



**Harstad Havn KF**  
Sjøveien naturligst i Norge

# Ny sentrumshavn Harstad

## Kaier og bølgedemping

Forprosjekt – fase 1 konsept

2013-11-08 Oppdragsnr.: 5131947



J02	08-11-2013	Rapport	GUH/HMR/ ARELO	TI	SOU
A01	01-11-2013	For intern kontroll	GUH/HMR/ ARELO	TI	SOU
Rev.	Dato:	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	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.

## Innhold

<b>1</b>	<b>Innledning</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Grunnlag</b>	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>Geotekniske forhold</b>	<b>7</b>
<b>4</b>	<b>Skjerming for vind- og bølgebelastning</b>	<b>8</b>
4.1	Generelt	8
4.2	Metode	8
4.3	Resultater vind og bølger	11
4.4	Regularitet	12
<b>5</b>	<b>Konstruktive løsninger for kai og bølgedemper</b>	<b>15</b>
5.1	generelt	15
5.2	spunkai	15
5.3	cellespunkai	16
5.4	åpen betongkai	18
5.5	bølgedemper/MOLO	19
5.6	Kaifrontens påvirkning på bølgerrefleksjon	20
5.7	Kaifront og størrelse på indre havnebasseng	20
<b>6</b>	<b>Levetid, driftskostnader og bestandighet</b>	<b>22</b>
<b>7</b>	<b>Kostnadsestimat</b>	<b>23</b>

## Sammendrag

Norconsult har i oppdrag å utføre et forprosjekt som har til hensikt å bestemme riktige kailøsninger og mololøsninger på basis av utførte geotekniske undersøkelser og værdata. Denne rapporten har følgende hovedmål:

- Vurdere å beskrive geotekniske forhold
- Vurdere vind og bølgeførhold i havneområdet samt anbefale nødvendig mololengde
- Vurdere ulike tekniske løsninger for kai og molo
- Vurdere levetidsegenskaper på alternative løsninger
- Kostnadsestimere alternative kailøsninger
- Anbefale kailøsninger basert på investeringskostnader og levetid

Størst dybder til berg er registrert lengts i nord, i området der den planlagte moloen skal stå. Der er det løsmassemektheter på opp til 4 -5 m. I denne innledende fasen er det generelt forutsatt å fjerne løsmassene under oppfyllingene, som vist på snittene i kapittel 5. Behov for dette vil vi se mer detaljert på i neste fase. Det er også forutsatt å fylle opp foran spunt for alternativet med spunt-kai, for å redusere resulterende jordtrykk på spuntene. Tilsvarende er det også forutsatt å fylle opp til kote -12 under spunt-cellene for det ytterste alternativet. Celle-spunt-løsningene er derfor like for de to plasseringene.

Normalt vil større skip i kystfart (lengde rundt 80 – 100 m, tilsvarende hurtigrute) kunne operere ved kai i bølgehøyder opp til en signifikant bølgehøyde  $H_s = 0.5 - 0.7$  m, og i vindhastigheter i området stiv kuling (13.9 – 17.1 m/s). Beregninger viser at en bølgehøyde på  $H_s = 0.8$  m vil opptre ca. 10 ganger/år, som betyr at det vil forekomme flere tilfeller pr år der kaia sannsynligvis ikke kan brukes på grunn av bølger.

Vi har vurdert og kostnadsberegnet 3 alternative kailøsninger. Dette er spunkai, cellespункai og åpen pelekai. Alle disse kan brukes for dette prosjektet. For molo/bølgedemper er cellespункløsningen eneste foreslåtte alternativ. Med hensyn til bølgerrefleksjon og bølgeførhold i havna utpeker ingen løsninger seg spesielt ut, bortsett fra åpen pelekai som vil gi mindre bølgeskvett inn på kaia når det ikke ligger skip der.

Vi anbefaler en cellespункkonstruksjon som molo/bølgedemper. Som kailøsning står valget mellom spunt kai, eller åpen pelekai i betong, hvor den åpne pelekaien har en noe større entreprisekost, kfr. kapittel 7. Vi anbefaler derfor at valget tas av byggherren basert på krav om levetid.

- Er kravet til levetid 100 år vil vi anbefale en pelekai i betong
- Er kravet til levetid kun 50 år bør spunkaien velges

# 1 Innledning

I november 2012 vedtok styret i Harstad Havn å gjennomføre prosjektet ny Harstad Sentrumshavn. Prosjektet skal gi Harstad en moderne og fremtidsrettet havn hvor den tidligere kai lengden økes betydelig. Havnen skal i hovedsak betjene hurtigruta og cruisetrafikk men også besøkende fartøy og fartøy til verkstedsopphold er tiltenkt de nye kaiene. Utbyggingen omfatter også en molo som både skal tjene som ny kaifront og ikke minst skjerme skipstrafikken i indre havn.

Nye kaier, molo og utfylling er skjematisk fremstilt på figuren nedenfor:



Norconsult har i oppdrag å utføre et forprosjekt som har til hensikt å bestemme riktige kailøsninger og mololøsninger på basis av utførte geotekniske undersøkelser og værdata. Denne rapporten har følgende hovedmål:

- Vurdere å beskrive geotekniske forhold
- Vurdere vind og bølgeforhold i havneområdet samt anbefale nødvendig mololengde
- Vurdere ulike tekniske løsninger for kai og molo
- Vurdere levetidsegenskaper på alternative løsninger
- Kostnadsestimere alternative kailøsninger
- Anbefale kailøsninger basert på investeringskostnader og levetid

## 2 Grunnlag

Rapporten er basert på følgende grunnlag:

- Tilbudsinnbydelse med konkurransegrunnlag, desember 2012
- Vind-data fra Andenes 1992 – 2011
- Dybdekart utarbeidet av Secora,
- Generelle kartdata og dybdedata hentet fra Kystverket.no kart-data
- Digitalt kart av Harstad sentrum
- SINTEF Rapport Bølgeforhold ved ny hurtigbåtkai, rap. Nr. 880152.01

## 3 Geotekniske forhold

Det er utført grunnundersøkelser i flere omganger. Tidligere undersøkelser er utført lengst inn i havnebassenget. Disse viser at løsmassene består av løst lagret silt og sand med et fastere lag rett over berg. Det er registrert innslag av kalkkonkresjoner i løsmassene; nedknuste rester av skjell og muslinger. Dybder til berg i disse undersøkelsene varierer mellom bart fjell og 8 m.

For å sjekke grunnforholdene i det området som nå blir berørt av den planlagte utvidelsen, er det høsten 2013 utført supplerende grunnundersøkelser. De opptatte prøvene er pr. d.d. ikke analysert i laboratoriet, men resultatene så langt tyder på at det er tilsvarende grunnforhold lenger ut, som er avdekket i tidligere undersøkelser. Størst dybder til berg er registrert lengts i nord, i området der den planlagte moloen skal stå. Der er det løsmassemektheter på opp til 4 -5 m.

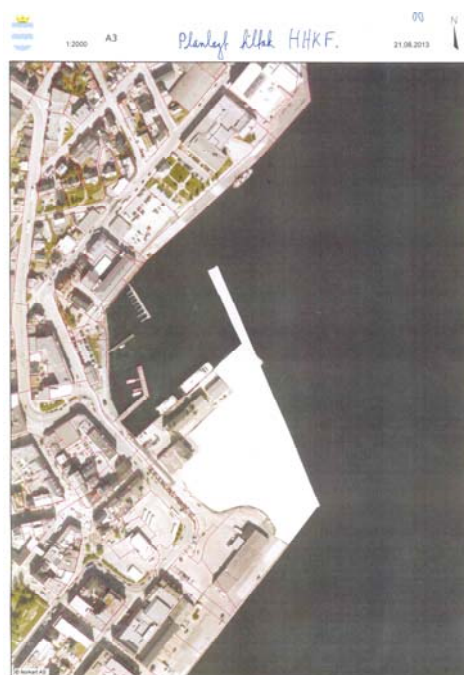
I denne innledende fasen er det generelt forutsatt å fjerne løsmassene under oppfyllingene, som vist på snittene i kapittel 5. Behov for dette vil vi se mer detaljert på i neste fase.

Det er også forutsatt å fylle opp foran spunt for alternativet med spunt-kai, for å redusere resulterende jordtrykk på spunten. Tilsvarende er det også forutsatt å fylle opp til kote -12 under spunt-cellene for det ytterste alternativet. Celle-spunt-løsningene er derfor like for de to plasseringene.

# 4 Skjerming for vind- og bølgebelastning

## 4.1 GENERELT

Dette kapitlet inneholder en beregning av vind og bølger som kan forekomme ved det nye havneområdet. Beregningene er gyldige for den siden av kaia som vender mot nord-øst, se figur 4.1.



Figur 4.1 Skisse av planlagt utbygging i Harstad

## 4.2 METODE

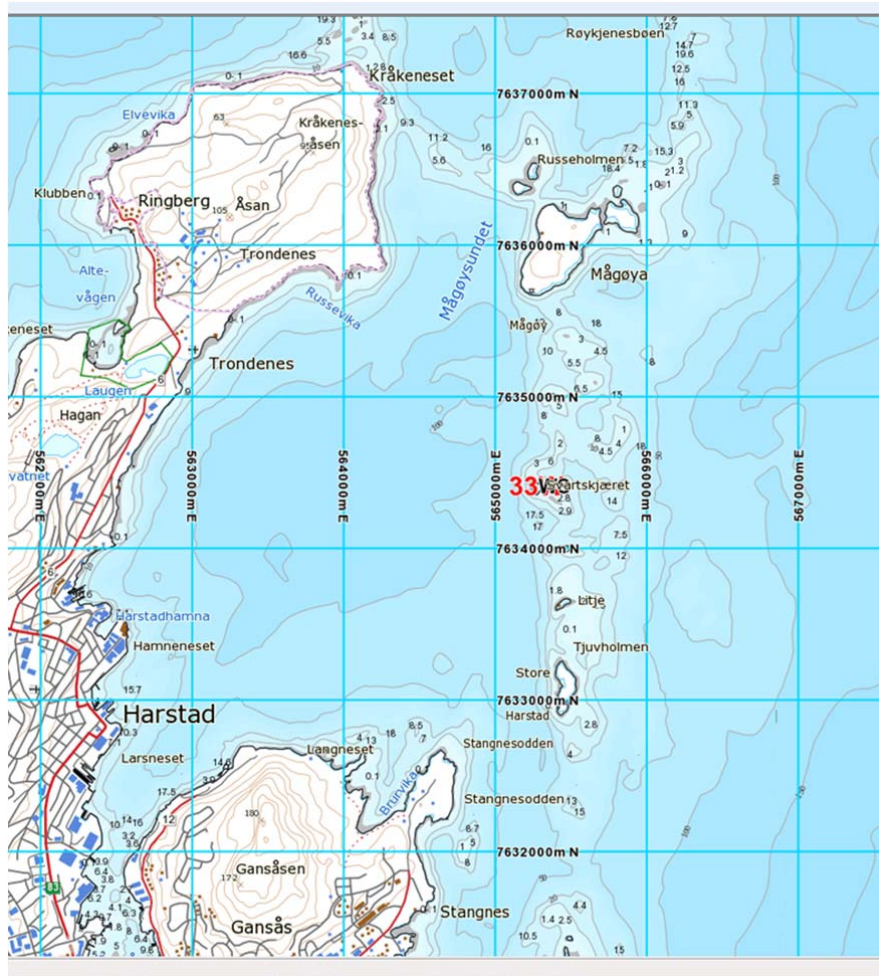
Vi forutsetter at dønning og havsjø ikke når fram til Harstad. Det kan ikke utelukkes at sterkt dempet havsjø kan være merkbar ved Harstad, men det vil være bølger uten betydning for dimensjonering av konstruksjoner og tiltak.

De viktigste bølgeene vil være bølger som er dannet av vind i Vågsfjorden. Det kan dannes bølger fra nordlig sektor i retning mot sørenden av Senja, og fra sørlig sektor i retning mot Tjeldsundet.

Til beregningen er det benyttet vind-data fra Andøya. Det finnes en målestasjon i Harstad (Harstad Stadion), men denne ligger inne i byen og er ikke representativ for den vinden som skaper bølgeene. Andøya må antas å være et konservativt valg, selv om vinden i sektoren nordøst til sør kan antas å være tilnærmet lik ved Andøya og i Vågsfjorden.



Farvannet fram til Harstad er preget av Vågsfjorden, som er ca. 45 km lang fra Senja til Tjeldsundet. Harstad ligger inne i ei bukt med en naturlig beskyttende ring av øyer som avgrenser et indre basseng. Den ytre avgrensingen starter i nord ved Trondenes/Krakeneset, og går over til Mågøya. Deretter forsetter et grunt farvann sørover via Svartskjæret, Tjuvholmene og inn til Stangnesodden, se figur 4.2.



Figur 4.2 Farvannet utenfor Harstad Havn med avgrensingen av indre basseng

Ved beregningen av bølger har vi først beregnet bølgene i et punkt i Vågsfjorden ca. 1 km øst for Svartskjæret. Deretter er det beregnet hvor stor andel av denne bølge-energien som kan komme gjennom skjærgården rundt Harstad til et punkt ca. 1 km vest for Svartskjæret, og endelig hvor stor andel av denne energien igjen som kan komme fram til Larsneset.

