

Oppdragsgiver

Trondheim kommune

Dokument

Oppdrag 6080822/432, rapport nr 1

Geotekniske vurderinger av utbyggingsforholdene på Nyhavna

Dato

2009-12-10

TRONDHEIM KOMMUNE

Geoteknisk vurdering av utbyggingsforholdene på Nyhavna

TRONDHEIM KOMMUNE

GEOTEKNISK VURDERING AV UTBYGGINGSFORHOLDENE PÅ NYHAVNA

Revisjon **00**
Dato **2009-12-10**
Utført av **Trond Gilde**
Kontrollert av **Rolf H. Røsand**
Godkjent av **Rolf H. Røsand**
Beskrivelse **Beskrivelse av grunnforhold og generelle geotekniske vurderinger av utbyggingsforholdene.**

Vår ref. Oppdragsnr. 6080882 / 432

Sammendrag

Rapporten gir en kort beskrivelse av grunnforholdene ved og omkring Nyhavna ut fra foreliggende grunnundersøkelser. I tillegg gis en generell vurdering av utbyggingsforholdene i området. Risiko for at ras/utglidninger i nærliggende områder skal berøre området er også kommentert. Det forutsettes at det gjennomføres detaljprosjektering med vurdering av stabilitet, setninger og fundamentering av alle aktuelle utbyggingsprosjekter på grunnlag av grunnundersøkelser utført spesielt for det konkrete prosjektet.

Området er oppfylt, antatt ca 3 – 5 m, avtagende til null opp mot Strandveien. Det er delvis innspylte mudringsmasser, men også noe blandete masser utfylt fra land.

Originale løsmasser består for en stor del av middels fast lagret silt og leire. Ved de nordre og vestre deler av Nyhavna er det sand i de øvre lag. Ved Ladehammerkaia er det bløt til middels fast leire over fjell.

Inne på Nyhavna er det kun påvist kvikkleire lokalt under og omkring det sørøstre hjørnet av Dora 1. Det er ellers spredte forekomster av kvikk/sensitiv leire langs Strandveien. Øst for Meråkerbanen opp mot Mellomveien er det mer omfattende kvikkleire. Det samme gjelder i sør opp mot Møllenbergområdet.

I bakkant av Ladehammerkaia er det fjell i dagen. Videre er det lokalt ca 20 m til fjell under det sørøstre hjørnet av Dora 1. Fjelldybden i området ellers generelt stor, ved de nordre og vestre deler av Nyhavna større enn 100 m.

De eneste kjente utglidninger innenfor området skjedde i forbindelse med etablering av Dora 1, og ved etablering av ytre del av Ladehammerkaia i 1961.

I tillegg gikk det et større undersjøisk ras utenfor Ladehammeren i 1990 som så vidt berørte den nordligste del av prosjektområdet nord for Ladehammerkaia. I Lade allé gikk det et kvikkleireras i 1944.

Dorabassenget er omgitt av kaier. Både spuntvegger og kaipilarer/peler er stedvis preget av mye korrosjon og nedbryting.

Det er målt til dels betydelige setninger på en del av byggene i området. Både på Båtsmannsgata 4 og søndre del av Dora 1, samt noen av lagerbyggene langs Nidelva og på Transittkaia er det målt setninger i størrelsesorden 2,5 – 5 mm/år. Dette skyldes hovedsakelig bygningslast, men det antas også at området generelt fortsatt setter seg 0,5 – 1 mm/år på grunn av oppfyllingen av området.

Stabiliteten inn mot Nyhavna i forhold til store flyteskred i ensgradert sand/silt som utløses ute i sjøen, er tidligere (1957) vurdert å være tilfredsstillende. Det er i den senere tid pekt på muligheten for at slike skred også kan forplante seg i løst lagrete leirlag. Det er hittil ikke påvist slike leirlag inne på Nyhavna, og stabiliteten vurderes derfor så langt også som tilfredsstillende også for slike skred. Det bør imidlertid gjøres noen supplerende prøvetakinger til stor dybde for å få bekreftet at slike leirlag ikke er til stede.

Stabiliteten av Dora 1 er vurdert av flere, bl a NGI i 1957, som konkluderte med at stabiliteten var betydelig forbedret siden byggingen, og at den nå var tilfredsstillende. Stabiliteten av Dora 2 er også bedret siden byggingen ved at en del av bunkeren er revet og dokkene delvis gjenfylt.

Området nord for Ladehammerkaia ble så vidt berørt i forbindelse med skredet i 1990. I dette området bør stabiliteten vurderes nærmere dersom det skal foretas utbygging her.

Vi kjenner ikke detaljert til grunnforholdene omkring kvikkleireskredet i Lade allé i 1944. Grunnforhold og stabilitet i dette området må kartlegges nærmere. Det vurderes ellers som svært lite sannsynlig at evt kvikkleireskred i bakenforliggende områder skal berøre området ved Nyhavna.

