RAPPORT

Handläggare

Dag Linghoff

Mobil+46725886048

E-post

dag.linghoff@afconsult.com

Kund

Skien kommune

Datum

2017-12-11

Projekt-ID

738386

Version 2

Skadebedömning av kajer för ”Turveg langs elva” Porsgrunn



ÅF-Infrastructure AB

Dag Linghoff

RAPPORT

Innehållsförteckning

1 Inledning 3

2 Inspektionsmetodik 4

3 Kaj 1 Osebro 5
- 3.1 Kajdel 1-2 5
- 3.2 Kajdel 1-3 9

4 Kaj 2, Assuransebrygga 18
- 4.1 Kajdel 2-1 18
- 4.2 Kajdel 2-2 23
- 4.3 Kajdel 2-3 Södra och Mittre 25
- 4.4 Kajdel 2-3 Norra 29
- 4.5 Kajdel 2-4 Södra 32
- 4.6 Kajdel 2-4 Norra 34
- 4.7 Kajdel 2-5 Södra 37
- 4.8 Kajdel 2-5 Mittre 39
- 4.9 Kajdel 2-5 Norra 41
- 4.10 Kajdel 2-5 ”Privat” 45

5 Kajdel 3, Osebakken 46
- 5.1 Kajdel 3-1 46
- 5.2 Kajdel 3-2 Södra 47
- 5.3 Kajdel 3-2 Betongkaj och Slip 50
- 5.4 Kajdel 3-2 Norra 51

6 Slutsatser och åtgärdsförslag 53

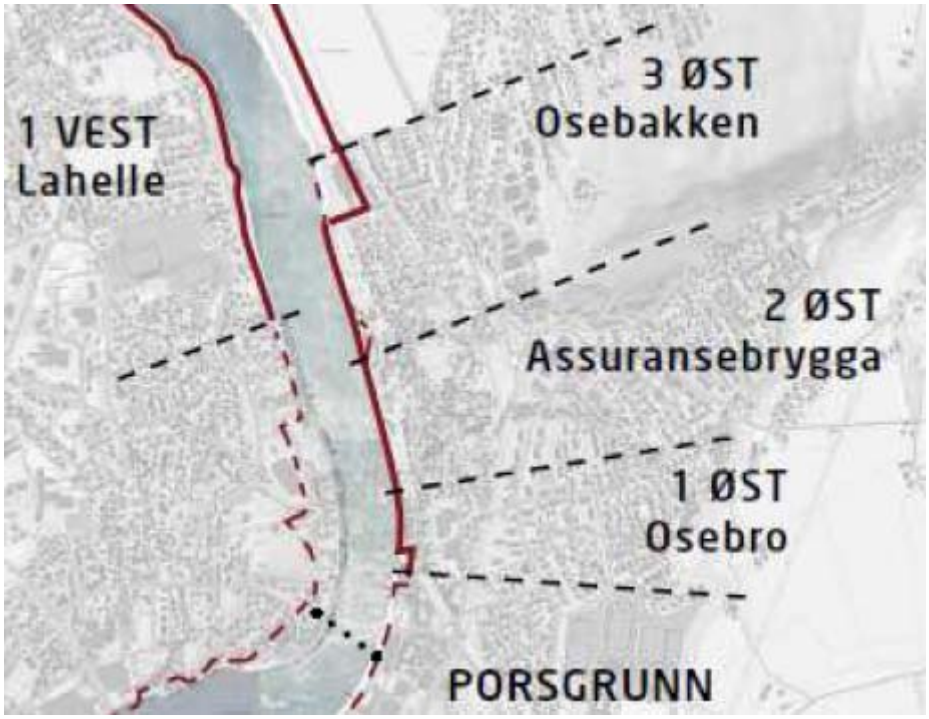
RAPPORT

1 Inledning

Marine Structures & Engineer Diving inom ÅF Infrastructure AB har fått i uppdrag av Vegar Weholt, Skien kommune, att genomföra en utredning av kajsträckning 1-3 (Osebro – Osebakken) i Porsgrunn i enlighet med erhållet underlag, se *Figur 1* nedan. Upphovet till detta uppdrag är att det i ett tidigare skede har uppkommit information att det eventuellt kan finnas brister i befintliga kajdelar, vilket kan ha till följd att vissa kajdelar behöver repareras för att säkerställa att en Turveg kan upprättas längs berörd kajdel och förvaltas av kommunen.

ÅF fick ta del av tidigare inhämtad information kring kajsträckningarna samt att det av ÅF genomfördes en förinspektion tillsammans med beställaren. Vid denna förinspektion bekräftades att det fanns skador i enlighet med tidigare uppgifter, och att en mer omfattande och riktad särskild inspektion av kajerna var nödvändig för att utreda skadeomfattning samt effekten av dessa skador.

ÅF genomförde den särskilda inspektionen under perioden 2017-10-09 – 2017-10-12, vilken omfattade dokumentation och statusutredning av kajerna, både över och under vatten. Dock saknas det konstruktionsritningar över samtliga kajer, varför även det utfördes en inmätning i samband med inspektion för att ta fram typsektioner.



Figur 1: Orienteringskarta över kajsträcka 1 – 3 i Porsgrunn.

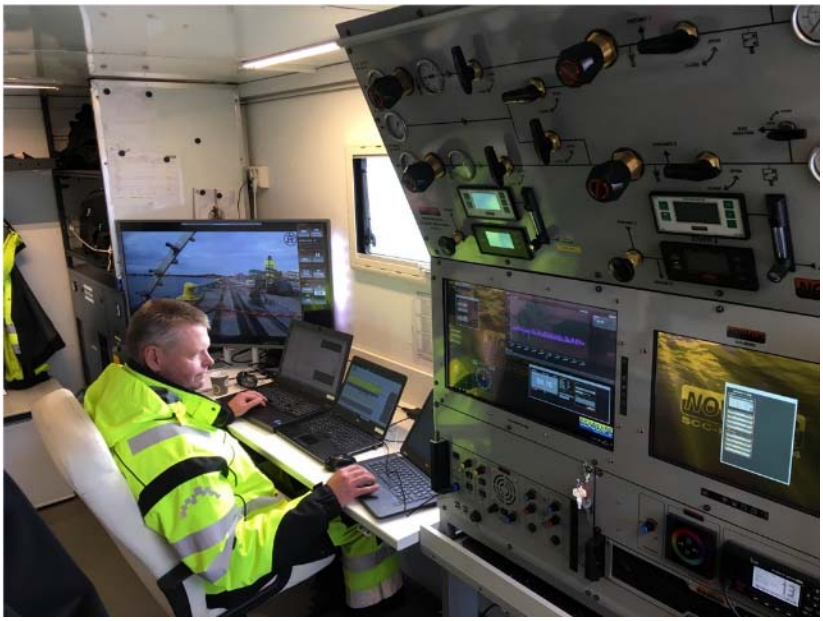
Rapportens inleds med en metodbeskrivning av inspektionen, därefter är inspektionsresultat och slutsatser angivna i separata kapitel för respektive kajdel från Osebro till Osebakken. Rapporten avslutas med övergripande åtgärdsförslag för respektive skadebilder.

