

Til: Trondheim kommune v/Utbyggingsenheten
v/: Stein O. Brandslet
Kopi til: FAVEO v/ Nils Morten Beitnes
Trondheim Havn v/ Anita Veie
Dato: 30. september 2013
Rev. nr./ Rev. dato: 1 / 7. oktober 2013
Dokumentnr.: 20130339-02-TN
Prosjekt: Renere Havn – Prosjektering av tiltak
Utarbeidet av: Magne Mehli, NGI
Mari Moseid, NGI
Prosjektleder: Mari Moseid, NGI
Kontrollert av: Kyrre Emaus, NGI

Hovedkontor:
Pb. 3930 Ullevål Stadion
0806 Oslo

Avd Trondheim:
Pb. 1230 Sluppen
7462 Trondheim

T 22 02 30 00
F 22 23 04 48

Kontonr 5096 05 01281
Org. nr 958 254 318 MVA

ngi@ngi.no
www.ngi.no

Beregninger av mudrevolum

Innhold

1	Innledning	2
2	Generelle forutsetninger og grunnlagsdata	2
2.1	Grunnlagsdata	2
2.2	Detaljnivå for prosjektering	3
3	Oppbygging av ny terrengmodell og beregning av mudrevolum	3
4	Kanalen	4
4.1	Framtidig arealbruk og forutsetning for seilingsdyp	4
4.2	Skråningsstabilitet, stabilitet av kaikonstruksjoner, brygger	6
4.3	Volumberegninger i Kanalen	6
5	Brattørbassenget	7
5.1	Framtidig arealbruk og forutsetning for seilingsdyp	7
5.2	Skråningsstabilitet, stabilitet av kaikonstruksjoner, brygger	8
5.3	Volumberegninger i Brattørbassenget	8
6	Nyhavna	8
6.1	Framtidig arealbruk og forutsetning for seilingsdyp	9
6.2	Skråningsstabilitet, stabilitet av kaikonstruksjoner, brygger	9
6.3	Volumberegninger i Nyhavna	9
7	Oppsummering og usikkerheter i beregnede mudrevolum	10
8	Referanser	11

Vedlegg A Kartvedlegg

Vedlegg B Prinsipp volumberegning i kanalen

Kontroll- og referanseside

1 Innledning

Prosjektgruppen NGI, DNV og SINTEF skal prosjektere tiltak for forurensede sedimenter i tre av fem delområder i Trondheim havn som er beskrevet tiltaksplanen utarbeidet av samme prosjektgruppe (NGI/DNV, 2011). For de tre delområdene Kanalen med Ravnkløløpet, Brattørbassenget og Nyhavna skal NGI beregne mudrevolum som skal danne grunnlag for Multiconsults prosjektering av deponi i Nyhavna (MC, 2013). Dette notatet inneholder forutsetninger for og resultater fra beregninger av mudrevolum i de tre delområdene.

2 Generelle forutsetninger og grunnlagsdata

2.1 Grunnlagsdata

NGI har mottatt følgende digitalt kartgrunnlag for beregning av mudrevolum:

- Digitalt kartgrunnlag fra Trondheim Havn;
 - Oppmålingsdata fra nye målinger utført i 2013 og tidligere oppmålingsdata er mottatt fra GeoSubsea. Data er levert som SOSI-format. Alle kotehøyder er relatert til LAT.
 - Oppmålingsdata for Brattørmolo, Nidaros Oppmåling.
- Digitalt kartgrunnlag fra Trondheim kommune;
 - Lokalisering av flytebrygger i Kanalen, Brattørbassenget og Nyhavna.
 - Landdata for Trondheim i EU89 UTM (Sone 32)_LAT i SOSI format.

Følgende tegninger er mottatt fra Trondheim Havn:

- Jernbanebru
- Brattørbrua
- Brattørmolo
- Ny liggekai Gunnerus, prosjekteringsgrunnlag fra Norconsult
- Bolverk i Kanalen (flere tegninger)
- Brygge Fjordgata 34-54
- Bolverk trekaier i Brattørbassenget
- Snitt forsterkning Molohode Brattøramoloen, utføres høst 2013
- Profil St. Olavs Pir
- Kai 57 (Norcem) i Nyhavna
- Profil Strandveikaia, Nyhavna

Følgende rapporter er mottatt fra Trondheim Havn:

- Kartlegging, Renere havn, Trondheim havn, Nyhavna. GeoSubsea 266-13-B
- Profiler og areal- volumberegninger, Renere havn, Trondheim havn, Kanalen, Gryta, Ytre basseng. GeoSubsea. 264-13-B
- Renere havn, Ytre basseng, Profiler ny kaifront. GeoSubsea, 264-13-B
- R864-Trondheim havn-Kai 57. Ladehammeren. Trondheim kommune 24.04.1992

I tillegg har prosjektgruppen gjennom møter med Trondheim Havn fått oppgitt spesifikke krav til seilingsdyp, samt angitt områder hvor det ikke er aktuelt å mudre av flere årsaker. Krav til seilingsdyp og forutsetninger fra Trondheim Havn er gitt i eget notat (TH, 2013) og detaljert i NGI-notat 20130339-01-TN (NGI, 2013).

2.2 *Detaljnivå for prosjektering*

Forprosjektering for tiltak i de 3 delområdene er basert på de generelle forutsetningene som gitt over; seilingsdyp gitt av Trondheim Havn og innledende stabilitetsvurderinger for kai- og brukonstruksjoner, molo og fyllinger, samt avslutning mot land.

Volumberegninger baseres på høydeforskjell mellom dagens sjøbunn og ny modellert sjøbunn. Det er ikke grunnlag for å beregne volum utenfor områder hvor det ikke finnes oppmålingsdata. Mudring i disse områdene vil derfor komme i tillegg til beregnede volum gitt i dette notatet.

Det er lagt til grunn mudringskråninger som vurderes stabile i permanent fase etter tildekking og som ikke vil svekke stabilitet av eksisterende konstruksjoner.