Med 3 – 5 m fylling på toppen, og hovedsakelig løst til middels fast lagret silt over middels fast leire til stor dybde, er området på Nyhavna lite egnet for spesielt tung eller setningsømfintlig bebyggelse. Det bør likevel være mulig å bygge opp mot 5 – 6 etasjer for lette og ikke spesielt setningsømfintlige bygg med kjeller og fundamentering på friksjonspeler. For lavere/lettere bebyggelse kan direkte fundamentering, fortrinnsvis på hel bunnplate være aktuelt. Det anbefales at vekt av bygg kompenseres med utgraving for kjeller.

Dersom området bygges ut uten at det samtidig fylles opp inne i Dorabassenget, må det regnes med å etablere nye spuntvegger som korrosjonsbeskyttes over det meste av området. En fylling i Dorabassenget bør ikke utnyttes til byggeformål før setningsforholdene er avklart. Oppfylling med forurensede mudringsmasser kan begrense eller utelukke utnyttelse til byggeformål.

Oppfylling i Dorabassenget opp til omkringliggende terrengnivå vil gi setninger av eksisterende og nye konstruksjoner nær bassenget. En delvis oppfylling langs eksisterende kaier vil være setningsmessig gunstigere enn hel oppfylling. En avgrensningsmolo bør ikke gå lenger nord enn ytre del av Transittkaia og

Kullkranpiren. Bløt leire mot Ladehammerkaia kan begrense fyllingshøyden her, og avtrapping av fyllingsfronten kan bli nødvendig. Nøyaktig plassering og utforming av en molo må vurderes ut fra nye grunnundersøkelser.

Stabilitetsforhold og risiko for skjevsetninger ved hel oppfylling i Dorabassenget gjør at bebyggelsen i utgangspunktet bør trekkes ca 30 m bak spuntvegger eller fyllingsfronten mot Nidelva.

De ytre deler av Transittkaia og Kullkranpiren bør foreløpig ikke utnyttes til bebyggelse.

Ved Ladehammerkaia må omfang av evt sensitiv leire kartlegges før området planlegges utnyttet videre. Bebyggelse i dette området må foreløpig trekkes inn mot/på fjell. Oppfylling i Dorabassenget vil bedre forholdene. Før vestre del av kaiområdet og området videre mot vest og nord planlegges utnyttet, må stabilitetsforholdene videre utover mot marbakken og raset i 1990 også vurderes nærmere.

En oppfylling for å ta hensyn til evt framtidig havstigning vil medføre setninger som vil påvirke eksisterende og nye konstruksjoner. Foreløpige overslagsberegninger indikerer setninger i størrelsesorden 10 – 20 cm ved 1 m oppfylling. Stabilitetsforholdene ut mot elva og inn mot Dorabassenget må da gjennomgås. Videre vil en generell oppfylling endre lastforholdene for spuntvegger, disse må derfor kontrolleres. Setninger pga oppfylling vil pågå over lang tid, og en oppfylling bør derfor fortrinnsvis utføres i god tid før området bygges ut.

Setningsmålingene må fortsette for å se på setningsutviklingen i området.

INNHold

1.	INNLEDNING	6
1.1	Formål	6
1.2	Områdebeskrivelse	6
1.3	Vurderinger	6
2.	GRUNNFORHOLD	6
2.1	Terreng	6
2.2	Fyllmasser	6
2.3	Originale løsmasser	6
2.4	Kvikkleire	7
2.5	Fjell	7
2.6	Forurenset grunn	7
3.	RAS	8
3.1	Lade allé 1944	8
3.2	Ladehammerkaia 1961	8
3.3	Ladehammeren 1990	8
3.4	Andre	8
4.	KAIER OG SPUNTVEGGER	8
5.	SETNINGER	8
5.1	Setningsmålinger	8
6.	STABILITET	9
6.1	Områdestabilitet mot sjøen	9
6.2	Områdestabilitet av kvikkleire	9
6.3	Lokalstabilitet mot Dorabassenget og Nidelva	10
6.4	Eksisterende kaier/spuntvegger	10
7.	FUNDAMENTERINGSFORHOLD	11
7.1	Direkte fundamentering	11
7.2	Pelefundamentering	11
7.3	Spuntvegger	11
7.4	Setninger	11
8.	UTBYGGINGSMULIGHETER	11
8.1	Generelt	11
8.2	Langs Nidelva/Transittkaia	12
8.3	Oppfylling i Dorabassenget	12
8.4	Utbygging omkring Dorabassenget	12
8.5	Ladehammerkaia	12
8.6	Oppfylling av området	13
9.	VIDERE ARBEID	13
9.1	Supplerende grunnundersøkelser og vurderinger	13
9.2	Setningsmålinger	13

1. INNLEDNING

1.1 Formål

Trondheim kommune utarbeider planprogram for reguleringsplan for området på Nyhavna. Rapporten gir en kort beskrivelse av grunnforholdene ved og omkring Nyhavna ut fra foreliggende grunnundersøkelser. I tillegg gis en generell vurdering av utbyggingsforholdene i området. Risiko for at ras/utglidninger i nærliggende områder skal berøre området er også kommentert.

