

Berlevåg kommune



Tilstandsvurdering av Dampskipskaia

RAPPORT

Dampskipskaia, Berlevåg

Rapport nr.: 02	Oppdrag nr.: 477141	Dato: 29.10.2012
Kunde: Fagleder Robert Moan, Berlevåg kommune, Torget 4, 9980 Berlevåg		
Tilstandsvurdering av Dampskipskaia		
Sammendrag: Rapporten beskriver resultater fra en visuell kontroll av dampskipskaia i Berlevåg. Befaringen ble foretatt i september 2012. Hensikten har vært å kartlegge tilstanden i forbindelse med planer for lossing av vindmølleseksjoner på kaia i 2013. De mest omfattende skader ble funnet på skjørtkonstruksjonen, som både har skader på grunn av kollisjonslaster fra skip og skader som skyldes armeringskorrosjon. Konstruksjonselementer på undersiden av kaidekket (plate, kapiteler på pilarer og kantbjelker) oppviser synlige tegn på at innstøpt armering korroderer. Årsaken er høyt kloridnivå i betongen. De rapporterte skader er i god overensstemmelse med de som er registrert ved tidligere tilstandsundersøkelser. I rapporten gis det konkrete anbefalinger mht det videre arbeid med planer for lossing av vindmølleseksjoner på kaia. Detaljerte beregninger er nødvendig for å dokumentere konstruksjonens evne til å motstå laster som vil oppstå ved lossing av vindmølleseksjoner. Rapporten beskriver også reparasjonstiltak som bør utføres innenfor en tidshorisont på ca. 5 år for å hindre at skadenivået utvikler seg så meget at det kan få innvirkning på sikkerheten eller at reparasjonskostnadene øker i vesentlig grad.		
Rev.	Dato	Revisjonen gjelder
Utarbeidet av: Geir Horrigmoe		Sign.:
Kontrollert av: [Navn]		Sign.:
Oppdragsansvarlig / avd.:		Oppdragsleder / avd.:
Kurt Nystad/ Bygg og konstruksjoner		Geir Horrigmoe/ Bygg og konstruksjoner

Innhold

1	Innledning.....	1
1.1	Bakgrunn	1
1.2	Kaias konstruksjonsmessige oppbygning	1
1.3	Tidligere notater og rapporter utarbeidet av Sweco	5
1.4	Tilstandsvurdering	6
2	Tidligere utførte tilstandsundersøkelser	6
2.1	Tilstandskontroll utført av Noteby i 1997	6
2.2	Tilstandskontroll utført av Rambøll Norge i 2011	9
3	Armeringskorrosjon	10
3.1	Kloridinitert armeringskorrosjon	10
3.2	Lokale virkninger av korrosjon.....	15
3.3	Konstruksjonsmekaniske konsekvenser	17
4	Tilstandsbeskrivelse	18
4.1	Generelt	18
4.2	Oversiden av kaidekket.....	18
4.3	Undersiden av kaidekket	20
4.4	Plate og pilarer inklusive kapitél	20
4.5	Kantbjelker ved fuger	23
4.6	Kantbjelker ved bakvegg	25
4.7	Kantbjelker ved søndre ende	25
4.8	Skjørtkonstruksjon.....	26
5	Konklusjoner.....	28
5.1	Kaias generelle tilstand	28
5.2	Anbefalinger i forbindelse med planlegging av lossing av vindmølleseksjoner.....	29
5.3	Reparasjonsbehov	31
6	Referanser	32

Vedleggsliste

- Vedlegg A** Skaderegistreinger i 1997 og 2011
- Vedlegg B** Oversiden av kaidekket
- Vedlegg C** Undersiden av kaidekket Seksjon C (innerst)
- Vedlegg D** Undersiden av kaidekket Seksjon B (midtre)
- Vedlegg E** Undersiden av kaidekket Seksjon A (ytterst)
- Vedlegg F** Fuge mellom Seksjon B og Seksjon C (indre fuge)
- Vedlegg G** Fuge mellom Seksjon A og Seksjon B (yre fuge)
- Vedlegg H** Kantbjelker ved kaia's avslutning mot sør
- Vedlegg I** Kantbjelke og betongskjørt Vestre side
- Vedlegg J** Kaifront
- Vedlegg K** Kantbjelke og betongskjørt Vestre side

1 Innledning

1.1 Bakgrunn

Varanger Kraft har fått konsesjon for bygging av en 200 MW vindpark på Rákkočearro i Berlevåg kommune. Området Rákkočearro ligger mellom Tanafjorden og Kongsfjord. Vindparken er planlagt bygget ut i to trinn. Første trinn vil bestå av ca. 10 vindturbiner med en samlet effekt på 30 MW. Fullføring av trinn to vil gi en total effekt på 200 MW, og bestå av mellom 60 og 70 vindturbiner. Byggestart vil sannsynligvis finne sted i 2013.

Vindmøllene vil bli bestilt fra leverandør med spesiell kompetanse for produksjon av slike installasjoner. En enkelt vindmølle består av flere komponenter. Selve tårnet inndeles i fem seksjoner. I tillegg kommer fundament, vindkraftturbin og rotorblader. Vindmøllene planlegges transportert til Berlevåg med båt, hvor det er ønskelig å losse komponentene på dampskipskaia. De enkelte komponentene er relativt store og har betydelig vekt. Selve lossingen betinger bruk av kraner og spesielle kjøretøyer. De opptredende lastene og deres virkninger bestemmes blant annet av valg av kraner og kjøretøyer og plasseringen av disse på kaidekket. Dampskipskaia ble bygget i 1973, og ved dimensjoneringen ble det naturlig nok ikke tatt hensyn til slike laster.

Dette er bakgrunnen for at Berlevåg kommune i januar 2012 engasjerte Sweco, Narvik til å foreta en vurdering av dampskipskaia i Berlevåg for å undersøke om bæreevnen ville være tilstrekkelig til å motstå laster som kan oppstå i forbindelse med lossing av vindmølleseksjoner på kaia. Problemstillingen aksentueres ytterligere av at kaikonstruksjonene har en alder på ca. 40 år og at det er registrert skader som skyldes nedbrytning av konstruksjonene.

Den foreliggende rapporten omhandler resultater fra en tilstandsbefaring som ble foretatt i september 2012. Hensikten med inspeksjonen var å skaffe en oversikt over skadeomfanget generelt og spesielt etablere et grunnlag for senere beregninger av kaia reststyrke med hensyn på konkrete påkjenninger som vil oppstå ved lossing av vindmølleseksjoner.

1.2 Kaias konstruksjonsmessige oppbygning

Dampskipskaia i Berlevåg er bygget i armert betong, og den ble ferdigstilt i 1973. Oversiktsbilder av kaia er vist på Figur 1 og Figur 2. Kaia er delt i tre seksjoner, betegnet henholdsvis A, B og C, se Figur 3. De enkelte seksjonene er skilt fra

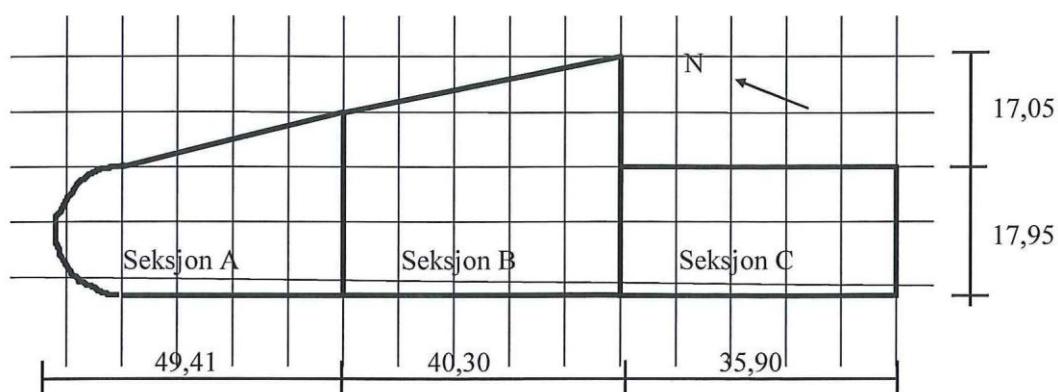


Figur 1 Dampskipskaia i Berlevåg.



Figur 2 Dampskipskaia i Berlevåg, østre kaiside.

hverandre med fuger. Den totale lengden av kaia er 126,61 m. Bredden varierer fra 17,95 m på det smaleste til 35,00 m på det bredeste (Seksjon B). Kaias lengdeakse er tilnærmet parallell med retningen nord-sør, se angitt nordretning på Figur 3. I samsvar med dette vil den indre kaisiden (nederst på Figur 1) i denne rapporten bli betegnet som vestre side og den ytre kaisiden som østre side. Det er opplyst at de fleste større skip legger til langs vestre kaiside og at den østre siden benyttes mer sporadisk og hovedsakelig av mindre fartøyer.



Figur 3 Seksjonsvis inndeling av dampskipskaia i Berlevåg, ref. 4.

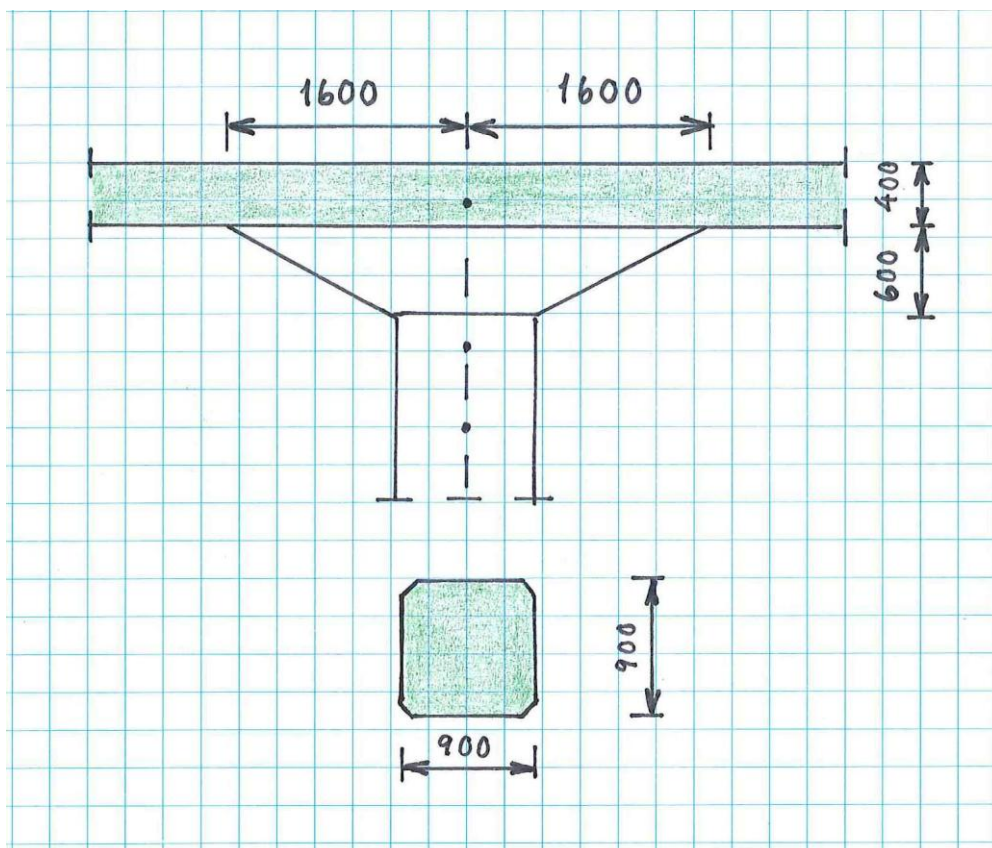
Kaidekket er utformet som et flatdekke opplagt på pilarer (søyler). Pilarenes senteravstand er konstant og lik 7,75 m i tverretningen for samtlige tre seksjoner. I kaias lengderetning er senteravstanden 7,88 m for seksjonene A og B, mens pilarene i seksjon C står noe tettere med senteravstand lik 7,00 m.

Pilarene har kvadratisk tverrsnitt med sidekant 900 mm. Hjørnene er avfaset med trekantlist. Øverst er pilarene ved overgangen til dekket utvidet med et såkalt kapitél, som i horisontalplanet har kvadratisk tverrsnitt. Kapitelets maksimale utstrekning er 3,20 m x 3,20 m (inklusive pilaren), og dets tykkelse er 0,60 m. Detaljert utforming av pilarer og kapitél er vist på Figur 4. Dekketykkelsen er konstant og lik 400 mm for samtlige tre seksjoner.

I følge Ref. 4 er kaia fundamentert direkte på fjell ved at søylene er støpt i utsprengte groper med dybde på minimum 800 mm. Fjellgrunnen består av steiltstående, skifrige lag. Det er ingen spesiell forankring av søylene i fjellet.

I overgangen (fugen) mellom seksjon A og seksjon B er det en kantbjelke med rektangulært tverrsnitt. Bredden av bjelkesteget er 450 mm og den totale høyden

(inklusive dekket) er 1000 mm. Bjelken er utført med fortanning for overføring av horisontalkrefter på tvers av kaia. I fugen mellom seksjon B og seksjon C er det en tilsvarende kantbjelke med samme tverrsnitt og fortanning. Ved avslutningen av seksjon C mot øst (d. e. mot steinfyllingen) og mot sør er kaidekket forsterket med en rektangulær bjelke med tverrsnitt 450x1000 mm. Langs kaisidene er det et betongskjørt med høyde 4000 mm og tykkelse 350 mm. Skjørtet er via en avstivende veggskive stivt forbundet med pilarer og kaidekke. Kantbjelker og skjørtkonstruksjon er nærmere omtalt i kapittel 4.



Figur 4 Pilar med kapitél og overliggende kaidekke.