2 Inspektionsmetodik

Inspektion under och över vatten genomfördes av ingenjörsdykare, med tillgång till bland annat följande utrustning:

- Dyksläp med kontrollstation
- UV-videokamera
- UV-kamera
- Salinitetsmätare
- Mätinstrument

Inspektion inleddes med inmätning och uppritning av respektive kajdel i plan och sektion. Därefter genomfördes den visuella inspektionen inklusive utförande av erforderliga mätningar. Personal vid kontrollstation (se *Figur 2*) noterade fortlöpande inspektionsresultat via kommunikation, både i tal och bild, mellan dykare och kontrollstation. Salinitetsmätningar genomfördes längs hela kajlinjen från Osebro till Osebakken för att studera salthalten i vattnet. Hög salthalt medför en snabbare nedbrytning av betong- och stålkonstruktioner på grund av ökade förutsättningar för korrosion.



Figur 2: Kontrollstation i dyksläp.

3 Kaj 1 Osebro

Kaj bestående av 2 kajsträckor som är utförda som pålkajer men av olika material och konstruktionslösningar (*Figur 3*).

3.1 Kajdel 1-2

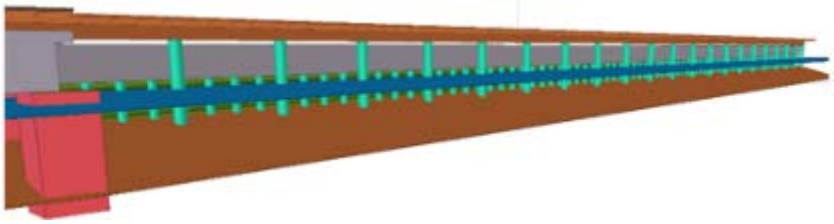


Figur 3: Orienteringsbild Kajdel 1-2.

Kajdel 1-2 Södra (*Figur 4*) är grundlagd på träpålar med ovanpåliggande längsgående träbalkar, vilka i sin tur är överbyggda med trädäck. Erosionsskydd utgörs av block och sprängsten.



Figur 4: Vy över Kajdel 1-2.



Figur 5: Modellerad vy av Kajdel 1-2. Vy från nordväst.

De främre pålarna är i godkänt skick. De inre upplagen gick inte att nå på grund av erosionsskydd, varför varken konstruktionslösning eller status på dessa gick att bedöma.

Även balkarna, som är upplagda på avväxlingar till pålar, är i godkänt skick liksom trädäck. Se *Figur 6*.



Figur 6: Längsgående träbalkar upplagda på avväxlingar mot träpålar.

Kajdel 1-2 Norra har en frontbalk av betong, se *Figur 7*, vilken bärs upp träpålar.



Figur 7: Frontbalk av betong.

Figur 8 redovisar ytlig befintlig armering i den främre betongbalken, vilken har blivit nedbockad. Orsaken till att denna armering finns och att den har blivit nedbockat har inte klargjorts då information om detta saknas. Ett antagande till att det finns armering med nedbockning är att det planerats en överbyggnad av betong, men att man sedan ändrat till trädäck på träbalkar. Hade det funnits en överbyggnad av betong borde armering kapats vid rivning.



Figur 8: Frontbalk av betong med ytlig nedbockad armering.

Spjälkningsskador återfinns på frontbalken av betong (*Figur 9*), vilket reducerar dess kapacitet. Även genomgående sprickor i underkant av balken finns. Dessa sprickor uppvisar en skadebild såsom att balken vid något tillfälle har varit överbelastad.



Figur 9: Spjälningsskador och sprickor i betongbalk.

Sammanfattande skadebild

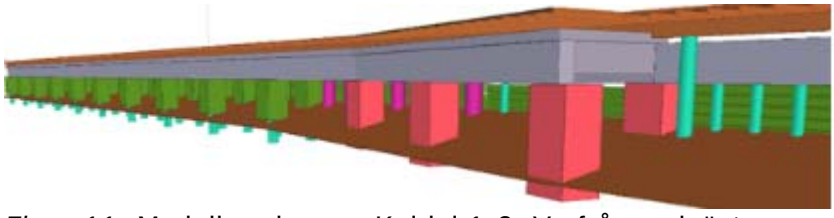
- Betongbalk har belastningsskador samt omfattande spjälkningsskador. Detta orsakar främst en reducering i bärförmåga utifrån ursprunglig dimensionering.
- Flertal pålar i den norra delen av kajdel 1-2 har rötskador i påltopp, vilket medför att lastöverföring mellan balk och påle kommer försämras vartefter nedbrytning fortlöper.
- De trästockar och betongbalkar som är tänkta som erosionsskydd är kraftigt skadade, vilket medför att erosionsskyddet i form av stenblock och sprängsten faller ut. Detta kan medföra sättningar i bakomliggande mark.
- Frilagd nedbockad armering påskyndar nedbrytning av betongbalk genom spjälkning på grund av korrosion och frostsprängningar.

3.2 Kajdel 1-3



Figur 10: Orienteringsbild Kajdel 1-3.

Kaj grundlagd på träpålar som i nivå med botten är ingjutna i överbyggda fyrkantspålar av betong. Kajdäck bärs upp av tre längsgående betongbalkar, som delar upp kajöverbyggnad i två längsgående fack. Däck och balkar är sammangjutna. Den inre balken är utgör bakkantsmur, dock är en kortare sträcka av bakkantsmuren utförd av stenblock.



Figur 11: Modellerad vy av Kajdel 1-3. Vy från sydväst.

De två yttre balkarna bedöms vara fritt upplagda på betongpålarna och inte sammangjutna, se *Figur 11* och *Figur 12*.



Figur 12: Undersida kajdel 1-3. Yttre längsgående fack.

Vid uppbyggnad av det inre facket har förmodligen en äldre befintlig träkaj nyttjas vid uppbyggnad av form. Denna äldre kaj/formkonstruktion finns kvar längs hela sträckan av det inre facket, men är i mycket dåligt skick. Den inre formbyggnaden redovisas i *Figur 13* och *Figur 15*. Det är rimligt att anta att den äldre kajkonstruktionen enbart använts som form, och inte har till uppgift att bidra till överbyggnadens bärförmåga.



Figur 13: Inre fack med kvarlämnad form av tidigare kaj.

I *Figur 14* syns dels kvarvarande äldre kaj samt bakkantsmur som här består av stenblock.



Figur 14: Kvarlämnad form under inre fack samt bakkantsmur av sten.

Vid norra gaveln av kajdel 1-3 återfinns det spjälkningsskador (*Figur 15*) i betongen, vilket lett till att bakomliggande stenmaterial har runnit ut i vattnet.



Figur 15: Kvarsittande form samt spjälkningsskador vid norra änden.

Dilatationsfogar i kajdäck saknar tätningar. *Figur 16* visar på vattengenomträngning genom dilatationsfogar. Det finns tecken på att det genomträngande vattnet har gett upphov till spjälkningar i betongen genom frostsprängningar.



Figur 16: Otät dilatationsfog samt spjälkningsskador.

Längs hela kajdel 1-3 förekommer gjutsår eller separationer mellan cementpasta och ballast, vilka har uppkommit i samband med produktion. På grund av dessa produktionsskador finns stora förutsättningar för fukt och klorider att tränga in till armering och orsaka korrosion med efterföljande spjälkningar, se *Figur 17* och *Figur 18.* Armeringskorrosion i balk som visas nedan ger upphov till lägre bärförmåga.



Figur 17: Spjälningsskada med frilagd armering på undersida balk.



Figur 18: Gjutsår med frilagd armering på undersida balk.

Figur 19 redovisar bakkantsmur av betong. Både betong- och stenmur går ner i en stenbädd, så det går inte att se om det finns underliggande rustbädd eller pålar som bär upp mur. Dock syns det inga tecken på sättningar av bakkantsbalk, så det går att förmoda att status på underbyggnad är av godkänd karaktär.