1.2 Områdebeskrivelse

Rapporten omhandler området begrenset av Meråkerbanen i sør, Ladehammeren i nord, Strandveien i øst og Nidelva i vest. Området preges i dag først og fremst av u-båtbunke Dora 1 og Dora 2 med omkringliggende industri- og næringsbygg. Mot Nidelva er området avgrenset med steinfylling, mens det inn mot Dorabassenget i all hovedsak er etablert stagforankrete spuntvegger. Ladehammerkaia i nord er delvis pelefundamentert.

1.3 Vurderinger

Vurderinger i rapporten er hovedsakelig gjort på grunnlag av tidligere beregninger og vurderinger. Det er ikke utført nye stabilitetsberegninger for dette prosjektet, men det er gjort grove overslag over setninger.

Det forutsettes at det gjennomføres detaljprosjektering med vurdering av stabilitet, setninger og fundamentering av alle aktuelle utbyggingsprosjekter på grunnlag av grunnundersøkelser utført spesielt for det konkrete prosjektet.

2. GRUNNFORHOLD

2.1 Terreng

Terreng ligger i dag omkring kt +3,5 – +4 ut mot Nidelva og Dorabassenget, og kt +4,5 - +5 i sentrale og søndre del av området. Høydereferanse er Trondheim kommunes nullpunkt. I dette høydesystemet oppgis middelvann å ligge på kt +0,87. I det samme høydesystemet er høyeste registrerte vannstand (1971) oppgitt til kt +3,35.

Strandveien gikk opprinnelig langs strandkanten. Arealene vest for Strandveien er oppfylt. Området vest for Strandveien ble kalt "Lademøren", dvs store deler av området må tidligere antas å ha ligget tørt på lavvann. Gamle kart antyder middelvannlinje sentralt gjennom Dora 1 parallelt med Strandveien. Det antas derfor at fyllingsmektigheten stort sett ligger i området 3 – 5 m, avtagende til null opp mot Strandveien.

2.2 Fyllmasser

Fyllmassene på Nyhavna stammer trolig hovedsakelig fra mudring i nærliggende områder, Dorabassenget og utbyggingen av Dora 1 og Dora 2. Det er påvist fyllmasse av silt og sand, men stedvis også med innslag av grus eller leire. Søndre del av området nærmest Meråkerbanen ble oppfylt først, og fyllmassene kan her stamme fra områder på land. Sør for Dora 1 er det påtruffet fyllmasser som for en stor del antas å være avgangsmasser/avfall fra gassverket på Lade (1853 – 1916) og evt Lade Metall som lå ca 500 m nordøst for Dora 1.

2.3 Originale løsmasser

Løsmassene består hovedsakelig av marine sedimenter, med silt i de øvre lag og leire i dybden. Sentralt i området er det silt de øverste 10 – 20 m, med gradvis overgang til leire i dybden. I nord og vest ved

Transittkaia og Kullkranpiren er de marine sedimentene overlagret av sand, og stedvis også grus. Lengst nordvest kan det være opp mot 20 m sand.

Leira kommer opp mot opprinnelig terreng inn mot Ladehammeren og ved det sørøstre hjørnet av Dora 1. Leire og silt er hovedsakelig middels fast, unntatt ved Ladehammerkaia hvor det også er påvist bløt leire. Sanden er for det meste relativt løst lagret.

I omkringliggende områder sør for Meråkerbanen og østover mot Mellomveien/Jarleveien er leire dominerende jordart.

2.4 Kvikkleire

På selve Nyhavna er det påvist kvikkleire under og omkring det sørøstre hjørnet av Dora 1, mellom ca kt -5 og -25. Omkringliggende boringer viser at dette er en lokal forekomst.

Det er ellers påvist sensitiv leire i to punkt ved E. C. Dahls bryggeri og ett punkt ved Strandveien Auto, men med begrenset tykkelse mellom ca kt +1 og -1. Det samme gjelder for to punkt langs Fjæregata. Det er imidlertid ingen indikasjoner på sammenhengende kvikk eller sensitiv leire over større områder i denne dybden.

Også ved ytre del av Ladehammerkaia er det påvist leire med omrørt skjærstyrke i samme størrelse som sensitiv leire.