1.3 Tidligere notater og rapporter utarbeidet av Sweco

Siden arbeidet med oppdraget startet i januar 2012, har Sweco utarbeidet én rapport og to notater, som er oversendt oppdragsgiveren Berlevåg kommune. Det første notatet [1] omhandlet enkle beregninger (overslag) av kaias bærekapasitet med hensyn på laster fra vindmølleseksjoner basert på opplysninger som forelå på det daværende tidspunkt (mars 2012).

I mai 2012 utarbeidet Sweco en mer fullstendig beregningsrapport [2] hvor kaidekkets bæreevne ble kontrollert mht oppgitte vektorer av vindmølleseksjonene. Detaljerte planer for lossing av seksjonene var den gang ikke utarbeidet, og opplysninger om bruk av kraner og kjøretøy forelå ikke. Beregningene tok kun hensyn til en antatt, midlertidig opplagring av seksjonene i ulike posisjoner i forhold til kaias bæresystem. Det ble videre forutsatt at kaikonstruksjonene var intakte, dvs. at nedbrytning og skader ikke har noen innvirkning på bæreevnen. Dimensjoneringskontrollen ble utført i samsvar med nåværende standard for prosjektering av betongkonstruksjoner (NS-EN 1992-1-1: 2004+NA:2008 Eurokode 2). Under disse forutsetninger viste beregningene at eksisterende armering i kaidekket i det alt vesentlige har tilstrekkelig tverrsnitt til å oppta bøyemomenter som vil oppstå ved de undersøkte plasseringer av den antatt tyngste vindmølleseksjonen. Overskridelser av nødvendig armeringstverrsnitt (overkantarmoring) var maksimalt 10 – 20 % og var begrenset til et mindre område like ved pilarene.

Rapporten munnet ut i to viktige anbefalinger med hensyn til det videre arbeid: For det første ble behovet for en fornyet tilstandskontroll sommeren 2012 poengtert. For det andre ble det understreket at de utførte beregningene var basert på antagelser som hadde vært nødvendig å gjøre i mangel av detaljerte planer for lossing av vindmølleseksjonene og at beregningene derfor var å oppfatte som foreløpige. Nye, detaljerte beregninger av kaias bærekapasitet ville derfor være nødvendige når bruk av kraner, kjøretøyer etc. er bestemt. I slike beregninger bør det også tas hensyn til eventuelle konstruksjonsmekaniske konsekvenser av registrerte skader og nedbrytning.

Etter at den ovennevnte rapporten [2] var overlevert, ble Sweco anmodet om å foreta en nærmere vurdering av påkjenninger på kaia forårsaket av kjøretøyer som var aktuelle ved losseoperasjonene. Resultatene er beskrevet i et eget notat [3] datert juni 2012. Vurderingene begrenset seg til en sammenligning av reelle laster fra det konkrete kjøretøyet med den jevnt fordelte nyttelasten som kaia opprinnelig ble dimensjonert for, og det ble ikke utført nye kapasitetsberegninger. Notatet er å oppfatte som et tillegg til Swecos rapport [2]. I notatet dokumenteres det at kjøretøyslastene lokalt vil ha betydelig større verdier enn nyttelasten, noe som vil kunne føre til at kaias bærekapasitet overskrides. Den tidligere rapportens

konklusjoner om behovet for ny tilstandsvurdering og detaljerte kapasitetsberegninger ble gjentatt i notatet.

1.4 Tilstandsvurdering

Sweco foretok 4. september 2012 en inspeksjon av dampskipskaia. Befaringen ble utført av dr. ing. Geir Hørrigmoe og siv. ing. Tor Einar Pedersen. Båt og mannskap ble stilt til disposisjon av Varanger Kraft. Oppdraget var en konsekvens av de anbefalinger som fremkom i rapport og notater som Sweco tidligere hadde utarbeidet, slik som beskrevet i avsnitt 1.3. Inspeksjonen må også sees i sammenheng med de tilstandsundersøkelser som tidligere er utført av kaia og som er nærmere omtalt i kapittel 2.

Befaringen ble gjennomført som en ren visuell inspeksjon, og det ble ikke tatt prøver av noe slag. Kaidekkets overside og underside ble inspisert. Det ble ikke foretatt undersøkelser i neddykket sone.

Hovedhensikten med inspeksjonen var å fremskaffe oppdatert informasjon om kaias generelle tilstand og skadeomfang. Spesielt var man interessert i å registrere eventuelle synlige skader som kunne ha innvirkning på kaias stivhet og bæreevne. Slike registreringer vil kunne inkorporeres i databaserte beregningsmodeller til bruk i detaljerte analyser av kaias motstand mot påkjenninger som kan oppstå ved lossing av vindmølleseksjoner.

2 Tidligere utførte tilstandsundersøkelser

2.1 Tilstandskontroll utført av Noteby i 1997

Noteby AS har på oppdrag fra Berlevåg kommune foretatt tilstandsundersøkelser av dampskipskaia. Resultatene er dokumentert i en rapport [4] datert oktober 1997. Rapporten gir en samlet vurdering basert på tilstandsanalyser gjennomført av Noteby i årene 1996 og 1997, samt dykkerinspeksjon utført av Finnmark Engineering i 1996.

Tilstandsundersøkelsen var foranlediget av at det var registrert bevegelser i kaikonstruksjonen, spesielt ved belastning fra større båter under ekstreme værforhold. Dette har resultert i permanente forskyvninger av de ulike kaiseksjonene, samt knusningsskader på deler av skjørtkonstruksjonen.

De undersøkelser som den gang ble utført var følgende:

- Registrering av synlige skader på undersiden av dekke og på pilarer, skjørtkonstruksjon og kantbjelker.
- Stikkprøvemessig registrering av overdekning i dekke, kantbjelker og pilarer.
- Uttak av støvprøver for bestemmelse av kloridinnhold.
- Kartlegging av skjulte "bomområder" på undersiden av kaidekket.
- Dykkerinspeksjon av pilarer for kontroll av overgangen pilar/fjell.
- Gjennomgang av opprinnelig dimensjoneringsgrunnlag og kontrollberegning med utgangspunkt i dagens bruk.
- Bestemmelse av kloridinnhold ved RCT-analyse og ved Quantab-analyse.

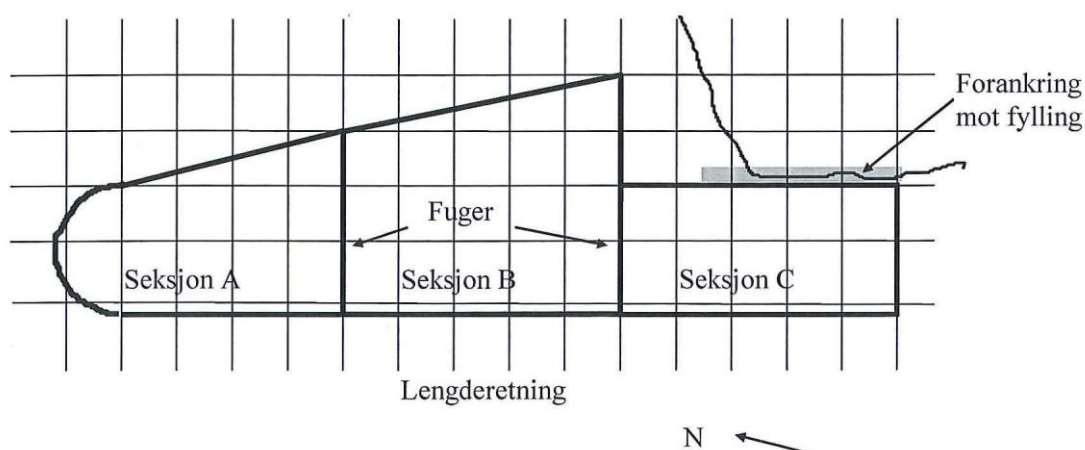
Registrerte skadetyper og skadeomfang er oppsummert slik i rapporten:

- Det pågår til dels omfattende armeringskorrosjon på store deler av armeringen på undersiden av kaidekket i seksjon A og B, i kantbjelker og på deler av skjørtkonstruksjonen.
- Det er avdekket erosjonsskade ved foten av pilar D6, hvor ca. 70 % av betongtverrsnittet er borte.
- Erosjons- og frostskaider på nedre deler av skjørt har ført til liten og til dels manglende armeringsoverdekning på ca. 50 % av arealet i skvalpesonen.
- Kaia har til dels omfattende knusningsskader på deler av skjørt og kantbjelker grunnet påkjørsel av skip.
- Gjennomgang av det opprinnelige statiske beregningsgrunnlaget for kaikonstruksjonen viser at kaia er underdimensjonert for strekk-krefter i lengderetningen.
- Føringskant langs nordøstre kaifront er i dårlig forfatning.
- Fendringen er til dels utilstrekkelig.
- Det er råteskader på beskyttelsesboks i tre langs fronten av kaidekket.

Kaia ble prosjektert av konsulentfirmaet Sam Lorgen, Ålesund. Noteby foretok en gjennomgang av de statiske beregninger som lå til grunn for prosjekteringen. Kapasiteten for vertikale laster på kaidekket ble funnet å tilfredsstillende gjeldende standarder. Derimot er det mangler ved avstivningssystemet for horisontalkrefter som stammer fra fortøyning av eller støtlaster fra skip. Disse lastene vil i hovedsak være statiske eller kvasi-statiske, men det kan også oppstå dynamiske virkninger som følge av støt mot kaia.

Kaidekket i seksjon C er forankret i steinfyllingen i bakkant, se Figur 5. Ved dimensjoneringen av kaia er det forutsatt at horisontalkrefter på langs og på tvers av kaia vil bli opptatt gjennom denne forankringen.

Seksjonene A og B er dimensjonert for horisontalkrefter i tverretningen. Både kaidekke og søyler er dimensjonert for de tilleggsvirkninger som skyldes horisontalkrefter på tvers av kaia. For disse seksjonene er det imidlertid ikke tatt hensyn til horisontalkrefter på langs av kaia. Hvis en forutsetter fullstendig kraftoverføring mellom de tre seksjonene, vil dette innebære at horisontalkrefter i lengderetningen på seksjonene A og B vil bli overført til seksjon C og opptatt i den bakenforliggende steinfylling. Det kan synes som om at en slik antagelse er lagt til grunn ved beregningene. Fugene mellom seksjonene er utformet med fortanning i tverretningen, men det er ingen gjennomgående armering i fugene i lengderetningen. Dette innebærer at trykkrefter langs kaia kan overføres ved direkte kontakt i fugene, mens strekk-kefter ikke kan overføres i fugene. Kaidekket i Seksjon A og B er ikke armert for horisontale tilleggskrefter i lengderetningen. Søylene har imidlertid symmetrisk lengdearmering (lik armering langs samtlige fire sidekanter), slik at søylene har tilstrekkelig kapasitet for å oppta horisontalkrefter på langs av kaia.



Figur 5 Avstivningssystem for horisontalkrefter (Ref. 4).

I rapporten er det anbefalt at følgende konkrete reparasjons- og beskyttelsestiltak gjennomføres:

- 1) Reparasjon og katodisk beskyttelse av kaidekket i seksjon A og B.
- 2) Rengjøring og impregnering av kaidekket i seksjon C for å redusere fremtidig kloridinntrengning.
- 3) Reparasjon og katodisk beskyttelse av kantbjelkene i seksjon A, B og C.
- 4) Utbedring av knusningsskader på skjørt og kantbjelke langs sørvestre kaifront.
- 5) Kontroll av forankringskapasiteten for seksjon C.

- 6) Sammenkopling av fuger mellom kaiseksjonene A og B, samt mellom kaiseksjon B og C for å etablere tilstrekkelig kapasitet for strekk i lengderetningen.
- 7) Oppgradering av fenderverk, samt montering av ny føringskant langs nordøstre kaifront.

De anbefalte tiltakene er tilsynelatende ikke gjennomført.

2.2 Tilstandskontroll utført av Rambøll Norge i 2011

Rambøll Norge AS foretok i 2011 kloridmålinger og undervannsinspeksjon av dampskipskaia. Resultatene er beskrevet i et notat [5]. Skadetyperne som følge av nedbrytning var de samme som Noteby hadde registrert i 1997, dvs. "bom", avskalling av betong og synlig armering som korroderte. Områder med "bom" hadde øket i løpet av den mellomliggende 14 - årsperioden, og det samme var tilfelle med kloridkonsentrasjonene i dybde med armeringen.

De registrerte skadene er illustrert på en tegning, som er inntatt i vedlegg A. Denne tegningen viser også skader som ble rapportert av Noteby i 1997.

Det ble anbefalt å iverksette utbedringstiltak, som er i forholdsvis god overensstemmelse med de tiltak som ble beskrevet i Notebys rapport:

- 1) Mekanisk reparasjon av kaidekket
- 2) Reparasjon av skjørt, kantbjelke og pilarer
- 3) Etablering av samvirke i dekkeskive ved å kople sammen kaidekkene i seksjon A, B og C.
- 4) Nytt fenderverk, kaifrontbjelke og redningsstiger.
- 5) Eventuell katodisk beskyttelse.

De foreslåtte utbedringstiltakene er ikke utført.