Figur 19: Äldre overksamma pålar samt bakkantsmur av betong.

Betongdäck konsolar ut över frontbalk, se *Figur 20*. Denna del av däcket är utsatt för omfattande armeringskorrosion och spjälkning av betong. Dock ses det inte som ett akut problem för det uppstolpade trädäckets bärförmåga. Men på sikt kommer dessa skador att fortplanta sig bakåt mot frontbalk och bryta ned denna.



Figur 20: Konsol av platta utanför frontbalk.

Den södra delen av kajdel 1-3 viker av något från den norra kajlinjen. Denna kajdel bärs upp av runda betongpålar med isskydd av stålplåt, se *Figur 21*.



Figur 21: Betongpålar med isskydd av stålplåt.

Längst söder ut på denna kajdel har trästock/plank brutits ned och saknas, vilket medfört att bakomliggande massor har spolats ur.

Betongplatta som utgör kajdäck har, utifrån vad som noterats under kaj, gjutits mot en bädd av stenmaterial. Denna stenbädd har spolats bort, se *Figur 22* och *Figur 23*. Det sten som syns i valvet i *Figur 22* och *Figur 23* är rester från den stenbädd som valvet var gjutet på. Urspolning i riktning inåt under kaj uppgår till över två meter (*Figur 23*). Då konstruktionshandlingar inte har funnits till hands, kan det inte avgöras om stenbädden enbart utgjort en form eller varit tänkt att bidra till bärigheten av betongdäck. Detta bör utredas ytterligare då en kollaps av betongdäcket kan medföra omfattande sättningsskador av ovan- och/eller bakomliggande mark.



Figur 22: Omfattande urspolning längs inre delen av kajdäck.



Figur 23: Omfattande urspolning tvärs inre delen av kajdäck.

Figur 24 visar delar av det material som spolats ut under betongplatta, och ligger på botten utanför den tidigare träspont som utgjorde erosionsskydd.



Figur 24: Urspolat material återfunnet på botten.

Delar av det kvarvarande nedbrutna erosionsskyddet av trä visas i *Figur 25*, vilket tidigare utgjorde en skyddsspont men nu återfinns enbart enstaka plank och/eller stockar.



Figur 25: Skadad skyddsspont.

Sammanfattande skadebild

- Spjälkningsskador i norra delen av kajdel 1-3 vilket orsakat armeringskorrosion och utfällning av bakomliggande jordmaterial.
- Kvarsittande form i det inre facket. Detta har ingen betydande effekt på konstruktionen såvida den inte är dimensionerad för att bära last tillsammans med överbyggd betongkaj.
- Otäta dilatationsfogar vilket medför vattengenomträngningar och ansamling av material. Vattengenomträngningen orsakar degradering av betongen samt förutsättningar för frostsprängningar, medans ansamling av material begränsar dilatationsfogen att röra sig, vilket kan medföra skador då betongdäcket inte kan utvidgas i erforderlig omfattning, och således skadas på grund av detta.

- Spjälkningsskador i balkar på grund av korroderad armering. Detta orsakar att dimensionerande kapacitet inte uppnås och kan leda till lastbegränsningar. Kontroll av kvarvarande armering och kapacitet bör utföras.
- Gjutsår och separationer mellan betong och ballast, vilket påskyndar korrosion av armering samt en eventuell försämring av överföring av krafter mellan betong och armering, som kan medföra försämrad kapacitet i balkar och plattor.
- De trästockar och plank som är tänkta som erosionsskydd är kraftigt skadade, vilket medfört att massor av grus har fallit ut. Detta lager av grus har legat till grund för övergjuten betong. Om inte överbyggt betongdäck är dimensionerat för att vara självbärande kan sättningar i bakomliggande mark uppträda momentant.

4 Kaj 2, Assuransebrygga

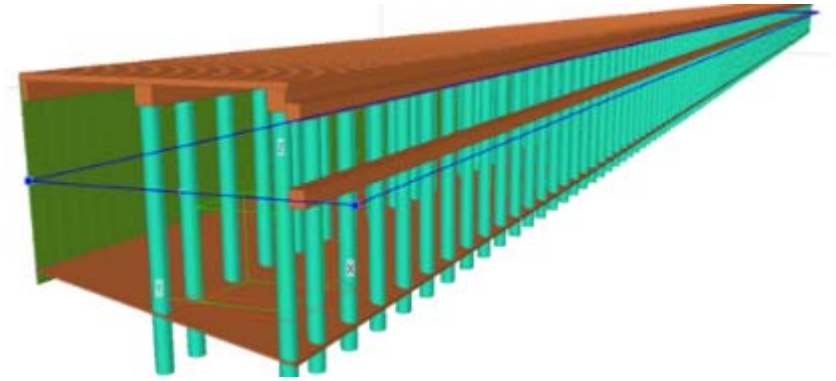
Kajdel 2 består av i huvudsak 5 olika kajdelar med olika utformning vad det gäller konstruktion och material.

4.1 Kajdel 2-1



Figur 26: Orienteringsbild Kajdel 2-1.

Pålkaj med däck och två pålrader av trä och en yttre avvisare av trä (*Figur 27)*. Uppgifter om bakåtfarankring av spont saknas. Kajdel har till funktion att förankra fritidsbåtar tvärs kaj och bakomliggande yta verkar som uppställningsplats under vintersäsong.



Figur 27: Modellerad vy av Kajdel 2-1. Vy från nordväst.

Status för trädäck är godkänt, men pålar uppvisar omfattande skador ovan vattennivå, se *Figur 28*. Företrädelsevis är det påltopparna som är nedbrutna och infästningar mot balkar för trädäck är bristfälliga.



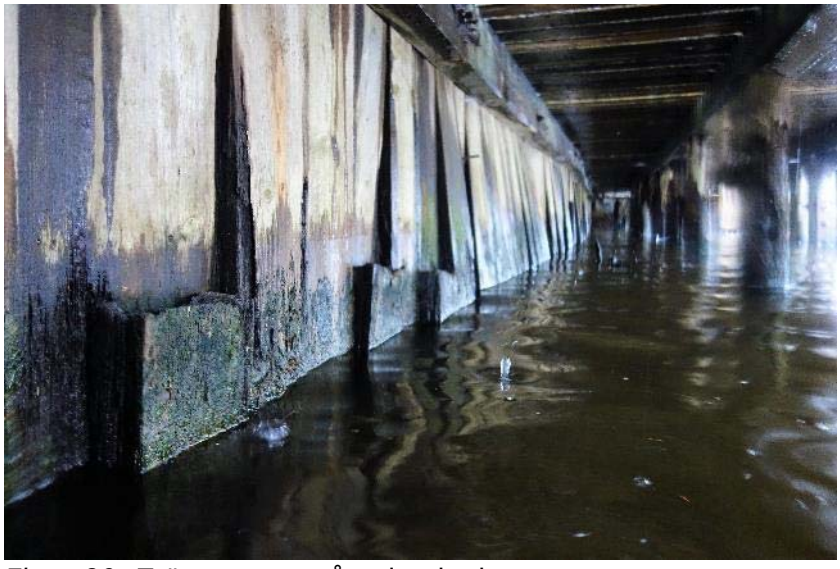
Figur 28: Skadade påltoppar.

Vid tillfälle för inspektion var det tretton pålar i andra raden som var så pass skadade i toppen så att ingen lastöverföring från trädäck över denna sträcka kan tillgodoräknas (*Figur 29*).



Figur 29: Rad om tretton pålar som inte bär upp primärbalk.