Boringer langs Meråkerbanen mellom Biskop Sigurds gate og Nidarholms gate indikerer sensitiv leire i dybden (ca kt -20 - -30). Bakenforliggende boringer opp mot Ulstadløkkveien og Mellomveien viser kvikkleire allerede fra ca kt +6, sannsynligvis ned mot kt -15 eller dypere.

Langs Ladebekken mellom Jarleveien og Strandveien gir enkelte sonderinger også indikasjoner på sensitiv leire.

2.5 Fjell

Det er fjell i dagen ved Ladehammeren.

NGU har gjennomført geofysiske målinger som viser at fjellet faller av fra ca kt -30 - -60 ved Strandveien til dypere enn kt -100 ved Dora 2 og ytre del av Transittkaia.

Boringer indikerer fjell opp mot kt -20 lokalt nær det sørøstre hjørnet av Dora 1. Videre indikerer enkelte boringer langs Meråkerbanen ved Biskop Sigurds gate fjell omkring kt -30. For øvrig er fjell ikke påvist ved boringer.

2.6 Forurenset grunn

Det er ikke gjort spesielle vurderinger mht forurenset grunn i området. Det må imidlertid generelt regnes med risiko for forurenset grunn i et område hvor det har vært industriaktivitet over lang tid. Blant annet kan det nevnes at det ble påvist betydelige mengder forurensete fyllmasser i forbindelse med utbygging sør for Dora 1. De forurensete fyllmassene var ikke begrenset bare til selve utbyggingsområdet, så det kan forventes å finne forurensete masser også omkring dette området.

I havnebassenget utenfor Dora er det også påvist betydelige mengder forurensete sedimenter.

Forurenset grunn forutsettes nærmere vurdert i planprogrammet i forbindelse med prosjektet "Renere havn".

3. RAS

3.1 Lade allé 1944

Det største skredet på land er kvikkleireskredet i Lade allé i 1944. Skredet gikk ut mot Ladebekken, og ble sannsynligvis forårsaket av oppfylling i forbindelse med brakkebygging i området.

3.2 Ladehammerkaia 1961

I forbindelse med bygging av Ladehammerkaia vest for Strandveien i 1961, gikk det en utglidning som medførte deformasjoner av vestre del av kaia. Det er bløt til middels fast leire i området, men det er ikke påvist kvikkleire. Raset antas å ha sammenheng med anleggsarbeidet.

3.3 Ladehammeren 1990

Raset gikk i april 1990, og hadde et meget stort omfang. På land raste deler av Ormen Langes veg ut, mens i sjøen har trolig over 3 mill m³ masse vært i bevegelse. Raset gikk trolig i relativt ferske sedimenter av sand og silt, avsatt av Nidelva etter at denne ble lagt om i 1952. Foreløpig antas raset å ha vært et flyteskred i løst lagret silt og sand. Den direkte årsaken til raset er ikke fastslått, men det pekes på naturgitte forhold som høyt poretrykk i sedimentene eller overbelastning av marbakken pga sedimenter. Menneskelig aktivitet som utfylling langs Ormen Langes veg eller sprengning for Ladehammeren renseanlegg kan også ha bidratt.

3.4 Andre

I forbindelse med bygging av Dora 1 skal det ha vært flere mindre utglidninger lokalt. Det er vanskelig å si om disse kan ha sammenheng med kvikkleire, men med påvist kvikkleire i områder som ikke ble gravet ut under og bak bunkeren, kan dette neppe utelukkes.

Sør for Meråkerbanen ble deler av Innherredsvegen berørt i forbindelse med innpressing av en spuntvegg ved utgraving av ei byggegrop i 2005. Også her var det kvikkleire i grunnen.

4. KAIER OG SPUNTVEGGER

Opplysninger om kaier og spuntvegger er gitt av Trondheim Havn.

Avgrensningen mellom landområder og Dorabassenget består hovedsakelig av stagforankrede spuntvegger. Spuntveggskaiene er forankret med løsmassestag i fyllinga, unntatt ytre del av Kullkranpiren, som har gjennomgående stag.

En del av spuntveggene har omfattende korrosjonsskader. Søndre del av kaia langs Strandveien har korrosjonsbeskyttelse.

Østre del av Ladehammerkaia og nordre del av kaia mot Strandveien er fundamentert på betongpeler/pilarer. Vestre del av Ladehammerkaia er fundamentert på trepeler. På vestsida av Kullkranpiren er det delvis trebolverk og steinfylling. Det foregår også nedbryting av peler/pilarer.