Denne metoden sikrer at vi også får inkludert de eventuelle bidragene av bølge-energi som kommer indirekte inn mot Harstad, dvs. fra sør og fra nord.

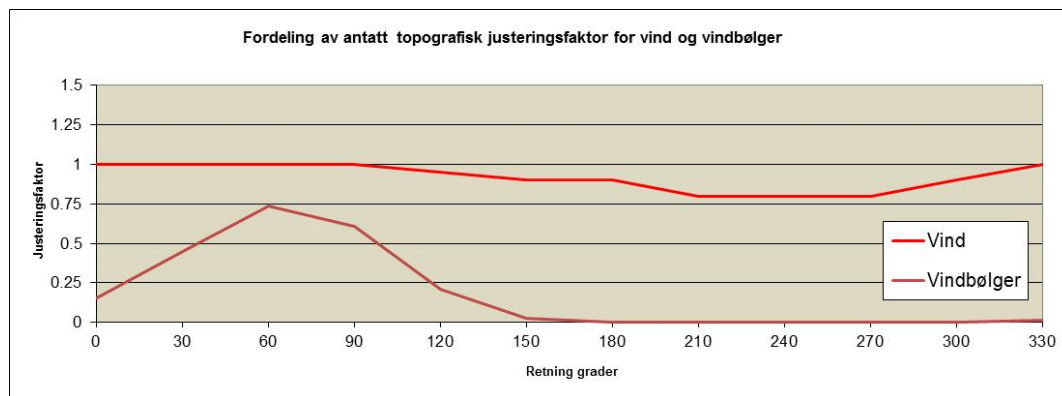
Det er også foretatt en beregning av bølgene som genereres innenfor det indre bassenget, og til slutt er bølge-energien fra de to genereringsområdene summert.

Vindanalysen starter med å innhente vind-data fra Andenes i perioden 1992 – 2011. Data grupperes i 30° sektorer, og vi tilpasser en 3-parameter Weibull-fordeling til hver retning. Det gir

grunnlag for å beregne ekstremverdier av vinden, som igjen gjør det mulig å beregne ekstremverdier av bølger ved de samme vindhastighetene.

Vindhastighetene er justert på følgende måte:

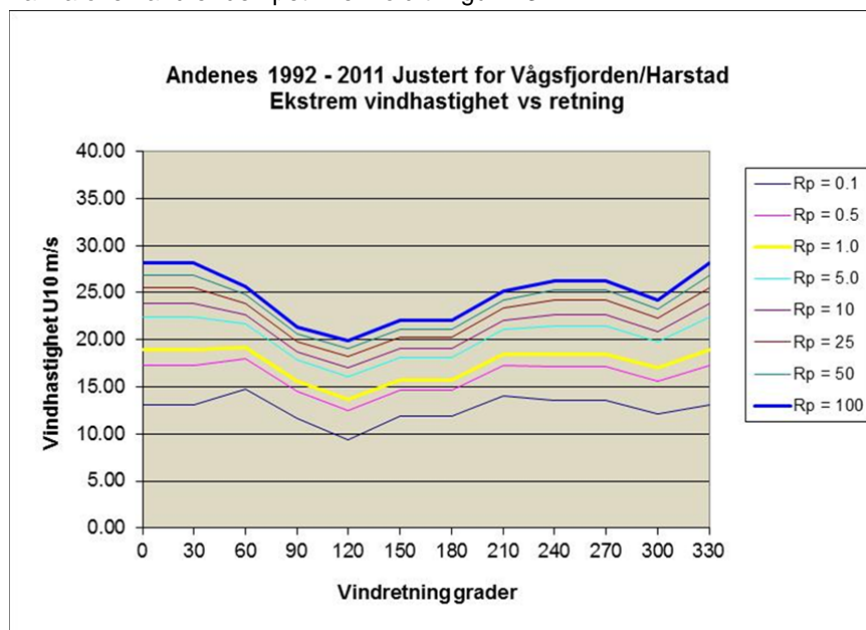
1. Ved beregning av ekstremverdier av vind er det antatt at en storm har en varighet på 3 timer, og vindhastigheten som er angitt tilsvarer den mest sannsynlig høyeste verdien av en 10 min middel verdi av vind innenfor denne stormen.
2. Andøya er eksponert mot havet fra nesten hele vestlig sektor, mens Harstad er beskyttet av fjell på 500 – 600 m høyde i denne retningen. Vi har derfor antatt at vinden dempes noe i denne sektoren. Denne dempingen gjør seg ikke gjeldende for bølger, fordi bølgene skapes i nordlig-østlig-sørlig sektor. Dempingen er vist i Figur 4.3.
3. Ved beregningen av bølger er vindhastigheten justert slik at den har en varighet som tilsvarer den varigheten som er nødvendig for at bølgesituasjonen skal oppstå.



Figur 4.3 Beregnet dempingsfaktor for bølger fra Vågsfjorden fram til Larsneset; og antatt dempingsfaktor for vind fra Andenes til Harstad/Vågsfjorden

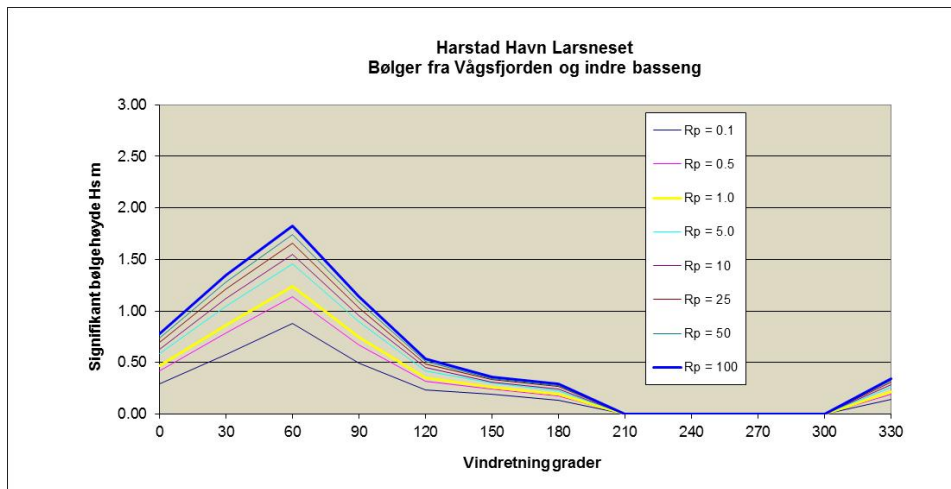
### 4.3 RESULTATER VIND OG BØLGER

Resultat av vindberegningen er vist i figur 4.4. Figuren viser at de høyeste vindhastighetene kommer fra nordlig sektor, mens det er forholdsvis rolig fra sør. Merk at vinden som kommer til havna over land er dempet i henhold til figur 4.3.



Figur 4.4 Ekstreme vindhastigheter for Harstad/Vågsfjorden, basert på justerte Andenes-data. Den angitte vindhastigheten er den mest sannsynlig høyeste 10 min middel hastigheten som vil oppstå i en storm av 3 timers varighet.

Bølgedata er vist i figur 4.5. Denne figuren viser fordeling av ekstrem signifikant bølgehøyde  $H_s$ . Signifikant bølgehøyde er definert som middelerdien av den høyeste tredjedelen av alle bølger i en registrering som er 20 min – 3 timer lang. Det følger at en andel av bølgene vil være høyere enn  $H_s$ , og den antatt høyeste enkeltbølgehøyden innenfor samme registrering er ca.  $H_{max} = 2.0 H_s$ .



Figur 4.5 *Ekstreme signifikante bølgehøyder for Larsneset, Harstad. Bølgehøyden inkluderer bidrag fra Vågsfjorden og det nærmeste bassenget innenfor Mågøya-Tjuvholmen.*

#### 4.4 REGULARITET

*Regularitet* (eller oppetid) defineres som den andel av tida der driftsforholdene er slik at havna kan opereres og havnefunksjoner, dvs anløp/avgang og lasting/lossing samt ligging ved kai, kan foregå. Den andel av tida da disse aktivitetene ikke kan foregå kalles *nedetid*.

Grensen for når havna kan opereres er ikke definert tydelig, og overgangen til nedetid kan være betinget av sikkerhetsforhold knyttet til operasjoner, hvor tidkrevende operasjonene er, osv.

Det kan knyttes tall-verdier til grenser for når operasjoner kan utføres, men grensene vil være usikre og avhengige av type operasjon, skipstype og operatørens erfaring samt hvilket gods, eventuelt passasjerer som skal overføres.

Når regularitet beregnes, tar man hensyn til hvor ofte en type grenseverdi statistisk sett overskrides i løpet av f. eks. år. Samtidig er det slik at vind kan gi en overskridelse, men vinden skaper samtidig bølger som også kan gi en overskridelse, og de to faktorene må sammenholdes, og så må det noteres overskridelse bare for den faktoren som faktisk gir overskridelsen først.

Regulariteten kan beregnes fordi vi kjenner de statiske parameterne til vinden og bølgene.

Normalt vil større skip i kystfart (lengde rundt 80 – 100 m, tilsvarende hurtigrute) kunne operere ved kai i bølgehøyder opp til en signifikant bølgehøyde  $H_s = 0.5 - 0.7$  m, og i vindhastigheter i området stiv kuling (13.9 – 17.1 m/s).

Vi ser av figur 4.5 at en bølgehøyde på  $H_s = 0.8$  m vil opptre ca 10 ganger/år, som betyr at det vil forekomme flere tilfeller pr år der kaia sannsynligvis ikke kan brukes på grunn av bølger.

Tabell 4.1 viser en oversikt over beregnet nedetid for kaia, angitt i timer/år for ulike grenseverdier av signifikant bølgehøyde og vindhastighet. Grenseverdien av signifikant bølgehøyde gjelder for angrep i alle retninger på skipet fordi det vil være svært liten variasjon i retningen inn mot kaia.

For vinden er det antatt at skipet tåler en vindhastighet som er 2.0 m/s høyere ved angrep i baug eller akter, og 2.0 m/s mindre ved angrep tverrskips, og en cosinus variasjon mellom disse retningene. Retningen på den planlagte kaia er 150° -330°.

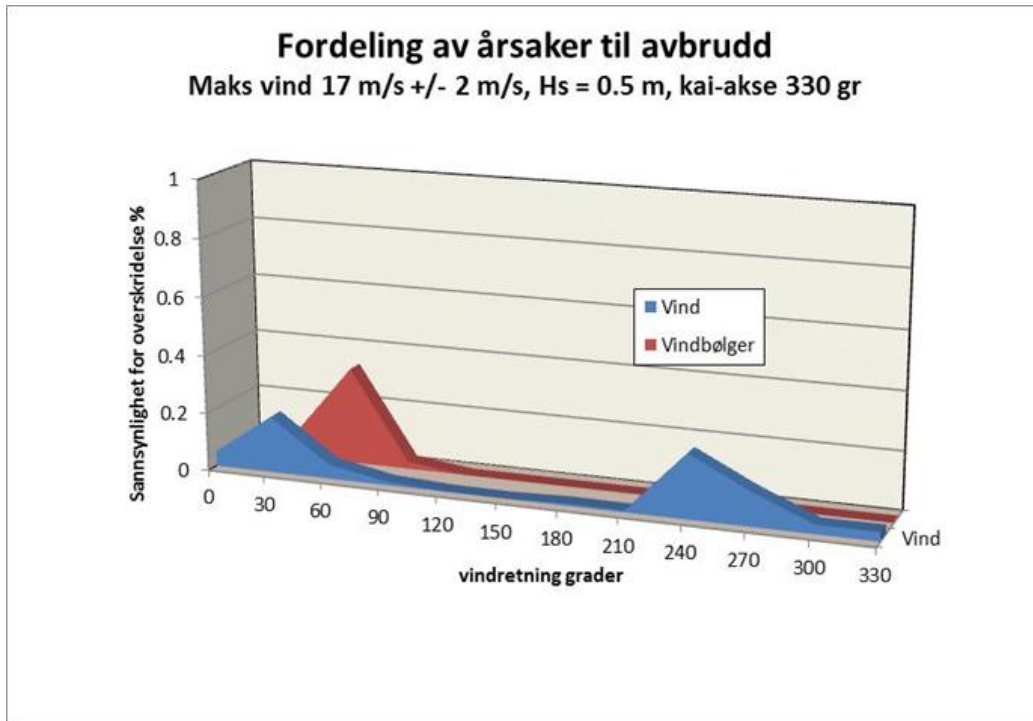
Figur 4.6 viser et eksempel for en tilstand med  $H_{s,max} = 0.6$  m, vindhastighet  $U_{max} = 17.1$  m/s  $\pm 2.0$  m/s. Vi ser at ved retningen 30° vil vind og bølger opptre samtidig, men bølgene vil dominere. Ved retning 240° og 270° er det fralandsvind, og følgelig er det ingen bølger fra disse retningene, men vinden kan skape driftsavbrudd.