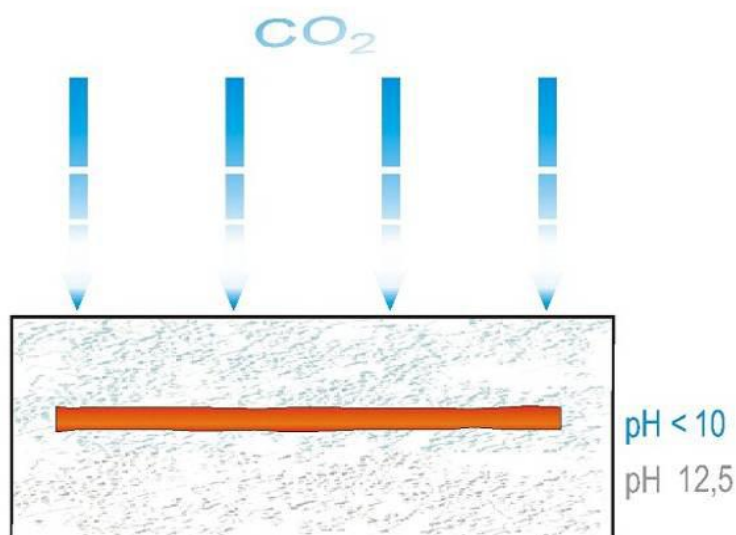
3 Armeringskorrosjon

De skader som ble funnet ved inspeksjonen skyldes i hovedsak armeringskorrosjon, og de er med stor grad av sannsynlighet er forårsaket av høyt kloridinnhold i betongen. Det er derfor i det følgende medtatt en generell omtale av kloridinitiert armeringskorrosjon og de virkninger slik korrosjon har på betongkonstruksjoner i sin alminnelighet.

3.1 Kloridinitiert armeringskorrosjon

Fersk (nyherdet) betong inneholder en stor andel av det høyalkaliske stoffet kalsiumhydroksyd, noe som bidrar til at porevannet i betongen har meget høye pH-verdier (12,5 – 14,0). På grunn av betongens alkaliske egenskaper dannes det en beskyttende oksidfilm på innstøpt armering. Denne filmen forhindrer korrosjon, dvs. at armeringen blir passivert. Passiveringen kan oppheves gjennom *karbonatisering* eller ved *for høyt kloridinnhold* i betongen.

Karbonatisering



Figur 6 Karbonatisering av betong.

Karbonatisering er en kjemisk prosess som oppstår når en betongflate er i kontakt med luft. Betong er et porøst materiale, og luften trenger inn i betongens poresystem, se Figur 6. Dette skjer ved diffusjon, som er en langsom prosess. Karbondioksyd fra luften og vann reagerer kjemisk med kalsiumhydroksid i betongen, slik at det dannes kalsiumkarbonat. Denne prosessen medfører at betongens pH-verdi blir redusert til ca. 8 – 9. Når pH-verdien i betongen synker under 9,5, oppheves betongens passiverende virkning på armeringen. Da er ikke lenger armeringen beskyttet mot korrosjon. Under forutsetning av at det er tilstrekkelig tilgang på luft og fuktighet (RF> 65%) ved armeringen, kan armeringen korrodere.

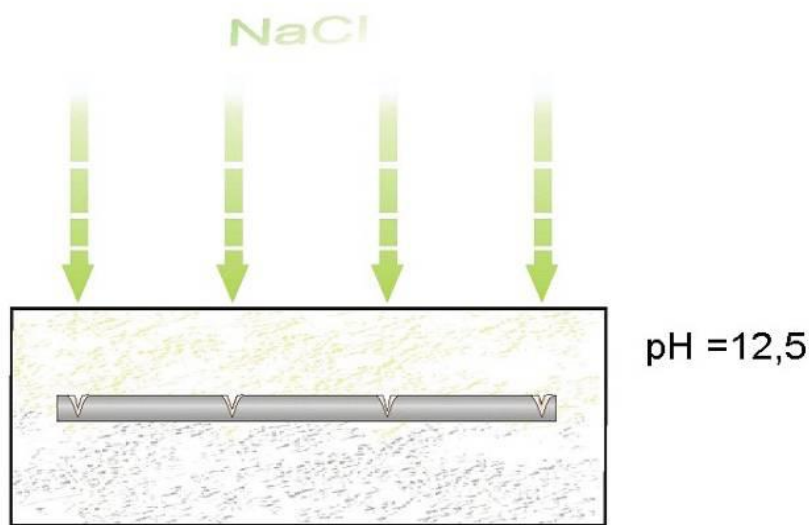
Selv om det ikke er foretatt noen målinger av karbonatiseringsfronten i betongen, anses karbonatisering som en mindre vesentlig årsak til korrosjonsskadene på kaia som i det alt vesentlige skyldes for høyt kloridinnhold i betongen. Dette bekreftes av målinger av kloridinnhold som ble foretatt både av Noteby og Rambøll. I det følgende vil derfor oppmerksomheten bli konsentrert om kloridinitiert armeringskorrosjon.

Kilder til klorider

Forekomst av klorider i betong skyldes enten at betongens delmaterialer inneholder klorider eller at klorider trenger inn i betongen utenfra.

Delmaterialene i betong er sement, tilslag, vann og eventuelle tilsetningsstoffer. Alle disse delmaterialene kan i prinsippet inneholde klorider i ulike konsentrasjoner. Under produksjon av betongen blir disse kloridene jevnt fordelt i materialet med en viss andel bundet i faststoffstrukturen og en viss andel fri i porevannet. Tidligere var det ikke uvanlig å anvende sjøsand som tilslag i betong, og slik sand vil alltid inneholde klorider fra sjøvannet. Ved utførelse av betongarbeider (f. eks. bruer) i områder hvor tilgangen på ferskvann var problematisk, har det vært brukt sjøvann ved produksjon av betongen. Såkalte akselererende tilsetningsstoffer benyttes for å fremskynde betongens herding, spesielt når lufttemperaturen er lav. Lenge var kalsiumklorid det mest vanlige av disse akselererende tilsetningsstoffene.

Klorider i betong kan også stamme fra eksterne kilder og trenge inn i betongen fra overflaten ved diffusjon eller ved kapillær transport av kloridholdig væske eller gass, se Figur 7. Konstruksjoner i eller nær sjøvann (bruer, kaier) kan bli tilført klorider direkte fra sjøvannet eller som sjøsprøyt. Svømmehaller er utsatt for tilsvarende kloridbelastning. Bruk av tinesalt på veier og gater om vinteren kan føre til store, lokale kloridkonsentrasjoner på bruer, i parkeringshus og trapper.



Figur 7 Kloridinntrengning i betong.

Skjært, pilarer og kaidekkets underside er særlig utsatt for klorider i sjøvannet. På grunn av bølger og sjøsprøyt må det forventes at store deler av kaiaes underside vil utsettes for vekslende nedfuktning av sjøvann og avsetning av klorider på betongoverflaten. For pilarenes vedkommende har en valgt å la forskalingen stå. Dette vil gi en beskyttelse av pilarene, men forhindrer inspeksjon av betongoverflaten. Forskalingen på kapitelene er revet, slik at betongoverflaten er eksponert.

Det kan ikke utelukkes at det ved bygging av kaia har vært benyttet delmaterialer som har inneholdt klorider og som derved har blitt innstøpt i betongen. Både Noteby [4] og Rambøll [5] har beregnet såkalte kloridprofiler, dvs. kloridinnhold i varierende dybder fra betongoverflaten. Disse kloridprofilene viser i hovedsak at kloridinnholdet er størst nærmest overflaten og at mengden av klorider avtar sterkt innover i betongen, noe som er typisk for klorider som har trengt inn i betongen fra overflaten og ikke har blitt innstøpt under byggingen.

Kritisk kloridnivå

Kloridene som avsettes på betongens overflate trenger etter hvert inn i betongens poresystem og vil etter en tid nå inn til armeringen. Den tid som det tar for klorider å nå inntil armeringen, avhenger i første rekke av overdekningens størrelse og betongens porøsitet i dette ytre sjiktet.

Når klorider forekommer i tilstrekkelig mengde på armeringsoverflaten, kan de bryte ned armeringens passiverende yttersjikt og initiere armeringskorrosjon. Den mengde klorider som skal til for å starte korrosjon, betegnes *kritisk kloridnivå*.

Så lenge kloridnivået i betongen ikke overstiger 0,4 % av sementvekten, regnes faren for korrosjon å være meget liten. Hvis betongen i tillegg er karbonatisert, medfører dette at grenseverdien for kloridnivå senkes ytterligere. For at korrosjonsprosessen skal utvikles, må det være tilstrekkelig tilgang på oksygen og fukt i betongen ved armeringen. Disse betingelsene vil være oppfylt for større deler av kaidekkets underside, samt for kantbjelker og skjørt.

Det er kloridnivået ved armeringen som er avgjørende for eventuell initiering av korrosjon. Følgelig blir den *reelle* armeringsoverdekningen (d.e. avstanden fra betongoverflaten til armeringen) en viktig parameter. Noteby foretok stikkprøvemessige målinger av overdekningen. Typiske verdier for kaidekkets underside og kantbjelker var 40 – 50 mm. Registrerte verdier varierte fra 34 til 68 mm. For pilarenes vedkommende varierte overdekningen fra 100 til 120 mm mens typiske verdier av overdekningen på skjørtene var 40 – 50 mm.

Målinger av kloridnivåer foretatt av Noteby i 1997

Kaidekkets underside

Notebys målinger av kloridnivået viste at nedre sjikt av underkantarmeringen i seksjon A og B lå i betong med kloridnivå som varierte fra 0,32 til 1,59 % av sementvekten. Ca. 45 % av prøvene (4 av 9 prøver) fra disse to seksjonene viste kloridinnhold over 0,4 % av sementvekten. For seksjon C ble det tatt 2 prøver som begge hadde kloridinnhold som var lavere enn den kritiske verdi på 0,4 % av sementvekten. Forklaringen på dette kan være at seksjon C har et kontinuerlig betongskjørt som gir bedre beskyttelse mot sjøsprøyt enn den noe mer åpne skjørtkonstruksjon på seksjonene A og B.

Kantbjelker

I følge Notebys målinger lå underkantarmeringen i kantbjelkene i betong med kloridinnhold vesentlig høyere enn 0,4 % av sementvekten, og inspeksjon viste at deler av denne armeringen var angrepet av korrosjon.

Pilarer

Notebys målinger viste høye kloridnivåer i relativt stor avstand fra betongoverflaten. Armeringen i pilarene har imidlertid en reell overdekning som er 100 mm eller mer, og kloridinnholdet ved armeringen var til dels lavere enn den kritiske grenseverdi. Det ble derfor antatt at armeringen var godt beskyttet mot korrosjon. Unntatt herfra var deler av armeringen i kapitélene, og spesielt i overgangssonen mellom kapitél og dekke.

Skjørtkonstruksjon

Målingene som Noteby utførte viste at kloridnivået rundt armeringen generelt lå i området 0,4 – 0,8 % av sementvekten. Hovedmengden av armeringen i skjørtet ble derfor antatt å ligge i kloridinfisert betong.

Målinger av kloridnivåer foretatt av Rambøll Norge i 2011

Rambøll foretok i 2011 uttak av 5 støvprøver for kloridanalyser. Prøvene ble tatt på de samme steder som der Noteby 14 år tidligere hadde boret ut støvprøver. Resultatene fra kloridanalysene er oppgitt som kloridinnhold i prosent av betongvekt. Tallverdiene avviker derfor fra måleresultatene fra Notebys undersøkelse, men det er enkelt å konvertere fra betongvekt til sementvekt ved å anta en rimelig verdi for betongens sementinnhold. Så lenge kloridinnholdet ikke overstiger ca. 0,07 % av betongvekten, antas faren for korrosjon å være svært liten.

De verdiene for kloridinnhold som er oppgitt i Rambølls notat, ligger gjennomgående over den kritiske verdi på 0,07 % av betongvekten, og generelt viser disse målingene at kloridkonsentrasjonen har øket mellom 1997 og 2011.

Generell korrosjon og lokal korrosjon

Det er vanlig å klassifisere korrosjon av innstøpt armering i betong i overensstemmelse med angrepets karakter eller type. Hvis korrosjonen er spredt over hele eller store deler av armeringstangens overflate, kalles dette for *generell korrosjon*. Dette er illustrert på Figur 6. Hvis angrepet derimot er lokalt og konsentrert til en svært liten del av armeringens overflate, betegnes dette som *lokal korrosjon* eller groptæring, slik som vist på Figur 7. Generell korrosjon skyldes normalt karbonatisering. Hvis kloridinnholdet er høyt, kan imidlertid de lokale korrosjonsangrepene gli over i hverandre, slik at store deler av overflaten korroderer og angrepet får karakter av generell korrosjon. Lokal korrosjon forårsakes kun av klorider og ikke av karbonatisering.

I kaidekkets underside (d. e. platen) og på kapitelene fremstår de fleste korrosjonsangrepene som lokale og typiske for korrosjon som skyldes høyt kloridinnhold. Korrosjonsangrepene er synlige i form av utfelling av korrosjonsprodukter (rust) på betongoverflaten. Korrosjonsriss og tendenser til avskalling av betongoverdekningen ble bare unntaksvis registrert. I denne forbindelse henledes oppmerksomheten også på områder med "bom", som er beskrevet i Notebys rapport [4]. Kantbjelkene har enkelte, større skader, hvor betongoverdekningen er avskallet, slik at armeringen er blottlagt. Når det gjelder undersiden av kaidekket, kapiteler og kantbjelker, er de synlige korrosjonsangrepene størst både i intensitet og omfang på den ytre delen av kaia (Seksjon A og B), mens den indre del (Seksjon C) i langt mindre grad har synlige korrosjonsskader. Denne observasjonen er i god overensstemmelse med målinger av kloridnivåer i Notebys rapport [4].

3.2 Lokale virkninger av korrosjon

Armeringskorrosjon påvirker armeringen selv, den omkringliggende betong og samvirke mellom armering og betong. Det er hensiktsmessig å skille mellom de lokale virkningene av armeringskorrosjon og de konsekvenser korrosjonen kan få for den konstruksjonsmekaniske oppførsel av elementer i konstruksjonen som er angrepet av korrosjon.

Redusert armeringstverrsnitt

Den mest åpenbare virkningen av armeringskorrosjon er at tverrsnittet av armeringsstengene reduseres. Siden den maksimale kraft som en enkelt stang kan overføre er proporsjonal med stangens tverrsnittsareal, reduseres kapasiteten tilsvarende.