3 *Oppbygging av ny terrengmodell og beregning av mudrevolum*

For å beregne seilingsdybde i Trondheim Havn, delområder Kanalen, Nyhavna, Brattørbassenget, er det laget en terrengmodell som grunnlag for mudringsdybder. Som grunnlag for modellen er oppmålingsdata fra GeoSubsea som viser nåværende sjøbunnsdybde i LAT benyttet. Trondheim Havns spesifikke krav til enkelte delområder er inkludert i modellen, samt plassering av flytebrygger og enkelte bygningsmessige anlegg.

En terrengmodell av ønsket situasjon ble produsert i programvaren ESRI ArcMap 10.0 ved bruk av 3D Analyst-ekstensjonen. Metodikken som ble fulgt var å konstruere ønsket situasjon, med dybder til -0.5 m dypere enn sluttsituasjon for å ta høyde for et tildekkingslag på 0,5 m. I Kanalen ble seilingsdybde i seilingsled satt til kote -3.5 m LAT, slik at konstruert kotebilde får seilingsdyp kote -4.0 m LAT. Som bakgrunn for konstruksjonen av kotene forelå bakgrunnsdata i form av kart og ortofoto, samt FKB-data fra kommunen. I enkelte områder og i bakkant av flytebrygger ble det konstruert skråninger på 1:3 for med bakgrunn i stabilitetsmessige forhold, se nærmere beskrivelse under stabilitetskapitler. Ferdig konstruerte koter ble interpolert til en terrengmodell via koter til TIN-modell, og TIN til raster. Hvert områdes terrengmodell ble klippet til kaikant ved hjelp av et polygon, slik at kun sjøbunnsdata ble tatt med i beregning av volum og slik at ingen polygoner for enkeltdelområder overlapper. Terrengmodell fra konstruert og nåtidig situasjon ble så brukt som grunnlag for funksjonen "Cut Fill" i ArcMap. Cut Fill beregner volumendring fra dagens situasjon (oppmålte dybder) til ønsket situasjon (etter tiltaksgjennomføring).

I Kanalen ble områdene Jernbanebrua-Gryta, Jernbanebrua-Ravnkloa, Ravnkloløpet, Ravnkloa, samt Ravnkloa-Skansens konstruert hver for seg. Dette på grunn av ulike forutsetninger for de ulike delområdene, men samtidig med krav til at seilingsdyp og dybde ut mot kaikantene i nord og sør skal harmonisere. Polygoner for hvert delområde ble konstruert slik at det ikke blir overlapp mellom delområdene med medfølgende overlapp i eventuelt volum som skal fjernes. I overgangen fra Ravnkloløpet til Kanalen manglet det data, slik at resultatet i søndre del av Ravnkloløpet er basert på en interpolasjon mellom datagrunnlag fra Kanalen og Ravnkloløpet.

I områder langs land hvor det ikke finnes data er det ikke utført samme interpolasjon. Dette fordi dette vil gi store usikkerheter avhengig av om det er strandkant, kaikanter eller fyllinger i disse områdene.

I Nyhavna ble området delt i to, hhv østre og vestre basseng. I øst var ønsket situasjon kote -6 m LAT ferdig dyp. Her ble det konstruert en terrengmodell med høyde kote -6.5 m LAT. For Vestre basseng ble det konstruert et grunnlag med høyde mellom kote -7.5 m LAT og kote -8.5 m LAT (for ønsket ferdig dyp kote -7 og kote -8 m LAT). Fyllinger langs land i innseilingen til Nyhavna samt langs kai 44 er tatt ut av beregningene.

I Brattørbassenget ble steinfyllinger langs kaier, samt mot St. Olavs pir, og nye fyllinger/fundamenter for kaier for hurtigbåtene fjernet fra beregningene. Langs Brattørmoloen er det konstruert en antatt skråning på molo-fylling basert på gamle tegninger. Det ble konstruert koter fra 0 m LAT langs ytterkant av utstikkere på moloen til -5.5 m LAT i forhold 1:3 fra langs hele Brattørmoloen. I indre del av Brattørbassenget beholdes dagens dyp. I ytre del av bassenget er grunnlaget for modellen gitt et dyp på kote -5.5 m LAT.

4 Kanalen

Delområdet Kanalen ligger i den sørlige delen av Trondheim havn mellom Brattøra og bykjernen. Kanalen er ca. 1500 m lang og ca. 60 m bred, og har et areal på ca. 94000 m². Kanalen går gjennom et område bebyggt med brygger og kaier. Kanalen er preget av småbåttrafikk.

4.1 Framtidig arealbruk og forutsetning for seilingsdyp

Dagens seilingsdyp i Kanalen er begrenset i enkelte områder, og en tildekking av sedimentene vil medføre reduksjon i seilingsdypet. Trondheim kommune har som mål å fortsatt tilby småbåthavn i Kanalen. Trondheim Havn har gitt føringer for seilingsdyp som skal ivareta dette ved en gitt dybde i seilingsled og ved flytebrygger (TH, 2013) og NGI-notat (NGI, 2013). Det er gjennomført vesentlige endringer av mudrearealer i forhold til foreslåtte mudreområder i tiltaksplanen (NGI/DNV, 2011) og spesifikasjon i konkurransegrunnlaget (TK, 2013). En reduksjon av mudrearealer og redusert seilingsdyp gir føringer for framtidig bruk. Følgende kriterier er basert

på kravspesifikasjon fra Trondheim Havn lagt til grunn for de ulike delområdene i Kanalen:

Skansenbrua til Ravnkloa

Dagens seilingsled går langs den nordre del av Kanalen. Seilingsleden skal opprettholdes og ha et minimumsdyp på kote -3,5 LAT. Leden skal gå fra nordre kaikant ut til midten av Kanalen. På sørsiden av Kanalen skal det på innsiden av flytebryggene være et minimums dyp på kote -2 LAT etter tiltak.