En viktig forutsetning for utviklingen av kaia er at Harstad Havn er klar over at den planlagte kaia ikke kan regne med å ha 100 % oppetid. Driftsavbrudd vil forekomme, og for rutegående trafikk vil det være viktig å ha et tilbud om alternativ kaiplass for disse tilfellene.

Basert på erfaring vil vi anslå at total nedetid for kaia vil være ca 100 – 150 timer/år. For en kai som ikke er i bruk 100 % av tida må en også ta i betraktning utnyttelsesgraden av kaia, dvs sannsynligheten for at det er et behov for å bruke kaia akkurat i den perioden da det inntreffer en storm. Dersom utnyttelsesgraden er f eks 30 %, vil den effektive, statistiske nedetiden reduseres tilsvarende.

Tabell 4.1 Tabell som viser beregnet nedetid i timer/år for utsiden av den nye kaia ved varierende grenseverdier for vindhastighet og signifikant bølgehøyde. Bokstaven bak hvert antall timer angir hvilken faktor som dominerer; b = bølger, v = vind. Antatt retning på kaia er 150° - 330°.

Vindstyrke Beaufort	Vindhastighet m/s	Signifikant bølgehøyde m		
		0.5	0.6	0.7
liten kuling	13.8 (10.8 – 13.8)	380 b	299 v/b	268 v
stiv kuling	17.1 (13.9 – 17.1)	261 b	160 b	103 v/b
sterk kuling	20.7 (17.2 – 20.7)	226 b	124 b	67 b



Figur 4.6 Fordeling av årsaker til driftsavbrudd ved en kombinasjon av grenseverdier for bølgehøyde og vindhastighet.

# 5 Konstruktive løsninger for kai og bølgedemper

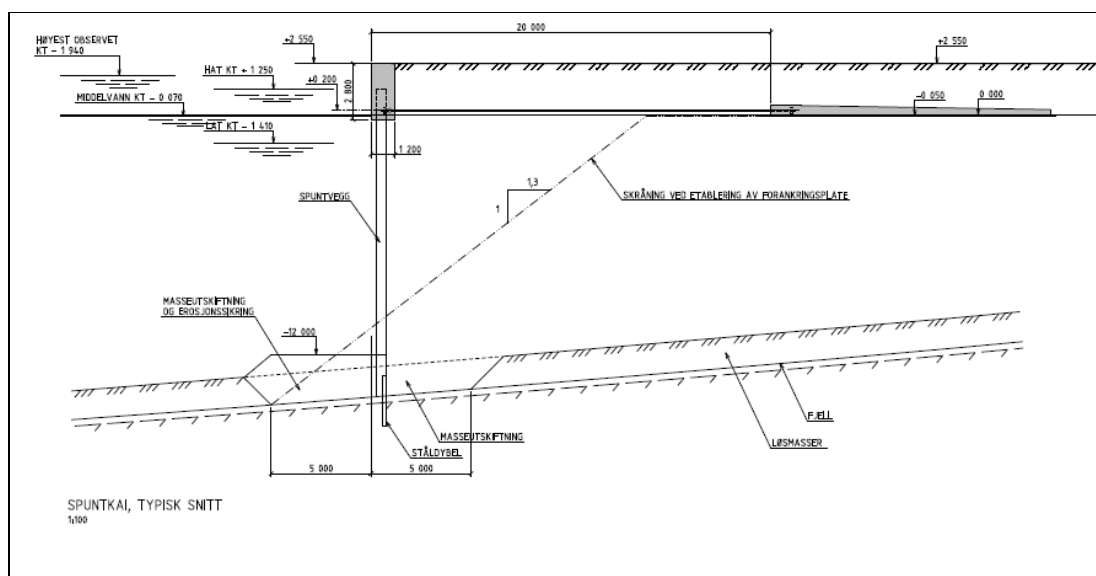
## 5.1 GENERELT

Vi har vurdert og kostnadsberegnet 3 alternative kailøsninger. Dette er spuntkai, cellespункkai og åpen pelekai. Alle disse kan brukes for dette prosjektet. Fordeler og ulemper ved anvendelse av hver av typene er beskrevet.

For å øke størrelsen på havnebassenget innenfor moloen har vi også utført en kostnadsvurdering på å flytte kaifronten lenger utover.

## 5.2 SPUNTKAI

Spuntkai, som vist i snitt på figur 5.1, er en vanlig brukt kai i Norge og enda mer brukt på kontinentet hvor det er mye sand i grunnen. Konstruksjonstypen er særlig egnet der en har spuntbare masser på sjøbunn og det er stor dybde til fjell. Mest økonomisk er slike kaier for dybder ved kaifront fra 7 til 12 m. I Harstad havn er det lite løsmasser over fjell, og vi har derfor forutsatt at løsmasser fjernes og spunten forankres i fjell med dybler. Jordtrykket på spunten tas opp av en friksjonsplate, forbundet til øvre del av spunten med stag.



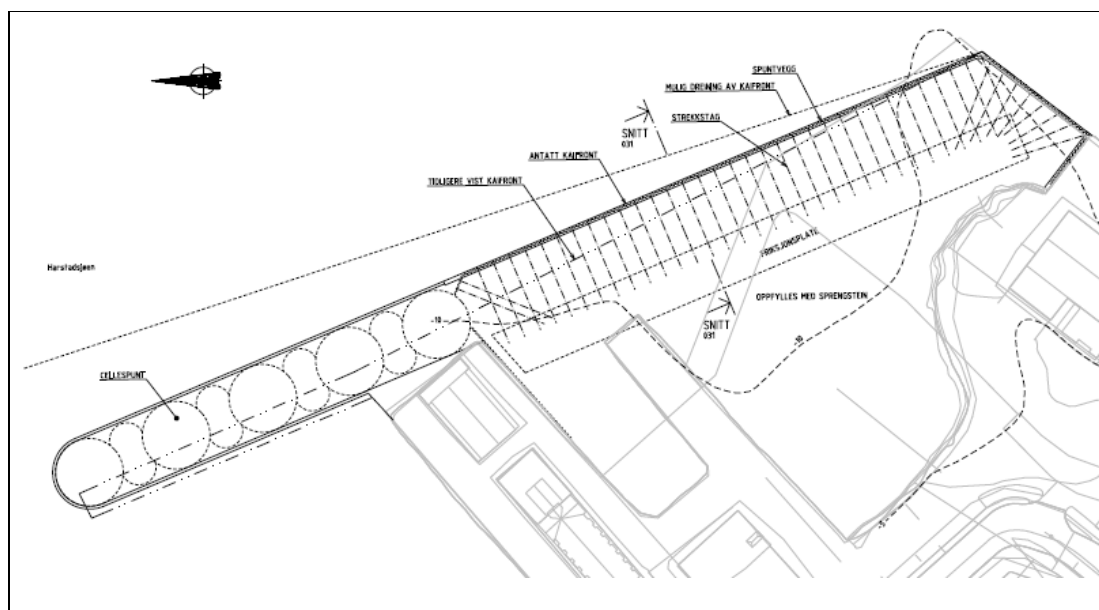
Figur 5.1 Tverrsnitt av foreslått spuntkai



Spunten står i sjøvann og er derfor svært utsatt for korrosjon. Dette kan motvirkes ved å anvende katodisk beskyttelse. Område ved tidevannssonen er særlig utsatt og er vanskelig å beskytte da en her har tidvis uttørking og opp fukting. Stagene er avgjørende for opptak av horisontalkreftene. Dersom et stag ryker kan en få en kjedereaksjon. En vanlig antakelse er at et stag skal kunne fjernes og at nærliggende stag skal kunne ta opp disse kreftene. Stagene vil bli utsatt for deformasjoner når oppfyllingsmassene setter seg. De vil også være utsatt for skader under oppfyllingen bak spunten, og det må fylles kontrollert og forsiktig. Stagene vil hindre mulighet for komprimering av steinfyllingen, slik at man må forvente noe setninger.

Bølger som kommer mot veggen vil reflekteres. Dette gir mer urolig sjø foran kaifront og mer bølgesprut opp på kaien.

Figur 5.2 viser plantegning av denne løsningen.

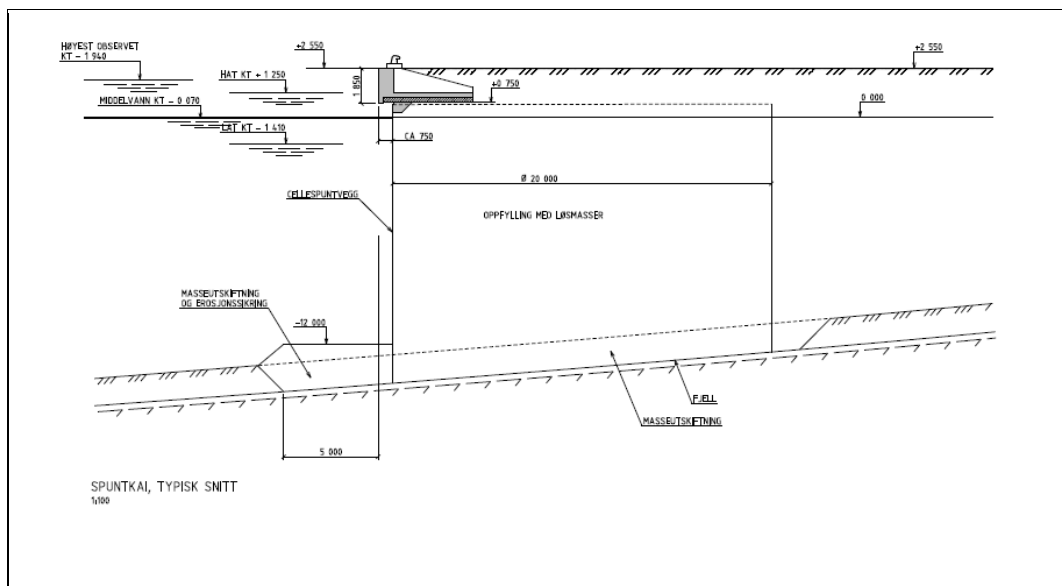


Figur 5.2 Plantegning av molo av cellespunt og foreslått spuntkai

### 5.3 CELLESPUNKAI

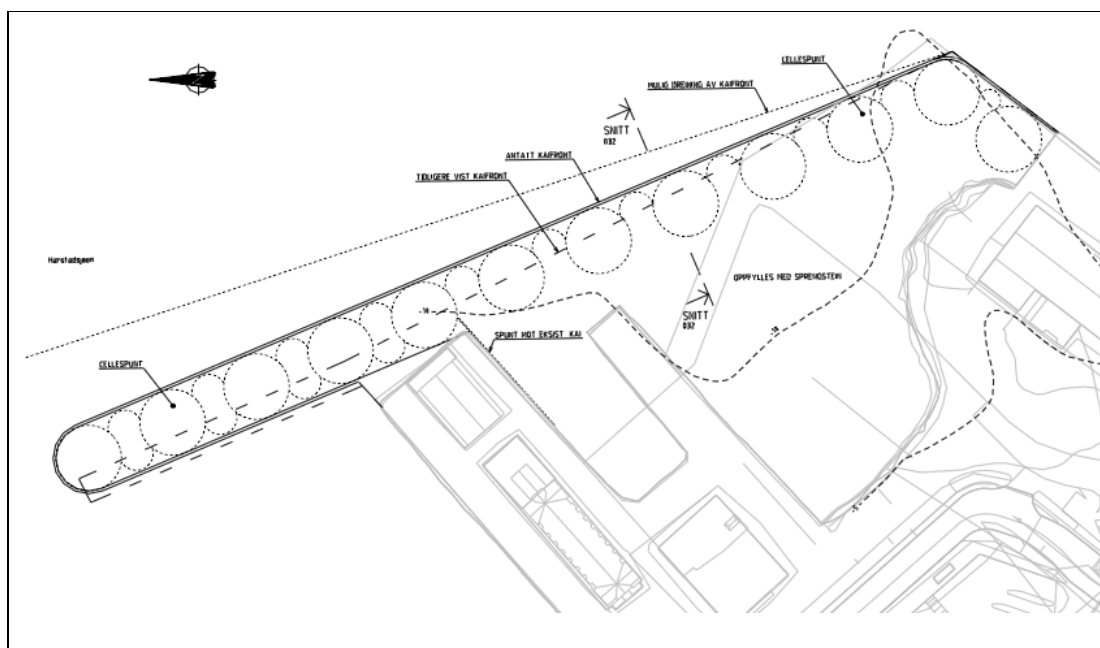
Cellespункai er vist på figur 5.2. Denne kaitypen er særlig egnet der det skal være store belastninger på kaidekket. Jordtrykk innenfor spuntcellene overføres som ringstrekk i cellene. Diameter på cellene bestemmes ut fra stabilitet av cellene og justeres ofte etter mal som utførende entreprenør allerede har. Ulemper med korrosjon og bølgerrefleksjon er omtrent som for spuntkai.





