



Sønderborg Kommune

Tilstandsvurdering af kaj ved Sundgade

Januar 2024

27-01-2024

wsp



Sønderborg Kommune

Tilstandsvurdering af kaj ved Sundgade

Januar 2024

Kunde	Sønderborg Kommune
Rådgiver	WSP
Projektnummer	22004916
Dokument ID	Tilstandsvurdering af kaj ved Sundgade
Projektleder	Jesper Hauge Larsen
Udført af	Jesper Hauge Larsen
Kvalitetssikret af	Daniel Virgilsen
Godkendt af	Lars Bendixen
Version	1.0
Udgivet	27-01-2024

Indholdsfortegnelse

1.	Indledning	4
1.1	Baggrund for tilstandsvurdering	4
1.2	Strækningen og konstruktionen	5
2.	Tilstandsregistrering af kaj ved Sundgade	6
2.1	Beskrivelse af den eksisterende konstruktion	6
2.2	Undersøgelsesresultater	9
2.3	Tilstandsvurdering	12
2.4	Fotos	16

1. Indledning

Denne tilstandsrapport er udarbejdet efter aftale mellem Sønderborg Kommune og WSP, dateret december 2023.

Rapporten omfatter en tilstandsvurdering af en kajstrækning ved Sundgade i Sønderborg nær Sundgade 13. Området vil blive beskrevet nærmere i afsnit 1.2

1.1 Baggrund for tilstandsvurdering

Havnens konstruktioner er registreret over vand af WSP. Under vand er konstruktionerne registreret af dykkerfirmaet Nordic Marine Service A/S. Registreringsarbejdet over vand er blevet udført i marken d. 9. januar 2024. Under vand er arbejdet blevet udført 15. januar 2024.

Tilstandsrapporten er udarbejdet med inspiration fra Vejdirektoratets og Banedanmarks standard eftersyn: "Generaleftersyn er bygværker", hvorfra følgende karakterskala og tilstandsgennemgang er baseret på.

Tilstandskarakteren for hvert element kan groft fortolkes som følgende:

- 0: Helt ubetydelige forhold. Ingen væsentlige skader. Konstruktionselementets tilstand svarer til et nykonstrueret element.
- 1: Kun mindre tegn på nedbrydning. Skader kan forekomme og udvikles over mange år. Ingen udbedring nødvendig, da konstruktionselementets tilstand stort set svarer til et nykonstrueret element.
- 2: De forekommende skader befinder sig på et lavt udviklingsniveau, eller der forekommer enkelte, fuldt udviklede skader. Udbedring bør kun udføres lejlighedsvist, idet der kan gå flere år, før elementets funktion ikke længere er opfyldt.
- 3: Skaderne har udviklet sig til en sådan tilstand og har et sådant omfang, at der er risiko for, at elementet inden for kort tid ikke længere kan opfylde sin funktion. Udbedring inden for nogle få år må således forventes at være nødvendig.
- 4: Elementet er svært nedbrudt, så elementets funktion snart ophører - hvis det ikke allerede er sket. Udbedring er påkrævet inden for den nærmeste tid.
- 5: Elementet er fuldstændigt nedbrudt, og dets funktion er ophørt. Aktion er påkrævet øjeblikkeligt.

Tilstandskarakteren alene kan ikke bruges som grundlag for prioritering af udbedringsarbejder. Det skal bemærkes, at ovennævnte beskrivelser af tilstandskaraktererne er generelle og

således ikke er dækkende ved specielle forhold. Behov for udbedring og optimalt tidspunkt herfor kan afvige i både opad- og nedadgående retning.

Den generelle karakter for en delstrækning er bestemt som den dårligste delkarakter for de bærende hovedelementer, som delstrækningen består af.

Der bør gennemføres en ny tilstandsvurdering af anlæggene min. hvert 5-10. år.

Vanddybder er pejlet fra land og er med for at danne et generelt billede af vanddybderne i området. Der gøres opmærksom på, at der kan være større eller lavere vanddybder i området, end hvad der er beskrevet i denne rapport.