Ravnkloa

I Ravnkloa er det flytebrygger med båter som går i rutetrafikk til Munkholmen samt at fiskebåter legger til kai her. Det ligger flere flytebrygger i Ravnkloa i dag. Flytebrygge med rutetrafikk skal ha seilingsdyp på minimum kote -3 LAT på hver side av brygga.

Ravnkløløpet

Ravnkløløpet har i dag redusert seilingsdyp, stedvis kun kote -1,5 LAT. Nytt seilingsdyp i Ravnkløløpet skal være kote -2,5 LAT. Stabilitetsmessige tiltak som innfylling til spunt skal ikke svekkes.

Ravnkloa til Jernbanebrua

Seilingsleden skal ligge midt i Kanalen og skal ha en minimumsbredde på 10 m og minimum seilingsdyp kote -3,5 LAT. På innsiden av flytebrygger skal det være kote -2 LAT.

Jernbanebrua til Gryta

Seilingsleden skal ligge midt i Kanalen og skal ha en minimumsbredde på 10 m og minimum seilingsdyp kote -3,5 LAT. På innsiden av flytebrygger skal det være kote -2 LAT. Mot Gryta og bolverk langs land skal det gjøres tilpasninger for å unngå å redusere stabiliteten av bolverket.

Gryta og Tavern

Eksisterende kaikanter består hovedsakelig av eldre bolverk. For å unngå å redusere stabiliteten av disse trekonstruksjonene er det ikke aktuelt med mudring for så å tildekke, da mudringsprosessen kan innvirke på stabiliteten under utførelse. I dette området skal sedimentene derfor kun tildekkes. Trondheim Havns vurdering av stabiliteten av bolverket er ikke overprøvd i denne prosjekteringen og havnas vurdering er derfor lagt til grunn. Området utenfor Tavern har også bolverk. Dette området har tilstrekkelig dyp i dag og vil være avslutningsområde for tildekkingen som gjøres i Kanalen.

4.2 Skråningsstabilitet, stabilitet av kaikonstruksjoner, brygger

Fremlagte bunnprofiler viser at skråninger på sjøbunnen i hovedsak ligger med helning 1:3 og slakere. I volumberegningene er det antatt permanente mudrings-skråninger med helning 1:3 for å sikre stabilitet etter tildekking. Inn mot eksisterende konstruksjoner er helning og mudringsdybde valgt ut fra ønske om ikke å svekke stabilitet av konstruksjonene. Dette vil bli mer detaljert i senere fase.

4.3 Volumberegninger i Kanalen

Basert på grunnlagsdata og gitte forutsetninger for seilingsdyp fra Trondheim havn, samt stabilitetsvurderinger er det beregnet et mudrevolum i Kanalen på 12.000 m³ faste masser.

I områder langs land i Kanalen hvor det ikke finnes dybde-data, er det ikke grunnlag for å beregne mudrevolumer som beskrevet over. Dette gjelder særlig ut mot kantene av kanalen, og resulterer i et uavklart volum inn mot kaifrontene/bryggene pga. manglende grunnlag. Figur i vedlegg B illustrerer hvordan volumet er beregnet i kanalen i et profil plassert noe øst for Jernbanebrua.

Slik som det prosjekterte minimumsdypet for kanalen er definert til nå (før tildekking), ser det ut til at det er et betydelig volum utenfor det området som er dekket med dybde-data som det ikke er gjort rede for, se figur 1 A) (vedlegg B). Ved definering av minimumsdypet er det tatt utgangspunkt i en dybde på -2,5 LAT på innsiden av flytebryggene, ref. kapittel 4.1. Flytebryggenes plassering er gitt av flytebrygger.sos. Dette vil føre til en undergraving av eventuelle fundamenter under bryggene og man fjerner noe av trepelens sidestøtte. Dette kan ikke aksepteres.

Det er derfor konstruert en skråning i området mellom gitte dybde-data for sjøbunn og land-data. Vurderinger er basert på visuelle observasjoner av tidevannsplanet ved gitte tidspunkt sammenlignet med kjente data i tidevannstabeller for å estimere nåværende sjøbunnsnivå i det området vi mangler data. Dette har resultert i følgende forutsetninger:

- Områder nærmere enn 3 m fra bryggerekker på trepeler skal ikke mudres.
- Mudringsskråning fra 3 m fra bryggerekker skal ikke være brattere enn 1:3

Som vist i figur 1 B) (vedlegg B) vil disse forutsetningene føre til at det usikre volumet mot bryggerekkene reduseres, men flytebryggene må trolig flyttes lenger ut i kanalen. Inn mot kaiene på motsatt side av kanalen vil det være noe økning i volumet, men dette vurderes å være mindre enn estimert reduksjon inn mot bryggene. Volumet som er estimert i den "usikre" delen av kanalen, dvs utenfor oppmålt område, vurderes derfor å ligge innenfor det totale, angitte mudringsvolum i kanalen på ca. 13 000 m³ (jfr. pkt. 7).

Områdene som i dag ikke er kartlagt bør måles inn før detaljprosjekteringen.

Størrelsen på volumet vil kunne endres under detaljprosjektering eller ved endrede forutsetninger som kommer fram under prosjekteringen.

Mudreområder i Kanalen er vist i kartvedlegg A-1.

5 Brattørbassenget

Brattørbassenget er ca. 80.000 m² og er avgrenset av Brattørmoloen i nord/nordvest. St. Olavs Pir med Ravnkløløpet i vest samt fylling mot Pirterminalen i øst og kaifront mot Jernbanen i sør. I bassenget trafikkerer hovedsakelig hurtigbåter, men det er også noe småbåttrafikk. Det pågår i dag bygging av ny hurtigbåtterminal i sentrale deler av bassenget, mens det på innsiden av ny terminal planlegges småbåthavn (gjestehavn) samt trapp i fyllingsfront lengst øst. I tillegg til hurtigbåter har forskningsskipet Gunnerus liggekai i området. Det prosjekteres ny kai for denne parallelt med dette prosjektet.

