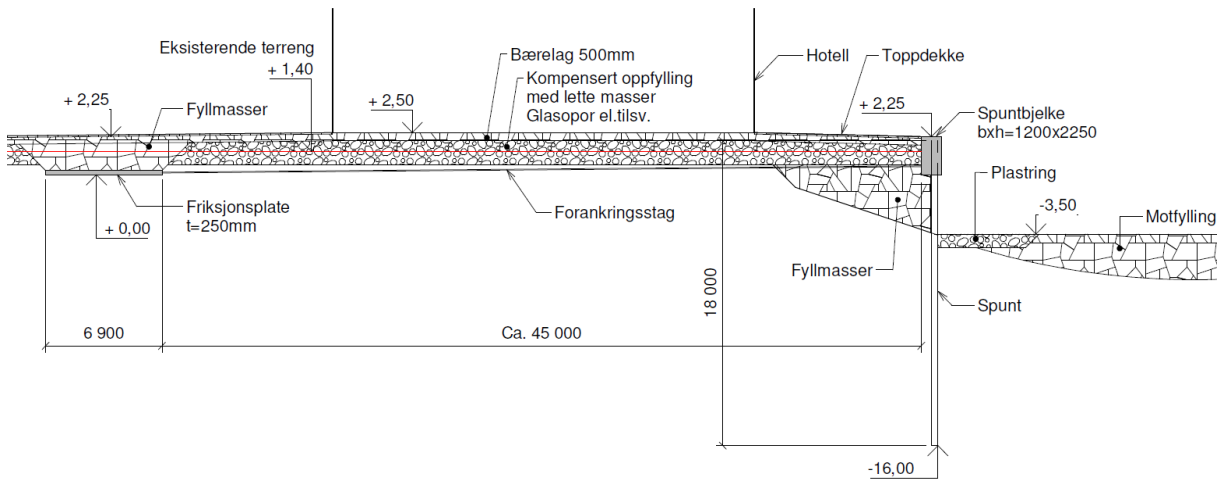
Ettersom spunten havner et stykke utenfor hotellet vil det bli terrenglast på hele området bak spunten. Alternativ 1A baserer seg på vanlige masser bak spunten. I henhold til teknisk beregning fra Grunnteknikk AS må spunten da ha 18 m lange spuntåler.

Vertikalkrefter tas opp av spunten. Horisontalkrefter tas opp ved hjelp av oppspente forankringsstag forankret til en friksjonsplate i betong i løsmassene bak spunten. Friksjonsplata kan ikke ligge under hotellet da dette vil føre til konflikt med peler. Plata må derfor plasseres slik at den ligger bak hotellet. Dette medfører at forankringstagene får en gjennomsnittlig lengde på ca. 45 m. Figur 5.1 viser friksjonsplaten i forhold til hotellet. I detaljfasen vil det bli nødvendig å optimalisere plasseringen av friksjonsplaten. Det kan da være mulig å redusere total lengde på stag.

Figur 5.2 viser snitt av løsningen.



Figur 5.1: Plan alternativ 1



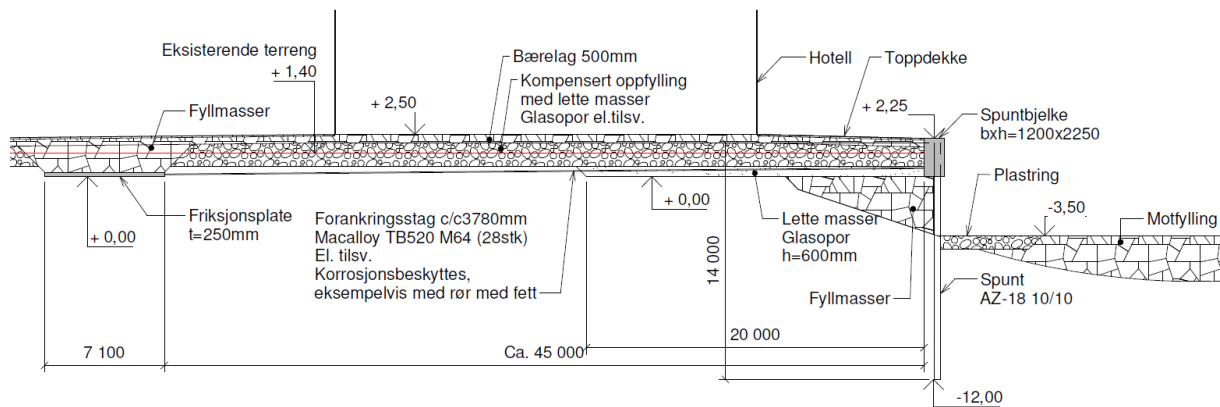
Figur 5.2: Snitt alternativ 1A

5.2.2 Alternativ 1B: Lettere masser bak spunt

For alternativ 1B blir det utført masseutskifting med lettere masser bak spunten. Det utskiftes da med lettere masser ned til kote 0. Da hele lengden får terrenglast må det masseutskiftes 20 m bakover. I henhold til teknisk beregning fra Grunnteknikk AS må spunten ha 14 m lange spuntnåler ved masseutskifting til lettere masser.