Ved lokale korrosjonsangrep kan reduksjonen av armeringens tverrsnitt bli meget betydelig. Dette skaper en ekstra effekt da det kan oppstå store tøyninger i området ved den lokale korrosjonsgropen. Disse deformasjonene fører i sin tur til redusert duktilitet (deformasjonsevne) og prematurt brudd, dvs. at armeringsstangen får brudd ved en last som er betydelig lavere enn den nominelle bruddlasten.

Riss i betongen

Generell korrosjon innebærer dannelse av jernoksider, som vanligvis betegnes som "brun rust". Volumet av disse oksidene er flere ganger større enn volumet av det opprinnelige stålet. Volumøkningen som skyldes korrosjon fører til at det oppstår strekk-tøyninger i den omkringliggende betongen. Hvis betongens strekkfasthet overskrides, oppstår det langsgående riss i stangens lengderetning. Hvis korrosjonsprosessen får fortsette, kan resultatet bli avskalling av større deler av betongoverdekningen og frilegging av den korroderende armeringen. Dannelse av synlige korrosjonsriss på betongoverflaten tjener derfor som et varsel om at det pågår korrosjon av den underliggende armering.

De korrosjonsprodukter som dannes ved lokal korrosjon, oppviser ikke den samme volumøkning som brun rust. Følgelig vil det ved lokal korrosjon ikke være den samme tendens til oppsprekking av betongoverdekningen som ved generell korrosjon. Det er derfor verdt å merke seg at det ved lokal korrosjon kan oppstå meget betydelige reduksjoner av armeringstverrsnittet uten noen synlige tegn på korrosjon på betongens overflate.

Redusert heft mellom armering og betong

Heft mellom innstøpt armering og den omkringliggende betong er en forutsetning for å sikre samvirke mellom armering og betong. Dette er selve fundamentet for armert betong. Korrosjon påvirker heftfastheten mellom en armeringsstang og betong på flere måter. I det første stadium akkumuleres korrosjonsproduktene på stangens overflate, og den tilhørende økningen av stangdiameteren fører til økt kontakttrykk mellom stål

og betong og dermed også økt friksjon og heft. På et senere stadium vil de langsgående rissene som dannes redusere betongoverdekningens omhyllingsvirkning, noe som reduserer heftfastheten. Ytterligere reduksjon av heftfastheten vil finne sted ved mer fremskredet korrosjon hvor høyden av kammene (ribbene) på armeringsstangen reduseres eller tæres helt bort.

Tap av heft mellom armering og betong utgjør den største faren for sikkerheten av betongkonstruksjoner utsatt for armeringskorrosjon.

Undersøkelse av heft i laboratoriet utføres som rene uttrekksforsøk av armeringsstenger innstøpt i et betonglegeme. Armeringsstengene kan være uten bøylearmering eller de kan være omsluttet av bøylarmering. Etter at armeringsstengene er korrodert til et bestemt korrosjonsnivå, trekkes armeringsstengene suksessivt ut av betonglegemet og uttrekkskraften måles. Resultater fra uttrekksforsøk på prøver uten tverrarmering har vist at heftfastheten opprettholdes tilnærmet med sin opprinnelige verdi (d.e. ukorrodert armeringsstang) så lenge det ikke dannes korrosjonsriss. Når langsgående riss blir synlige på betongoverflaten, fører dette til en sterk reduksjon av heftfastheten, dvs. at oppførselen er sprø (sprøtt brudd). Det er også dokumentert ved forsøk at det kan oppstå betydelige reduksjoner av heftfastheten selv om reduksjonen av armeringsstangens tverrsnitt er meget beskjeden. Tapet av heft som følge av armeringskorrosjon er således viktigere enn tverrsnittsreduksjonen. Det som gjør dette spesielt intrikat, er at tap av heft er en *skjult virkning* som ikke lar seg observere eller måle direkte i felt.

Reduksjon av heft mellom armering og betong starter allerede ved dannelsen av langsgående riss i betongen. Hvis armeringsstengene er omsluttet av intakt, tversgående armering, vil imidlertid heftfastheten opprettholdes og forbli tilnærmet uendret selv for relativt høye korrosjonsnivåer, dvs. at oppførselen er seig (seigt eller duktilt brudd).

Eksistensen av intakt tverrarmering vil følgelig kunne opprettholde heft selv etter at riss har blitt synlige på betongoverflaten. Det er imidlertid oftest slik at den tversgående armering ligger utenpå hovedarmeringen og dermed nærmere betongoverflaten. Følgelig vil tverrarmeringen normalt være den første som angripes av korrosjon. Selv om bøylearmeringen i bjelker har betydelig tverrsnittsreduksjon eller til og med er fullstendig avrustet enkelte steder, er dette ikke ensbetydende med at bøylene har mistet hele sin omhyllende funksjon. Det faktum at strekkarmeringen i bjelker er fullstendig eksponert betyr ikke at bjelken dermed har mistet sin bæreevne. Forsøk har vist at bjelker med eksponert underkantarmering får en annen statisk virkemåte; den frilagte armeringen virker som et eksternt strekkbånd og ved oppleggene dannes det trykkbuer i betongen. Slike bjelker vil kunne opprettholde betydelig lastbærende kapasitet selv om strekkarmeringen er eksponert over en relativt stor lengde, forutsatt at armeringen har tilfredsstillende forankring ved endene.

Ovenstående er en *forklaring* på den statiske oppførsel av betongkonstruksjoner med korrodert armering. Dette må imidlertid *ikke* oppfattes som et forsøk på å *bagatellisere* virkningene av armeringskorrosjon hverken generelt eller i dette konkrete tilfelle

3.3 Konstruksjonsmekaniske konsekvenser

Med konstruksjonsmekaniske virkninger forstås her virkninger på konstruksjonenes *stivhet* eller på dens *styrke* (bæreevne). Virkninger av armeringskorrosjon på konstruksjonens oppførsel avhenger av hvor alvorlig korrosjonsangrepet er og i hvilken grad vitale konstruksjonselementer er angrepet. Redusert tverrsnitt av armering og oppsprukket betong vil begge bidra til å redusere konstruksjonselementets stivhet, noe som igjen kan føre til økte forskyvninger og ytterligere rissdannelse. Utvidelse av eksisterende riss og dannelse av nye riss kan i sin tur forsterke nedbrytningsprosessen. Korrosjon av innstøpt av armering vil således kunne ha betydning for *bruksgrensetilstanden* hos armerte betongkonstruksjoner.

Hvis man unnlater å treffe adekvate tiltak og korrosjonsprosessen tillates å fortsette over en tilstrekkelig lang periode, kan det oppstå "brudd" i konstruksjonselementet eller at restlevetiden blir betydelig forkortet. "Brudd" betyr i denne sammenheng ikke nødvendigvis at det skjer et fysisk sammenbrudd, men at konstruksjonselementet når en tilstand som er karakterisert enten ved omfattende oppsprekking, avskalling av betong over større områder eller store nedbøyninger eller ved at konstruksjonselementets lastkapasitet er vesentlig redusert. I tilfelle hvor vitale komponenter er utsatt for omfattende korrosjonsangrep, kan *bruddgrensetilstanden* og dermed også *sikkerheten* påvirkes av armeringskorrosjonen.

Ved vurdering av sikkerheten for konstruksjoner utsatt for nedbrytning eller som har andre skader, er det to hovedfaktorer som må tas i betraktning. For det første må det foretas en kvantifisering av virkningen av de skader som er registrert på materialfastheter, tverrsnittsdata, statiske systemer etc. For det andre må en vurdere om konstruksjonen i dens nåværende tilstand utsettes for andre laster enn de som ble lagt til grunn ved prosjekteringen. Det normale er at karakteristiske verdier for lastene har øket i tiden etter prosjekteringen, men det kan også tenkes situasjoner der lastene har fått reduserte verdier, f. eks. som følge av endret bruk.

4 Tilstandsbeskrivelse

4.1 Generelt

Denne tilstandsvurderingen er basert på en *ren visuell kontroll* av kaia over vann der både oversiden av kaidekket og undersiden av kaia ble inspisert. Undersøkelsen støtter seg også på de tidligere tilstandsundersøkelser som er utført (kfr. kapittel 2). Det var gode værforhold under inspeksjonen, og både tidevann og lysforhold var tilfredsstillende.

Under kaia ble befaringen utført fra båt. Undersiden av kaidekket, pilarer og kantbjelker ved fugene mellom seksjonene ble inspisert. Det fremgår av Figur 3 at bredden av kaia varierer langs de to ytterste seksjonene (seksjon A og B). En konsekvens av dette er at antall rekker med pilarer i kais tverretning også varierer. Seksjon A har i hovedsak 4 slike rekker med pilarer, og bare den aller ytterste del har 3 pilarer. På størstedelen av seksjon A blir det derfor 3 platefelt i kais tverretning. For seksjon B er det 5 rekker med pilarer, unntatt ytterst (mot seksjon A) hvor det er 4 pilarer. Således er det på seksjon B i hovedsak 4 platefelt i tverretningen. Seksjon C har konstant bredde, og her er det 3 rekker med pilarer, slik at det dannes 2 platefelt i tverretningen. Ved befaringen ble det lagt hovedvekt på å inspisere de platefelt og tilhørende pilarer som ligger nærmest de to kaisidene. Motiveringen bak dette er at det er de ytre platefeltene som vil få de største påkjenningene ved lossing av vindmølleseksjoner.

Befaringen omfattet også kantbjelker og skjørt. Avhengig av hvordan lossingen foregår, vil kantbjelken kunne få overført laster fra vindmølleseksjonene. Skjørtkonstruksjonen vil ikke påvirkes av vertikale laster på kaidekket, men den ble medtatt under befaringen for fullstendighetens skyld og fordi det ved tidligere tilstandsundersøkelser hadde blitt registrert betydelige skader på skjørtene.

Skader og andre forhold av betydning som ble registrert ved befaringen, er dokumentert i form av fotografier. Et utvalg av disse bildene er inntatt i Vedlegg B – K.

4.2 Oversiden av kaidekket

Inspeksjonen av kaidekkets overside avdekket ingen nevneverdige skader med unntak av det som nedenfor er anført om fugene mellom kaidekkets ulike seksjoner. For øvrig er tilstanden god. Bilder fra oversiden av kaidekket er inntatt i Vedlegg B.

En oversikt over kaidekket er vist på bilde B.1. Den generelle tilstand av kaidekkets vestre del (den del som ligger nærmest vestre kaiside) kan sees av Bilde B.2. Det

fremgår herav at det stedvis har vært foretatt utskiftning av føringslisten. Den indre del av kaidekket med bygning er vist på Bilde B.3.

Som beskrevet i avsnitt 1.2, er dampskipskaia inndelt i tre seksjoner, betegnet som henholdsvis Seksjon A, Seksjon B og Seksjon C. Seksjonenes innbyrdes plassering er slik at Seksjon A utgjør den ytre del av kaia, Seksjon B den midtre del og Seksjon C er den innerste del, se Figur 3. Seksjonene er skilt fra hverandre med fuger, som har fortanning for å kunne overføre horisontalkrefter på tvers av kaia (normalt lengderetningen). Fugene er ikke forsynt med gjennomgående armering parallelt med lengderetningen. Fugene kan derfor ved direkte kontakt overføre trykk-krefter som måtte oppstå i lengderetningen. Hvis det oppstår strekk-krefter i lengderetningen, vil disse ikke kunne overføres gjennom fugene med den følge at fugene vil åpne seg. Utforming av avstivningssystemet for horisontalkrefter og fugenes utforming er relativt utførlig behandlet i Notebys rapport [4]. En kort omtale av avstivningssystemet og skadene på fugene som ble registrert ved Notebys inspeksjon, er omtalt i avsnitt 2.1 ovenfor.

Den indre fugen (mellom Seksjon B og Seksjon C) er vist på Bilde B.4. Fortanningen er synlig øverst på Bilde B.5, som også viser en betydelig åpning av fugen i kaias lengderetning. Årsaken er at det har oppstått strekk-krefter i denne retningen.

Den ytre fugen adskiller Seksjon B fra Seksjon A. Bilde B.6 viser fortanningen i denne fugen. På dette bildet kan det også observeres at det har oppstått knusning av betongen ved den nærmeste fortanningen. Denne skaden må være forårsaket av horisontalkrefter i tverretningen. Også for denne fugens vedkommende er det tydelig at åpningen har blitt utvidet som følge av at det har oppstått forskyvninger i kaias lengderetning. Avskalling av betong og blottlagt armering ved hjørne av fortanning er synlig på Bilde B.7, mens bilde B.8 viser en større overflateskade av betongen ved fugen.

Befaringen omfattet også pullerne på kaia. De større, norske entreprenørfirmaene som utførte kaibygging hadde egne pullerløsninger, og pullerne var ofte merket med firmaets navn. Noen slik merking av pullerne på dampskipskaia ble ikke funnet. Pullerne utsettes for både horisontale og vertikale krefter, og pullerne er forbundet med armeringen og dermed forankret i kaia. Pullernes tilstand er av varierende kvalitet. Bilde B.9 viser et eksempel på en puller hvor det ikke er synlige skader i den omgivende betong. For pullerne på Bilde B.10 og Bilde B.11 er betongen i påstøpen rundt pullerfestet delvis avskallet, slik at nedre del av pulleren er blottlagt og angrepet av korrosjon. Det er grunn til å frykte at korrosjonen kan ha spredt seg til deler av den innstøpte armeringen som er direkte forbundet med pulleren.

4.3 Undersiden av kaidekket

Inspeksjonen under kaia ble foretatt fra båt og omfattet følgende konstruksjonsdeler:

- Undersiden av kaidekket
- Pilarer inklusive kapitél
- Kantbjelker langs fugene
- Kantbjelker ved søndre ende
- Kantbjelker ved fylling (Seksjon C)
- Skjørtkonstruksjon

Ved befaringen ble oppmerksomheten i særlig grad konsentrert om den vestre del av kaia.