Figur 5.3 Tverrsnitt av foreslått cellespункtkai

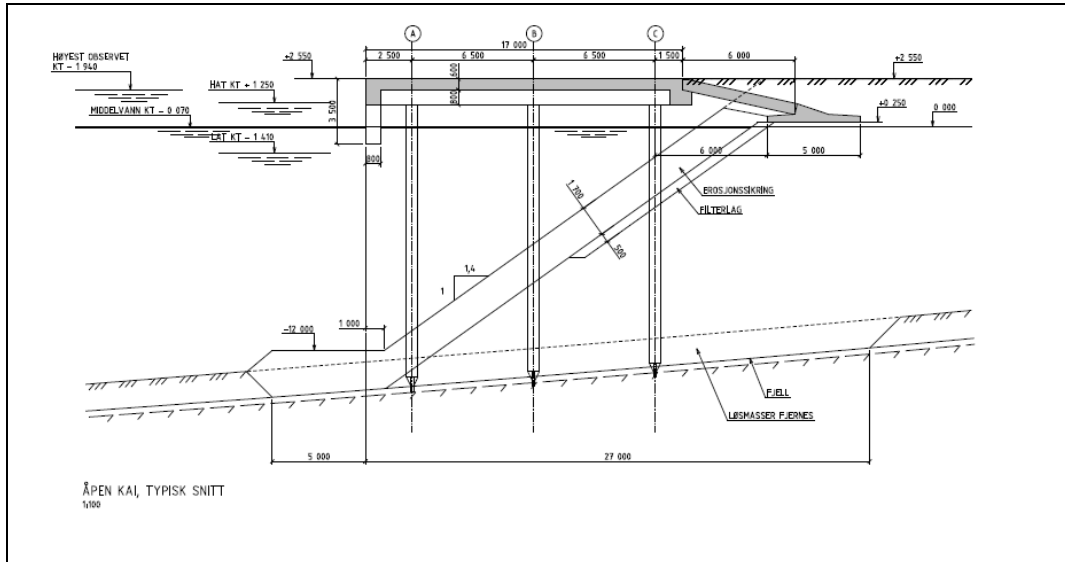
Figur 5.4 viser plantegning av denne løsningen.



Figur 5.4 Plantegning av molo av cellespункtkai og foreslått cellespункtkai

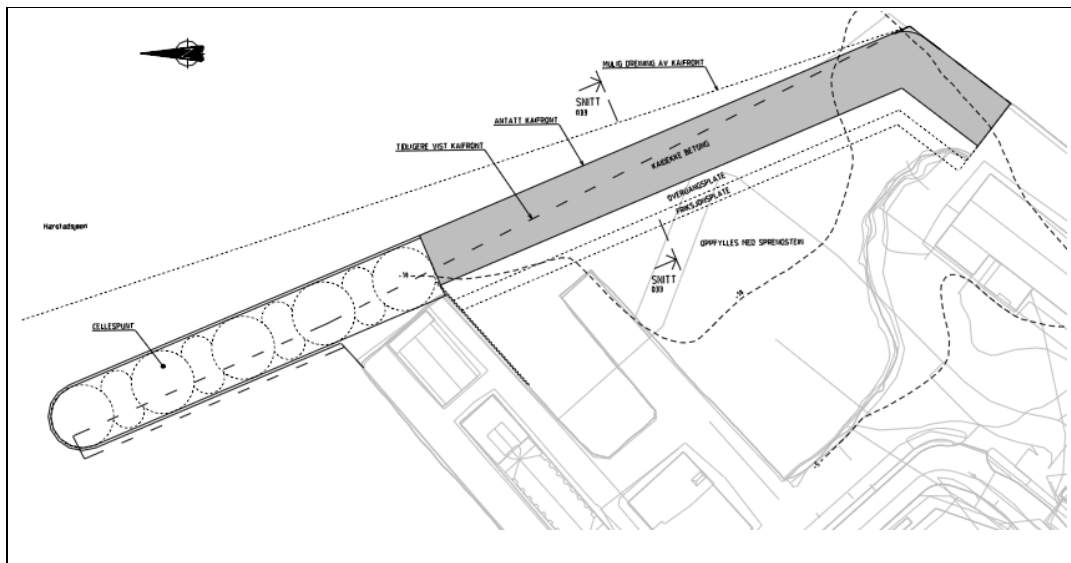
## 5.4 ÅPEN BETONGKAI

Åpen betongkai er vist på figur 5.3. Dette er den mest vanlig brukte kaikonstruksjon i Norge i dag. Med dagens krav til betongkvalitet og betongoverdekning for armeringen kan den dimensjoneres for en levetid på 100 år. Her er ikke store dybder til fjell slik at kostnader for pelar ikke blir spesielt høye. Erosjonssikringen under kai vil virke dempende for bølger som kommer mot kaifront.



Figur 5.5 Åpen pelekai i betong

Figur 5.6 viser plantegning av denne løsningen.



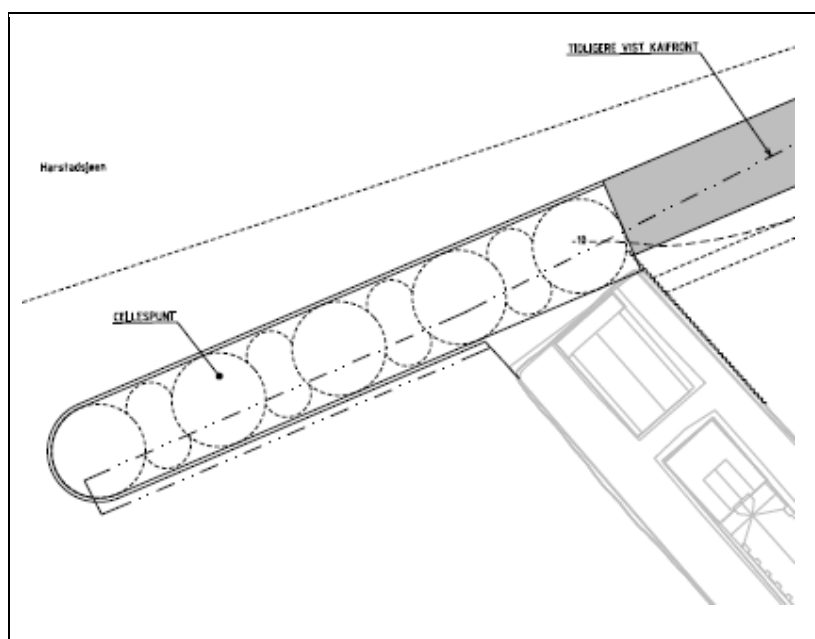
Figur 5.6 Plantegning av molo av cellespunt og foreslått pelekai i betong

## 5.5 BØLGEDEMPER/MOLO

Som bølgedemper/molo har vi valgt å bruke cellespunt. Den er også en god konstruksjon for opptak av horisontalkrefter fra skipsanløp og bølgekrefter. Bølgedemperen utføres med støpt kaifront både langs ytersiden og innersiden. Bølgedemperen/moloen har en lengde på ca. 100 m.

Tversnittet på denne konstruksjonen vil vær tilsvarende det som er vist på figur 5.3, men med kaifront på begge sider.

Et vurdert alternativ er å bruke en pelet betongkonstruksjon med et dypt kaiskjørt, men disse har begrenset demping for mer langperiodiske bølger og er derfor ikke presentert eller, kostnadsberegnet.



Figur 5.7 Molo/bølgedemper for å beskytte indre havnebasseng

Lengden av den frittliggende piren er ikke endelig bestemt. Her vil kriteriene være at det skal skapes en rolig havnedel bak piren, samtidig som det skal være nok plass til innseilingen. Innenfor det spillerom som planen gir, dvs. en variasjon i lengde på piren på  $\pm 20$  m, er det vanskelig å gi noen teoretiske vurderinger av effekten av piren. En lengre pir gir bedre dekning bak piren, men den viktigste parameteren vil være refleksjonsbølger fra sidene i det nye havnebassenget, det vil si refleksjon fra sidene i nord, vest og sør. I praksis betyr det at man bør søke å minimalisere refleksjon fra alle sider i bassenget, men innsiden av piren vil være den siden som betyr minst, og her kan man beholde en front av (celle-) spunt.

Den endelige vurderingen vil bli gjort i detaljfasen og i samråd med byggherren.

## 5.6 KAIFRONTENS PÅVIRKNING PÅ BØLGerefleksjon

Det er ovenfor presentert tre mulige kailøsninger.

1. Bruk av cellespunt for hele kaia
2. Cellespunt for piren i nord, og plan spuntvegg for den landfaste delen i sør.
3. Cellespunt for piren i nord, og åpen kailøsning med kaidekke på peler for den landfaste delen i sør

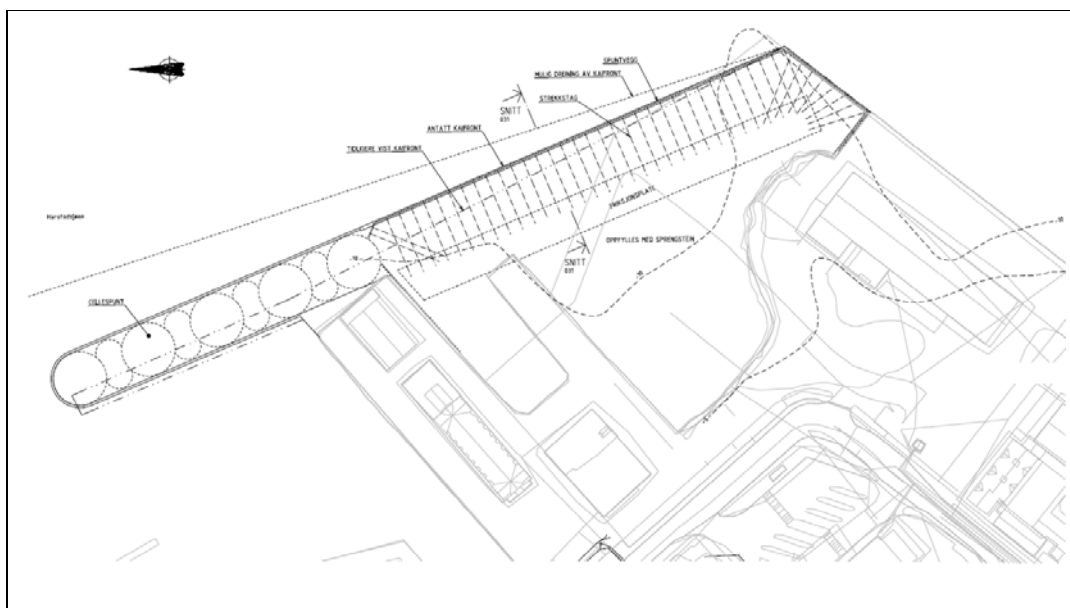
Av disse er det anerkjent at en løsning med åpen kai der det må være en steinsatt skrå helning under kaidekket vil være den løsningen som gir minst refleksjoner av innkommende bølger, og denne løsningen er ofte foretrukket av denne grunn i havner.

I Harstad havn vender imidlertid kaia ut mot åpen sjø, og eventuelle refleksbølger vil ikke merkes i andre deler av havna. Når det ligger skip ved kai, vil skipet dekke for den reflekterende fronten, slik at forskjellen mellom de ulike kaitypene forsvinner når det foregår operasjoner ved kaia.

*Bølgesituasjonen gir derfor ikke noe grunnlag for å foretrekke en spesiell løsning framfor de andre.*

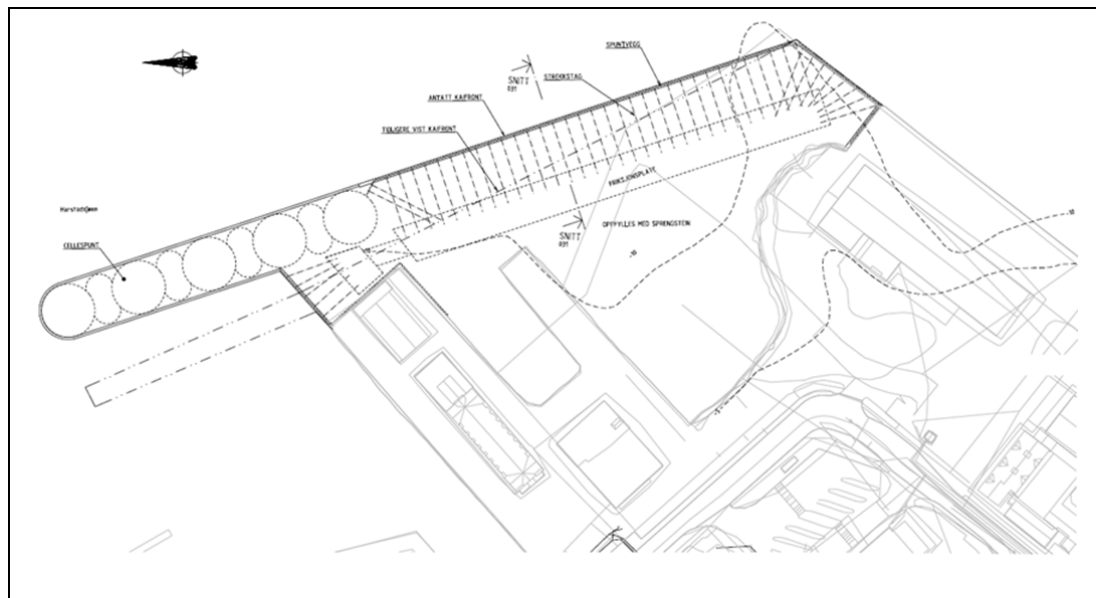
## 5.7 KAIFRONT OG STØRRELSE PÅ INDRE HAVNEBASENG

Kaifronten for hovedalternativet er lagt slik at det er plass til spuntceller utenfor eksisterende hurtigbåtkai. Dette er kalt kaifrontlinje alternativ A og er vist på figur 5.8.