Den bakomliggande träsponten (*Figur 30*) är slagen med träplank bakom en befintlig träspont. Då befintlig träspont har försvunnit på grund av nedbrytning har den nya sponten förskjutits utåt mot vattnet. Detta har skapat glipor i spont som orsakar att bakomliggande material tränger ut.



Figur 30: Träspont av stående plank.

Figur 31 och *Figur 32* redovisar partier av spont där träplank har brutits ned så att håligheter har skapats, både över och under vattenyta. I och med att sponten är i sådant dåligt skick så föreligger stora risker för sättningar eller ras av massor som finns bakom spont. Risken för ras ökar med belastning på bakomliggande markyta. Kontroll av kapacitet av kvarvarande träspont bör utföras för att ta fram maximal tillåten last på markyta bakom kaj.



Figur 31: Nedbruten spont över vattenyta.



Figur 32: Nedbruten spont under vattenyta.

Vid lägena för den återfyllning av massor som redovisas i *Figur 33* återfinns också skador i spont under kajdel. Även detta påvisar att fyllnadsmaterial faller ut vid skador i träspont. Denna typ av skada återfinns på ett flertal platser längs kajdelen.



Figur 33: Återfyllning av stenmaterial.

Sammanfattande skadebild

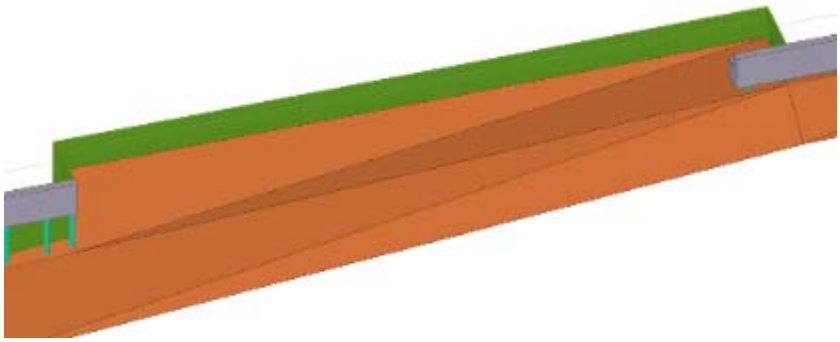
- Träpålarna i båda raderna har omfattande skador i påltopp, vilket medför reducerad kapacitet i lastupptagning från överbyggnad. Tretton pålar i rad i andra pålraden har så omfattande skador att de inte överför några laster från överbyggnad.
- Träspont är generellt i mycket dåligt skick både över och under vattenyta. Detta bidrar till utfällning av bakomliggande jordmaterial. Tecken återfinns även på ytor bakom kaj genom att återfyllning krävts. Träspontens återstående kapacitet bör utredas före det att markytor bakom kaj belastas. Överbelastning kan medföra momentant ras.

4.2 Kajdel 2-2



Figur 34: Orienteringsbild Kajdel 2-2.

Spontkaj av trä (Teak) och yttre hammarband av stål. Denna kajdel är ursprungligen en del av Kajdel 2-3, men efter ett ras på grund av överbelastning av bakomliggande yta ändrades konstruktionen av denna del, se *Figur 35.*



Figur 35: Modellerad vy av Kajdel 2-2. Vy från västnordväst.

I den södra delen av kajdelen återfinns delar av den befintliga kajen, medans i norra delen är den nya sponten utbyggd mot befintlig kaj, se *Figur 36*. Trämaterialet i kajen är av godkänt skick, dock saknas uppgifter om eventuell bakåtförankring och dess status.



Figur 36: Spontkaj av trä med rester av äldre kajpartier.

Sammanfattande skadebild

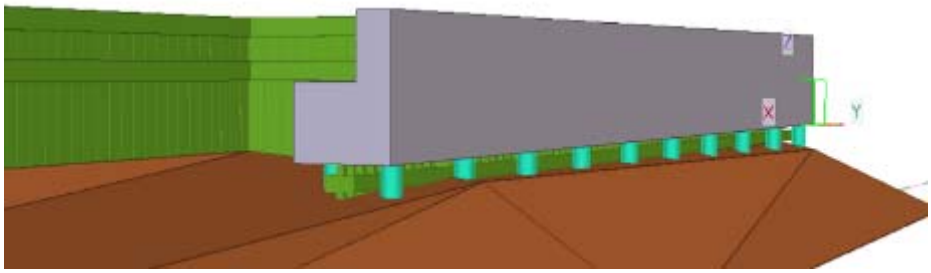
- Träspont och hammarband anses vara i godkänt skick. Men uppgifter om bakåtförankring av spont saknas varför bärförmåga med avseende på belastningar på bakomliggande ytor inte går att uppskatta. Således, höga belastningar bakom kaj bör undvikas före det att spontens kapacitet har utretts.

4.3 Kajdel 2-3 Södra och Mittre

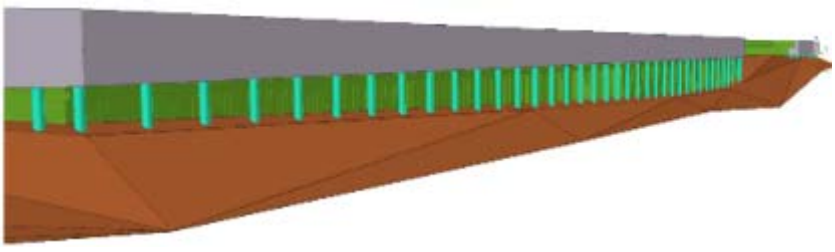


Figur 37: Orienteringsbild Kajdel 2-3

Kajdel 2-3 Södra och Kajdel 2-3 Mittre är av samma konstruktionstyp, men är som nämnts ovan avbruten av Kajdel 2-2, vilken är ett resultat av tidigare ras. Kajdel 2-3 är utformad som kaj med frontbalk av betong på träpålar och träspont. Enligt uppgift erhållna på plats är denna kajdel bakåtförankrad med stag och jordankare. Status på förankring kunde ej bedömas vid tillfälle för inspektion. *Figur 38* och *Figur 39* redovisar modell av Kajdel 2-3 Södra respektive Kajdel 2-3 Mittre.



Figur 38: : Modellerad vy av Kajdel 2-3 Södra. Vy från nordväst.



Figur 39: Modellerad vy av Kajdel 2-3 mittre. Vy från nordväst.

Liksom för Kajdel 2-1 förekommer även här behov av återfyllning med grus i vissa partier längs kaj, där de ljusa partierna i *Figur 40* visar lägena för återfyllning. De fyllda partierna ligger i anslutning till den yttre kajlinjen, vilket påvisar att material faller ut under frontbalken.



Figur 40: Återfyllningar av mark bakom kaj.

Den återstående träsponten är av mycket dåligt skick, se *Figur 41*. Det går att se att det saknas mycket material bakom spont, det är i stort sett enbart stenmaterial av större fraktioner som återstår. Träspontens skick är så pass dålig att den inte bedöms som att den kan motstå några större överlaster på bakomliggande markytor utan att gå till brott. Risken finns att brottmoden kan utgöras av ett ras, vilket kan ske momentant.



Figur 41: Nedbruten trässpont under vattenyta.

Från *Figur 42*, där bilden är tagen på botten och mot anslutning till spont, framgår att omfattande mängd grus har fallit ut.



Figur 42: Utfallet stenmaterial genom glipor i spont.

Det finns också rörgenomdragningar i spont där läckage av bakomliggande massor har varit omfattande. På vissa ställen återfinns inget bakomliggande material, se *Figur 43*.



Figur 43: Rörgenomföring i spont.