5.1 Framtidig arealbruk og forutsetning for seilingsdyp

Brattørkaia – område fra hurtigbåtpir til St Olavs pir

Ytre del av Brattørbassenget som inkluderer kai og manøvreringsområde for hurtigbåter skal ha seilingsdyp på kote -5 LAT.

Parallelt med denne prosjekteringen pågår det en prosjektering av kai for Gunnerus. Ved Gunnerus-kaia er det krav til seilingsdyp på kote -5 LAT.

I forlengelsen av ny Gunnerus kai mot Ravnkløløpet er gamle kaikonstruksjoner stabilisert med masser inntil som ikke skal fjernes. Dette området vil ha tilstrekkelig seilingsdyp etter tildekking av 0,5 m. Videre nærmere Ravnkløløpet er det fylling som ikke skal mudres, da det ikke er behov for større seilingsdyp i dette området. Trondheim Havn ser derfor ikke behov for mudring her.

Utløpet av Ravnkløløpet vil ha tilstrekkelig seilingsdyp etter tildekking av 0,5 m. Trondheim Havn ser derfor ikke behov for mudring i dette området.

Brattørkaia – område fra hurtigbåtpir til hotellet

Trondheim Havn opplyser at dybde i dag er tilstrekkelig for fremtidig bruk som gjestehavn og at dermed kun er nødvendig med tildekking.

Innside Brattørmolo

På innsiden av Brattørmoloen skal det være flytebrygger langs hele moloen. Seilingsdyp skal være kote -2 LAT på innsiden av flytebrygger mot land. Trondheim Havn har ikke krav til avstand fra land ut til flytebrygger, men ønsker at flytebrygger skal plasseres så nært molo som mulig. Stabilitet for molo skal være styrende for mudring. Det er ikke aktuelt å mudre ned i fylling som inngår i molokonstruksjonen. Tegningsgrunnlaget for eksisterende molokonstruksjon er mangelfullt. Det er derfor knyttet

store usikkerheter til hva som er mulig å oppnå av mudredyp uten å berøre konstruksjonen.

5.2 Skråningsstabilitet, stabilitet av kaikonstruksjoner, brygger

Fremlagte bunnprofiler viser at skråninger på sjøbunnen i hovedsak ligger med helning 1:3 og slakere. I volumberegningene er det antatt permanente mudringskråninger med helning 1:3 for å sikre stabilitet etter tildekking. Inn mot eksisterende konstruksjoner er helning og mudringsdybde valgt ut fra ønske om ikke å svekke stabilitet av konstruksjonene. Dette vil bli mer detaljert i senere fase.

I området der det planlegges ny "Gunnerus-kai" vil det av stabilitetsmessige årsaker ikke være mulig å mudre inn mot eksisterende kaifront. Det arbeides derfor med alternativer for etablering av ny kai med spunt dimensjonert for mudringsdyp på kote -5,5 LAT inn mot ny kaifront. Dette er lagt til grunn i volumberegningene.

Ut fra gamle tegninger for Brattørmoloen ligger foten av blokkmuren på kote 0 referert til høyde "Trondheim lokal", dvs. ca. kote +0,84 LAT. Blokkmuren er fundamentert på underliggende steinfylling med skråning 1:3 inn mot Brattørbassenget. Ut fra dagens nivå på topp mur ser det ut (som forventet) at moloen har satt seg betydelig og at foten av blokkmuren i dag ligger på ca. kote 0 LAT. I volumberegningene er mudringsskråningene lagt med helning 1:3 fra 1,4 m utenfor antatt topp blokkmur for å unngå mudring i steinfyllingen som er fundament for blokkmuren.

5.3 Volumberegninger i Brattørbassenget

Basert på grunnlagsdata og gitte forutsetninger for seilingsdyp fra Trondheim havn, samt stabilitetsvurderinger er det beregnet et mudrevolum i Brattørbassenget på 14.000 m³ faste masser. Størrelsen på volumet vil kunne endres under detaljprosjektering eller ved endrede forutsetninger som kommer fram under prosjekteringen.

Mudreområder i Brattørbassenget er vist i kartvedlegg A-2.

6 Nyhavna

Nyhavna er i dag en industrihavn med tilhørende båttrafikk. Kommunens planarbeid for området legger føringer for framtidig arealbruk og krav til seilingsdyp. Havneområdet består av to basseng, vestre og østre basseng. Parallelt med tiltaksprosjekteringen i de tre delområdene det skal mudres i, prosjekterer Multiconsult deponiløsning for mudremasser i Nyhavna. Foreslått deponi for mudremasser er lokalisert i østre basseng. Valg av deponiløsning er avhenger av mudrevolumet, da deponialternativene som er utredet består av kombinasjoner av sjøbunnsdeponi og strandkantdeponi. Valg av deponiløsning vil ha konsekvenser for seilingsdyp og tildekkingsarealer.

6.1 Framtidig arealbruk og forutsetning for seilingsdyp

Vestre basseng

I ytre del av vestre basseng skal seilingsdypet være kote -8 LAT. Dette inkluderer kaiene 41, 42, 43, 44A (inn til Dora 2) og 46. Langs kai 45 tillates kun tildekking pga. dårlig stabilitet i kaifront. Ved kai 44 mener Trondheim Havn at området vil ha tilstrekkelig seilingsdyp etter tildekking. I manøvreringsområdet mellom kai 45 og Kai 41 skal endelig seilingsdyp være kote -7 LAT. Det er knyttet usikkerhet til mulig mudredyp ved kai 57 (Norcem kaia) på grunn av forfatningen til dagens kai-konstruksjon.