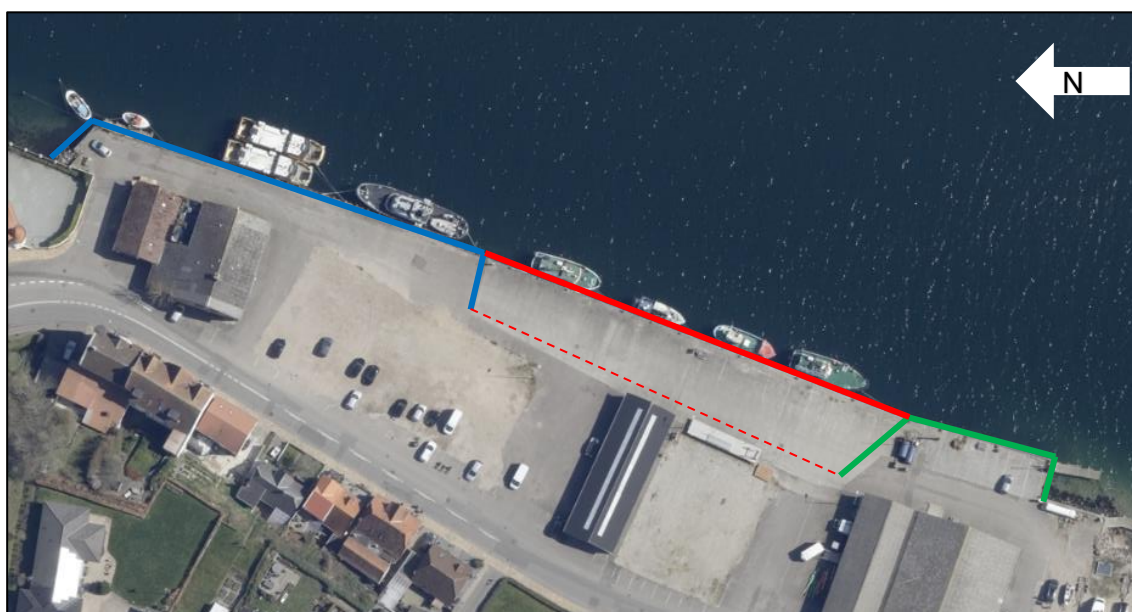
Der foreligger ingen eksisterende tegninger af kajen.

Der udføres i nærværende afrapportering ingen udbedringsforslag og anlægsoverslag jf. aftale med Sønderborg Kommune.

1.2 Strækningen og konstruktionen

Ved Sundgade, nær Sundgade 13, er nedenstående strækning omfattet af denne tilstandsvurdering. Strækningen består af tre delstrækninger. Strækning 1 og 3 består af en forankret spunsvæg med en hammer af træ på toppen. Strækning 2 består af en pladestøbt brokaj fundet på betonpæle og afgrænset af en stenskråning mod vest. Strækningerne ses på Figur 1.

- | | | |
|-----------------------------------|---------------|---|
| ▪ Strækning 1: Forankret spunsvæg | ca. 60 meter |  |
| ▪ Strækning 2: Brokaj på pæle | ca. 95 meter |  |
| ▪ Strækning 3: Forankret spunsvæg | ca. 100 meter |  |



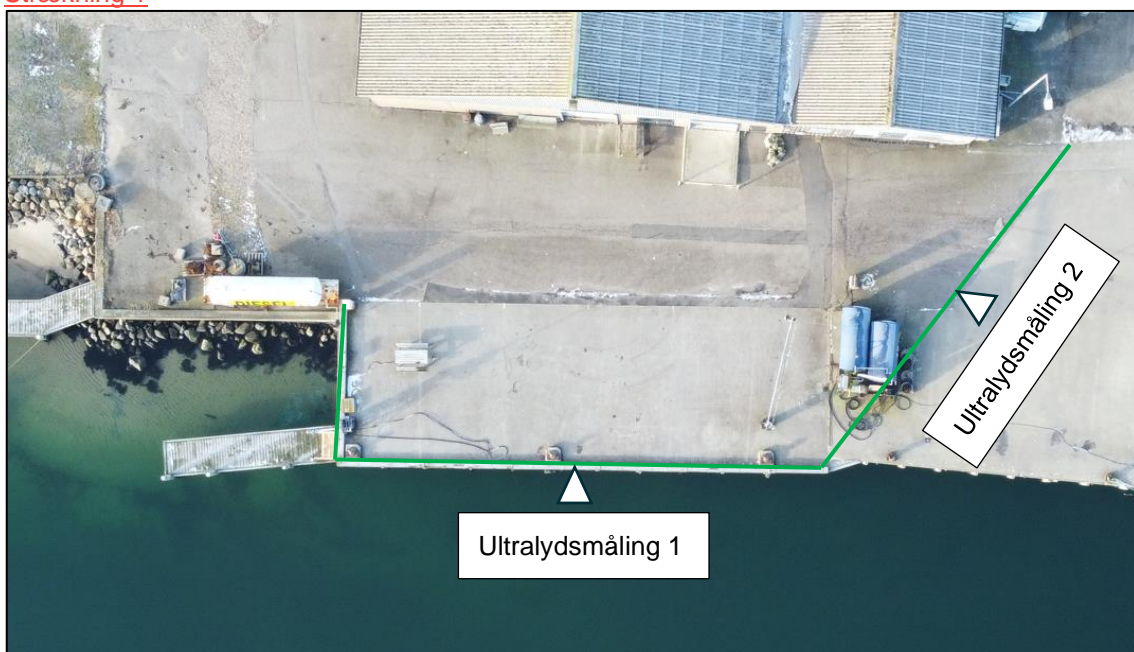
Figur 1: Oversigt over strækningerne ved Sundgade i Sønderborg