Kortere spunt gir litt høyere horisontalbelastning og det vil derfor være nødvendig med en noe større friksjonsplate.

Figur 5.3 viser snitt av løsningen.



Figur 5.3: Snitt alternativ 1B

5.3 Alternativ 2: Rustadbrygga rehabiliteres, spunt bak kai

5.3.1 Alternativ 2A: Vanlige masser bak kai

Først etableres det motfylling foran kaia opp til kote -3,5 iht NN2000. For alternativ 2A monteres det spunt langs bakkant av kaia. På toppen av spunten støpes det en spuntbjelke. Spunten vil være tett inntil hotellet langs mye av lengden. I dette området vil man derfor ikke få noe terrenglast på massene bak spunten. Geoteknikker anbefaler likevel at området skal dimensjoneres for terrenglast grunnet laster i anleggsperioden. Mot øst er det et mindre område der det vil bli terrenglast uansett. For alternativ 2A benyttes det vanlige masser bak spunt. I henhold til teknisk beregning fra Grunnteknikk AS må spunten ha 18 m lange spuntnåler i områder med terrenglast.

Eksisterende kai rehabiliteres som beskrevet for Alternativ 2 i «Rustadbrygga – Tilstandsrapport». Eksisterende dekke benyttes til forskaling av nytt dekke, og vil derfor ikke ha noen bærende effekt. Nytt dekke støpes sammen med spuntbjelke. Løsningen medfører en terrengnivåøkning og vil derfor måtte tilpasses eventuelle landskapsarkitektoniske tiltak. For kostnadsestimatet forutsettes det at dekket har en gjennomsnittlig tykkelse på ca. 500 mm.

Eksisterende pilarer repareres og benyttes videre. Løsningen kan dimensjoneres for ønsket belastning, men vil være begrenset av kapasiteten til pilarene. For kostnadsestimatet forutsettes det at ca. halvparten av pilarene kan repareres med mekanisk reparasjon i toppen, mens den andre halvparten vil kreve mer omfattende reparasjonsarbeid med omstøp. Før reparasjon av pilarene vil det være nødvendig med en dykkerinspeksjon for å avklare status under vann.

Eksisterende horisontalforankring for kaia kappes. Horisontalkrefter tas opp ved hjelp av nye oppspente forankringsstag forankret til en ny friksjonsplate i betong i løsmassene bak spunten. Vanskelig tilgjengelighet under kaia kan medføre at montering og oppspenning av forankringsstag blir komplisert. Friksjonsplata kan ikke ligge under hotellet da dette vil føre til konflikt med peler. Plata må derfor plasseres slik at den ligger bak hotellet. Dette medfører at forankringstagene får en gjennomsnittlig lengde på ca. 35 m. Figur 5.4 viser friksjonsplaten i forhold til hotellet. I detaljfasen vil det bli nødvendig å optimalisere plasseringen av friksjonsplaten. Det kan da være mulig å redusere total lengde på stag.

Figur 5.5 viser snitt av løsningen.

6 Kostnadsestimat

6.1 Forutsetninger for kostnadsoverslaget

Kostnadsanslagene i denne rapporten er utarbeidet iht. *NS 3453:2016, Spesifikasjon av kostnader i byggeprosjekt*. Se Figur 6.1 for kontoplan iht. standarden.

Summeringsnivåer	Kostnadselementer	
	01 Felleskostnader	Entreprisekostnader
Huskostnad →	02 - 06 Bygg og installasjoner (inklusive uspesifisert)	
Entreprisekostnad →	07 Utendørs (inklusive uspesifisert)	
Byggekostnad →	08 Generelle kostnader	Byggherrekostnader
	09 Spesielle kostnader	
Basiskostnad →	10 Merverdiavgift (for konto 01 - 09)	
Prosjektkostnad →	11 Forventet tillegg (inklusive merverdiavgift)	
Kostnadsramme →	12 Usikkerhetsavsetning (inklusive merverdiavgift)	
Inklusive prisregulering →	13 Prisregulering (inklusive merverdiavgift)	

Figur 6.1: Kontoplan, hentet fra NS 3453:2016

Under følger en oversikt over noen av de viktigste begrepsdefinisjoner iht. NS 3453:2016:

Felleskostnader

Entreprenørens kostnader knyttet til rigg, drift, byggeplassadministrasjon og tilsvarende ytelser.

Huskostnad

Entrepriisekostnad ekskl. utendørs.