4.4 Plate og pilarer inklusive kapitél

Pilarene er plassert i et aksesystem som er definert på en tegning som inngår i Rambøll Norges notat [5]. Tegningen er inntatt i Vedlegg A til denne rapporten. Flertallet av pilarene er plassert langs tre hovedakser parallelt med kaias lengderetning. Disse aksene er betegnet akse A, C og D. Aksene i kaias tverretning er nummerert fra 2 til 20, der akse 2 ligger nærmest kaifronten (ytterst) og akse 20 ligger i avslutningen av Seksjon C (innerst). Samtlige pilarer i Seksjon C er plassert langs disse aksene. Siden Seksjon B og Seksjon A har større bredde enn Seksjon C, har disse to seksjonene enkelte pilarer som ligger utenfor hovedaksene, dvs. akse A, C, D og akse 2 – 20. Pilarene langs den sirkulære kaifronten faller også utenfor disse aksene, se Vedlegg A.

Ved bygging av kaia har en valgt ikke å rive forskalingen på selve pilarene (opp til underkant kapitél), men latt denne bli stående som en beskyttelse mot nedbrytning fra sjøvannets virkninger. Dette var vanlig praksis på den tiden kaia ble bygget. Fordelen er at forskalingen (hvis den forblir intakt) beskytter betongoverflaten; ulempen er at gjenstående forskaling forhindrer inspeksjon av pilarene, slik at tilstanden ikke lar seg fastslå. Behovet for inspeksjon og tilstandskontroll av pilarer og andre konstruksjoner i sjøvann er så viktig at det etter hvert har blitt et krav om at all forskaling skal fjernes.

Seksjon C (innerst)

Befaringen startet fra kaias sørvestre hjørne og fortsatte mot nord langs vestre kaifront. Seksjon C har i alt 6 pilarer i akse A. Disse pilarene betegnes A15 - A20 i henhold til nummereringen av aksene i tverretningen, se Vedlegg A. Bilder av disse pilarene er inntatt i Vedlegg C.

Bilde C.1 viser en oversikt over kaidekkets underside i området mellom akse A og akse C. Bildet viser den del av platefeltet som er nærmest pilarrekken i akse A. Den del av dette platefeltet som ligger nærmest pilarrekken i akse C er vist på Bilde C.7. Det er få synlige tegn på skader og nedbrytning av selve kaidekket (platen) i dette området. Enkelte steder er det utfelling av rust på betongoverflaten på grunn av at armeringen korroderer. I det alt vesentlige dreier det seg om lokal korrosjon, dvs. at rustutfellingen bare omfatter mindre områder. Det alvorligste korrosjonsangrepet ble registrert ved akse 19, og dette er samme skade som ble observert ved de tidligere utførte tilstandskontrollene. Skaden er avmerket på tegning i Vedlegg A.

Tilstanden av pilarene i akse A19, A18, A17 og A16 er vist på Bilde C.2 – Bilde C.5. Kapitlene er uten synlige skader. I dekkets underside er det enkelte, lokale korrosjonsangrep, samt områder med fuktgjennomgang og kalkutfelling. Fuktige områder er f. eks. synlige ved kapitlene på Bilde C.4 og Bilde C.5. I fugen mellom Seksjon C og Seksjon B (akse 14/15) er to pilarer støpt inn til hverandre med fuge i mellom, se Bilde C.6. Dette blir nærmere omtalt i avsnitt 4.5.

Steinfyllingen i bakkant av Seksjon C er synlig på Bilde C.8, som også viser deler av dekkets underside og kantbjelken i akse D. Betongoverflatene oppviser svært få synlige tegn på nedbrytning.

Seksjon B (midtre)

Seksjon B har totalt 6 pilarer i akse A, inklusive dobbeltpilarer ved de to fugene. Dobbelpilaren A14/15 ved indre fuge (akse14/15) er omtalt under Seksjon C ovenfor. De øvrige pilarene er betegnet A13, A12, A11, A10 og A8/9 (dobbelpilar ved ytre fuge i akse 8/9), se Vedlegg A. Bilder fra Seksjon B kan finnes i Vedlegg D.

De fire pilarene A13, A12, A11 og A10 er vist på Bilde D.1 – Bilde D.4. Samtlige pilarer har synlige korrosjonsskader i overgangen mellom plate og kapitél. Rustutfellingen er mest markant ved pilar A12, se Bilde D.2. Mulige årsaker til disse korrosjonsangrepene kan være at armeringens overdekning har blitt for liten i dette området og/eller at betongkvaliteten har blitt dårligere enn foreskrevet. Bildene viser også synlige tegn til lokale korrosjonsangrep i selve platen og tendenser til begynnende avskalling av betongoverdekningen (ved pilar A13 på Bilde D.1). Dobbelpilaren ved fugen i akse 8/9 er vist på Bilde D.5. Også her er det rustutfelling i overgangen mellom plate og kapitél.

Seksjon B er den av seksjonene som har størst bredde, og på det meste er det her 5 rekker med pilarer. Bilde D.6 viser en oversikt over kaidekkets underside mellom pilarrekke D (til venstre på bildet) og pilarrekke H (til høyre). Det ble ikke registrert nevneverdige skader i dette området, noe som sammenfaller med observasjonene fra de tidligere inspeksjonene, se Vedlegg A.

Pilarer i akse D på seksjon B er vist på Bilde D.7 – Bilde D.10. Rustutfelling i overgangen mellom plate og kapitél er synlig for alle disse pilarene, og korrosjonsangrepet er mest markant ved pilaren på Bilde D.10. Denne pilaren har også synlig korrosjon på nedre del av kapitelet.

Lokal korrosjon forekommer også andre steder i platens underside enn ved overgangen til kapitelen, se f. eks. Bilde D.8.

Tilstanden i området ved østre kaiside fremgår av Bilde D.11 og Bilde D.12, som viser pilarer i akse M. Her ble det funnet få og relativt små skader.

Bilde D.13 viser en pilar i akse C som er helt uten synlige skader på kapitelet, men hvor det er antydninger til rustutfelling i platen ved kapitelet.

For de fleste pilarenes vedkommende er den synlige delen av forskalingen stort sett intakt. Det er usikkert hvordan situasjonen er i neddykket sone. Treforskalingen på enkelte pilarer har fått merke virkningene av sjøvannet med det resultat at deler av forskalingen har løsnet og falt av, se Bilde D.14. Pilarene har konsoller hvor forskalingen er fjernet, slik som det fremgår av Bilde D.15. Konsollene har ingen konstruksjonsmekanisk funksjon (stivhet, bæreevne), og nedbrytningen av konsollene har ingen direkte betydning for kaiaes tilstand.

Seksjon A (ytterst)

Det er i alt 6 pilarer i akse A for Seksjon A, heri inkludert dobbeltpilaren A8/9 ved den ytre fugen. Denne pilaren er omtalt under Seksjon B ovenfor. De øvrige pilarene er betegnet A7, A6, A5, A4 og A3, se Vedlegg A. Bilder som illustrerer tilstanden for Seksjon A er inntatt i Vedlegg E.

På grunn av båtens størrelse lot det seg ikke gjøre å komme tilstrekkelig nær de tre pilarene ved kaifronten til at en tilfredsstillende visuell inspeksjon kunne utføres. Det samme var tilfelle med de ytre pilarene langs østre kaiside.

Bilde E.1 viser pilar A7, som har korrosjonsangrep i overgangen mellom plate og kapitél. Forskalingen på pilaren er praktisk talt tæret bort av sjøens virkninger. Pilar A6 er vist på Bilde E.2. Her er det flere korrosjonsskader i selve platen foruten de vanlige skadene ved overgangen plate/kapitél. Betongen er fuktig i området ved det ene hjørnet av kapitelet, og det er sannsynligvis riss langs den skrå kapitélkanten. Bare de øverste bordene av forskalingen på pilaren gjenstår. Tilsvarende skader er synlige på pilar A.5 (Bilde E.3). Her er det også utfelling av kalk i underkant dekke hvor det tilsynelatende har vært en skjøl mellom to forskalingsplater. Skadene er vist mer detaljert på Bilde E.4. Det fremgår av dette bildet at det er et område med avskallet betong ved det ene hjørnet av kapitelet. Samme typer skader ble registrert på pilar A4

(Bilde E.5) og på pilar A3 (Bilde E.6). Også for disse to pilarenes vedkommende er bordforskalingen praktisk talt helt forsvunnet.

Oversikt over kaidekket i området mellom pilarrekke D og pilarrekke H kan observeres på Bilde E.7. Det er få synlige skader i denne del av Seksjon A.

Enkeltpilarer i akse D er vist på Bilde E.8 – Bilde E.9. Selve kapitelen er praktisk talt uten synlige skader, men rustutfelling ved overgangen mellom plate og kapitél er synlige på Bilde E.9 og Bilde E.10. Bare den øverste del av forskalingen er intakt for disse tre pilarene.

Observasjonene på Seksjon A er i hovedsak i god overensstemmelse med skaderegistreringer ved de tidligere utførte tilstandskontrollene, kfr. Vedlegg A.

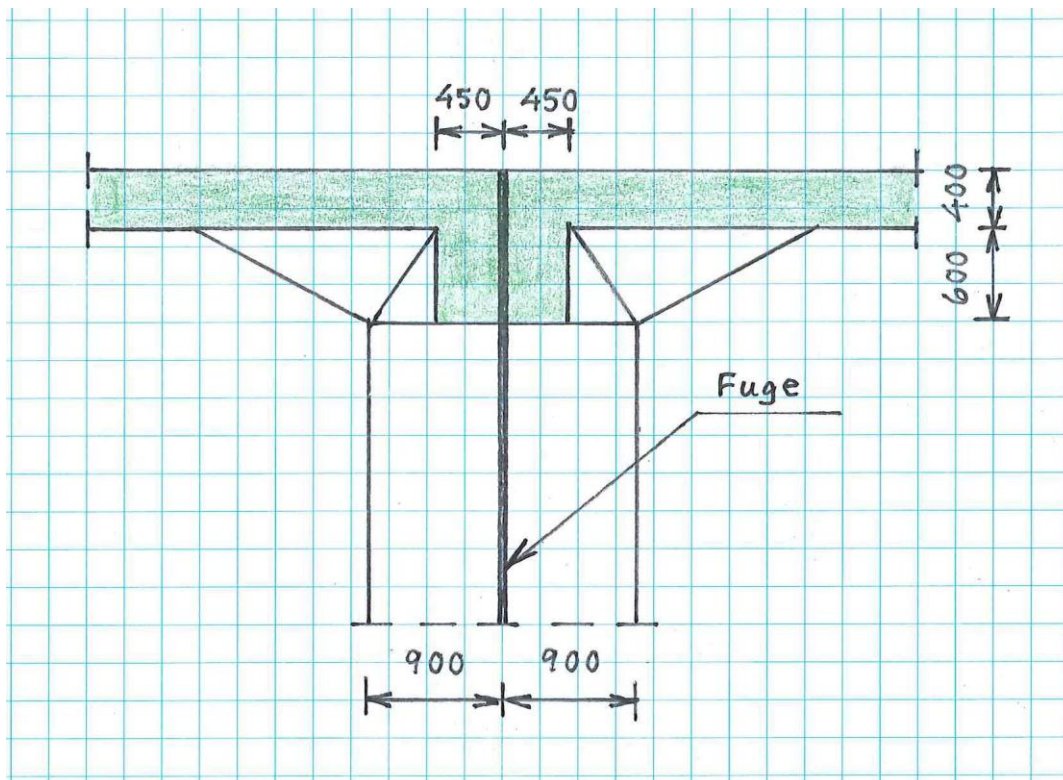
4.5 Kantbjelker ved fuger

Langs den ytre fugen (akse 8/9) mellom Seksjon A og Seksjon B er det en kantbjelke med rektangulært tverrsnitt. Bredden av bjelkesteget er 450 mm og den totale høyden (inklusive dekket) er 1000 mm. Snitt av bjelken er illustrert på Figur 8. Bjelken er utført med fortanning for overføring av horisontalkrefter på tvers av kaia. Langs den indre fugen (akse 14/15) mellom seksjon B og Seksjon C er det en tilsvarende kantbjelke med samme tverrsnitt og fortanning. Disse bjelkene er en del av kaidekkets statiske system, og de bidrar til å oppta vertikale laster på kaidekket og overføre disse til pilarene.

Indre bjelke

Bilder som dokumenterer tilstanden av indre bjelke er inntatt i Vedlegg F. Bilde F.1 og Bilde F.2 er tatt mellom pilarrekke A og pilarrekke C. Det fremgår av Bilde F.1 at bjelkens underkantarmoring er angrepet av korrosjon. Lokale rustutfellinger i det overliggende dekket er også synlige på dette bildet. Bilde F.2 viser en større skade på bjelken, hvor betong har falt av og armeringen er frilagt. Bilde F.3 viser den del av bjelken som ligger mellom pilarrekke C og pilarrekke D. Her er det en lokal rustutfelling noenlunde midt i bjelkespennet. Skaden er vist i detalj på Bilde F.4. Situasjonen mellom pilarrekke D og pilarrekke H er synlig på Bilde F.5. Denne del av bjelken har ingen nevneverdige, synlige skader.

Undersiden av bjelkene med fugen i midten er vist detaljert på Bilde F.6 og overgangen mellom bjelke og dobbelpilar på Bilde F.7.



Figur 8 Kantbjelker ved fuger.