I betongelementen längs kaj återfinns sprickor samt att vissa element är förskjutna i förhållande till varandra, se *Figur 44*. Det finns inget i sprickmönstren som tyder på att betongelementen är utsatta för en konstant överbelastning. Men sprickorna kan ge upphov till en ökad armeringskorrosion, även läckage av vatten genom elementen kan orsaka frostsprängning samt urlakning.



Figur 44: Förskjutning av främre kajelement.

Sammanfattande skadebild

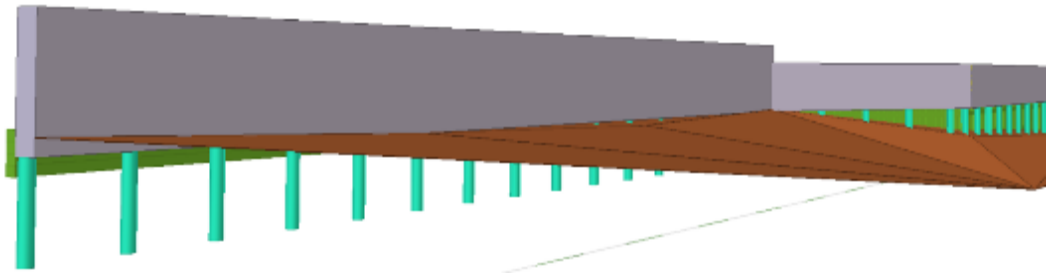
- Utfall av stenmassor av både mindre och något större fraktioner genom att glipor mellan spontplank samt vid rörgenomföringar förekommer. Orsaken är nedbrytning av träet.
- Förskjutningar av främre betongelement.

4.4 Kajdel 2-3 Norra



Figur 45: Orienteringsbild Kajdel 2-3 Norra.

Kajdel 2-3 Norra består av en frontmur av betong som bärs upp av träpålar med bakomliggande träspont (*Figur 46*). Enligt uppgift erhållna på plats är denna kajdel bakåtförankrad med stag och jordankare. Dragstag och förankring bör sträcka sig under hallbyggnad för att uppnå full effekt. Status på förankring kunde ej bedömas vid inspektionstillfället.



Figur 46: Modellerad vy av Kajdel 2-3 Norra. Vy från nordväst.

Frontmuren har sprickbildningar vilket tyder på viss degradering av betongen. Det finns även tecken på sättningar av betongmuren vilka har orsakat större sprickor i konstruktionen, se *Figur 47*.

Stålbultar, som bland annat används för att hänga upp fenderdäck och som förtöjningspunkter, är förankrade i betongmuren (*Figur 47*). Anvisningar, som bland annat dessa bultar orsakar vid infästning och korrosion, skapar utrymme för frostsprängningar samt spjälkning av betongen.



Figur 47: Betongsskador i frontmur.

Betongmuren har omfattande betongskador i form av gjutsår och separation av betong och ballast. Dessa skador härrör sig från produktion, se *Figur 48*. Även armering har varit felplacerad i form vid produktion, vilket medfört att den är frilagd och/eller har för litet täcksskikt för att vara kraftupptagande och förhindra korrosion.



Figur 48:

Vid kajdelens norra ände finns ingen sidomur (*Figur 49*), detta medför att det finns inget stöd för bakomliggande massor och således begräsningar i bärförmåga i den yttersta norra delen av kajen.



Figur 49: Avslut av Kajdel 2-3 Norra.

Sammanfattande skadebild

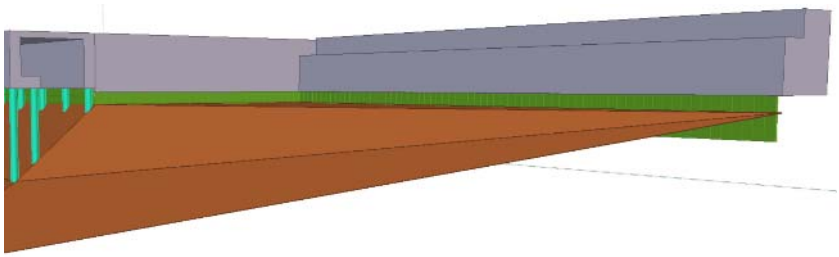
- Främre betongmurar har sprickbildningar som kan bidra till minskad livslängd. Frontmuren har även utsatts för belastningar som orsakat förskjutningar av vissa partier.
- Osäkerheter finns avseende status av dragstag och ankare. Ett brott av dragstag kan orsaka en momentan skada, där kajfront och bakomliggande massor faller ut i älven.
- Förekomsten av områden där återfyllning av grus på överyta är förhållandevis omfattande. I samtliga av dessa områden förekommer bortfall av underliggande stenmaterial.
- Träsponten är av mycket dåligt skick, varför omfattande mängder av stenmaterial faller ut på sjöbotten. På grund av spontens sämre status har den stora begräsningar när det gäller dess bärförmåga, vilket medför att den klarar inte några större överlaster på bakomliggande markytor.
- Då det förekommer områden där inget material av mindre fraktioner förekommer utan enbart större sten, föreligger det risk att ”potthål” kan uppträda momentant då större sten faller ut om en enskild spontplank går till brott.
- I fall flera spontplank går till brott samtidigt, vilket är risken om enstaka plank går till brott och krafterna omfördelas till intilliggande plank som inte har erforderlig kapacitet för en ökad belastning, kommer brott medföra ras av bakomliggande massor.

4.5 Kajdel 2-4 Södra



Figur 50: Orienteringsbild Kajdel 2-4 Södra.

Kajdel 2-4 Södra är uppförd med en frontmur av betong som bärs upp av kraftig träspont (*Figur 51*).



Figur 51: Modellerad vy av Del 2-4 Södra. Vy från sydväst.

Även denna kajdel (*Figur 52*) påvisar viss omfattning av gjutskador från produktion. Dessa skador på denna kajdel påverkar främst livslängden av betongen. I övrigt förekommer det inga skador på betongmuren.



Figur 52: Frontmur Kajdel 2-4 Södra.

Den underliggande träsponten (*Figur 53*) har utsatts för viss nedbrytning av träet. Detta har i sin tur orsakat att springor mellan träplank har uppkommit, där bakomliggande stenmassor faller ut. Dock syns inga direkta skador på bakomliggande yta, men det kan finnas partier där det är underminerat och vid höga punktbelastningar kan det skapas det slukhål.



Figur 53: Träspont under kajmur.

Sammanfattande skadebild

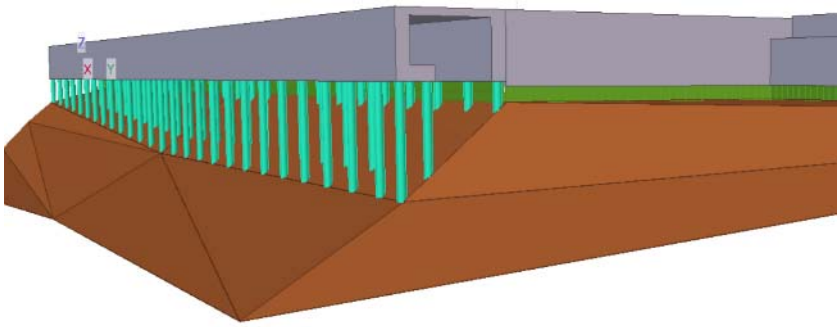
- Denna kajdel är i godkännbart skick. Men det finns potentiella risker att bakomliggande yta kan vara underminerad då stenmaterial faller ut mellan spontplank.