Østre basseng

I østre basseng skal området som ikke omfattes av nye deponiarealer dekket av alternativ 7 i Multiconsults rapport (MC, 2013), ha seilingsdyp kote -6 LAT. Dette omfatter kaiene 54 – 56. Arealer foran Dora 1 inngår i deponiarealer eller skal tildekkes hvis deponiarealer blir minsket grunnet reduserte mudremengder. I Dora 1 ligger det forurensede sedimenter inne i dokkene. I disse dokkene skal det ikke mudres, kun tildekkes.

6.2 Skråningsstabilitet, stabilitet av kaikonstruksjoner, brygger

Fremlagte bunnprofiler viser at skråninger på sjøbunnen i hovedsak ligger med helning 1:3 og slakere. I volumberegningene er det antatt permanente mudrings-skråninger med helning 1:3 for å sikre stabilitet etter tildekking. Inn mot eksisterende konstruksjoner er helning og mudringsdybde valgt ut fra ønske om ikke å svekke stabilitet av konstruksjonene. Dette vil bli mer detaljert i senere fase.

Dagens dybde ved Norcemkaia (kai 57) er marginal ut fra de båttyper som trafikkerer kaia. Stabiliteten av kai og sideterreng kan være anstrengt, bl.a. på grunn av en markert erosjonsgrop ved nordre ende av kaia. Oppfylling av erosjonsgrop og vurdering av mulig mudring inn mot kaia vil bli behandlet i eget prosjekt parallelt med Renere havn-prosjektet.

Tildekking i området sees likevel i sammenheng med tildekking i øvrige deler av kaiområdet.

6.3 Volumberegninger i Nyhavna

Basert på grunnlagsdata og gitte forutsetninger for seilingsdyp fra Trondheim havn, samt stabilitetsvurderinger er beregnet mudrevolumet i vestre basseng og område som ikke omfattes av nytt deponi, alternativ 7 (MC, 2013), i østre basseng beregnet til 43.000 m³ faste masser. Størrelsen på volumet vil kunne endres under detaljprosjektering eller ved endrede forutsetninger som kommer fram under prosjekteringen.

Mudreområder i Nyhavna vest er vist i kartvedlegg A-3 og mudreområder i Nyhavna øst er vist i kartvedlegg A-4.

7 Oppsummering og usikkerheter i beregnede mudrevolum

Det totale beregnede mudrevolumet i de tre delområdene er:

Kanalen	13.000 m ³
Brattørbassenget	17.000 m ³
Nyhavna	43.000 m ³

Dette gir samlet et mudrevolum på **ca. 73.000 m³ faste masser**. Det er lagt til en usikkerhet på 10 % i teoretisk beregnet volum, da Trondheim kommune angir dette kravet til usikkerhet i ferdig prosjektert tiltak. Basert på datagrunnlaget som er forelagt vil usikkerheten i beregnede volum være større enn 10 % i denne fasen av prosjektet.

Beregnete masser er oppgitt i faste masser og tar derfor i denne fasen ikke høyde for volumøkning som følge av mudremetode. Valgte mudremetode vil ha stor betydning for vanninnhold i mudremasser. Vanninnhold i mudrede masser vil også ha stor betydning for utførelse av innfylling og innfyllingskapasiteten i deponiet.

Utførelse av mudring og nøyaktighet i forhold til dette kan også ha betydning for mudringsvolumet. I områder med dårlig stabilitet kan krav til endelig seilingsdyp være vanskelig å oppnå. Alternative mudredyp eller reduksjon av seilingsdyp kan her være aktuelt.

Valg av endelig tildekkingsløsning i de tre delområdene vil ha betydning for mudrevolumet. I beregningene er det forutsatt en tildekkingsstykkelse på 0,5 m. Hvis det er aktuelt å redusere tildekkingslaget vil dette også redusere mudredyp og dermed mudringsvolumet.

Volumberegninger baseres på høydeforskjell mellom dagens sjøbunn og ny modellert sjøbunn.

Det er ikke grunnlag for å beregne volum utenfor områder hvor det ikke finnes oppmålingsdata. For kanalen er det gjort et estimat for dette volumet som redegjort for i pkt. 4.3. Estimater/vurderingen er beheftet med stor usikkerhet og det er derfor nødvendig å innhente mer detaljerte data for disse områdene for å redusere usikkerheten i volumberegningene i detaljprosjekteringen.

8 Referanser

MC, 2013

Renere havn Trondheim. Deponi for mudringsmasser i Nyhavn. Skisseprosjekt. Rapport 415566-RIGm-RAP-001_rev01. 22. mars 2013.

TH, 2013

Gjennomgang av fremtidig seilingsdyp som grunnlag for mudring og tildekking i "Renere havn". Notat fra Trondheim havn 29.08.2013.

TK, 2013b

Konkurransesgrunnlag " Renere havn – Prosjektering av tiltak". Trondheim kommune v/Utbyggingsenheten. 20. mars 2013.

NGI, 2013

Grunnlagsdata for prosjektering av mudring og tildekking i Kanalen, Brattørbassenget og Nyhavna. NGI-notat 20130339-01-TN