5. SETNINGER

5.1 Setningsmålinger

Det gjennomføres satellittmåling av setninger på en rekke punkter på bygg på Nyhavna i regi av NGU. Målingene viser at det foregår setninger over hele området. Setningshastigheten ligger for en stor del i området 0,5 – 2,5 mm/år, men flere målepunkter på Transittkaia og sentralt på Nyhavna viser

setningshastighet 2,5 – 5 mm/år. Spesielt skal nevnes Båtsmannsgata 4, og søndre del av Dora 1 som setter seg ca 3 mm/år. Setningene av Dora 1 er bekreftet også ved nivellement.

De største setningene skyldes vekt av konstruksjoner, men det må antas at en del av setningene også skyldes en generell setning av området som følge av last fra oppfylling. Fyllingen nærmest Nidelva og nord for Transittkaia har ligget noen få tiår, men det aller meste av fyllinger har ligget mer enn 50 år. En del av de setningene som nå foregår vurderes derfor å skyldes kryptformasjoner som vil pågå over svært lang tid. Ut fra måleresultatene antas disse å ligge omkring 0,5 - 1 mm/år, muligens noe mer nærmest Nidelva.

6. STABILITET

Vurdering av stabilitet er basert på tidligere vurderinger og beregninger. Det er ikke gjort nye beregninger i forbindelse med denne rapporten. Det forutsettes at all framtidig aktivitet i eller nær områder med kvikkleire håndteres i henhold til NVEs kvikkleireveileder eller tilsvarende regelverk. Videre forutsettes at det ikke foretas ytterligere utdyping i Dorabassenget, og at spuntveggene her holdes ved like.

6.1 Områdestabilitet mot sjøen

Det har gått flere store skred i fjorden utenfor Trondheim de siste 120 årene, bl a utenfor Ila (1950), ved Skansen (1888) og det største ved Ladehammeren (1990). Rasene omtales som flyteskred i ensgradert og løst lagret silt/sand, men det kan neppe utelukkes at kvikkleire var involvert ved raset i Ila.

Risiko for flyteskred utenfor havneområdet som kan berøre havneanlegg er tidligere vurdert av "Komitéen 1953/1957 for grunnundersøkelser i Trondheim havneområde". Innstillingen fra komitéen konkluderer med at risiko for flyteskred er til stede, men at disse neppe vil berøre havneanleggene. Komitéen tar forbehold når det gjelder Lade molo.

I en doktoravhandling ved NTNU (L'Heureux 2009) pekes på bløte leirlag i fjordsedimentene som en vesentlig faktor når det gjelder skredenes omfang.

En gjennomgang av prøvetakinger i området ved Nyhavna viser svært beskjedent omfang av leirlag i silt- og sandavsetningene. Ute ved Transittkaia er det noen få lag av 10 – 50 cm tykkelse mellom kote -10 og -18, men alle disse ser ut til å være normalkonsoliderte, dvs for det meste middels fast leire. Det samme gjelder ved nordre del av Strandveien, hvor det er tynne, normalkonsoliderte leirlag men på et noe høyere nivå. Inne ved Dora 1 er leirlagene noe tykkere, enkelte opp mot 2 m, men også her er leira normalkonsolidert og middels fast.

På dette grunnlag mener vi det er liten sannsynlighet for at flyteskred ute sjøen skal kunne forplante seg inn mot Nyhavna som følge av glidninger i bløte leirlag i sand/silt.

En del av området nord for Ladehammerkaia ble berørt av raset i 1990, og stabiliteten her må vurderes nærmere på grunnlag av supplerende grunnundersøkelser.

6.2 Områdestabilitet av kvikkleire

Vest for Fjæregata er det sensitiv eller kvikk leire i ulike dybder i en god del borer. Kvikkleira ligger dypere enn terrenget på Nyhavna og er ikke påvist nord for Meråkerbanen. Videre er høydeforskjellene mellom Nyhavna og området sør for Meråkerbanen små (ca 5 m over en avstand på 200 m), så det vurderes ikke som sannsynlig at evt ras sør for Meråkerbanen i dette området skal berøre Nyhavna.

Vider østover mot Mellomveien nord for Innherredsvegen er det sannsynligvis ikke kvikkleire over kt -15, så her vurderes risikoen for ras som svært liten, og evt ras forventes ikke å berøre Nyhavna.

I området fra Mellomveien mot østre del av Ulstadløkkveien er det omfattende kvikkleireforekomster dypere enn ca kt +6, men kvikkleira ser ut til å forsvinne, evt kile ut mot stor dybde (kt -20 eller dypere) ned mot Meråkerbanen. Videre er høydeforskjellene beskjedne (ca 7 m mellom Mellomveien og Nyhavna over en strekning på 200 m). Det vurderes derfor som svært lite sannsynlig at et ras skal utløses i dette området uten videre, eller at et evt ras her kan få et så stort omfang at det vil berøre Nyhavna.