4.6 Kajdel 2-4 Norra



Figur 54: Orienteringsbild Kajdel 2-4 Norra.

Denna kajdel består av en inre och en yttre kajdel utifrån vad som kan antydas vid inspektion. Den yttre kajdelen har förmodligen byggts på en befintlig betongkaj. Den inre kajdelen kunde inte statusbedömas då den är inbyggd. Den yttre kajdelen består av ett betongdäck på en främre och bakre balk som bärs upp av träpålar, se *Figur 55*.



Figur 55: Modellerad vy av Kajdel 2-4 Norra. Vy från sydväst.

Figur 56 visar bild på kaj tagen mot söder. Vid yttre kajens inre del förekommer omfattande spjälkning och ras av bakomliggande stenmaterial. I läge bakom främre kajdel löper en spricka i kajdäcket längs hela kajdäckets längd, vilket tyder på att den främre kajdelen har satt sig.



Figur 56: Norra änden av Kajdel 2-4 Norra.

Den främre kajbalken har mycket omfattande spjälkningsskador med frilagd armering som följd. Även den undre förstärkningsbalken har separerat från den vertikala frontbalken, se *Figur 57*. I figuren går även att se att träpålarna är så skadade i påltopp att de inte längre ansluter mot balk, detta förekommer frekvent längs hela kajendelen.



Figur 57: Spjälkningsskador yttre balk.

Även *Figur 58* visar på en kraftigt skadad betongkonstruktion med omfattande degradering av betong och armering.



Figur 58: Spjälkningsskador med frilagd armering i yttre balk.

Sammanfattande skadebild

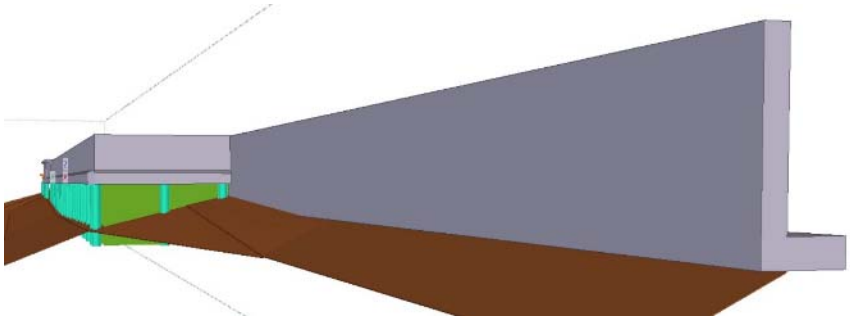
- Den främre delen av Kajdel 2-4 Norra är i så dålig status att den bör omedelbart stängas av för fordonstrafik, men även gångtrafikanter bör undvika att beträda den yttre kajen.

4.7 Kajdel 2-5 Södra



Figur 59: Orienteringsbild Kajdel 2-5 Södra.

Kaj uppförd av prefabricerade element av betong och utformade som L-stöd. Grundläggning osäker på grund av bottennivå, men förmodas vara utförd med träpålar (*Figur 60*).



Figur 60: Modellerad vy av Kajdel 2-5 Södra. Vy från sydväst.

Kajdel 2-5 Södra är av acceptabelt skick utifrån ålder. Det förekommer dock en del sprickor i elementen som kan påverka elementens beständighet (*Figur 61*).



Figur 61: Frontmur.

Dock förekommer en viss urspolning under L-stöden i den södra delen av kajen, se *Figur 62*. Detta kan medföra framtida sättningar.

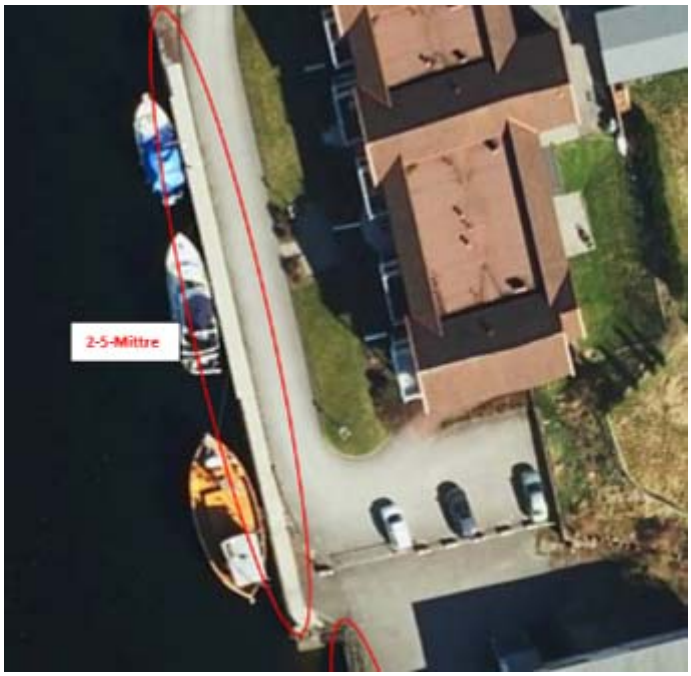


Figur 62: Urspolning under L-stöd.

Sammanfattande skadebild

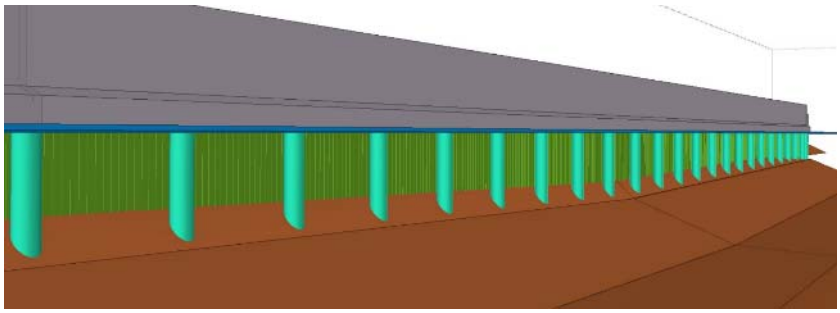
- Kajdelen är i godkänd status, dock förekommer mindre skador som kan påverka dess beständighet.
- Urspolning under L-stöd förekommer vilket kan medföra framtida sättningar.

4.8 Kajdel 2-5 Mittre



Figur 63: Orienteringsbild Kajdel 2-5 Mittre.

Frontbalk av betong ståendes på pålar av trä med bakomliggande träspont (*Figur 64*). Frontbalken bör vara bakåtförankrad, men detta kunde ej verifieras vid inspektionstillfället.



Figur 64: Modellerad vy av Kajdel 2-5 Mittre. Vy från nordväst.

Pålarna är av godkänd status, dock kan det noteras att en nedbrytning av påltopparna pågår (*Figur 65*).



Figur 65: Påltopp med viss nedbrytning av träet vid infästning i balk.

Dock är träsponten av något sämre skick (*Figur 66*) och kan medföra framtida underminering av kajyta.



Figur 66: Nedbruten träspont under vattenytan.