*Figur 5.8 Alternativ A, opprinnelig løsning tilpasset eksisterende kaier*

Etter ønske fra Harstad Havn er det også kostnadsregnet og masseberegnet fyllmasser for et alternativ hvor en dreier kaifronten mer utover kalt alternativ B, se figur 5.9. Dette alternativet gir mer plass i havnebassenget innenfor moloen.



Figur 5.9 Alternativ B, Utvidet havnebasseng og tilpassing mot eksisterende kaier

## 6 Levetid, driftskostnader og bestandighet

Ved valg av kaikonsept bør levetid og driftskostnader spille inn. Det er imidlertid vanskelig å tallfeste slike kostnader, men man har en del erfaring fra drift av kaier de siste tiårene.

Cellespункonstruksjoner kan sidestilles med spunkaier da det vil være et område på konstruksjonen hvor verken betongbjelke/fronten, eller katodisk beskyttelse vil gi vern mot korrosjon. Disse forhold kan bedres ved å trekke betongfronten lengst mulig ned mot vannet og benytte et katodisk anlegg med påtrykt strøm. Likevel vil man på grunn av tidevannsforskjellen ha et område som ikke beskyttes ved lavvann.

Pelekaier i betong har hatt en betydelig positiv utvikling de siste årene mht. bestandighet og levetid. Denne utviklingen har ikke minst vært drevet av mange dårlige erfaringer med fortidens konstruksjoner og dagens kostbare reparasjoner. Ved benytte dagens oppdaterte kunnskap med type kaier i dag, hvor man benytter betongfylte og armerte stålråspeler (hvor stålrøret kun benyttes som forskaling) og en betongoverbygning i henhold til Norsk Betongforenings publikasjon nr. 35 vil man kunne sikre en meget bestandig konstruksjon. Dersom man skulle få problemer i driftsfasen vil denne konstruksjonstypen være enklere å vedlikeholde enn en spunkonstruksjon.

Dersom prisen mellom ulike konstruksjonstypen ikke er vesentlige vil byggherrens krav om levetid være avgjørende.

- Er kravet til levetid 100 år vil vi anbefale en pelekai i betong som vist på fig 5.5
- Er kravet til levetid kun 50 år bør lavest investeringskostnad bestemmes.

For molo/bølgebryter er konseptet cellespунк på grunn av konstruksjonstypens evne til å dempe bølger.

# 7 Kostnadsestimat

Kostnadsestimatet omfatter ca. 208 m kai og ca. 130 m kai/bølgedemper. Det er forutsatt at stein for utfylling leveres gratis og at bare håndtering og tipparbeider på stedet er med i dette kostnadsoverslaget. Kostnadsestimatet er entreprisestimer eksklusive mva. Det er anslått å ha en nøyaktighet på  $\pm 25\%$ . Prosjektering og oppfølging i byggetiden er ofte anslått til ca. 10 % av entreprisestimer. I tillegg kommer renter i byggetiden og andre kapitalkostnader.

Kostnadsestimatet for kaier alternativ A er vist i tabell 7.1 og for kaifront alternativ B er vist i tabell 7.2. Tabell 7.3 viser nødvendige fyllmasser for de ulike alternativene.

	ÅPEN PELEKAI	SPUNKAI	CELLESPUNKAI
Totalt kai	69 720 960	53 940 651	63 068 242
Grunnarbeider, inkl ledningsanlegg og spunt mot eksist kai	17 323 200	18 619 200	16 387 200
MOLO	63 960 442	63 960 442	63 960 442
<b>TOTALT</b>	<b>151 004 602</b>	<b>136 520 293</b>	<b>143 415 884</b>

Tabell 7-1 – Kostnader for alt. A

	ÅPEN PELEKAI	SPUNKAI	CELLESPUNKAI
Totalt kai	71 487 360	55 951 509	67 743 026
Grunnarbeider, inkl ledningsanlegg og spunt mot eksist kai	35 884 800	35 481 600	34 948 800
MOLO	70 521 834	70 521 834	70 521 834
<b>TOTALT</b>	<b>177 893 994</b>	<b>161 954 943</b>	<b>173 213 660</b>

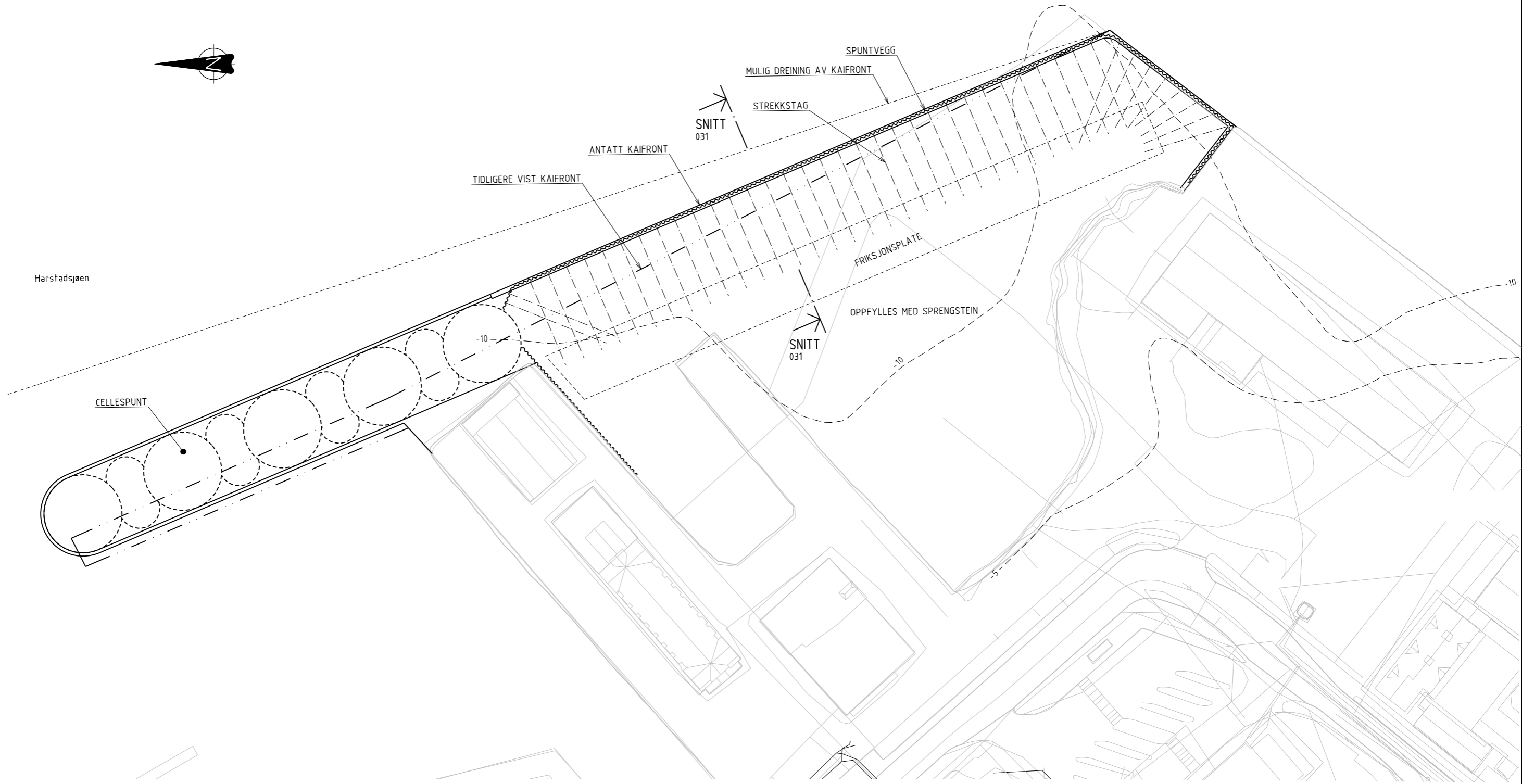
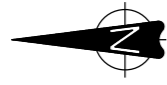
Tabell 7-2 - Kostnader for alt. B – kaifront lengst ut

Fyllmasser for ulike alternativer

	Alternativ 1A	Alternativ 2A	Alternativ 3A	Alternativ 1B	Alternativ 2B	Alternativ 3B
	Spunkai	Cellespunkai	Åpen kai	Spunkai	Cellespunkai	Åpen kai
	pam <sup>3</sup>	pam <sup>3</sup>	pam <sup>3</sup>	pam <sup>3</sup>	pam <sup>3</sup>	pam <sup>3</sup>
Kai og fylling bak	125 000	123 000	85 000	150 000	143 000	95 000
Bølgebryter	38 000	38 000	38 000	43 000	43 000	43 000
Utenfor hurtigbåtkai				10 000		
Sum	163 000	161 000	123 000	203 000	186 000	138 000

*Tabell 7.3, Nødvendige fyllmasser for de ulike alternativene*





Harstadsjøen

CELLESPUNT

TIDLIGERE VIST KAIFRONT

ANTATT KAIFRONT

SNITT  
031

STREKKSTAG

SPUNTVEGG

MULIG DREINING AV KAIFRONT

FRIKSJONSPLATE

SNITT  
031

OPPFYLLES MED SPRENGSTEIN

-10-

-10-

-5-

-10-

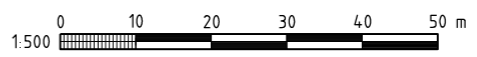
5131947 - M:\DAM\Byggeteknikk\Arhfil\B011\B01 - hmr - 07.11.13 - 11:35:40 - Mod. Ark. - Ref. B011\B01\T\_V\_spunkai.dgn;Karttsnitt-Harstad sentrum.dwg;T\_V\_spukoter\_5131947.dwg

**FORKLARINGER:**

**ANVISNINGER:**

**HENVISNINGER:**

1. SNITT, SE TEGNING NR. B031
2. ANDRE SITUASJONSPLANER ALTERNATIV A, SE TEGNING NR B012 OG B013
3. ANDRE SITUASJONSPLANER ALTERNATIV B, SE TEGNING NR B021, B022 OG B023



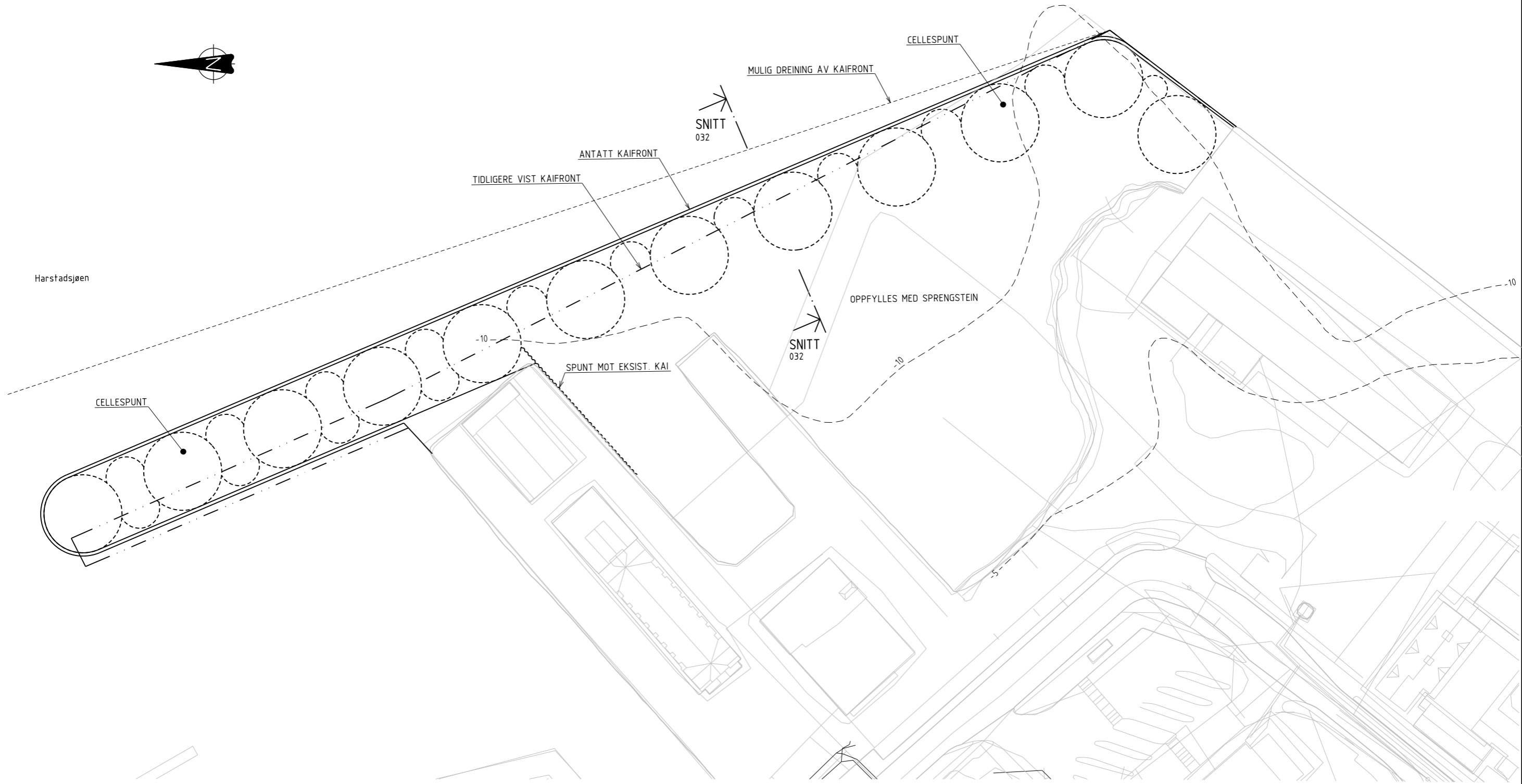
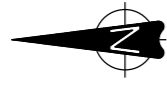
J02	2013-11-08	FORPROSJEKT	HMR	GUH	TI
A01	2013-11-07	FAGKONTROLL	HMR	GUH	TI
Revisjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som fremgår nedenfor. Opphavretten 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.