Ytre bjelke

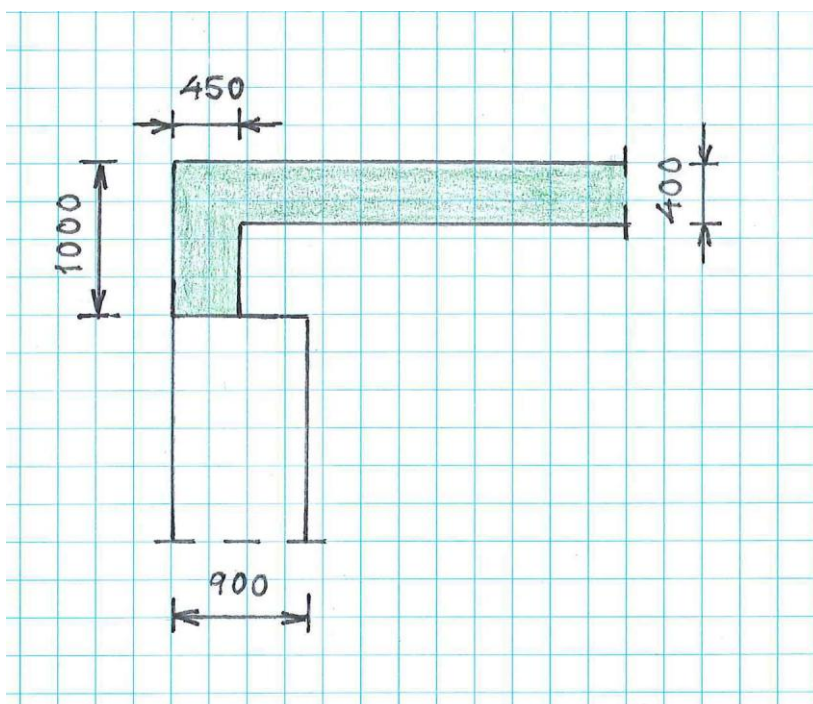
Bilder av ytre bjelke kan finnes i Vedlegg G. Bilde G.1 viser bjelken på begge sider av pilar D8/9. Bare få synlige korrosjonsangrep kan observeres på bjelken. Høyre del av denne bjelken (d.e. mellom akse D og akse H) er vist i mer detalj på Bilde G.2. I høyde med underkantarmeringen kan det observeres et tilnærmet horisontalt riss med utfelling av korrosjonsprodukter. Bilde G.3 viser en annen del av bjelken. Her er enkeltstående rustutfellinger synlige i overgangen mellom bjelke og overliggende plate, og det er også rustutfellinger i selve platen. Opplegget på dobbelpilar H8/9 fremgår av bilde G.4. En større skade i dekkets underside er synlig i bildets øvre kant. Denne skaden er vist i detalj på Bilde G.5, hvor det fremgår at armeringen er eksponert og at det er mindre rustutfellinger i nærheten av skadeområdet. Bjelkens underside med fugen i midten og opplegget på dobbelpilar D8/9 er vist på Bilde G.6.

4.6 Kantbjelker ved bakvegg

Ved avslutningen av seksjon C mot øst (d. e. mot steinfyllingen) er kaidekket forsterket med en rektangulær bjelke med tverrsnitt 450x1000 mm. Bjelken er synlig på Bilde C.7 og Bilde C.8 i Vedlegg C. Ingen nevneverdige skader ble funnet.

4.7 Kantbjelker ved søndre ende

Ved søndre ende av Seksjon C (d. e. i akse 20) er det en bjelke som er stivt forbundet med kaidekket / platen). Bjelken har rektangulært tverrsnitt med bredde 450 mm og høyde 1000 mm (inklusive platen). Et snitt av bjelken er vist på Figur 9. Avslutningen av Seksjon B mot sør (d. e. i akse 14/15) er utformet på samme måte og med bjelke med samme dimensjoner som for Seksjon C.

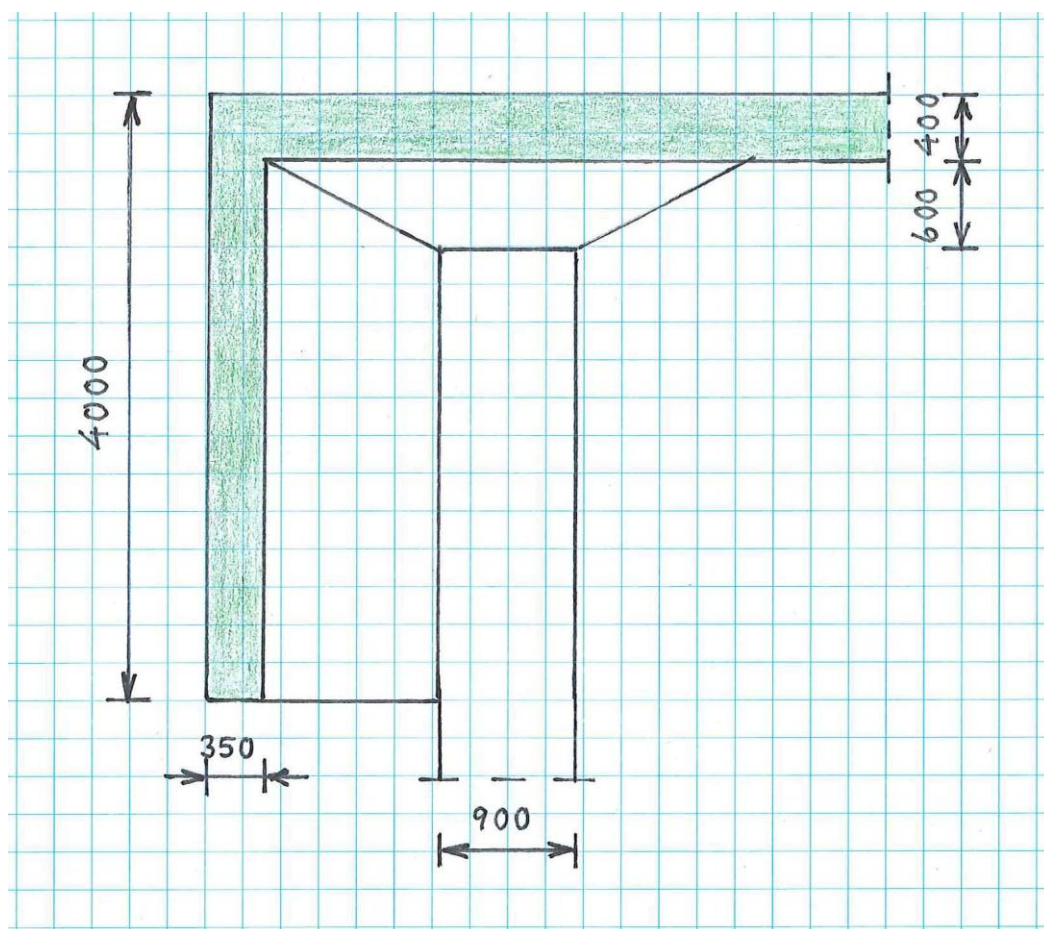


Figur 9 Kantbjelke ved avslutning mot sør.

Bilder av bjelkene er inntatt i Vedlegg H. Bilde H.1 viser søndre endevegg / kantbjelke for Seksjon C og Bilde H.2 tilsvarende bjelke for Seksjon B. Ingen vesentlige, synlige skader ble funnet.

4.8 Skjørtkonstruksjon

Oppbygning av betongskjørtet langs kaisidene er vist på Figur 10. I følge tegning nr. 824/04 utarbeidet av Sam Lorgen har skjørtet en tykkelse på 350 mm og en lengde målt fra overkant kaidekke på 4000 mm. Langs den sirkulære kaifronten ytterst på kaia er tykkelsen foreskrevet til 400 mm. Betongskjørtet er øverst forbundet med kaidekket, og sideveis er det via avstivende, vertikale skiver forbundet med kapitél og pilar. For Seksjon C er betongskjørtet utformet som en kontinuerlig vegg langs vestre kaiside i hele seksjonens lengde. For seksjon A og B har betongskjørtet en mer tradisjonell, åpen utforming.



Figur 10 Utforming av betongskjørt langs kaisidene.

Befaringen av skjørtkonstruksjonen startet på Seksjon C ved denne seksjonens sørvestre hjørne, fortsatte nordover langs vestre kaiside, videre rundt fronten av kaia

og tilbake mot sør langs østre kaiside til den søndre avslutningen av Seksjon B. Dokumentasjon i form av bilder kan finnes i Vedlegg I – K.

Vestre side

Bilde I.1 viser den søndre enden av Seksjon C med kantbjelke og pilarer. Seksjon C har et betongskjørt som er utformet som en kontinuerlig, heldekkende vegg, se Bilde I.2, som også viser opphengningen av lastebildekk i kjettinger på betongskjørtet.

Overgangen mellom Seksjon C og Seksjon B er vist på Bilde I.3. Seksjon B har trapesformede betongskjørt som er plassert ved hver pilar og stivt forbundet med pilaren via en vertikal skive. Mellom de trapesformede skjørtene er det en kantbjelke. På denne delen av kaia er det benyttet dumperdekk.

Betongskjørtene er utsatt for støtlaster fra skip og nedbrytning på grunn av mekanismer som frostpåkjenninger og inntrengning av klorider. Bilde I.4 og Bilde I.6 illustrerer mindre skader som ble registrert på skjørtkonstruksjonen. En større skade, som sannsynligvis skyldes kollisjonslaster fra skip, er vist på Bilde I.5. Her er skjørtet mer eller mindre knust, deler av betongskjørtet har løsnet og falt av, slik at armeringen er blottlagt. Bildet viser også at dumperdekkene har feil plassering i forhold til skjørtet. Mindre omfattende bruddskader på skjørtene kan sees på Bilde I.7 og Bilde I.8. Sistnevnte bilde viser også feilplasserte dumperdekk. Dette er ytterligere illustrert på Bilde I.9. En større knusningsskade er vist på Bilde I.10.

Flere av stigenes er i relativt dårlig forfatning. Stigen på Bilde I.11 ser ut til å ha blitt direkte utsatt for horisontallaster fra fartøyer.

Kaifront

Den sirkulære kaifronten på Seksjon A er kledd med treplanker, som oppviser varierende grad av råteskader. Tilstanden er illustrert på Bilde J.1 – Bilde J.3. Bildene avdekker at plasseringen av dumperdekk og lastebildekk til dels er usystematisk og mangelfull.

Østre side

Bilde K.1 viser en oversikt over fenderverket langs den ytre del av denne kaisiden, dvs. Seksjon A. Her er det anvendt en enkel rekke med lastebildekk. Lenger inne (Seksjon B) er det opphengt to rekker med lastebildekk, se Bilde K.2.

Flere skader på betongskjørtene ble registrert. En mindre skade er vist på Bilde K.3. Deler av betongen har falt av og armeringen er synlig. Bilde K.4 viser en langt mer omfattende skade, som sannsynligvis er forårsaket av kollisjon med skip. Den påførte horisontallasten har ført til et større brudd i betongskjørtet. Både Bilde K.3 og Bilde K.4 avslører at plasseringen av lastebildekkene ikke er tilfredsstillende.

Ved inspeksjonen under kaia ble det registrert skader på betongskjørt langs østre kaiside. En bruddskade fotografert fra innsiden er vist på Bilde K.5. Her har bruddet oppstått i overgangen mellom skjørt og kantbjelke. Utvasking av betongen i nedre del av skjørtet er vist på Bilde K.6, hvor betongen er borte og bare armeringen gjenstår.

Stigene på østre kaiside er i varierende forfatning. I høyre kant av Bilde K.7 skimtes en stige som er deformert, trolig som følge av laster fra fartøy. En nyere stige med høyst utilfredsstillende innfesting er vist på Bilde K.8.

5 Konklusjoner

5.1 Kaias generelle tilstand

I denne rapporten har hensikten vært å beskrive tilstanden av kaia med henblikk på den planlagte lossing av vindmølleseksjoner sommeren 2013. Denne målsetningen påvirker både rutinene ved inspeksjonen og skaderegistreringen. I tillegg til omtalen i denne rapporten av registrerte skader henvises det til de tidligere utførte tilstandsvurderinger, se Ref. 4 og Ref. 5.

De mest omfattende skader på grunn av nedbrytning ble funnet på skjørtkonstruksjonen, som også har betydelige skader som skyldes støtlaster fra skip. Fenderverket (lastebildekk og dumperdekk) har relativt store mangler, noe som har vært en medvirkende årsak til skadene på betongskjørtet.

Manglende kraftoverføring i fugene er utførlig behandlet i Notebys rapport [4], og dette omtales ikke ytterligere her.

Kaidekkets overside er generelt i god forfatning. Det er enkelte ujevnheter som kan være til hinder ved bruk av truck på kaia. Enkelte pullere har begynnende skadeutvikling og korrosjon. Det ble registrert skader på flere av stigene på kaia.

Korrosjon av innstøpt armering ble registrert på undersiden av kaidekket (platen), pilarenes kapitél og på kantbjelker ved fugene. Generelt er de synlige korrosjonsskadene mest fremtredende på den ytre del av kaia, dvs. på Seksjon A og

Seksjon B, mens det på Seksjon C (innerst) bare ble funnet mindre skader. Forklaringen på dette er sannsynligvis at Seksjon C har et kontinuerlig betongskjørt som i vesentlig grad beskytter undersiden av kaidekket mot bølger og sjøsprøyt. Den åpnere skjørtkonstruksjonen på Seksjon B og Seksjon A gir ikke den samme beskyttelse av kaidekket.

Den dominerende del av korrosjonsskadene kommer til syne som rustutfellinger på betongoverflaten. Misfargingen av betongoverflaten dekker mindre, isolerte områder og ikke større, sammenhengende deler av overflaten. Dette indikerer at korrosjonsangrepene er lokale, og at de foreløpig ikke har fått betydelig negativ innvirkning på konstruksjonselementenes stivhet og styrke.

Enkelte tilfeller av korrosjonsriss og begynnende avskalling av betong ble også registrert. Såkalt "bom" (manglende heft mellom armering og betong) ble ikke undersøkt, og det henvises til Notebys rapport [4] for en nærmere omtale av dette.