Sammanfattande skadebild

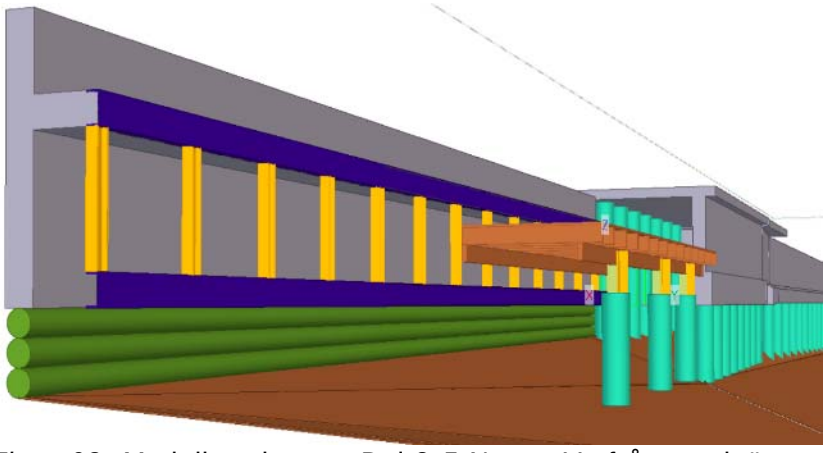
- Det förekommer brister i anliggningar mellan påle och frontbalk.
- Glipor i något nedbruten träspont, vilket kan medföra sättningar av bakomliggande mark.

4.9 Kajdel 2-5 Norra



Figur 67: Orienteringsbild Kajdel 2-5 Norra.

Kajens norra del har en bakkantsmur av betong med en utanpåliggande stålram medans den södra delen har en betongplatta med frontbalk på träpålar och träspont i bakkant, se *Figur 68*.



Figur 68: Modellerad vy av Del 2-5 Norra. Vy från nordväst.

Betongmuren i den norra delen är intakt, dock är underliggande trästockar utsatta för nedbrytning av materialet (*Figur 69* och *Figur 70*).



Figur 69: Frontmur av betong med utanpåliggande stålkonstruktion.



Figur 70: Nedbrutet erosionsskydd under frontmur av betong.

Kajens södra del har omfattande gjutskador i frontbalk vilket kommer påverka dess livslängd, se *Figur 71*.



Figur 71: Gjutskador i frontbalk.

Även pålar och bakomliggande träspont är på väg att brytas ned, vilket kommer medföra lägre bärförmåga och sättningar av bakomliggande ytor (*Figur 72* och *Figur 73*).



Figur 72: Nedbrutna pålar under kajdäck.



Figur 73: Nedbruten träspont i södra änden av kajdelen.

Sammanfattande skadebild

- Det förekommer brister i anliggningar mellan pålar och frontbalk på grund av gjutskador.
- Glipor i nedbruten träspont, vilket kan medföra sättningar av bakomliggande mark.

4.10 Kajdel 2-5 ”Privat”

Denna kajdel är belägen direkt norr om Kajdel 2-5 Norra, *Figur 74*. På Kajdel 2-5 Norra har det gjutits en frontvägg av betong i senare skede, troligen under 1980-talet. Denna kajdel har en frontvägg av trä, vilket förmodligen även Kajdel 2-5 Norra hade för ombyggnad.



Figur 74: Privat kajdel norr om Kajdel 2-5 Norra.

Denna kajdel är i mycket dåligt skick, där omfattande tecken på sättningar och nedbrytning av trä återfinns, se *Figur 75*.



Figur 75: Omfattande sättningsproblem bakom kajvägg av trä.

5 Kajdel 3, Osebakken

5.1 Kajdel 3-1



Figur 76: Orienteringsbild Kajdel 3-1.

De två kajkonstruktionerna söder och norr om badplats utgör tillsammans Kajdel 3-1, och har samma konstruktionslösning. Kajen utgörs av en främre plankvägg av trä, vilken förankras av framförvarande slagna träpålar, se *Figur 77*. Ytan bakom yttre kajlinje består av en grusbädd avsedd för gångtrafikanter och cyklister. Bakom plankvägg har det placerats någon typ av geotextil för att förhindra utfall av de mindre fraktionerna av sten material som finns bakom kaj och utgör



Figur 77: Orienteringsbild Kajdel 3-1.

Kajdel 3-1 är generellt i bra skick, dock förekommer det utfall av stenmassor genom glipor mellan plank. Detta medför att viss återfyllning av grusmaterial på bakomliggande ytor har krävts.

Sammanfattande skadebild

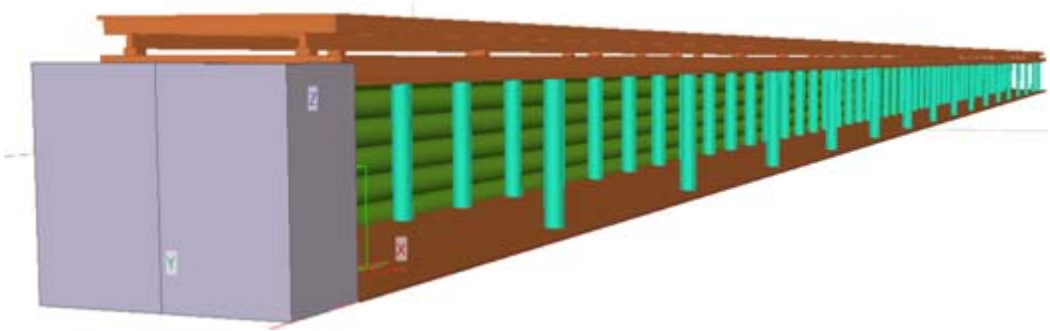
- Utfall av stenmassor av mindre fraktioner genom glipor mellan plank förekommer på några ställen. Orsaken är att den bakomliggande geotextilen är skadad på de aktuella ställena.

5.2 Kajdel 3-2 Södra



Figur 78: Orienteringsbild Kajdel 3-2 Södra.

Träbrygga på träpålar med träspont i bakkant. Där trädäck har byggts ovanpå en äldre träbrygga (*Figur 79*).



Figur 79: Modellerad bild av Del 3-2 södra. Vy från nordväst med del av betongkaj till vänster i bild.

Då bryggdäck är påbyggt en befintlig träbrygga är det en nivåskillnad mellan däck och bakomliggande yta, se *Figur 80*. Trädäcket är i bra skick, men den bakomliggande ytan av grus ansluter mot den befintliga bryggan, där det finns glipor där grus faller ut och ner i vattnet. Det finns tecken på att viss återfyllning av material har utförts på grund av sättningar.



Figur 80: Trädäck och frontbalk Kajdel 3-2 Södra.

Träspont i bakkant av kaj är i dåligt skick på grund av nedbrytning av träplank och stock (*Figur 81*). Detta orsakar att det finns springor mellan plank där grus och större stenfraktioner faller ut i vattnet. Nedbrytningen medför att bärförmågan hos spont är reducerad jämfört med den ursprungliga konstruktionen.



Figur 81: Trädäck och frontbalk Kajdel 3-2 Södra.

Det finns tecken på att träsponten har förskjutits utåt i riktning mot vattnet inom vissa partier längs kajen. Detta har medfört att primärbalk i bakkant har dålig anliggning mot pålar, vilket har lösts med att sadla på pålar med träplank för att föra över krafter mellan primärbalk och påle, se *Figur 82*. En sådan lösning medför normalt en reducering av kajdäckets bärförmåga.



Figur 82: Trädäck och frontbalk Kajdel 3-2 Södra.

Sammanfattande skadebild

- Utfall av stenmassor av både mindre och något större fraktioner genom att glipor mellan spontplank och stockar förekommer. Orsaken är nedbrytning av träet.
- Deformation av träspont, vilket kan bero antingen på att sponten har varit utsatt för hög belastning på grund av stor ytlast på bakomliggande ytor eller reducering av träets bärförmåga på grund av nedbrytning.

5.3 Kajdel 3-2 Betongkaj och Slip



Figur 83: Orienteringsbild Kajdel 3-2 Betongkaj och Slip.