Videre nordover fra Meråkerbanen mot Ladebekken er det etter det vi kan se ikke påvist kvikkleire over kt -15 - -20, i hvert fall ikke med stor mektighet eller sammenhengende over større områder. Det vurderes derfor ikke som sannsynlig at det skal utløses kvikkleireras i dette området.

Vi kjenner ikke til om det fortsatt ligger kvikkleire igjen i skrånningen opp mot Ladehammeren under eller til side for raset i 1944. Omkring Ladebekken og videre oppover mot Lade allé kan det imidlertid ikke helt utelukkes kvikkleire ved enkelte sonderinger. Med liten høydeforskjell på terrenget nedenfor Lade allé og Strandveien (ca 10 m over 300 m avstand), vurderes det som lite sannsynlig at evt ras øst for rasgropa skal berøre området på Nyhavna/Dorabassenget. Området nedenfor og vest for rasgropa bør imidlertid undersøkes og vurderes nærmere.

6.3 Lokalstabilitet mot Dorabassenget og Nidelva

Stabiliteten av områdene ved ubåtbunkerene Dora 1 og 2 er utredet i flere sammenhenger, bl a av Forsvarets Forskningsinstitutt i 1947 og Norges Geotekniske Institutt i 1957. FFIs utredning konkluderte med at sikkerheten var lav, spesielt i forbindelse med mulig sprengning eller "geologisk bombing", dvs bombing med hensikt å utløse ras. Forsvarets aktiviteter ble derfor trappet ned. NGIs vurdering av Dora 1 konkluderte med at sikkerheten var betydelig forbedret siden byggingen. Den ble nå vurdert som tilfredsstillende, og bunkeren kunne utnyttas for store laster. De midtre dokkene (B og C) i Dora 2 er i dag helt eller delvis gjenfylt, og dette har bedret stabiliteten her. Dokk A lengst vest og dokk D lengst øst er intakte. Deler av Dora 2 er revet, og dette har redusert belastningen på en del av området og derved også bedret stabiliteten her.

Foran Dora 1 er det mudret til større dybde (kt -10 - -12) enn ved NGIs vurderinger. Det er mudret i ca 30 m bredde fra ca 30 m foran bunkeren og videre ut langs kaia på Kullkranpiren i forbindelse med plassering av TMVs tørrdokk i området. Mudringen kan ha svekket stabiliteten mot Dora 1 litt, men bæreevne og stabilitet av Dora 1 er vurdert til fortsatt å være tilfredsstillende med god margin. Stabiliteten kan også enkelt bedres ytterligere ved gjenfylling av de dypeste partier nærmest ubåtbunkeren.

Stabiliteten ut mot Nidelva er vurdert i forbindelse med planlagt kai langs elva i 1974. Vurderingene konkluderte med at stabiliteten var tilfredsstillende ved planlagt bunnkote -10. Bunnkotekart viser at elvebunnen i dag for det meste ligger vesentlig høyere enn dette, og bare går ned mot kt -10 over en kort strekning langs ytre del av området og ved områdets nordvestre hjørne. På den korte strekningen kan elvebunnen enkelt heves ved gjenfylling. Vurderingene gjelder for en stabil langtidssituasjon. I en anleggssituasjon med f eks ramming av peler kan imidlertid stabiliteten svekkes noe, og stabiliteten må derfor vurderes nærmere dersom dette skulle bli aktuelt.

6.4 Eksisterende kaier/spuntvegger

Vi kjenner ikke til dimensjonerende levetid for spuntveggene i området. Korrosjon av ubeskyttede spuntvegger vil imidlertid over tid svekke spuntveggene og medføre risiko for store deformasjoner/utglidninger i områdene innenfor. Uansett om områdene skal bygges ut eller ikke, må det foretas jevnlig vedlikehold eller utskifting av spunt og stag, evt i kombinasjon med korrosjonsbeskyttelse, med mindre det foretas gjenfylling av Dorabassenget eller i det minste en stabil oppfylling langs spuntveggene.

7. FUNDAMENTERINGSFORHOLD

7.1 Direkte fundamentering

All direkte fundamentering bør i utgangspunktet skje i original grunn eller på masseutskiftet fylling på original grunn. Lette og lite setningsømfintlige bygg kan fundamenteres på banketter/søylefundamenter. Tyngre bygg bør fundamenteres kompensert på hel plate. For konstruksjoner under bakken må det påregnes vanntett støp.

7.2 Pelefundamentering

For tyngre bygg vil også pelefundamentering være aktuelt. På områdetets sørøstre del samt østre del av området nærmest Ladehammeren kan peling til fjell være en mulighet, men på de øvrige deler av området må det regnes med friksjonspeler. Peletype vil være bestemt av bl a laster/lastfordeling og risiko for poretrykksoppbygging som kan påvirke stabiliteten.