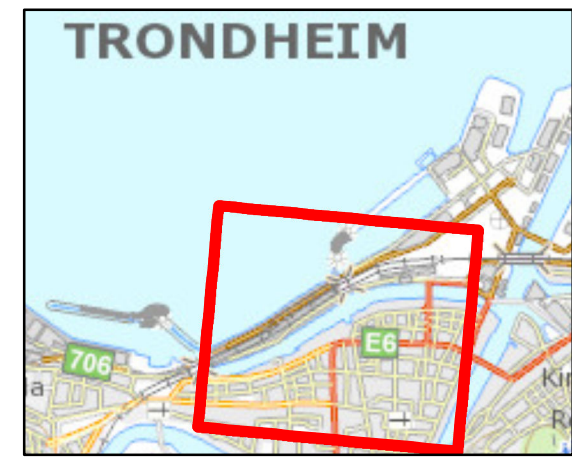
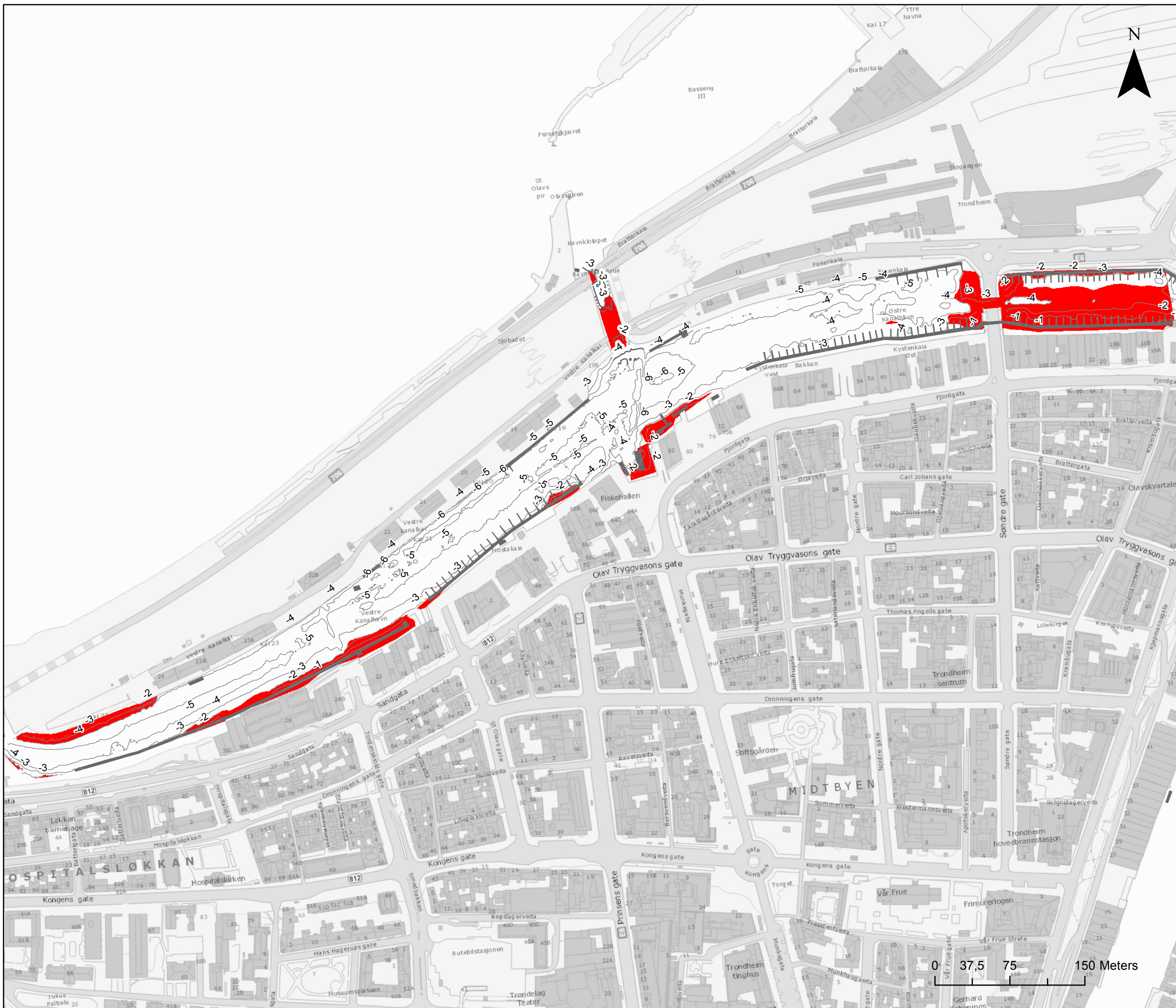
NGI/DNV 2011

Trondheim havn. Helhetlig tiltaksplan for Trondheim havnebasseng. Delrapport 4 – Tiltaksplan. Rapport 20081794-00-62-R. Rev. 1, 21. oktober 2011.