Inspektion av betongkaj var inte möjligt vid tillfälle för inspektion, detta då en inspektion kräver demontering av avvisare och främre träskärm (*Figur 84*). Dock återfanns inga tecken på kajdäck, av betong, att underbyggnad skulle ha några omfattande skador vid tidpunkt för inspektion.



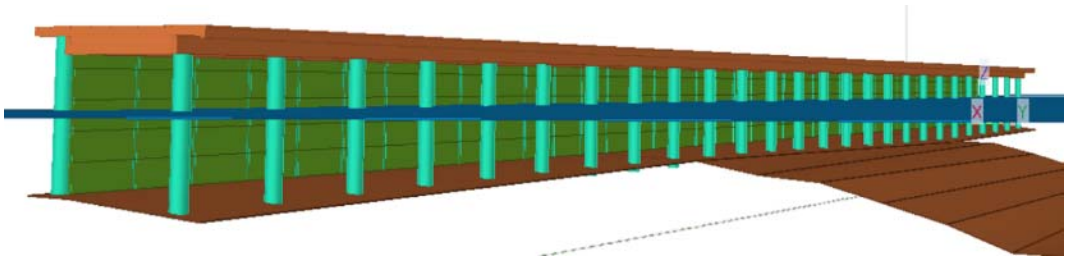
Figur 84: Vy av betongkaj, där slipen återfinns till vänster i bild.

5.4 Kajdel 3-2 Norra



Figur 85: Orienteringsbild Kajdel 3-2 Norra.

Kajdel 3-2 Norra, är liksom Kajdel 3-2 Södra, uppförd med kajdäck av trä på pålar av trä, se *Figur 86*.



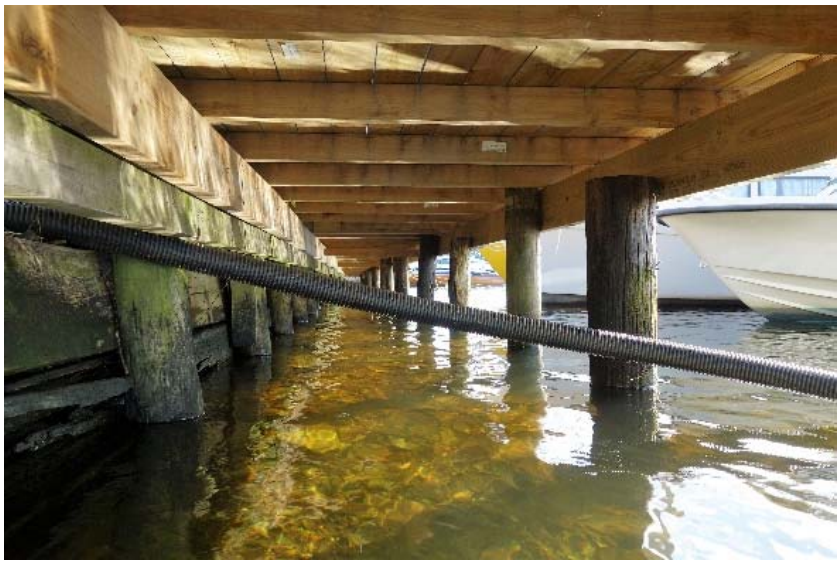
Figur 86: Modellerad vy av Kajdel 3-2 Norra. Vy från nordväst.

Till skillnad mot 3-2 Södra så består denna kajdel av ett helt nytt trädäck och primärbalkar, se *Figur 87*. Dock har befintliga pålar från en tidigare kaj använts för att bära upp det nya kajdäcket.



Figur 87: Kajdel 3-2 Norra med trädäck.

Trädäck och primärbalkar är i bra skick (*Figur 88*). Det som begränsar kajdelens bärförmåga är främst infästning av främre primärbalk i träpålarna. Infästning har genomförts som spik- och/eller skruvförband. Även träspont är degraderad i kapacitet på grund av nedbrytning av träet. Liksom för tidigare beskrivna kajdelar med liknande skador faller bakomliggande material ut i vattnet.



Figur 88: Nytt trädäck på befintliga pålar och träspont.

Sammanfattande skadebild

- Utfall av stenmassor av både mindre och något större fraktioner genom att glipor mellan spontplank och stockar förekommer. Orsaken är främst nedbrytning av träet. Detta orsakar främst sättningar av mark bakom kaj.

6 Slutsatser och åtgärdsförslag

Den mest generella skadebild som förekommer längs med den inspekterade kajsträckningen gäller nedbruten träspont. Spontens huvudsakliga uppgift är att hålla tillbaka och stabilisera bakomliggande massor så den inte faller ut i vattnet. Utöver egentyngd av bakomliggande massor ska också sponten klara av att motstå överlast på bakomliggande mark, såsom fordonstrafik och uppställning av båtar. Utifrån inspektionsresultaten är det osäkert om det går att garantera att träspont har erforderlig kapacitet att hålla tillbaka bakomliggande mark som är belastad med en överlast. För att kunna beräkna kvarvarande kapacitet av träspont krävs uppmätning av kvarvarande verksamt material samt till vilket djup som träspont är slagen, men inga av dessa uppgifter finns tillgängliga i dagsläget. Det är en rekommendation att bakomliggande ytor på de kajdelar som har dålig träspont inte belastas med en överlast förrän spontens kapacitet har utretts. Om inte träspont uppnår nödvändig kapacitet bör en ny spont slås till erforderligt djup, och förslagsvis väljs stålspont.

Brott i mark inträffar ofta på grund av för hög överlast. Läget på den bakåtförankring, genom stag och ankarplattor, som enligt uppgift förekommer på några kajsträckor är inte känt. Dessa förankringar är tillsammans med spont inte verksamma för att förhindra ett eventuellt större brott i bakomliggande mark, om dessa befinner sig inom ett område där en teoretisk brottlinje i mark beräknas inträffa. Därför rekommenderas att en geoteknisk utredning utförs för att kontrollera brottzoner i bakomliggande mark.

Urspolning under bärande konstruktioner kan medföra momentana brott av överyta. Södra delen av Kajdel 1-3 påvisar en omfattande urspolning där effekten av denna urspolning bör utredas snarast. Urspolning kan många gånger åtgärdas genom återfyllning med nytt material och därefter skapa ett nytt erosionsskydd.

Resultaten från salinitetsmätningarna (mätning av salthalt/klorider i vattnet) påvisar att salthalten är i stort obefintligt i vattnet nära kajlinje. Detta är positivt med avseende på den nedbrytande effekt som höga koncentrationer av klorider medför på främst stål- och betongkonstruktioner.

Vad som också är återkommande skador på betongkajer är ”gjutsår” från produktion, där det förkommer omfattande separation mellan ballast och cementpasta. Denna skadebild påvisar att konstruktionselementet har reducerad hållfasthet, men också lägre beständighet. För att åtgärda denna typ av skador är det brukligt att bila bort dåliga partier och påföra sprutbetong. Dock bedöms inte skadorna på samtliga kajdelar, förutom Kajdel 2-4 Norra, vara så allvarliga att konstruktionsdelarna inte kan bära upp laster av gångtrafikanter.

Träpålar som är kraftig nedbrutna behöver normalt ersättas med nya, vilket normalt är en kostsam process. Tyvärr återfinns degraderade pålar, främst i topparna, på några av kajerna.

Ett kontrollprogram, vilket omfattar periodisk inspektion, för kajdelarna rekommenderas starkt för att följa upp och ha kontroll på eventuella spontrörelser eller andra defekter. Detta för att följa nedbrytningen av kajerna samt ta fram förvaltningsunderlag för framtida reparationsbehov.