Entrepriisekostnad

Alle entreprenørens kostnader ekskl. merverdiavgift.

Basiskostnad

Summen av samtlige kostnader for prosjektet ekskl. avsetninger til usikkerhet (forventet tillegg og usikkerhetsavsetning) og ekskl. prisregulering.

Forventet tillegg

Avsetning og tillegg utover basiskostnad for å oppnå ønsket sikkerhet for prosjektkostnaden.

Prosjektkostnad (P50)

Summen av basiskostnad og forventet tillegg.

Usikkerhetsavsetning

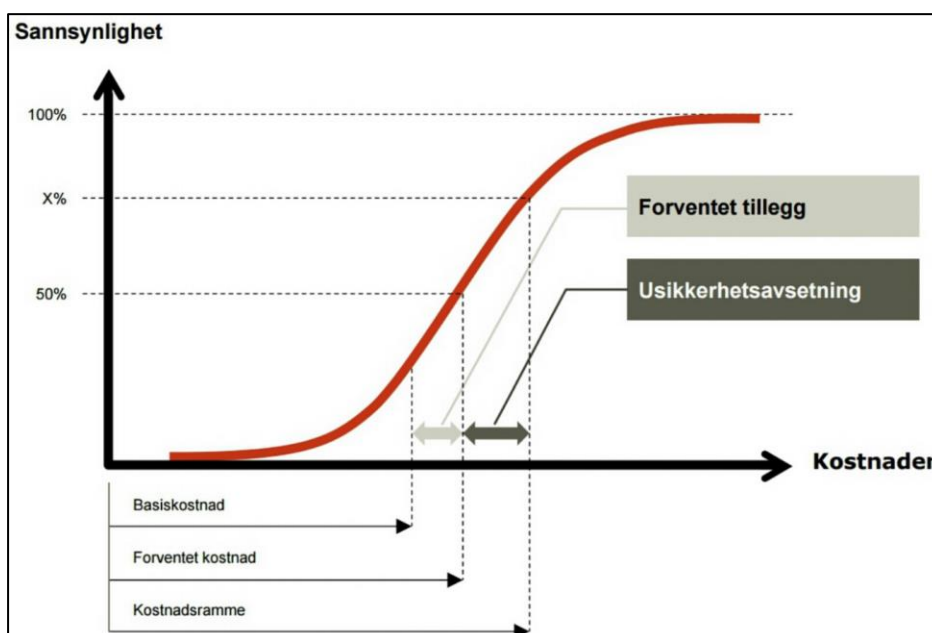
Avsetning utover prosjektkostnad for å oppnå ønsket sikkerhet mot overskridelse av kostnadsrammen.

Kostnadsramme (P85)

Summen av forventet prosjektkostnad og usikkerhetsavsetning.

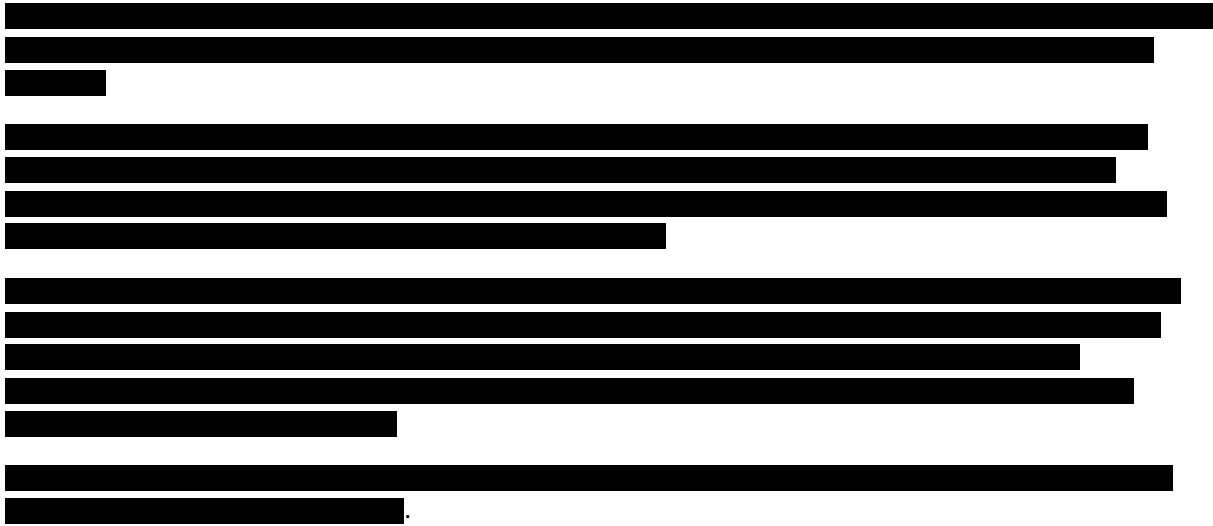
For prosjektkostnad og kostnadsramme benyttes begrepene P50 og P85 fra Finansdepartementet. Forventet kostnad har da et konfidensnivå på 50 % som vil si at det er like stor sannsynlighet for at forventet kostnad overskrides som underskrides. Kostnadsrammen har et konfidensnivå på 85 % som vil si at det er 85 % sannsynlighet for at estimatet skal holde. Figur 6.2 viser sammenhengen mellom sannsynlighet og kostnad i form av et S-kurve-diagram.