7.3 Spuntvegger

Spuntvegger og tilhørende stagforankring vil påvirke utnyttelse og fundamenteringsforhold langs kaiene. Det anbefales i utgangspunktet å trekke bebyggelsen godt bak spuntveggene. Videre anbefales det ikke å plassere bygg over eksisterende eller nye forankringsstag, da dette kan påvirke stagene og begrense muligheter for vedlikehold. Forankring av spuntvegger i framtidig bebyggelse kan være en mulighet.

7.4 Setninger

Uansett fundamenteringsmetode må det påregnes setninger over lang tid på grunn av at området er oppfylt. Med anslått 0,5 - 1 mm/år i dag, og antatt relativt jevne setninger over området, utgjør dette neppe noe stort problem for en framtidig utbygging. Ytterligere oppfylling, f eks for å kompensere for en framtidig havstigning, vil medføre større setninger av hele området. Et grovt overslag indikerer at 1 m oppfylling på dagens terreng kan gi primærsetninger i original grunn av størrelsesorden 10 – 20 cm. I tillegg kommer setninger i fyllmassen, som vil variere med type og mektighet av denne.

Det har vært foreslått å fylle igjen hele eller deler av Dorabassenget. En fylling over opprinnelig sjøbunnsnivå vil medføre setninger som vil forplante seg ut til sidene og inn under eksisterende fyllinger på grunn av stor dybde til fjell.

Original grunn er normalkonsolidert. Det må derfor regnes med at alle tilleggslaster fra konstruksjoner vil gi setninger. Søndre og østre del av området vil være mest utsatt, da det her er overveiende leire og silt, mens det lenger nord og vest er sand i de øvre lag.

8. UTBYGGINGSMULIGHETER

8.1 Generelt

Med 3 – 5 m fylling på toppen, og hovedsakelig løst til middels fast lagret silt over middels fast leire til stor dybde, er området på Nyhavna lite egnet for spesielt tung eller setningsømfintlig bebyggelse. Det bør likevel etter vår vurdering være mulig å bygge opp mot 5 – 6 etasjer for lette og ikke spesielt setningsømfintlige bygg med kjeller under terreng (som evt strekker seg noe utenfor selve bygget), og fundamentering på friksjonspeler.

Ved pelefundamentering vil det være en viss risiko for at peling for et bygg kan påvirke fundamenteringen for bestående bygg, spesielt dersom disse er direkte fundamentert. Det bør derfor ikke legges opp til en for tett utbygging, og det bør tilstrebes å samle bygg med tilnærmet samme

høyder/laster og type fundamentering. En samlet utbygging av et større område, bl a med peling for flere bygg samtidig, kan evt muligjøre en noe tettere utnyttelse.

For lavere/lettere bebyggelse kan direkte fundamentering, fortrinnsvis på hel bunnplate være aktuelt, spesielt dersom vekt av bygg kompenseres med utgraving for kjeller.

Dersom området bygges ut uten at det samtidig fylles opp innen i Dorabassenget, må det regnes med å etablere nye spuntvegger som korrosjonsbeskyttes over det meste av området.

8.2 Langs Nidelva/Transittkaia

Av hensyn til stabilitet ut mot Nidelva og fordi fyllinga er ferskest nærmest elva, bør det ikke bygges helt ut mot kanten av fyllingen. På det foreliggende grunnlag mener vi bebyggelsen bør trekkes minimum 30 m bak toppen av fyllingsskråningen mot elva. En samlet utbygging i kombinasjon med avlastning, tiltak mot poretrykksoppbygging i silt/leire og evt noe fylling i elva, kan muligjøre en utnyttelse noe nærmere elva.

Ytre del av Transittkaia og fyllingen utenfor er også relativt fersk. Vi foreslår derfor at dette området inntil videre ikke reguleres til bebyggelse før stabilitets- og setningsforholdene i området er nærmere vurdert.

8.3 Oppfylling i Dorabassenget

Oppfylling inne i Dorabassenget til omkringliggende terrengnivå vil medføre setninger i original grunn, sannsynligvis av størrelsesorden flere 10-cm, og dette kan i seg selv begrense utnyttelsen av oppfyllingsområdet i flere tiår etter fylling. Utnyttelsesmulighetene av området vil også i stor grad avhenge av fyllmassene. Bruk av kvalitetsmasser som legges ut lagvis og komprimeres kan gi brukbar byggegrunn forutsatt at ferske og forurensede sedimenter fjernes før fylling. Innfylling av forurensede havnesedimenter kan begrense eller utelukke en framtidig bebyggelse av fyllinga.