**HARSTAD HAVN KF** Målestokk gjelder for A1 format  
1:500

**NY SENTRUMSHAVN HARSTAD  
KAIKONSTRUKSJONER  
ALTERNATIV 1A  
SPUNKAI  
SITUASJONSPLAN**

<b>Norconsult</b>	Oppdragsnummer <b>5131947</b>	Tegningsnummer <b>B011</b>	Revisjon <b>J02</b>
-------------------	----------------------------------	-------------------------------	------------------------



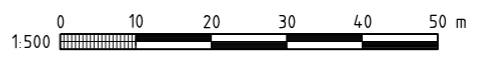
5131947 - M:\DAM\Byggeteknikk\Arkiv\B012 S01 - hnr - 07.11.13 - 11:34:50 - Mod. Ark - Ref. B012 S01 T.V. cellepunktkai.dgn\kartutsnitt-Harstad\_sentrums.dwg; 5131947.dwg

**FORKLARINGER:**

**ANVISNINGER:**

**HENVISNINGER:**

1. SNITT, SE TEGNING NR. B032
2. ANDRE SITUASJONSPLANER ALTERNATIV A, SE TEGNING NR B011 OG B013
3. ANDRE SITUASJONSPLANER ALTERNATIV B, SE TEGNING NR B021, B022 OG B023



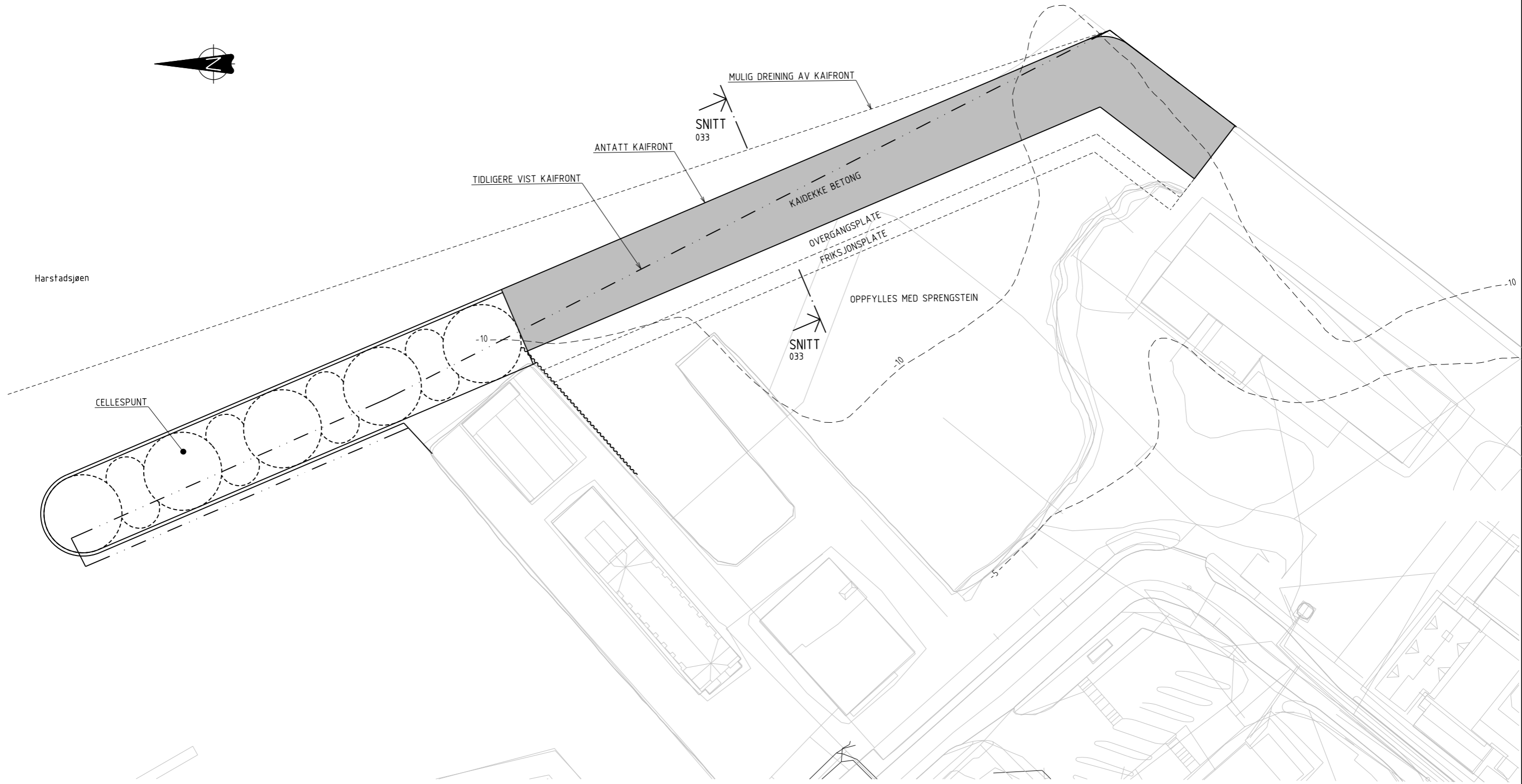
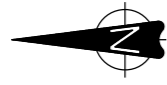
J02	2013-11-08	FORPROSJEKT	HMR	GUH	TI
A01	2013-11-07	FAGKONTROLL	HMR	GUH	TI
Revisjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som fremgår nedenfor. Opphavretten 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 utstrækning enn formålet tillater.

**HARSTAD HAVN KF** Målestokk gjelder for A1 format  
1:500

**NY SENTRUMSHAVN HARSTAD  
KAIKONSTRUKSJONER  
ALTERNATIV 2A  
CELLESPUNKTKAI  
SITUASJONSPLAN**

<b>Norconsult</b>	Oppdragsnummer <b>5131947</b>	Tegningsnummer <b>B012</b>	Revisjon <b>J02</b>
-------------------	----------------------------------	-------------------------------	------------------------



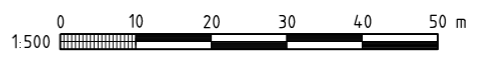
5131947 - M:\DAM\Byggeteknikk\Arkiv\B013 S01 - hnr - 07.11.13 - 11:33:53 - Mod. Ark - Ref. B013 S01 T\_V\_Åpen\_peekai.dgn\kartutsnitt-harstad\_sentrum.dwg;\_v\_sjokter\_5131947.dwg

**FORKLARINGER:**

**ANVISNINGER:**

**HENVISNINGER:**

1. SNITT, SE TEGNING NR. B033
2. ANDRE SITUASJONSPLANER ALTERNATIV A, SE TEGNING NR B011 OG B012
3. ANDRE SITUASJONSPLANER ALTERNATIV B, SE TEGNING NR B021, B022 OG B023



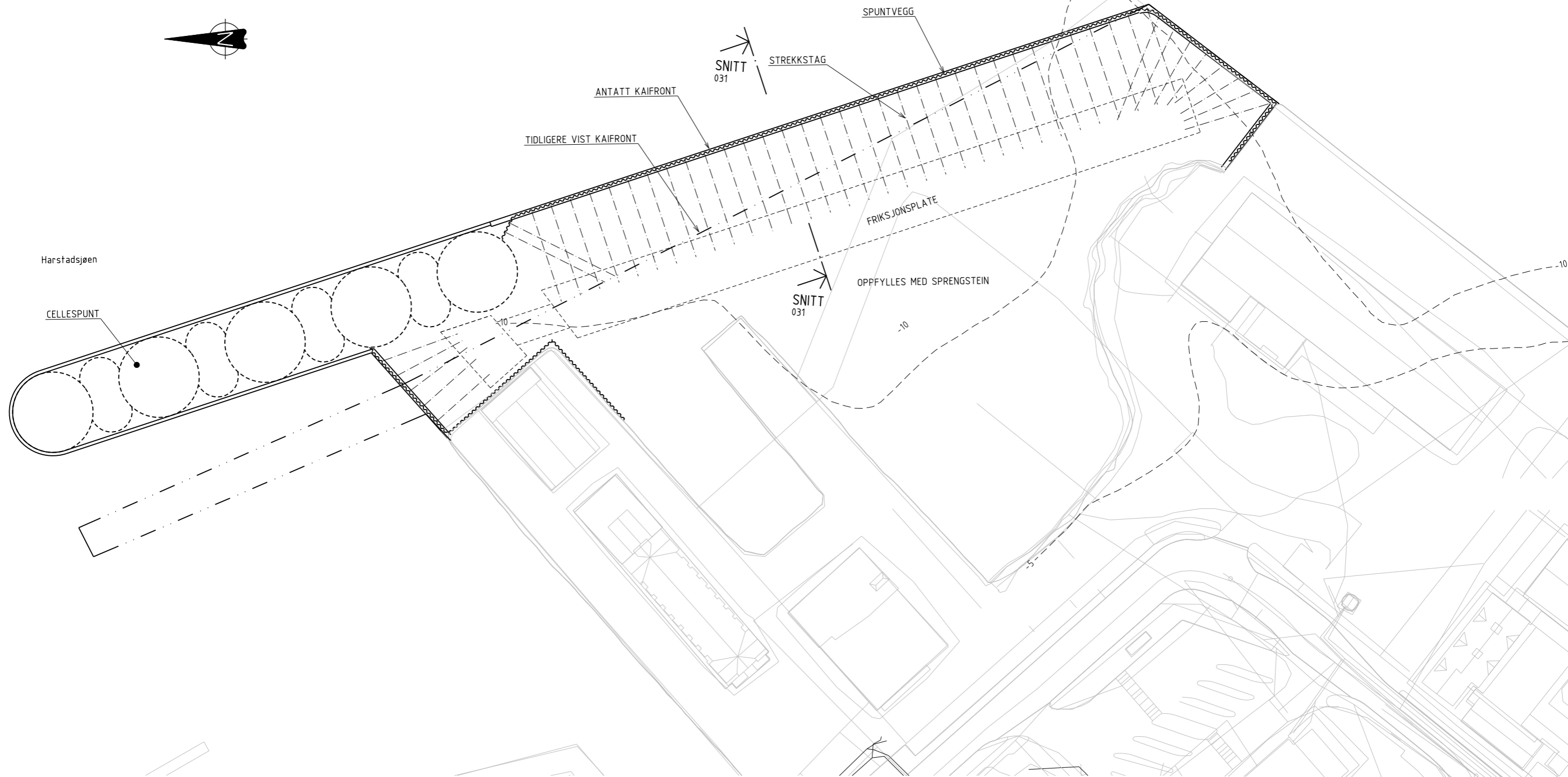
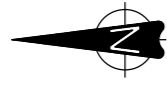
J02	2013-11-08	FORPROSJEKT	HMR	GUH	TI
A01	2013-11-07	FAGKONTROLL	HMR	GUH	TI
Revisjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som fremgår nedenfor. Opphavretten 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.