Det presiseres at det kreves en usikkerhetsanalyse for å komme frem til P50 og P85. I dette forprosjektet er ikke en slik analyse utført. Forventede tillegg og usikkerhetsavsetning er derfor kun grovt estimert for å komme frem til kostnader som bør budsjetteres med. En usikkerhetsanalyse kan utføres hvis ønskelig for å øke sikkerheten til estimatet.



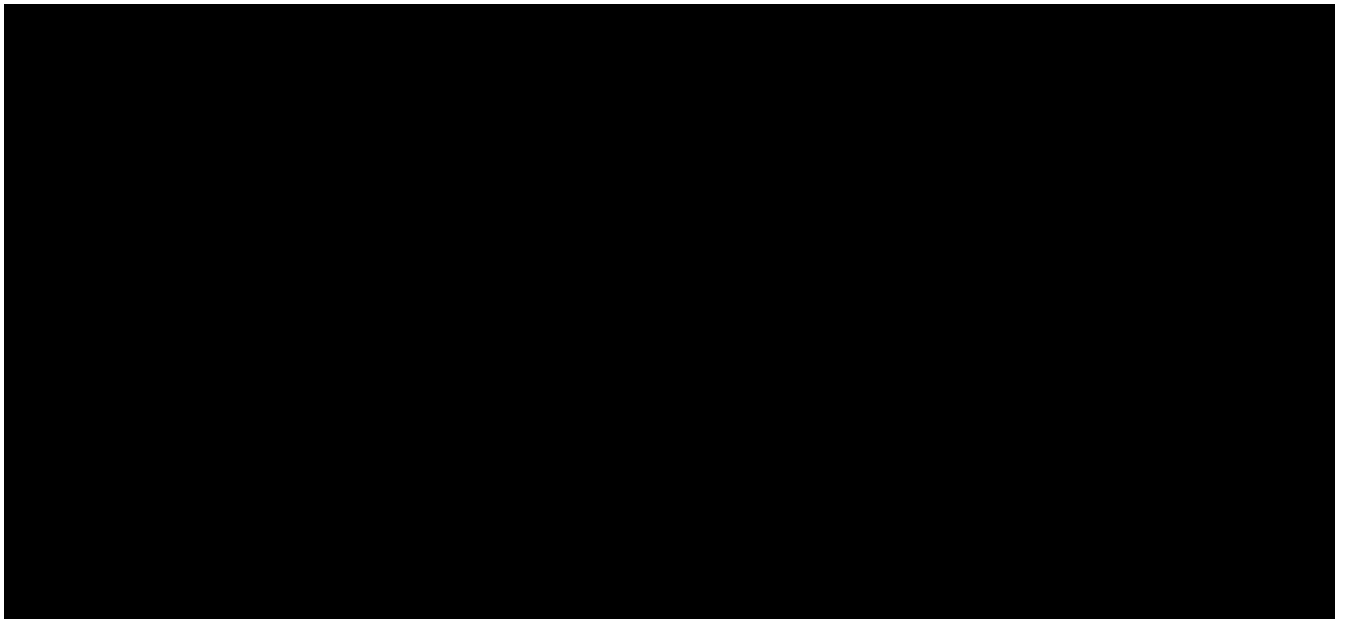
Figur 6.2: Sammenhengen mellom sannsynlighet og kostnad, hentet fra NS 3453:2016

6.2 Kostnadsoverslag – Sammenstilling



The table content is completely redacted with black bars.