Dokumentnr.: 20130339-02-TN
Dato: 2013-10-07
Rev.nr.: 1
Vedlegg A, Side 1


Vedlegg A - Kartvedlegg

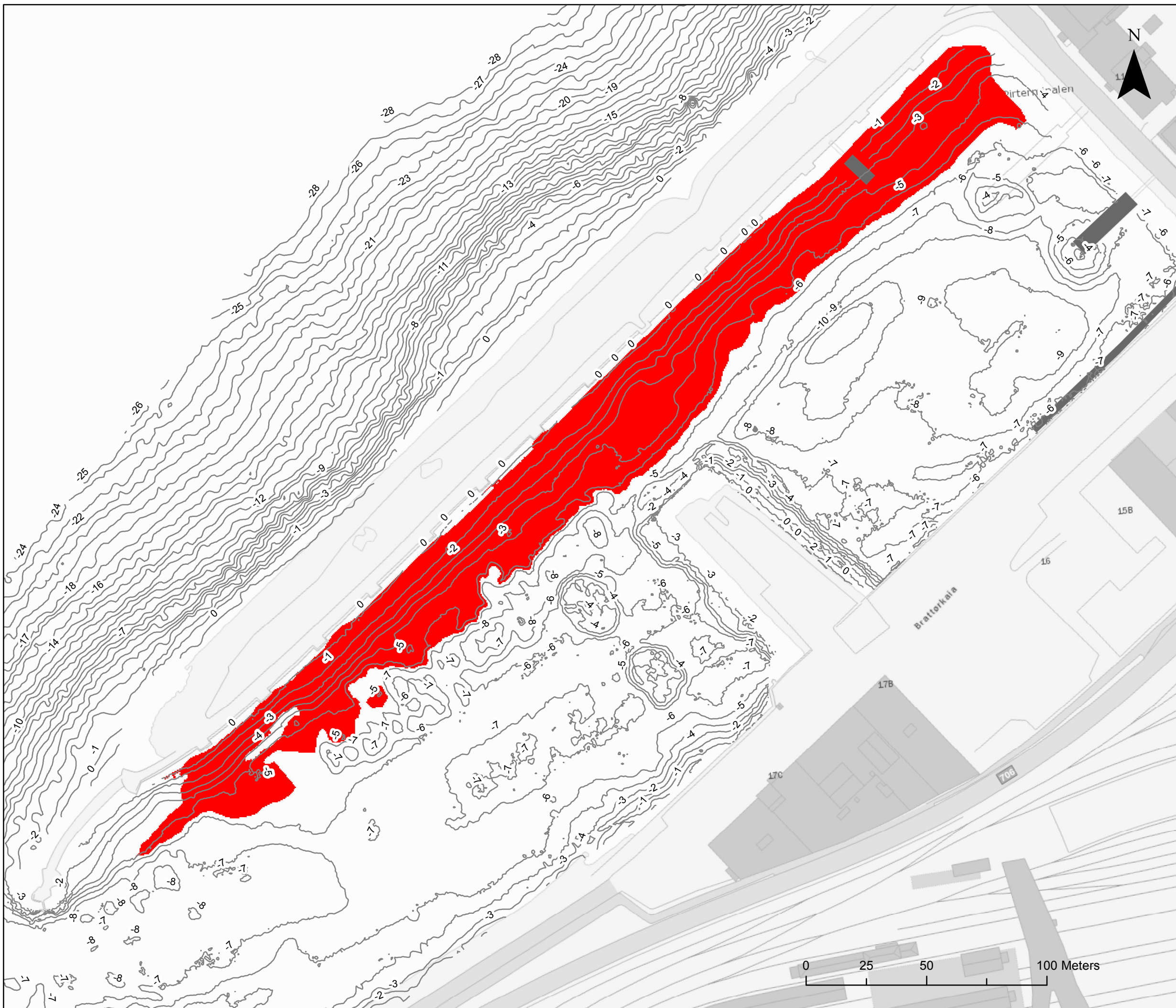


Tegnforklaring

- Mudringsmasser
- Kanalen koter, 1 m
- Flytebrygge

Målestokk (A3): 1:3 611 Datum: ETRS89, Kartprojeksjon: UTM32N


Trondheim havn		
Mudringsmasser, Kanalen	Prosjektnr. 20130339	Kart nr. A-1
Rød farge: originalflaten er grunnere enn konstruert flate.	Utført KEK	Dato 2013-09-30
	Kontrollert MMo	
	Godkjent MMo	



Tegnforklaring

- Mudringsmasser
- Brattøra koter, 1 m
- Flytebrygge

Målestokk (A3): 1:1 500 Datum: ETRS89, Kartprojeksjon: UTM32N


Trondheim havn		
Mudringsmasser, Brattørbassenget	Prosjektnr. 20130339	Kart nr. A-2
Rød farge: originalflaten er grunnere enn konstruert flate.	Utført KEK	Dato 2013-10-04
	Kontrollert MMo	
	Godkjent MMo	



Tegnforklaring

- Mudringsmasser
- Nyhavna koter, 1 m
- Flytebrygge

Målestokk (A3): 1:1 300 Datum: ETRS89, Kartprojeksjon: UTM32N


Trondheim havn		
Mudringsmasser	Prosjektnr. 20130339	Kart nr. A-3
Rød farge: originalflaten er grunnere enn konstruert flate.	Utført KEK	Dato 2013-09-30
	Kontrollert MMo	
	Godkjent MMo	



Tegnforklaring

- Mudringsmasser
- Nyhavna koter, 1 m
- Flytebrygge

Målestokk (A3): 1:1 000 Datum: ETRS89, Kartprojeksjon: UTM32N

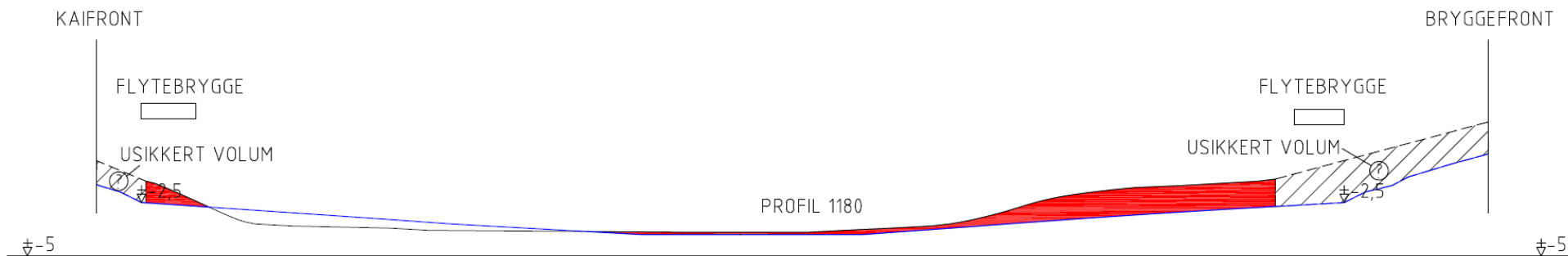
Trondheim havn		
Mudringsmasser	Prosjektnr. 20130339	Kart nr. A-4
Rød farge: originalflaten er grunnere enn konstruert flate.	Utført KEK	Dato 2013-09-30
	Kontrollert MMo	
	Godkjent MMo	