**HARSTAD HAVN KF** Målestokk (gjelder for A1 format)  
1:500

**NY SENTRUMSHAVN HARSTAD  
KAIKONSTRUKSJONER  
ALTERNATIV 3A  
ÅPEN PELEKAI  
SITUASJONSPLAN**

<b>Norconsult</b>	Oppdragsnummer <b>5131947</b>	Tegningsnummer <b>B013</b>	Revisjon <b>J02</b>
-------------------	----------------------------------	-------------------------------	------------------------



Harstadsjøen

CELLESPUNT

ANTATT KAIFRONT

TIDLIGERE VIST KAIFRONT

SNITT 031

STREKKSTAG

SPUNTVEGG

FRIKSJONSPLATE

OPPFYLLES MED SPRENGSTEIN

SNITT 031

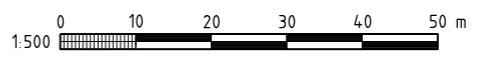
5131947 - M:\DAM\Byggeteknikk\Arkiv\B021S01 - hnr - 07.11.13 - 11:32:26 - Mod. Ark - Ref. B021S01\_T\_V\_spuntkai.alt\_2.dgn\karhu\snitt-harstad sentrum.dwg\_T\_V\_spo\koter\_5131947.dwg

FORKLARINGER:

ANVISNINGER:

HENVISNINGER:

1. SNITT, SE TEGNING NR. B031
2. ANDRE SITUASJONSPLANER ALTERNATIV B, SE TEGNING NR B022 OG B023
3. ANDRE SITUASJONSPLANER ALTERNATIV A, SE TEGNING NR B011, B012 OG B013



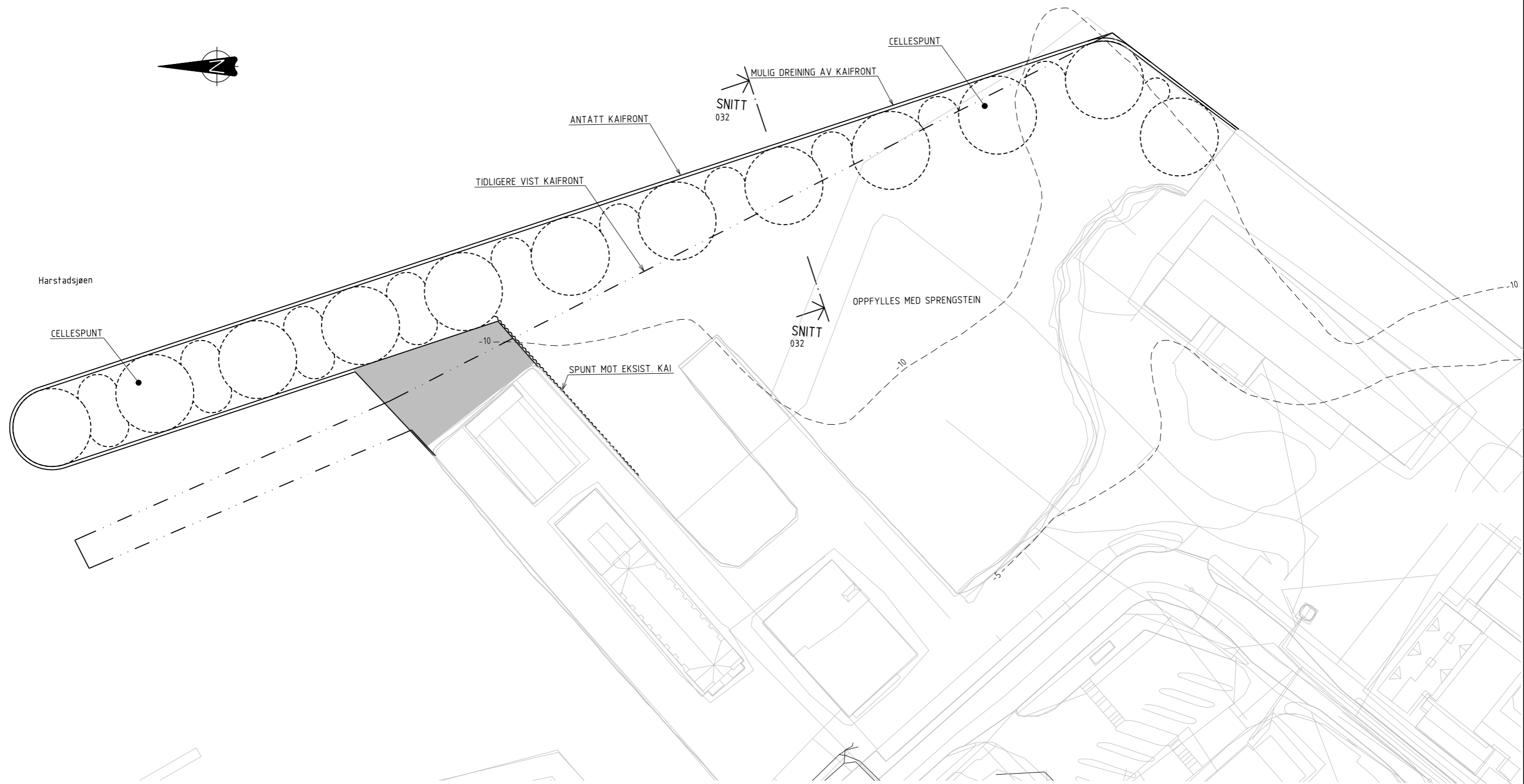
J02	2013-11-08	FORPROSJEKT	HMR	GUH	TI
A01	2013-11-07	FAGKONTROLL	HMR	GUH	TI
Revisjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som fremgår nedenfor. Opphavretten 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.

**HARSTAD HAVN KF** Målestokk (gjelder for A1 format)  
1:500

NY SENTRUMSHAVN HARSTAD  
KAIKONSTRUKSJONER  
ALTERNATIV 1B  
SPUNKAI  
SITUASJONSPLAN

<b>Norconsult</b>	Oppdragsnummer 5131947	Tegningsnummer B021	Revisjon J02
-------------------	---------------------------	------------------------	-----------------



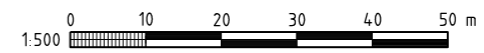
5131947 - M:\DAM\Byggeteknikk\Arhfil\B022 S01 - hnr - 07.11.13 - 11:31:08 -Mod. Ark - Ref. B022.S01.T.V.cellespункai.alt-2.dgn;Karttsnitt-Harstad sentrum.dwg;T.V.spokote-5131947.dwg

**FORKLARINGER:**

**ANVISNINGER:**

**HENVISNINGER:**

1. SNITT, SE TEGNING NR. B032
2. ANDRE SITUASJONSPLANER ALTERNATIV B, SE TEGNING NR B021 OG B023
3. ANDRE SITUASJONSPLANER ALTERNATIV A, SE TEGNING NR B011, B012 OG B013



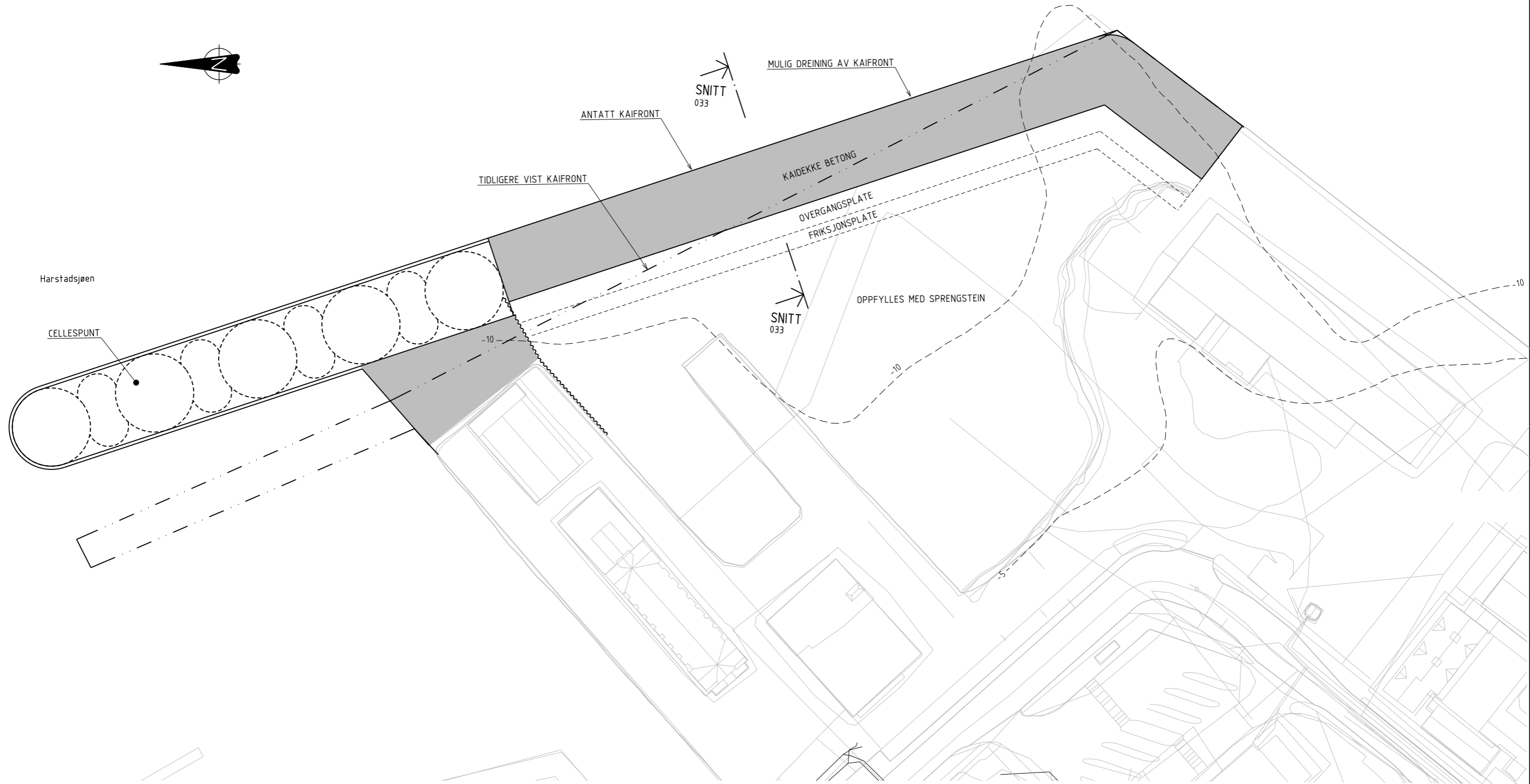
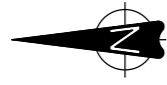
J02	2013-11-08	FORPROSJEKT	HMR	GUH	TI
A01	2013-11-07	FAGKONTROLL	HMR	GUH	TI
Revisjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som fremgår nedenfor. Opphavretten 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 utstrækning enn formålet tillater.

**HARSTAD HAVN KF** Målestokk (gjelder for A1 format)  
1:500

**NY SENTRUMSHAVN HARSTAD  
KAIKONSTRUKSJONER  
ALTERNATIV 2B  
CELLESPUNKAI  
SITUASJONSPLAN**

<b>Norconsult</b>	Oppdragsnummer <b>5131947</b>	Tegningsnummer <b>B022</b>	Revisjon <b>J02</b>
-------------------	----------------------------------	-------------------------------	------------------------



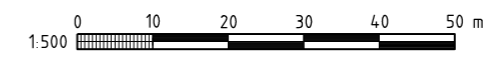
5131947 - M:\DAK\Byggeteknikk\Arhfil\B023 S01 - hnr - 07.11.13 - 11:29:56 -Mod. Ark - Ref. B023 S01\T.V.\Åpen.pelekai.alt-2.dgn\Kartutsnitt-Harstad sentrum.dwg,T.V.\spikorer-5131947.dwg

**FORKLARINGER:**

**ANVISNINGER:**

**HENVISNINGER:**

1. SNITT, SE TEGNING NR. B033
2. ANDRE SITUASJONSPLANER ALTERNATIV B, SE TEGNING NR B021 OG B022
3. ANDRE SITUASJONSPLANER ALTERNATIV A, SE TEGNING NR B011, B012 OG B013



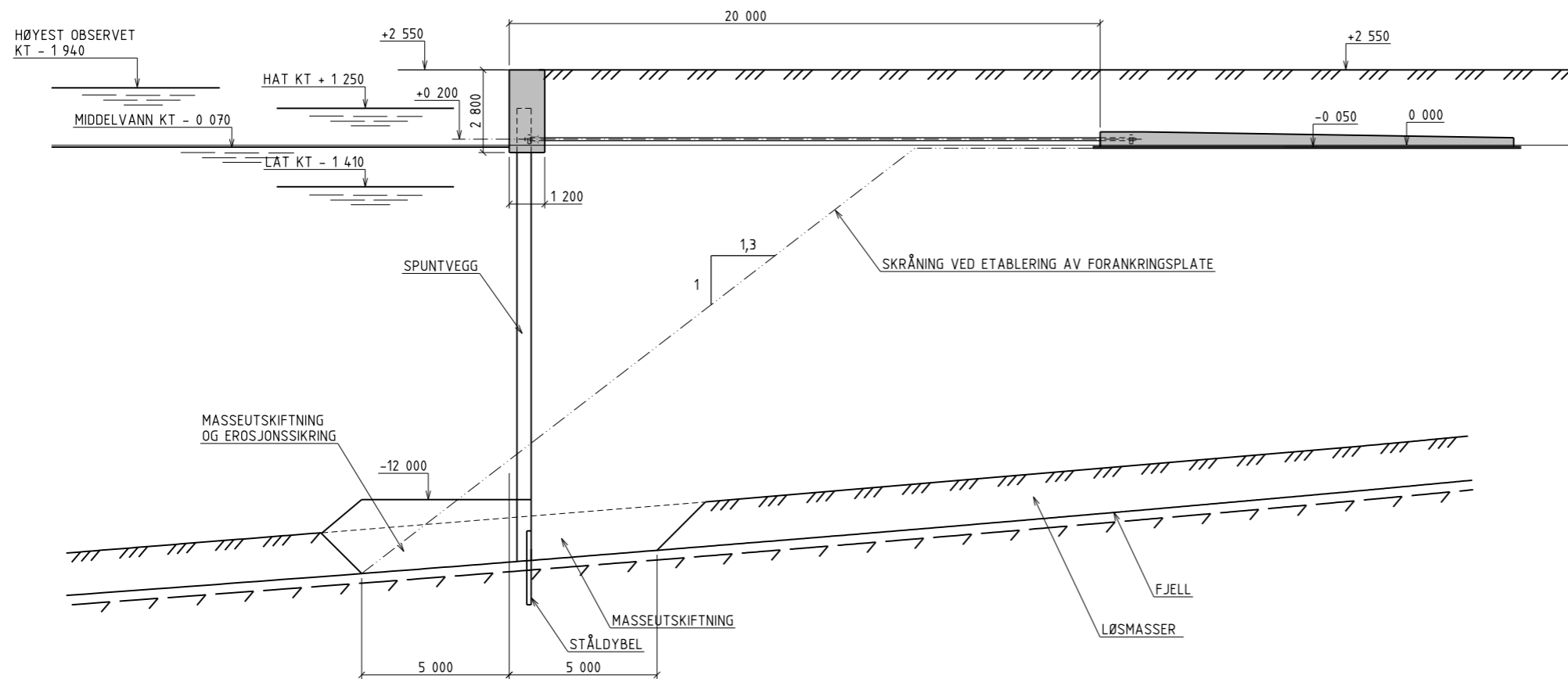
J02	2013-11-08	FORPROSJEKT	HMR	GUH	TI
A01	2013-11-07	FAGKONTROLL	HMR	GUH	TI
Revisjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som fremgår nedenfor. Opphavretten 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 tilsier.