Tabell 6.1: Kostnadsestimat



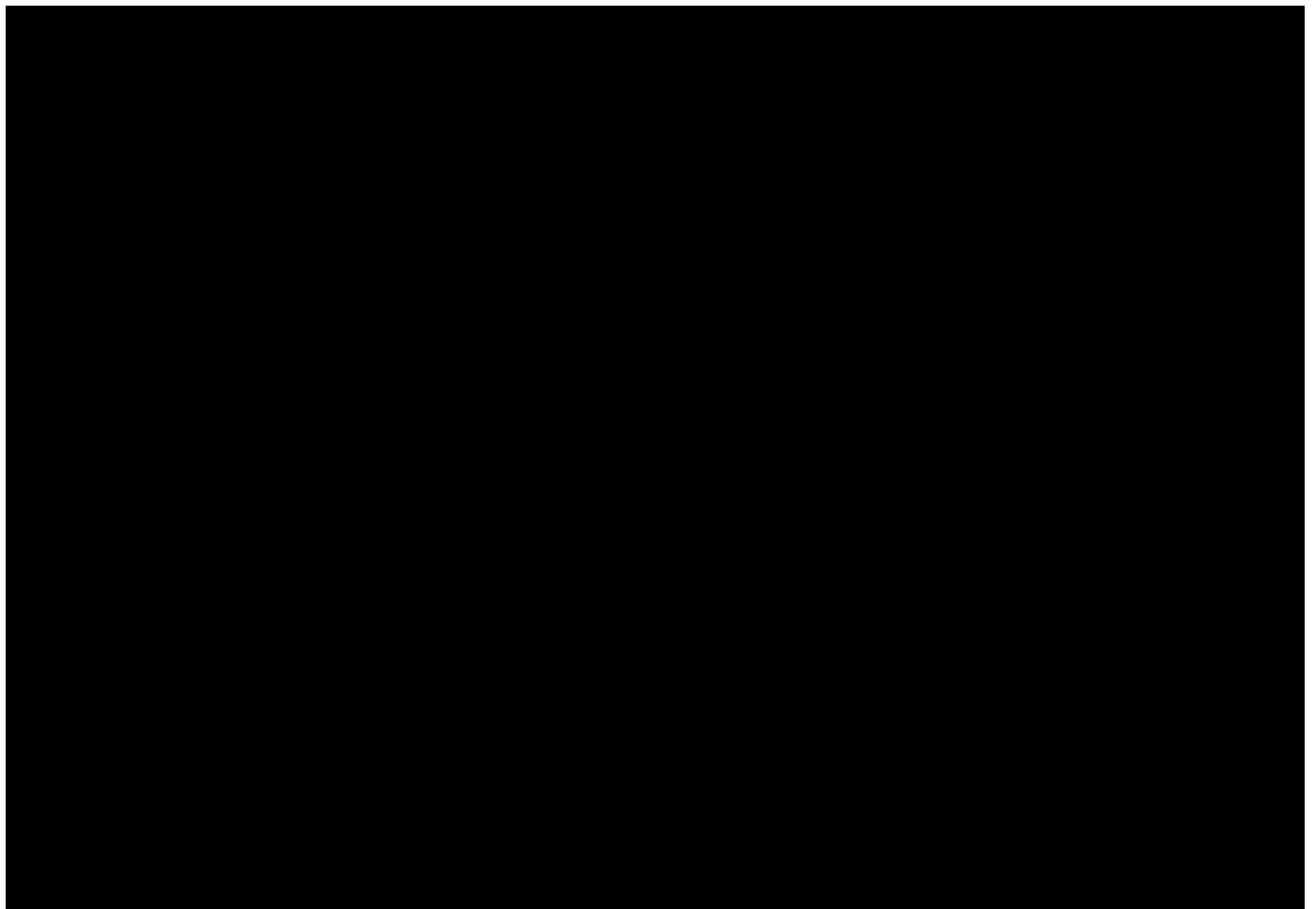
The table content is completely redacted with a large black block.



The table content is completely redacted with black bars.