2. Tilstandsregistrering af kaj ved Sundgade

Byggeår: Ukendt: Før 1995, jf. historiske oversigtskort.
Vanddybde: ca. 2,1 á 5,4 m

2.1 Beskrivelse af den eksisterende konstruktion

2.1.1 Strækning 1



Figur 2: Oversigt over strækning 1.

Kajen er opbygget af en forankret spunsvæg med en træhammer på toppen af spunsvæggen.

Spunsvæggen har et Z-formet profil, men dog af ukendt type. Ud fra dykkeres opmåling har det ikke været muligt at genfinde data for det konkrete profil. På spunsvæggen ses 2 hovedbolte pr. bugt. Forankringssystem er ukendt.

Der er udført ultralydsmålinger (tykkelsesmålinger) i 2 stationeringer på strækningen, se Figur 2. Spunsprofil og anoder vil blive behandlet nærmere i afsnit 2.3.

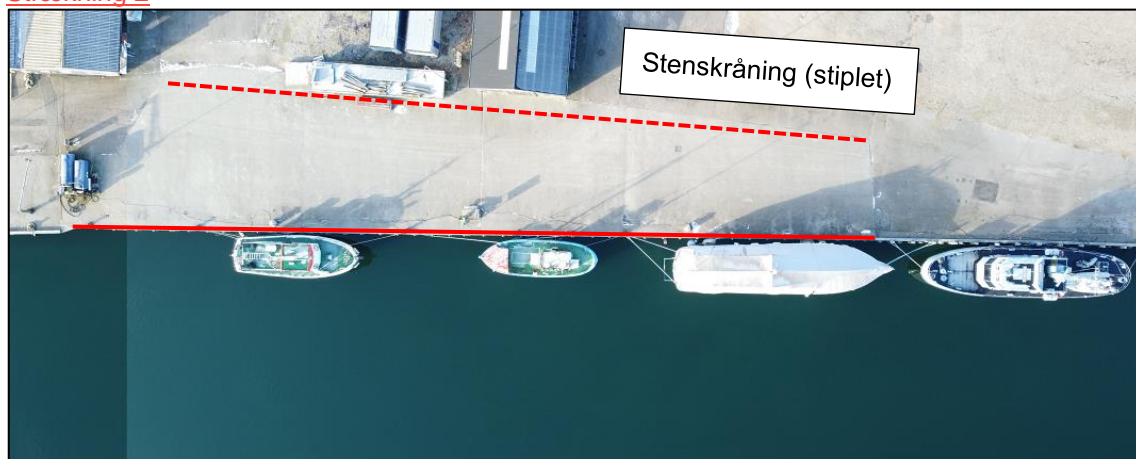
Træhammeren er affaset og måler 350 x 200 mm og løber langs kanten til vandlinjen. Hammeren er fastgjort til spunsvæggen med svejste vinkeljern, som er boltet sammen med hammeren. Boltene er undersænket og beskyttet med bitumenfuge.

På forsiden af spunsvæggen er der monteret lodret slidtømmer 150 x 150 mm på hver anden spunsflange. Slidtømmeret er monteret direkte på spunsvæggen og fastgjort med 3 bolte jævnt fordelt. Der er monteret redningsstiger langs strækningen med håndbøjle på toppen af hammeren. Strækningen er desuden forsynet med en 200 mm høj beskyttende stålplade i toppen af spunsvæggen.

Den bagvedliggende belægning består af en pladestøbt betonoverflade med ru / kostet overflade. Strækningen er forsynet med 3 Tee-hoved pullerter af typen 'BEAN X6A' fastgjort på et pullertfundament der rager 200 mm over belægningen.

I den sydlige ende afgrænses kajen med en betonstøttevæg med en stenskråning foran væggen. Der er etableret træbroer omkring den sydlige ende. Disse vil ikke blive behandlet i denne rapport.

2.1.2 Strækning 2



Figur 3: Oversigt over strækning 2.