**HARSTAD HAVN KF** Målestokk (gjelder for A1 format)  
1:500

**NY SENTRUMSHAVN HARSTAD  
KAIKONSTRUKSJONER  
ALTERNATIV 3  
ÅPEN PELEKAI  
SITUASJONSPLAN**

<b>Norconsult</b>	Oppdragsnummer <b>5131947</b>	Tegningsnummer <b>B023</b>	Revisjon <b>J02</b>
-------------------	----------------------------------	-------------------------------	------------------------



SPUNKAI, TYPISK SNITT  
1:100

FORKLARINGER:

- HØYDER BASERER SEG PÅ NN1954
- SJØKARTVERKETS NULLPUNKT LIGGER 1,41 m LAVERE ENN NN1954

ANVISNINGER:

- -

HENVISNINGER:

- SITUASJONSPLAN ALTERNATIV 1A, SE TEGNING NR. B021
- SITUASJONSPLAN ALTERNATIV 1B, SE TEGNING NR. B031

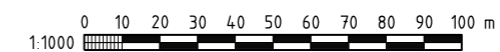
Tegningsnummer	Revisjon
B031	J02

J02	2013-11-08	FORPROSJEKT	HMR	GUH	TI
A01	2013-11-07	FAGKONTROLL	HMR	GUH	TI
Revisjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent

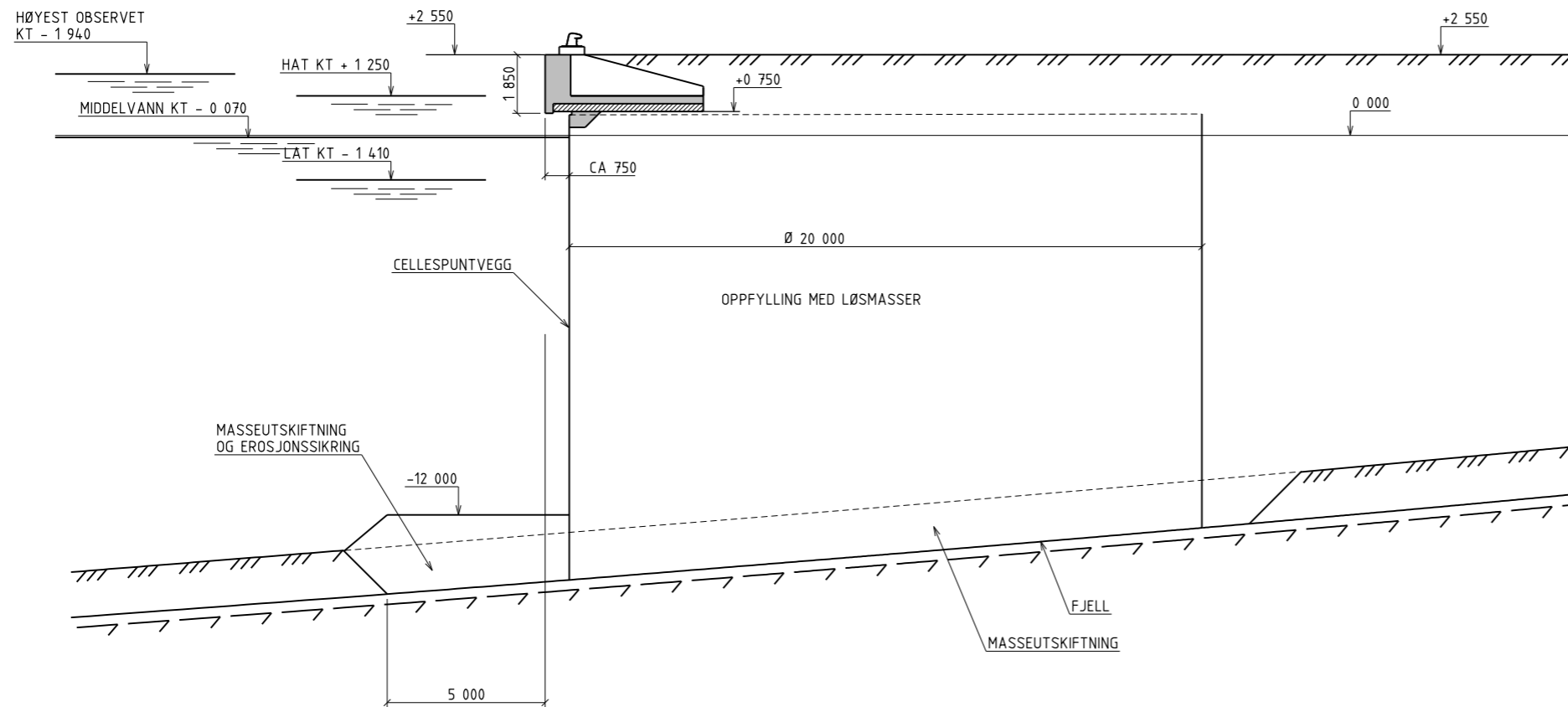
Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som fremgår nedenfor. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet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

HARSTAD HAVN KF Målestokk gjelder for A1 format  
SOM VIST

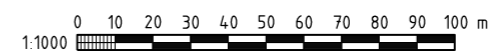
NY SENTRUMSHAVN HARSTAD  
KAIKONSTRUKSJONER  
ALTERNATIV 1  
SPUNKAI  
TYPISK SNITT



Norconsult	Oppdragsnummer	Tegningsnummer	Revisjon
	5131947	B031	J02



SPUNKAI, TYPISK SNITT  
1:100



**FORKLARINGER:**

- HØYDER BASERER SEG PÅ NN1954
- SJØKARTVERKETS NULLPUNKT LIGGER 1,41 m LAVERE ENN NN1954

**ANVISNINGER:**

- -

**HENVISNINGER:**

- SITUASJONSPLAN ALTERNATIV 2A, SE TEGNING NR. B022
- SITUASJONSPLAN ALTERNATIV 2B, SE TEGNING NR. B032

Tegningsnummer	Revisjon
B032	J02

J02	2013-11-08	FORPROSJEKT	HMR	GUH	TI
A01	2013-11-07	FAGKONTROLL	HMR	GUH	TI
Revisjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent

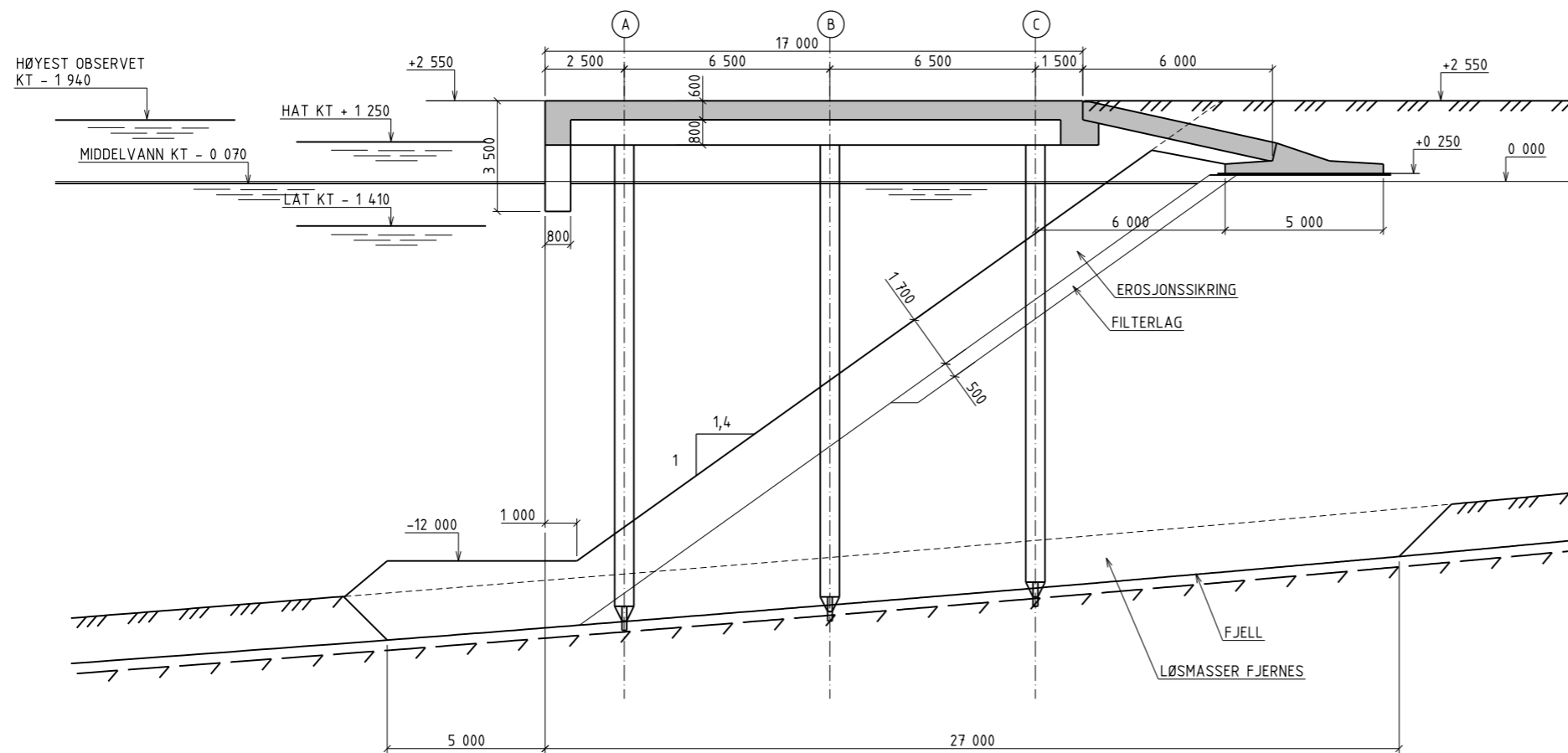
Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som fremgår nedenfor. Opphavretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet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

**HARSTAD HAVN KF** Målestokk gjelder for A1 format  
SOM VIST

NY SENTRUMSHAVN HARSTAD  
KAIKONSTRUKSJONER  
ALTERNATIV 2  
CELLEPUNKAI  
TYPISK SNITT

<b>Norconsult</b>	Oppdragsnummer	Tegningsnummer	Revisjon
	5131947	B032	J02





ÅPEN KAI, TYPISK SNITT  
1:100

**FORKLARINGER:**

- HØYDER BASERER SEG PÅ NN1954
- SJØKARTVERKETS NULLPUNKT LIGGER 1,41 m LAVERE ENN NN1954

**ANVISNINGER:**

- -

**HENVISNINGER:**

- SITUASJONSPLAN ALTERNATIV 3A, SE TEGNING NR. B023
- SITUASJONSPLAN ALTERNATIV 3B, SE TEGNING NR. B033

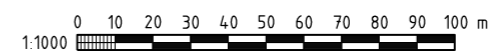
Tegningsnummer	Revisjon
B033	J02

J02	2013-11-08	FORPROSJEKT	HMR	GUH	TI
A01	2013-11-07	FAGKONTROLL	HMR	GUH	TI
Revisjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som fremgår nedenfor. Opphavretten 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 tilsier.

**HARSTAD HAVN KF** Målestokk gjelder for A1 format  
SOM VIST

NY SENTRUMSHAVN HARSTAD  
KAIKONSTRUKSJONER  
ALTERNATIV 3  
ÅPEN PELEKAI  
TYPISK SNITT



<b>Norconsult</b>	Oppdragsnummer	Tegningsnummer	Revisjon
	5131947	B033	J02