7 Vedlegg

- Kostnadsestimat med enhetspriser
- Tegninger med plan og snitt for løsningene



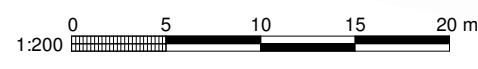




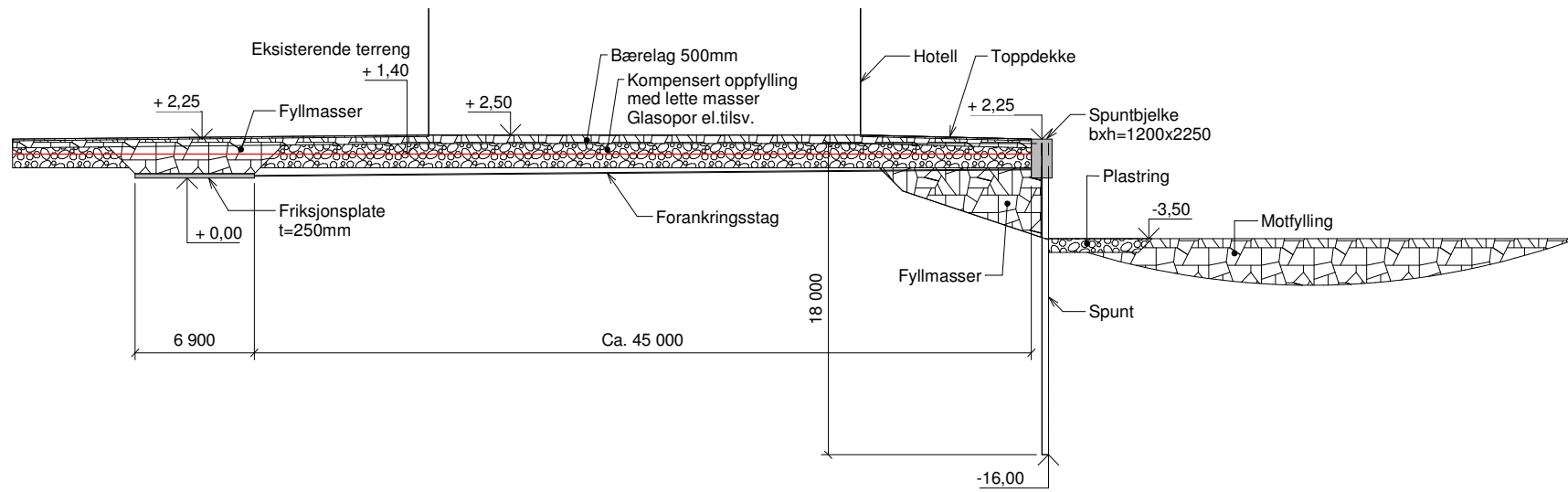




PLAN
1 : 200

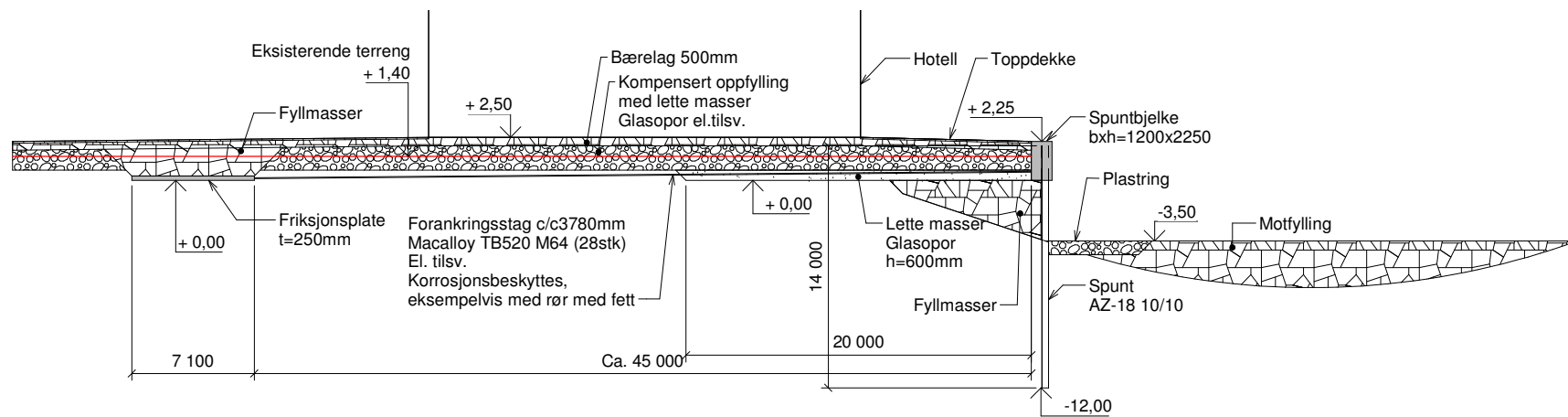


J01	2018-02-12	Forprosjekt	AnLLi	TI	AnLLi
Rev.	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent
<small> Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som fremgår nedenfor. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsvålen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tillater. </small>					
Horten havnevesen					Målestokk (gjelder A1) 1 : 200
Rustadbrygga Alternativ 1A og 1B Plan					
Norconsult		Oppdragsnummer 5171721	Tegningsnummer B101	Revisjon J01	