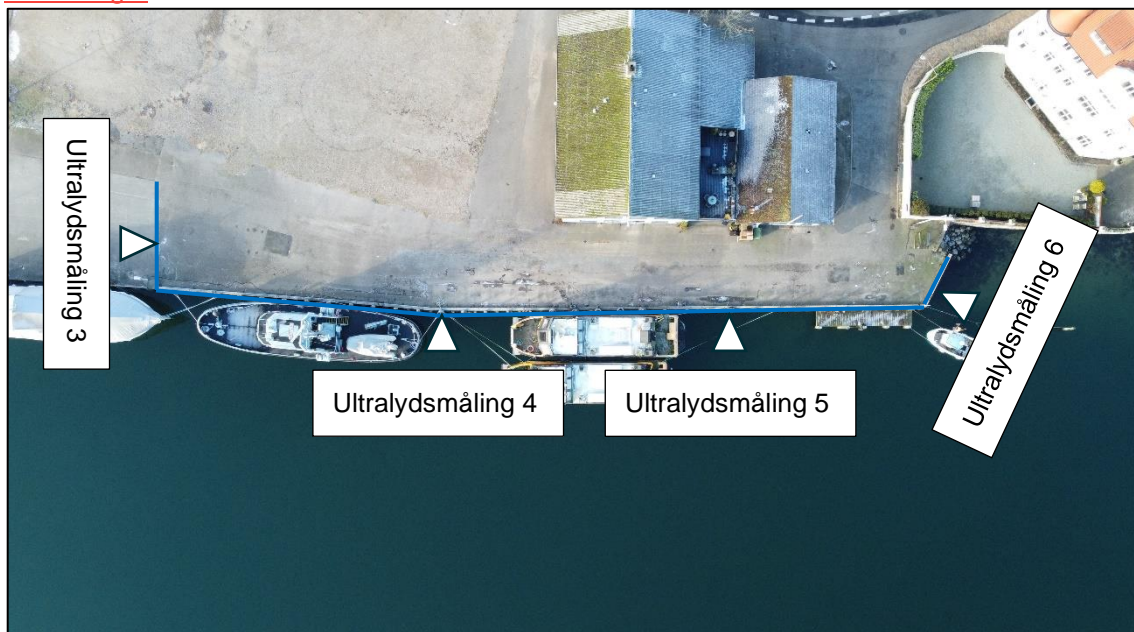
Kajen er opbygget af et betondæk funderet på betonpæle. Betondækket er understøttet af tværgående betonbjælker som fører lasten videre til betonpælene.

Betonoverfladen har en ru / kostet overflade og er affaset mod vandlinjen. Strækningen er forsynet med 8 hornpullerter og 2 søjlepullerter fastgjort direkte i betonstøbningen.

På forsiden af kajen er der etableret en forstøbning med en højde der svarer til at væggen rammer vandlinjen i daglig vande. På forstøbningen er der etableret lodret slidtømmer 150 x 150 mm pr. 2 m af samme type som ved strækning 1. Slidtømmeret er fastgjort med 2 klæbeankre pr. stk.

Der er monteret redningsstiger langs strækningen med håndbøjle på toppen af betonbelægningen.

2.1.3 Strækning 3



Figur 4: Oversigt over strækning 3.

Kajen er opbygget af en forankret spunsvæg med en træhammer på toppen af spunsvæggen.

Spunsvæggen har et U-formet profil. Ud fra dykkeres opmåling har det ikke været muligt at genfinde data for det konkrete profil. Det skønnes at profilet kunne være af typen Larssen L603K 10/10 eller andre tilnærmede profiler. På spunsvæggen ses 1 hovedbolt pr. bugt. Der er etableret anoder i alle spunsbugter.

Der er udført ultralydsmålinger ved 4 stationeringer på strækningen, se Figur 4. Spunsprofil og anoder vil blive behandlet nærmere i afsnit 2.3.

Træhammeren er affaset og måler 300 x 200 mm og løber langs kanten til vandlinjen. Hammeren er fastgjort til spunsvæggen med svejste vinkeljern, som er boltet sammen med hammeren. Boltene er her udført som bræddebolte.

På forsiden af spunsvæggen er der monteret slidtømmer 250 x 250 mm i hver spunsflange, skiftevis en høj og en lav. Det høje slidtømmer rager ca. 750 mm over spunstopp. Lave slidtømmer er monteret direkte på spunsvæggen og fastgjort med bolte til spunsvæggen. Høje slidtømmer er fastgjort med 2 på svejste pladebeslag på spunsvæggen. Der er monteret redningsstiger langs strækningen med håndtag ragende op over toppen af hammeren.

Den bagvedliggende belægning består af en asfaltbelægning. Strækningen er ikke forsynet med pullerter, da det høje slidtømmer fungerer som fortøjningspæle for de anløbende skibe. Der er monteret redningsstiger langs strækningen.

I den sydlige ende afgrænses kajen af en stenkastning. Der er etableret en træbro i den nordlige ende, som dog ikke er omfattet af denne rapport.