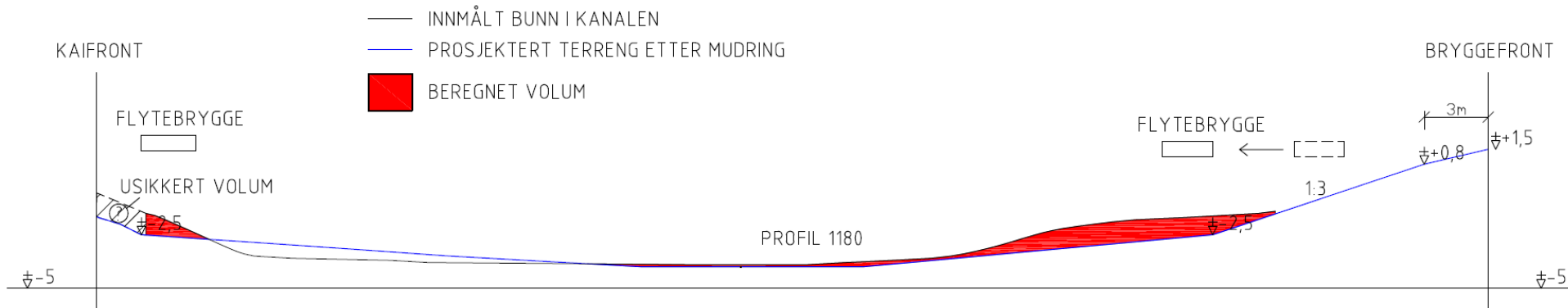
Dokumentnr.: 20130339-02-TN
Dato: 2013-10-07
Rev.nr.: 1
Vedlegg B, Side 1

Vedlegg B - Prinsippskisse for Volumberegning

A)



B)



RENERE HAVN – PROSJEKTERING AV TILTAK

Dokumentnr.
20130339-02-TN

Prinsipp av volumberegning i Kanalen langs bryggerrekke øst for Jernbanebrua

Dato
2013-10-07

Figur nr.
1

Tegnet av
MMe



Kontroll- og referanseside/ Review and reference page



Dokumentinformasjon/Document information									
Dokumenttittel/Document title Renere havn – Prosjektering av tiltak. Beregninger av mudremasser.					Dokumentnr./Document No. 20130339-02-TN				
Dokumenttype/Type of document		Distribusjon/Distribution			Dato/Date				
Teknisk notat / Technical Note		Fri/Unlimited			2013-09-30				
					Rev.nr.&dato/Rev.No.&date				
					1, 2013-10-07				
Oppdragsgiver/Client Trondheim kommune v/Utbyggingsenheten									
Emneord/Keywords Forurenset sediment, mudring									
Stedfesting/Geographical information									
Land, fylke/Country, County Norge, Sør-Trøndelag					Havområde/Offshore area				
Kommune/Municipality Trondheim					Feltnavn/Field name				
Sted/Location Trondheim					Sted/Location				
Kartblad/Map					Felt, blokknr./Field, Block No.				
UTM-koordinater/UTM-coordinates									
Dokumentkontroll/Document control									
Kvalitetssikring i henhold til/Quality assurance according to NS-EN ISO9001									
Rev./Rev.	Revisjonsgrunnlag/Reason for revision	Egenkontroll/ Self review av/by:		Sidemannskontroll/ Colleague review av/by:		Uavhengig kontroll/ Independent review av/by:		Tverrfaglig kontroll/ Inter-disciplinary review av/by:	
0	Originaldokument	MMo/KE		MKv					
1	Volumendring grunnet nytt beregningsgrunnlag	MMo/ MMe	MMe	KE	AKG				
Dokument godkjent for utsendelse/ Document approved for release		Dato/Date		Sign./Prosjektleder/Project Manager					
		7. oktober 2013		 Mari Moseid					

NGI (Norges Geotekniske Institutt) er et internasjonalt ledende senter for forskning og rådgivning innen geofagene. Vi utvikler optimale løsninger for samfunnet, og tilbyr ekspertise om jord, berg og snø og deres påvirkning på miljøet, konstruksjoner og anlegg.

Vi arbeider i følgende markeder: olje, gass og energi, bygg, anlegg og samferdsel, naturskade og miljøteknologi. NGI er en privat stiftelse med kontor og laboratorier i Oslo, avdelingskontor i Trondheim og datterselskap i Houston, Texas, USA.

NGI ble utnevnt til "Senter for fremragende forskning" (SFF) i 2002.

www.ngi.no

NGI (Norwegian Geotechnical Institute) is a leading international centre for research and consulting in the geosciences. NGI develops optimum solutions for society, and offers expertise on the behaviour of soil, rock and snow and their interaction with the natural and built environment.

NGI works within the oil, gas and energy, building and construction, transportation, natural hazards and environment sectors. NGI is a private foundation with office and laboratory in Oslo, branch office in Trondheim and daughter company in Houston, Texas, USA.

NGI was awarded Centre of Excellence status in 2002.

www.ngi.no

Ved elektronisk overføring kan ikke konfidensialiteten eller autentisiteten av dette dokumentet garanteres. Adressaten bør vurdere denne risikoen og ta fullt ansvar for bruk av dette dokumentet.

Dokumentet skal ikke benyttes i utdrag eller til andre formål enn det dokumentet omhandler. Dokumentet må ikke reproduseres eller leveres til tredjemand uten eiers samtykke. Dokumentet må ikke endres uten samtykke fra NGI.

Neither the confidentiality nor the integrity of this document can be guaranteed following electronic transmission. The addressee should consider this risk and take full responsibility for use of this document.

This document shall not be used in parts, or for other purposes than the document was prepared for. The document shall not be copied, in parts or in whole, or be given to a third party without the owner's consent. No changes to the document shall be made without consent from NGI.



Hovedkontor/Main office:
PO Box 3930 Ullevål Stadion
NO-0806 Oslo
Norway

Besøksadresse/Street address:
Sognsveien 72, NO-0855 Oslo

Avd Trondheim/Trondheim office:
PO Box 1230 Sluppen
NO-7462 Trondheim
Norway

Besøksadresse/Street address:
Pirsenteret, Havnegata 9, NO-7010 Trondheim

T: (+47) 22 02 30 00
F: (+47) 22 23 04 48

ngi@ngi.no
www.ngi.no

Kontonr 5096 05 01281/IBAN NO26 5096 0501 281
Org. nr/Company No.: 958 254 318 MVA

BSI EN ISO 9001
Sertifisert av/Certified by BSI, Reg. No. FS 32989