De registrerte korrosjonsskadene skyldes høyt kloridnivå i betongen som følge av at klorider i sjøvannet har trengt inn i betongen. Dette er en langsam prosess som i hovedsak skyldes diffusjon.

I tillegg til det som er nevnt ovenfor, ble det på bjelkene funnet enkelte, relativt betydelige skader hvor betongoverdekningen har falt av, slik at armeringen er synlig i skadeområdet.

Ved bygging av kaia har en valgt å la bordforskalingen på pilarene stå som beskyttelse mot sjøvannets virkninger. For de fleste pilarers vedkommende er denne forskalingen fremdeles stort sett intakt, noe som forhindrer inspeksjon av betongoverflatene. Der hvor forskalingen har falt av, er betongoverflaten i tidevannsonen i stor grad dekket av begroing. Pilarenes tverrsnitt i tidevannsonen synes ikke å være redusert i betydelig grad.

Det ble ikke foretatt inspeksjon av pilarene i neddykket sone. For tilstanden i denne sonen henvises det til de tidligere undersøkelsene, som er dokumentert i Ref. 4 og Ref. 5.

5.2 Anbefalinger i forbindelse med planlegging av lossing av vindmølleseksjoner

De skader på konstruksjonene som ble funnet under tilstandsundersøkelsen er ikke av en slik alvorlig karakter at de i seg selv gir grunnlag for å utelukke muligheten for lossing av vindmølleseksjoner på kaia. For å kunne vurdere kaias bærekapasitet og

sikkerhet ved den planlagte lossingen, er det nødvendig å utføre detaljerte beregninger basert på reelle, opptredende laster og konkrete planer for bruk av kraner og kjøretøyer. Nedenfor er det skissert et forslag til gjennomføring av slike beregninger.

1. Den indre del av kaia (Seksjon C) er praktisk talt fri for skader som har betydning for bæreevnen. Det er derfor mulig at beregninger av bærekapasitet for Seksjon C kan baseres på antagelsen om intakt konstruksjon (d. e. ingen reduksjon på grunn av skader).

For samtlige tre seksjoner er senteravstand mellom pilarene i kaias tverretning den samme (7,75 m). I lengderetningen er senteravstanden mellom pilarene 7,88 m for seksjon A og Seksjon B, mens pilarene på Seksjon C har senteravstand lik 7,00 m.

Disse to forhold tilsier at man ved lossing av vindmølleseksjoner bør prioritere å anvende Seksjon C. Siden Seksjon C ligger innerst på kaia, må kjøretøyer lastet med vindmølleseksjoner uansett passere over denne delen av kaia.

2. Dybdeforholdene langs den indre del av kaia kan være en begrensende faktor for fartøyer som skal anvendes til transport av vindmølleseksjonene. Ved bygging av kaia på 1970-tallet ble det i 1970 og 1971 utført dybdemålinger av Statens Havnevesen (nåværende Kystverket). Resultater av disse er vist på tegning utarbeidet av Statens Havnevesen 5. distrikt datert januar 1972. Disse dataene er overført på tegninger nr. 824/01 utarbeidet av Sam Lorgen.

Berlevåg kommune har i 2012 fått utført nye dybdemålinger ved kaia, som dokumenterer dybdeforholdene slik de nå er.

Med utgangspunkt i disse dybdemålingene vil det trolig være mulig å avklare om de aktuelle transportfartøyene kan anvende Seksjon C.

3. Det anbefales ikke å bruke mobilkran på kaia, da dette vil resultere i store, konsentrerte laster på kaidekket.
4. Valg av kjøretøyer for opplasting på og transport av vindmølleseksjoner må foretas med omhu. Plassering av kjøretøy og kjøring på kaia må planlegges i detalj og ta utgangspunkt i kaias bæresystem.
5. Når valg av kjøretøy og opptredende aksellaster og hjultrykk er fastlagt, må det utføres beregninger som dokumenterer kaidekkets bærekapasitet. Disse beregningene bør baseres på avanserte databaserte metoder som gjør det mulig å ta hensyn til en nøyaktig modellering av samtlige bærende

konstruksjoner. Slike beregninger er generelt kompliserte og krever kunnskaper innenfor flere fagområder som nedbrytningsmekanismer i betong, konstruksjonsmekaniske virkninger av nedbrytning, dimensjonering av betongkonstruksjoner og databaserte analysemetoder (elementmetoden).

6. Selve losseoperasjonene bør underlegges kontroll av personell med konstruksjonsteknisk kompetanse. Hovedoppgaven vil være å påse at planene for lossingen overholdes. Det bør også treffes tiltak for å overvåke kaidekkets oppførsel under lossingen (f. eks. nedbrytningsmålinger på kritiske punkter).
7. Hvis dybdeforholdene utelukker bruk av Seksjon C, vil det være mulig å vurdere om lossing kan foretas på Seksjon B. Dette vil sannsynligvis kreve noe mer kompliserte beregninger enn for Seksjon C på grunn av de skader som er registrert på Seksjon B.

5.3 Reparasjonsbehov

De skader som er registrert på kaia er av en slik karakter at det bør treffes tiltak for å forhindre at nedbrytningen fortsetter og tilstanden forverres ytterligere. De utbedringer som i første rekke bør iverksettes er:

1. Det er nødvendig å utbedre skader på betongskjørt evt skifte ut skjørt som har de mest alvorlige skadene. Samtidig bør det gjennomføres en oppgradering av fenderverket, som består av lastebildekk og dumperdekk. Plasseringen av dekkene er stedvis mangelfull og usystematisk. Skader på skjørt og mangler ved fenderne fører til at kaia kan utsettes for utilsiktede horisontalkrefter fra fartøyer.
2. Avstivningssystemet for horisontalkrefter er mangelfullt og bør utbedres slik som beskrevet i Ref. 4.
3. Konstruksjonene på undersiden av kaia (dekke, kapiteler, kantbjelker) har synlige skader som skyldes at innstøpt armering korroderer. Registrerte skader bør utbedres, og det bør iverksettes tiltak som hindrer at tilstanden forverres ytterligere.
4. Pilarene ble inspisert i neddykket sone i 1997 av Noteby [4] og i 2011 av Rambøll Norge [5]. På pilar D6 (Seksjon A) ble det funnet en alvorlig støpefeil ved pilarfoten. I Ref. 4 er det estimert at ca. 70 % av betongtverrsnittet var borte, og både bøylearmering og lengdearmering var synlige. Dette representerer en vesentlig svekkelse av pilarens bærekapasitet. Skaden bør utbedres for å gjenopprette kapasiteten, og dermed forhindre at omkringliggende deler av kaidekket utsettes for utilsiktede påkjenninger.

Generelt bør planlegging og utførelse av reparasjonstiltakene ikke utsettes hvis man skal forhindre videre nedbrytning av kaia, noe som vil føre til verdiforringelse og betydelig økning av kostnadene ved utbedring på et senere tidspunkt.

Reparasjon av betongskjørt og fendere bør foretas snarlig for å unngå ytterligere skader på grunn av støtlaster etc.

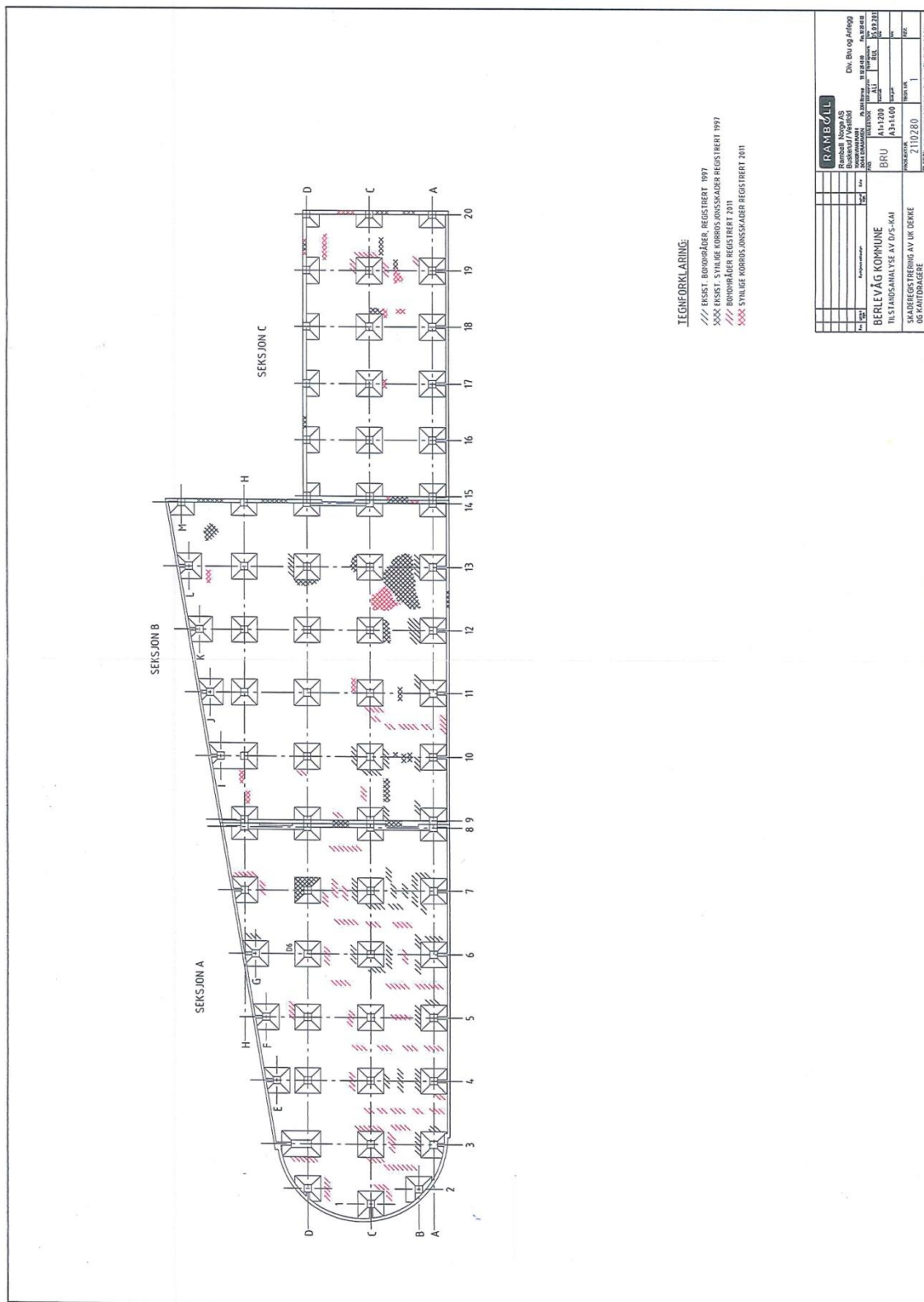
Planlegging av de øvrige reparasjoner som er omtalt ovenfor bør starte uten ytterligere opphør. Disse tiltakene kan gjennomføres i flere etapper, men de bør samlet være utført i løpet av en periode på ca. 5 år. Dersom en venter for lenge med å treffe adekvate tiltak mot armeringskorrosjon, er det fare for at skadene blir så omfattende at de får virkninger for konstruksjonenes stivhet og bæreevne. Reparasjonskostnadene vil da øke betydelig.

6 Referanser

1. Dampskipskaia, Berlevåg: Ilandføring av vindmølleseksjoner. Kontroll av bærekapasiteter – Foreløpig vurdering, Sweco, Narvik, notat nr. 01, mars 2012.
2. Dampskipskaia, Berlevåg: Kontroll av kapasiteter for ilandføring av vindmølleseksjoner, Sweco, Narvik, rapport, april 2012.
3. Dampskipskaia, Berlevåg: Lossing av vindmølleseksjoner. Foreløpig vurdering av laster fra kjøretøy, Sweco, Narvik, notat nr. 02, juni 2012
4. Tilstandsundersøkelse av dampskipskaia i Berlevåg, Noteby, rapport nr. 57289 – 1, 27. oktober 1997.
5. Kloridprøver og undervannsinspeksjon, Berlevåg dampskipskai, Rambøll Norge, Notat, 14. september 2011.

Vedlegg A

Skaderegistreringer i 1997 og 2011



Vedlegg B

Bilder fra befaringen 2012; oversiden av kaidekket



Bilde B.1 Oversiden av kaidekket.



Bilde B.1 Oversiden av kaidekket, vestre del.



Bilde B.3 Oversiden av kaidekket, indre del.



Bilde B.4 Fuge mellom seksjon B og seksjon C (indre fuge).



Bilde B.5 Detalj av fuge mellom seksjon B og seksjon C (indre fuge)



Bilde B.6 Fuge mellom seksjon A og seksjon B (ytre fuge).



Bilde B.7 Detalj av fuge mellom seksjon A og seksjon B.



Bilde B.8 Skade i påstøp ved fuge mellom seksjon A og seksjon B.



Bilde B.9 Puller uten synlige skader.



Bilde B.10 Puller med avskallet betong.



Bilde B.11 Puller medavskallet betong.

Vedlegg C

**Bilder fra befaringen 2012; undersiden av kaidekket
Seksjon C (innerst)**



Bilde C.1 Seksjon C Oversikt.



Bilde C.2 Seksjon C Pilar A19.



Bilde C.3 Seksjon C Pilar A18.



Bilde C.4 Seksjon C Pilar A17.