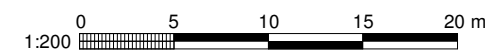
SNITT ALTERNATIV 1A

1 : 200

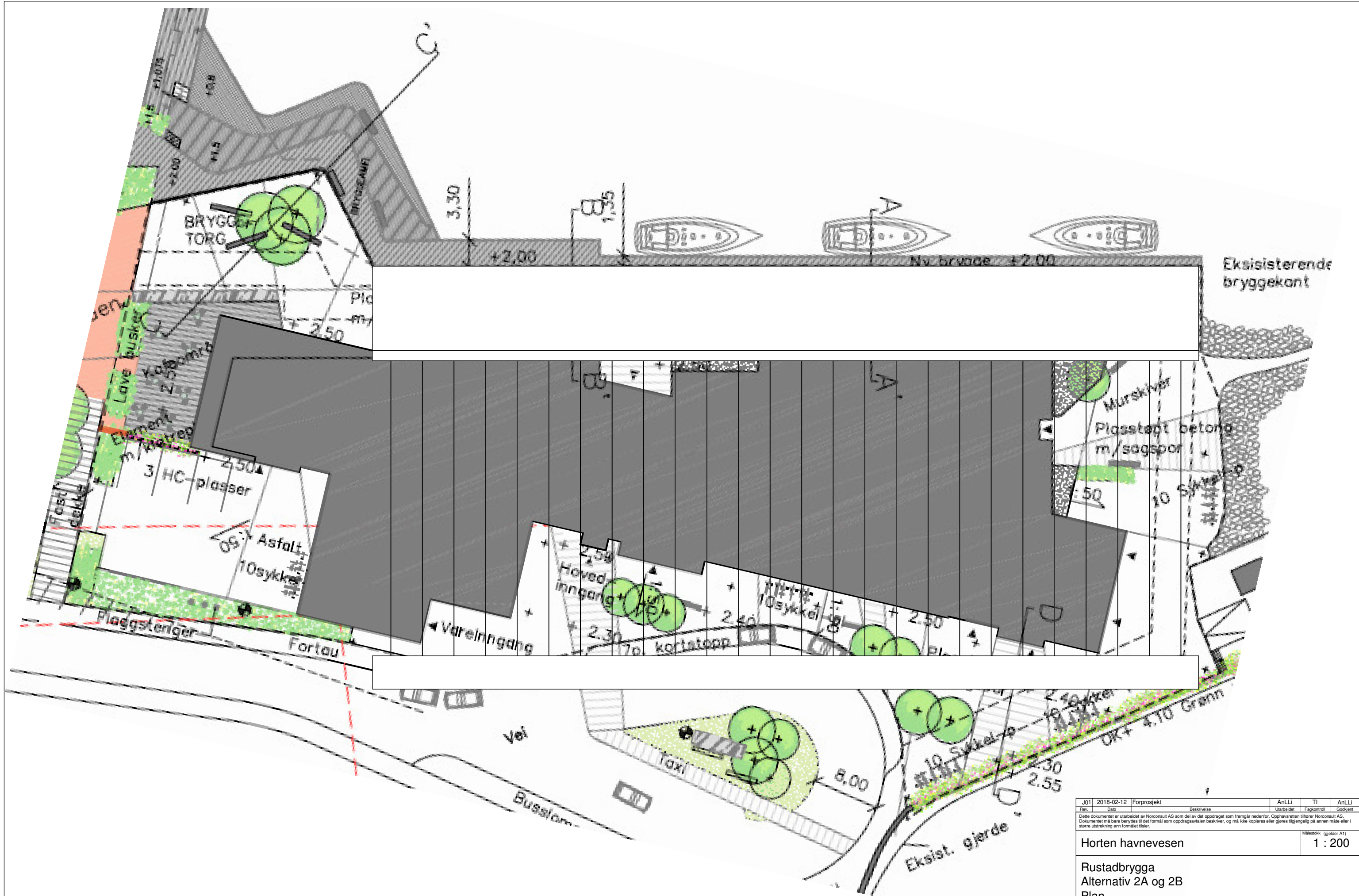


SNITT ALTERNATIV 1B

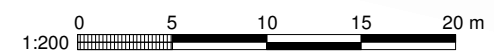
1 : 200



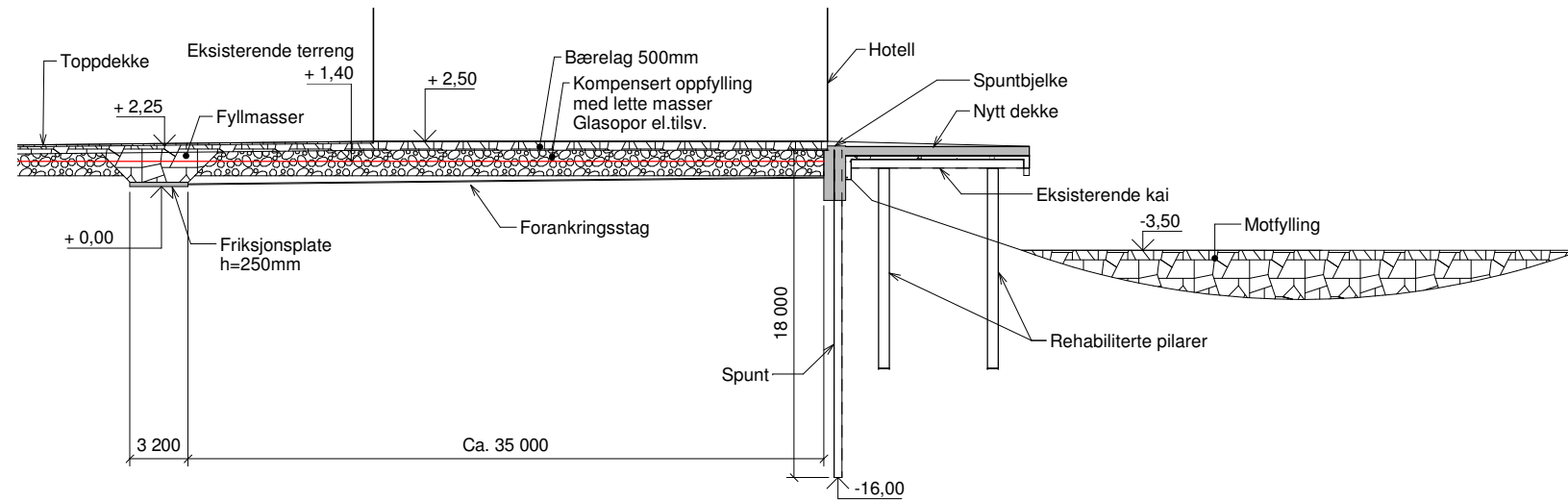
Rev.	Dato	Beskrivelse	AnLLi	TI	AnLLi
J01	2018-02-12	Forprosjekt			
<p>Rev. Dato Beskrivelse Utarbeidet Fagkontroll Godkjent</p> <p> <small> Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som fremgår nedenfor. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tillater. </small> </p>					
<p>Horten havnevesen</p>					<p>Målestokk (gjelder A1)</p> <p>1 : 200</p>
<p>Rustadbygga Alternativ 1A og 1B Snitt</p>					
<p>Norconsult</p>		<p>Oppdragsnummer</p> <p>5171721</p>	<p>Tegningsnummer</p> <p>B102</p>	<p>Revisjon</p> <p>J01</p>	



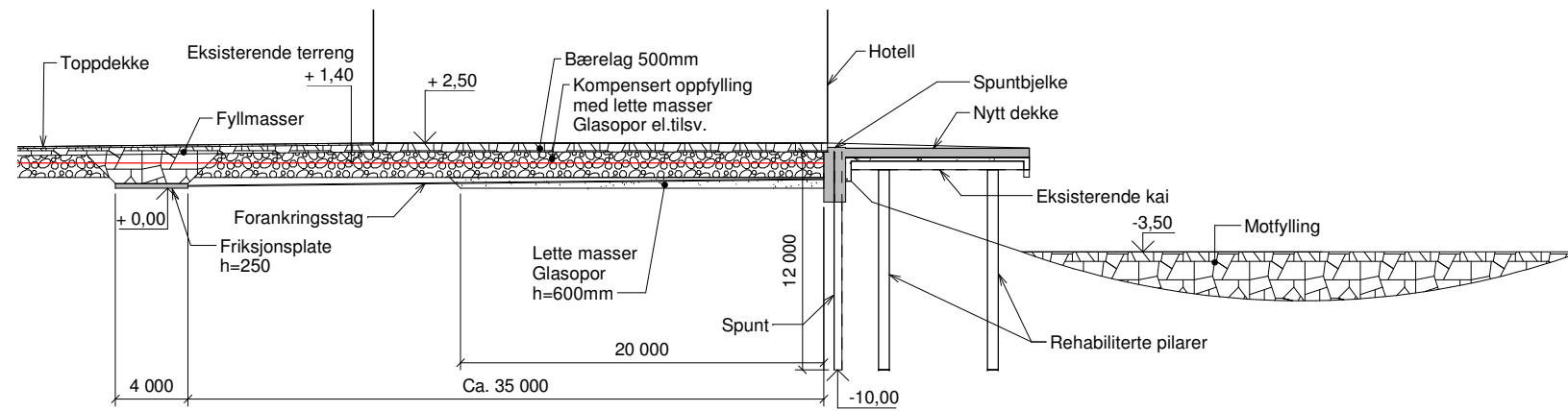
PLAN
1 : 200



Rev.	Dato	Forprosjekt	AnLLi	TI	AnLLi
<small> Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som fremgår nedenfor. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsvilkårene beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tillater. </small>					
Horten havnevesen					Målestokk (gjelder A1) 1 : 200
Rustadbrygga Alternativ 2A og 2B Plan					
Norconsult		Oppdragsnummer 5171721	Tegningsnummer B103	Revisjon J01	



SNITT ALTERNATIV 2A
1 : 200



SNITT ALTERNATIV 2B
1 : 200



Rev.	Dato	Beskrivelse	AnLLi	TI	AnLLi
J01	2018-02-12	Forprosjekt			
<p>Rev. 1: Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som fremgår nedenfor. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tillater.</p>					Målestokk (gjelder A1)
<p>Horten havnevesen</p>					1 : 200
<p>Rustadbygga Alternativ 2A og 2B Snitt</p>					
Norconsult		Oppdragsnummer	Tegningsnummer	Revisjon	
		5171721	B104	J01	