2.2 Undersøgelsesresultater

Følgende undersøgelser er udført:

- Visuel inspektion over vand, med optagelse af fotos.
- Dykkerinspektion under vand, med optagelse af video.
- Ultralydsmålinger af spunsvæggen på udvalgt repræsentative områder.

Hovedresultaterne af undersøgelserne over og under vand er sammenfattet i skemaet nedenfor.

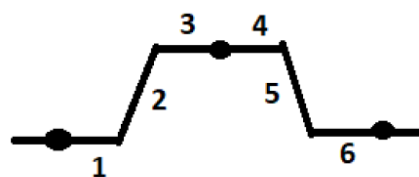
Aktivitet	Hovedresultat	Referencefoto
Visuel inspektion over vand	Generelt	
	Redningsstiger stadig brugbare, dog flere steder med buler og påsejlingsskader.	Figur 10
	Strækning 1	
	Træhammer i nogenlunde stand, dog med flere beskadigelser og flækninger. Slidt og tæret bitumenfuge.	Figur 11
	Slidtømmer i nogenlunde stand. Flere er dog slidte og beskadiget eller påsejlet idet flere bolte er løsnet.	Figur 12
	Betonstøttevæg mod syd er slidt og med svære afskalninger i betonen. Ikke umiddelbar synlig armering. Ujævn stenkastning foran betonvæggen.	Figur 13
	Strækning 2	
	Slidtømmer i nogenlunde stand. Flere er dog slidte og beskadiget eller påsejlet idet flere bolte er løsnet. Enkelte slidtømmer er flækket i toppen.	Figur 12
	Betondækket er i god stand. Der blev kun fundet mindre skader af afskalning af betonen.	Figur 12
Pullerter i ok stand. Maling er dog væk, men der ses kun overfladisk korrosion	Figur 14	

	Strækning 3	
	Vinkelbeslag til træhammer er korroderet med kraftige rustflager.	Figur 15
	Asfaltbelægning i dårlig stand med flere lunger og huller.	Figur 16
	Stenskråning slidt med synlig fiberdug. Formentlig har flere sten flyttet sig fra det oprindeligt tværsnit.	Figur 17
Dykkerinspektion under vand	Strækning 1	
	Spunsvæg i generelt god stand. Dog korroderet særligt i og omkring vandlinjen. Ingen større gennemtæring.	Figur 6
	Alle anoder er konstateret aktive, med meget restmateriale tilbage.	Figur 9
	Strækning 2	
	Mindre revner på flere af betonpælene.	Figur 7
	Ved en pæl i den nordlige ende under betondækket er der konstateret rust ud trængning fra betonrevne.	Figur 8
	Strækning 3	
	Større rustflager er konstateret på spunsprofil i og omkring vandlinjen. Dog ingen synlige skader eller gennemtæringen.	Figur 9
	Alle anoder er konstateret aktive, med meget restmateriale tilbage.	Figur 9

Tabel 1: Oversigt over hovedresultater fra inspektion af kaj i Augustenborg.

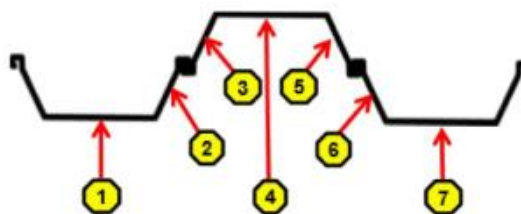
2.2.1 Måleresultater fra tykkelsesmåling af spunsvæggen:

Sundgade – strækning 1						
Spunstype: Ukendt						
Startgodstykkelse (gæt) [mm]						
T_w = 10			T_f = 10			
Niveau	P₁	P₂	P₃	P₄	P₅	P₆
[Kote]	[mm]					
Ultralydsmåling 1						
+1,0 m	N/A	6,5	6,8	7,2	7,1	7,5
+0,25 m	5,6	5,2	5,9	4,7	4,5	5,1
-0,25 m	8,9	9,8	8,8	8,8	9,8	8,7
-1,0 m	9,3	9,8	8,9	9,2	9,8	8,8
-2,0 m	9,1	9,8	9,1	9,4	9,7	8,9
-3,0 m	9,0	9,9	9,1	9,2	9,8	9,1
Ultralydsmåling 2 (lavt vand under betonbelægning)						
+1,0 m	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
+0,25 m	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
-0,25 m	8,9	9,5	8,9	8,9	9,9	8,9
-1,0 m	9,0	9,6	9,0	9,1	9,8	9,1