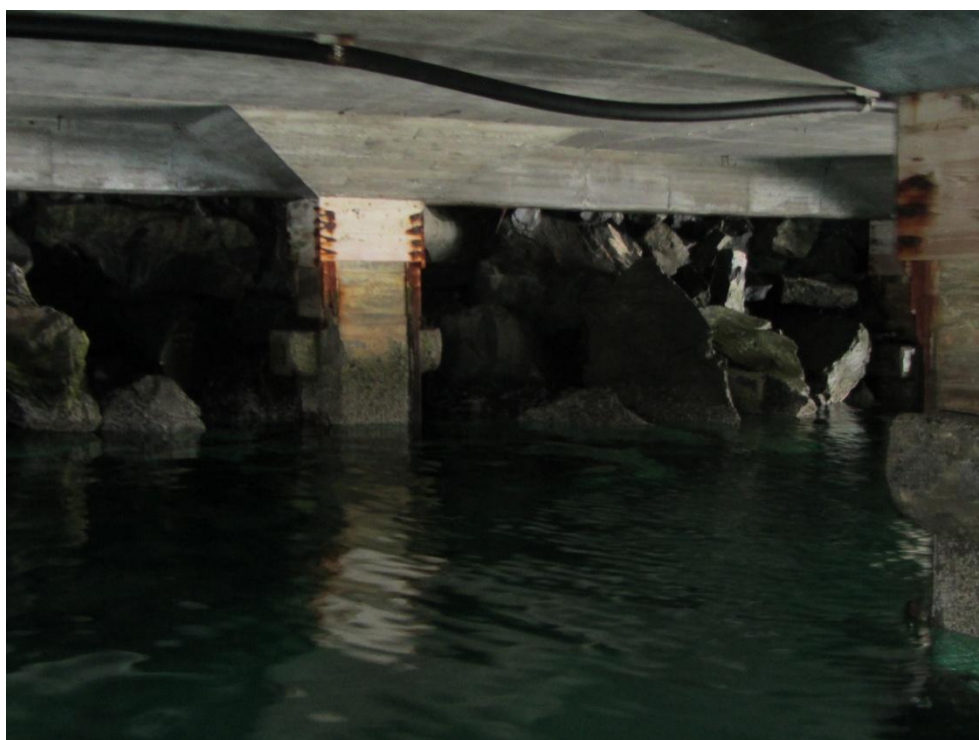
Bilde C.5 Seksjon C Pilar A16.



Bilde C.6 Seksjon C Pilar A15/14 (ved fuge).



Bilde C.7 Seksjon C. Oversikt mellom pilarer i akse C



Bilde C.8 Seksjon C Bjelker ved steinfylling.

Vedlegg D

Bilder fra befaringen 2012; undersiden av kaidekket Seksjon B (midtre)



Bilde D.1 Seksjon B Pilar A13.



Bilde D.2 Seksjon B Pilar A12.



Bilde D.3 Seksjon B Pilar A11.



Bilde D.4 Seksjon B Pilar A10.



Bilde D.5 Seksjon B Pilar 8/9) (ved fuge).



Bilde D.6 Seksjon B Oversikt mellom pilarrekke D og H.



Bilde D.7 Seksjon B Pilar i akse D.



Bilde D.8 Seksjon B Pilar i akse D.



Bilde D.9 Seksjon B Pilar i akse D.



Bilde D.10 Seksjon B Pilar i akse D.



Bilde D.11 Seksjon B Pilar i akse M.



Bilde D.12 Seksjon B Pilar i akse M.



Bilde D.13 Seksjon B Pilar i akse C.



Bilde D.14 Seksjon B Pilar hvor forskaling har falt av.



Bilde D.15 Seksjon B Detalj av konsoll.

Vedlegg E

Bilder fra befaringen 2012; undersiden av kaidekket Seksjon A (ytterst)



Bilde E.1 Seksjon A Pilar A7.



Bilde E.2 Seksjon A Pilar A6.



Bilde E.3 Seksjon A Pilar A5.



Bilde E.4 Seksjon A Pilar A5 Detalj av skade i underkant dekke.



Bilde E.5 Seksjon A Pilar A4.



Bilde E.6 Seksjon A Pilar A3.



Bilde E.7 Seksjon A Pilarer i akse D og akse H.



Bilde E.8 Seksjon A Pilar i akse D.



Bilde E.9 Seksjon A Pilar i akse D.



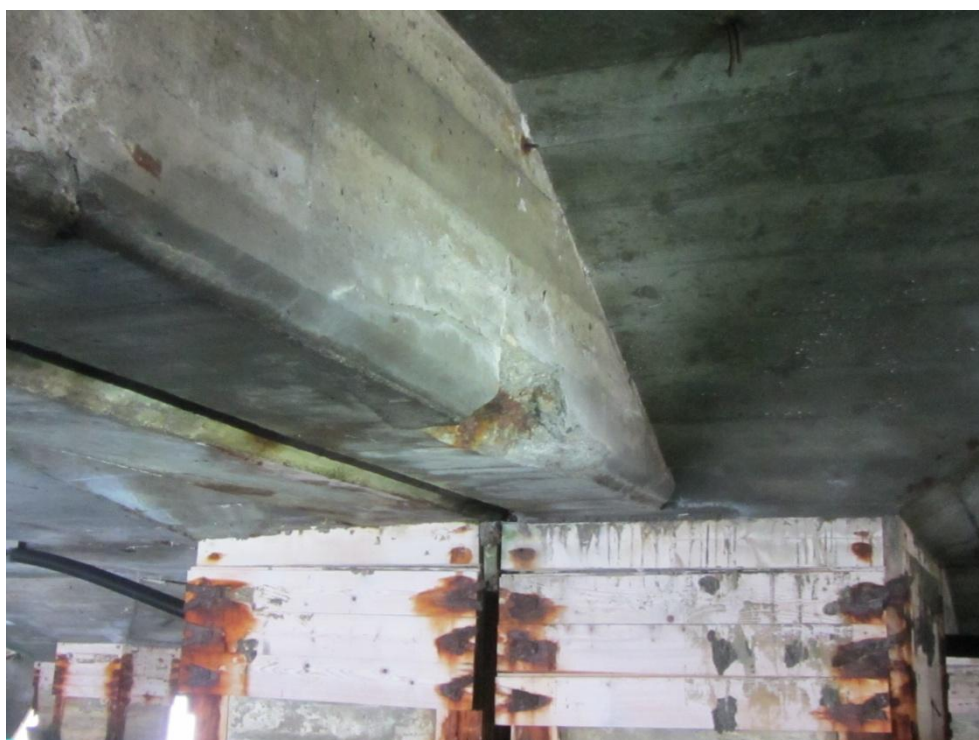
Bilde E.10 Seksjon A Pilar i akse D.

Vedlegg F

**Bilder fra befaringen 2012; undersiden av kaidekket
Fuge mellom Seksjon B og Seksjon C
(indre fuge, akse 14/15)**



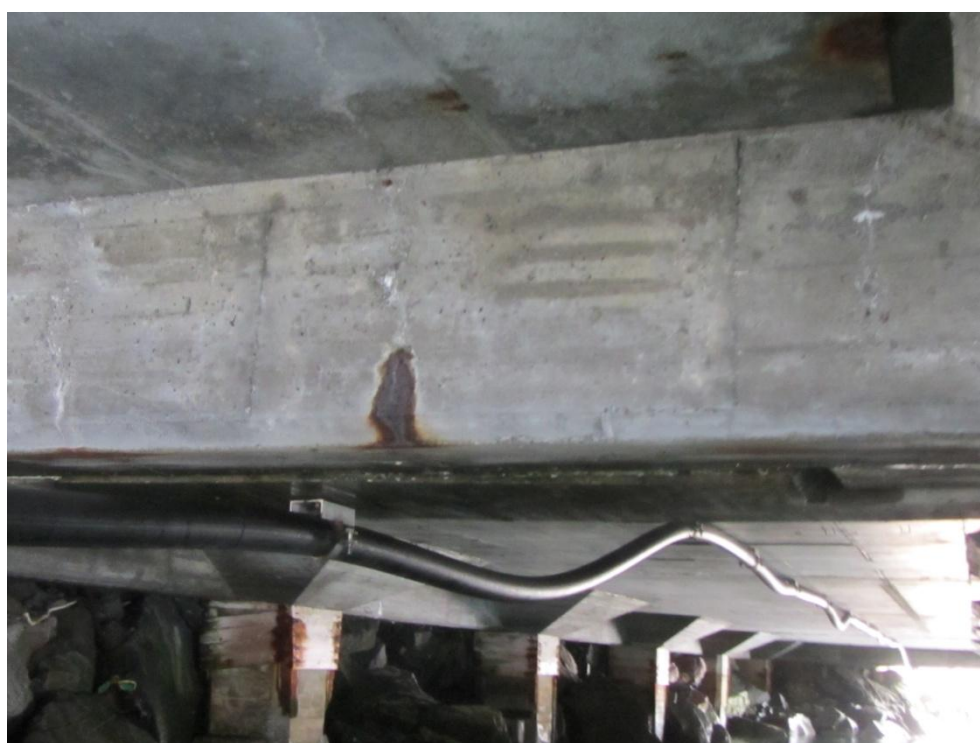
Bilde F.1 Indre fuge Bjelke mellom akse A og akse C.



Bilde F.2 Indre fuge Bjelke med skade.



Bilde F.3 Indre fuge Bjelke mellom akse C og akse D.



Bilde F.4 Indre fuge Detalj av skade på Bilde F.3.



Bilde F.5 Indre fuge Bjelke mellom akse D og akse H.



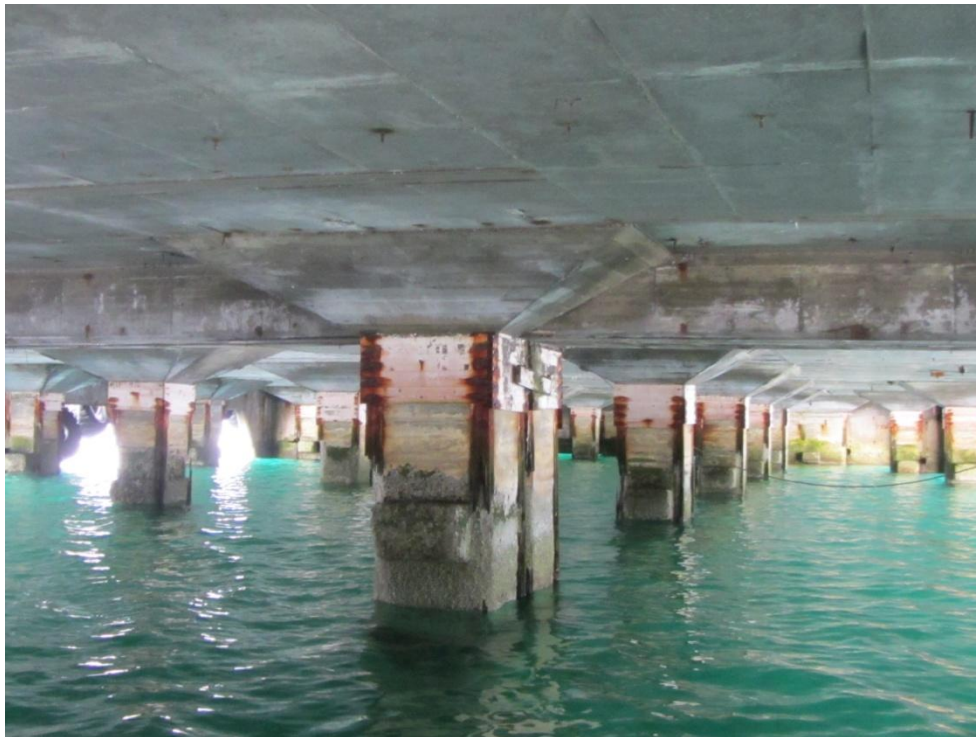
Bilde F.6 Indre fuge Detalj av undersiden av fuge.



Bilde F.7 Indre fuge Pilar.

Vedlegg G

**Bilder fra befaringen 2012; undersiden av kaidekket
Fuge mellom Seksjon A og Seksjon B
(ytre fuge, akse 14/15)**



Bilde G.1 Ytre fuge Feltene ved pilar D8/9.



Bilde G.2 Ytre fuge Detalj av bjelke på Bilde G.1.



Bilde G.3 Ytre fuge Felt mellom akse D og akse H.



Bilde G.4 Ytre fuge Bjelke ved pilar H8/9.



Bilde G.5 Ytre fuge Detalj av skade i uk dekke på Bilde G.4.



Bilde G.6 Ytre fuge Pilar i akse D8/9.

Vedlegg H

Bilder fra befaringen 2012; kantbjelker ved kais avslutning mot sør



Bilde H.1 Kantbjelke ved avslutning av Seksjon C mot sør.



Bilde H.2 Kantbjelke ved avslutning av Seksjon B mot sør.

Vedlegg I

Bilder fra befaringen 2012; kantbjelke og betongskjørt Vestre side



Bilde I.1 Søndre ende av Seksjon C.



Bilde I.2 Seksjon C Kontinuerlig betongskjørt.



Bilde I.3 Seksjon B Oversikt.



Bilde I.4 Vestre kaiside Skade.



Bilde I.5 Vestre kaiside Skade.



Bilde I.6 Vestre kaiside Skade.



Bilde I.7 Vestre kaiside Skade.



Bilde I.8 Vestre kaiside Skade.



Bilde I.9 Vestre kaiside.



Bilde I.10 Vestre kaiside Skade.



Bilde I.11 Vestre kaiside Stige.

Vedlegg J

Bilder fra befaringen 2012; Kaifront



Bilde J.1 Kaifront ved overgang mot vestre kaiside.



Bilde J.2 Kaifront.



Bilde J.3 Kaifront ved overgang mot østre kaiside.

Vedlegg K

Bilder fra befaringen 2012; kantbjelke og betongskjørt Østre side



Bilde K.1 Østre kaiside Oversikt (Seksjon A).



Bilde K.2 Østre kaiside Oversikt (Seksjon B).



Bilde K.3 Østre kaiside Skade.



Bilde K.4 Østre kaiside Skade.



Bilde K.5 Østre kaiside Skade innvendig.



Bilde K.6 Østre kaiside Utvasking av betong.



Bilde K.7 Østre kaiside Avslutning mot sør, stige.



Bilde K.8 Østre kaiside Stige.