En oppfylling i Dorabassenget må avsluttes mot utenforliggende områder med en molofylling (evt en spuntvegg). Fyllinga bør neppe gå lenger ut enn ytre del av Transittkaia og Kullkranpiren og derfra over mot Ladehammerkaia eller Strandveikaia. For å sikre stabiliteten av en molofylling kan det bli nødvendig med motfylling/utslaket fylling foran denne, spesielt nærmest Ladehammerkaia hvor det er påvist bløt og muligens sensitiv leire. Dette kan gjøre det nødvendig å trekke selve molofyllinga noe lenger tilbake mot sør og øst, eller å senke nivået på den ytre delen av fyllinga. Nøyaktig plassering og utforming av en molo må vurderes ut fra nye grunnundersøkelser.

8.4 Utbygging omkring Dorabassenget

En framtidig oppfylling i Dorabassenget over opprinnelig sjøbunnsnivå vil medføre setninger som vil forplante seg inn under eksisterende fyllinger. Med anslått 100 m til fjell vest for Dora 1, bør bebyggelsen som etableres før en utfylling i bassenget derfor trekkes anslagsvis 30 – 40 m bort fra dagens kaikant. Langs Strandveien er fjelldybden noe mindre, men også her kan bebyggelsen med fordel trekkes 30 m bak kaifront/spuntvegg. Dette vil samtidig redusere risikoen for at nybyggene vil påvirke eksisterende eller framtidige spuntvegger og stag. Dette innebærer bl a at den smale ytre del av Kullkranpiren som har gjennomgående stag, inntil videre heller ikke bør planlegges utnyttet til byggeformål.

En mer begrenset oppfylling i sjøen langs spuntveggene i Dorabassenget vil gi betydelig mindre setninger, og kan muligjøre en utbygging noe nærmere dagens kailinjer.

8.5 Ladehammerkaia

Langs Ladehammerkaia er det fjell i dagen i bakkant av Ormen Langes veg. Fjellet faller bratt inne på land, og tilsvarende helning utover i sjøen kan ikke utelukkes. Det har som nevnt gått et ras i dette området tidligere, muligens som følge av poretrykksoppbygging i leire pga peleramming i området. Videre er det påvist partier med bløt og mulig sensitiv leire her.

Før dette området utnyttes nærmere, bør det gjøres supplerende grunnundersøkelser for å kontrollere evt sensitiv leire i området. Dersom det ikke påvises sensitiv leire, bør østre del av området kunne bebygges med lett bebyggelse som trekkes 40 – 50 m inn bak kaifronten. Kompensert fundamentering vil være aktuelt. Dersom fjellet har et gunstig forløp kan det være mulig å fundamenterer tyngre bebyggelse på peler til fjell i dette området.

Evt utbygging i vestre del av kaiområdet betinger i utgangspunktet fundamentering direkte på fjell.

Dersom det fylles opp i Dorabassenget blir stabilitetsforholdene bedre, men fortsatt kan setninger og skrått fjell bli en fundamenteringsteknisk utfordring.

Området nord/vest for Ladehammerkaia bør ikke utnyttes før stabilitetsforholdene videre utover mot marbakken og raset i 1990 er nærmere vurdert.

8.6 Oppfylling av området

En oppfylling for å ta hensyn til evt framtidig havstigning vil medføre setninger som vil påvirke eksisterende og nye konstruksjoner. Foreløpige overslagsberegninger indikerer setninger i størrelsesorden 10 – 20 cm ved 1 m oppfylling. Det må forventes at terrenget kan sette seg mer enn bygg som fundamenteres på peler, og dette kan kreve spesielle løsninger for ledninger, tilkomst etc. Stabilitetsforholdene ut mot elva må også gjennomgås. Videre vil en generell oppfylling endre lastforholdene for spuntvegger, disse må derfor kontrolleres. Dette unngås dersom Dorabassenget i tillegg fylles opp.

Setninger pga oppfylling vil pågå over lang tid, og en oppfylling bør derfor fortrinnsvis utføres i god tid før området bygges ut.

9. VIDERE ARBEID

9.1 Supplerende grunnundersøkelser og vurderinger

Det må gjøres supplerende grunnundersøkelser i flere områder, spesielt mot nord og vest for å kartlegge om det evt finnes bløte leirlag i dybden som kan muliggjøre at ras ute i sjøen kan forplante seg helt inn mot utbyggingsområdet. Stabiliteten av en fyllingsfront ved oppfylling i Dorabassenget må også avklares ved nærmere grunnundersøkelser.

Som nevnt må utbredelsen av evt kvikkleire omkring, og særlig vest for rasområdet fra 1944 i Lade allé undersøkes nærmere.

9.2 Setningsmålinger

Setningsmålingene må fortsette for å se på den generelle setningsutviklingen i området. I tillegg anbefales det å måle mer detaljert på bygg hvor satelittmålingene indikerer store setninger på deler av bygget.