Tabel 2: Tykkelsesmålinger, strækning 1

Sundgade – strækning 3							
Spunstype: Som Larssen 603K 10/10							
Startgodstykkelse (gæt) [mm]							
T_w = 10			T_f = 10				
Niveau	P₁	P₂	P₃	P₄	P₅	P₆	P₇
[Kote]	[mm]						
Ultralydsmåling 3 (lavt vand under betonbelægning)							
+1,0 m	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A



+0,25 m	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
-0,25 m	7,0	7,4	7,8	7,9	7,4	7,5	7,6
-1,0 m	7,2	7,5	7,6	7,6	8,0	7,8	7,6
Ultralydsmåling 4							
+1,0 m	N/A	7,4	8,1	7,1	6,4	5,9	N/A
+0,25 m	N/A	5,5	5,8	6,1	5,8	5,0	N/A
-0,25 m	N/A	8,5	8,0	7,8	8,6	8,4	N/A
-1,0 m	7,4	9,3	8,7	8,3	8,2	7,6	7,3
-2,0 m	7,6	7,7	8,1	8,7	7,3	7,4	7,5
Ultralydsmåling 5							
+1,0 m	N/A	7,3	6,2	5,8	5,6	6,6	N/A
+0,25 m	N/A	6,6	7,3	7,5	6,5	4,0	N/A
-0,25 m	N/A	9,1	8,0	7,2	8,3	7,3	N/A
-1,0 m	7,5	7,6	8,9	7,5	7,6	7,1	7,2
-2,0 m	7,4	7,4	9,7	8,3	7,6	7,4	7,8
Ultralydsmåling 6							
+1,0 m	7,3	7,3	7,2	7,5	7,6	7,7	7,2
+0,25 m	3,9	4,9	5,9	5,7	5,5	3,7	4,0
-0,25 m	7,2	7,0	7,3	7,2	6,9	7,2	7,0
-1,0 m	7,8	8,2	7,9	7,6	6,9	7,3	7,6

Tabel 3: Tykkelsesmålinger, strækning 3

2.3 Tilstandsvurdering

Karakter: **Hele konstruktionen: 3**

Hovedelementer

Spunsvæg	2
Betondæk	1
Betonbjælker	0
Betonpæle	3

Andre elementer/udstyr

Anoder	1
Kajudstyr	3
Belægning	3
Stenskråning	2
Betonstøttevæg	3

Projektnummer: 22004916
 Dokument ID: Tilstandsvurdering af kaj ved Sundgade
 Version: 1.0

2.3.1 Spunsvæg og anoder

Ved inspektion af kajen er spunsvæggen generelt fundet til at være i nogenlunde stand. Der blev ikke fundet nogen større skader eller gennemtæringer. Som forventet gælder det for både strækning 1 og 3 at spunsvæggen er særligt korroderet i om omkring vandlinjen, som følge af de vandstandsvariationer.

Stationering	Spunstype	Resterende materiale	
Strækning 1	Ukendt	85% ± 15%	
Strækning 3	Som Larssen 603K 10/10	72% ± 11%	
Stationering	Anode type	Antal	Resterende materiale
St. 1 (syd)	Vandret, 1,0 m krop	2	80-90%
St. 1 (forside)	Lodret, 2,5 m krop	23	80-90%
St. 1 (under beton)	Lodret, 2,5 m krop	4	80-90%
St. 1 (under beton)	Skrå, 2,5 m krop	1	80-90%
St. 1 (under beton)	Lodret, 2,5 m krop	2	80-90%
St. 3 (forside)	Lodret, 1,5m krop	68	80-90%
St. 3 (nord)	Skrå, 1,5 krop	2	80-90%

Tabel 4: Oversigt over resterende materiale.

Som det ses i de ovenstående tabeller, er korrosionen af spunsvæggen ikke kritisk, men den er flere steder ved at blive tynd. Enkelte steder er godstykkelsen under 4 mm, hvor restgodstykkelsen svarer til ca. 40 %, men gennemsnittet ligger omkring 72-85 % af den oprindelige vurderede godstykkelse. De mindste godstykkelser er at finde omkring vandlinjen hvor korrosionshastigheden er særligt stor. Den nuværende bæreevne af spunsvæggen kendes ikke, men generelt er den største momentpåvirkning af spunsvæggen ikke at finde i vandlinjen, men omkring havbunden hvor spunsvæggen har større godstykkelse. Korrosion nær vandlinjen vil således have indflydelse på tætheden for det bagvedliggende fyld, samt evt. senere svigt i forankringen.

De konstaterede godstykkelser vurderes umiddelbart ikke at være kritiske under forudsætning af, at kajarealerne ikke belastes meget hårdt. Godtykkelserne bør holdes under løbende kontrol. Hvis godstykkelserne fortsætter med at blive mindre på trods af den katodiske beskyttelse, bør der udføres en mere dybdegående kontrolberegning af strækningerne, hvor forankringsystem, tilladt belastning og øvrig geometri af kajen mv. eftervises nærmere.

Anodernes tilstand varierer kun lidt hen over den samlede strækning. Alle anoder virker aktive og har generelt ca. 80-90 % materiale tilbage, hvilket indikerer at der blevet sat nye anoder op på hele strækningen inden for en kort årrække. Dette svarer normalt til 7-8 års levetid.

2.3.2 Brokaj (strækning 2)

Betondækket er i god stand både på over- og undersiden. Der blev kun fundet mindre skader af forvitring eller afskalning af betonen. Der er dog ingen blotlagte armeringsjern. Betonbjælkerne fremstår ligeledes i god stand.

Betonpælene har flere steder mindre revner. Revnerne virker overfladiske, og har ikke synlige tegn på rustudfældninger.

Enkelte pæle har dog enten blotlagt armering eller synlige rustudfældninger, som indikerer at armeringsjern inde i betonpælen er begyndt at korrodere. Der blev fundet en enkelt skade på en pæl i den sydlige ende, hvor armering er synlig. Inden for en årrække på 5-10 vil disse pæle muligvis miste dele af deres funktion idet yderligere afskalninger og korrosion forventeligt vil formindsket deres bæreevne.

2.3.3 Kajudstyr

Redningsstiger har flere steder buler og påsejlings-skader men er alle sammen brugbare og opfylder derved deres funktion.

Slidtømmer er i generelt nogenlunde stand, men har flere steder løsnede bolte og flækninger i toppen af træet særligt ved strækning 1 og 2. Slidtømmeret er dog stadig fastholdt af øvrige bolte og opfylder på nuværende tidspunkt stadig deres funktion som sliddele og til beskyttelse af kajen.

Pullerter er i generelt fin stand. Malingsbeskyttelse er dog stort set væk som følge af slitage og ælde, men der ses i øjeblikket kun overfladisk korrosion. Ingen større grubetæringer eller gennemtæringer er set. Indstøbningsbolte er synlige ved søjlepullerter og bitumen fuger virker slidt i øvrige pullerter.

Træhammer er generelt god stand ved strækning 3. Vinkelbeslag mellem spunsvæg og træhammer er dog flere steder korroderede med kraftige rustflager. Restgodstykkelsen er dog ukendt.

Træhammer ved strækning 1 har flere beskadigelser og flækninger. Bitumenfuge i huller ved nedsænkede bolte er slidte og flere steder er boltehoved synlig.

2.3.4 Belægning

Betonbelægning fremstår nyere og i god stand ved både strækning 1 og 2.

Asfaltbelægning ved strækning 3 fremstår slidt og med flere lunger og huller. Der er dog ingen synlige lunger eller huller nær spunsvæggen, hvilket ellers kunne indikere en utæt spunsvæg.

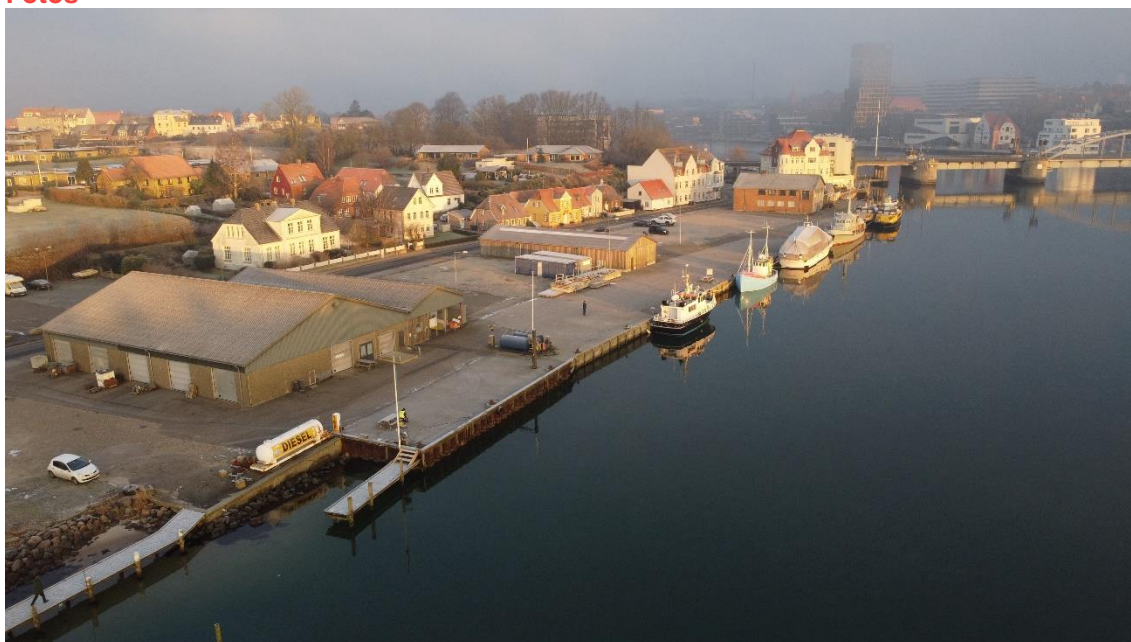
2.3.5 Betonstøttevæg og stenskråning

Betonstøttevæggen mod syd fremstår slidt og med flere svære forvittringer i overfladen tæt på vandlinjen. Der er dog ikke konstateret synlig armering i betonvæggen. Betonens overflade fremstår nyere end ved tilkoblingen længst mod syd. Det er formentlig også den nyere overfladebeton som flere steder skaller af.

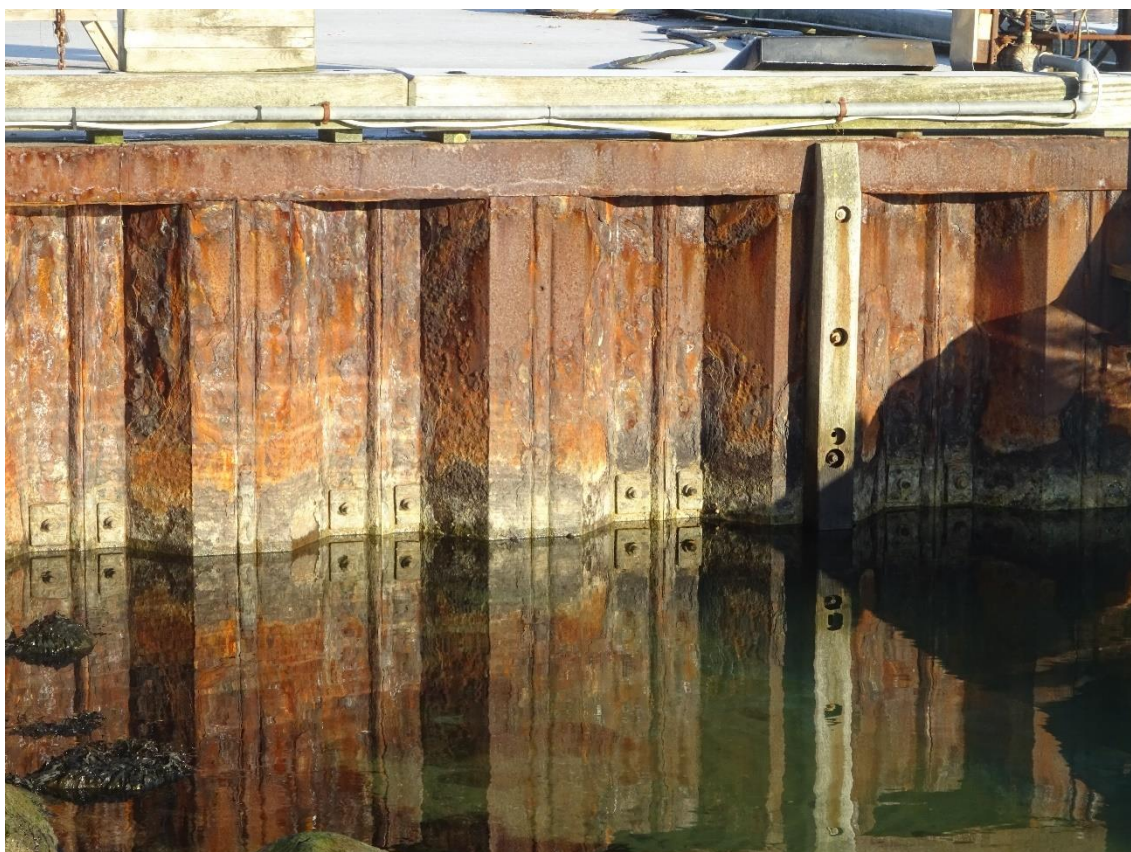
Foran betonstøttevæggen er der udført en stenkastning, som fremstår ujævn grundet manglende dæksten længst mod nord. Dækstene er formentlig væltet i vandet som følge af vind og vejr.

Stenkastningen mod nord fremstår slidt og fiberdugen under dækstene er synlig. Flere dæksten er formentlig faldet i vandet som følge af vind og vejr.

2.4 Fotos



Figur 5: *Oversigtsbillede af den samlede strækning, set fra syd mod nord.*



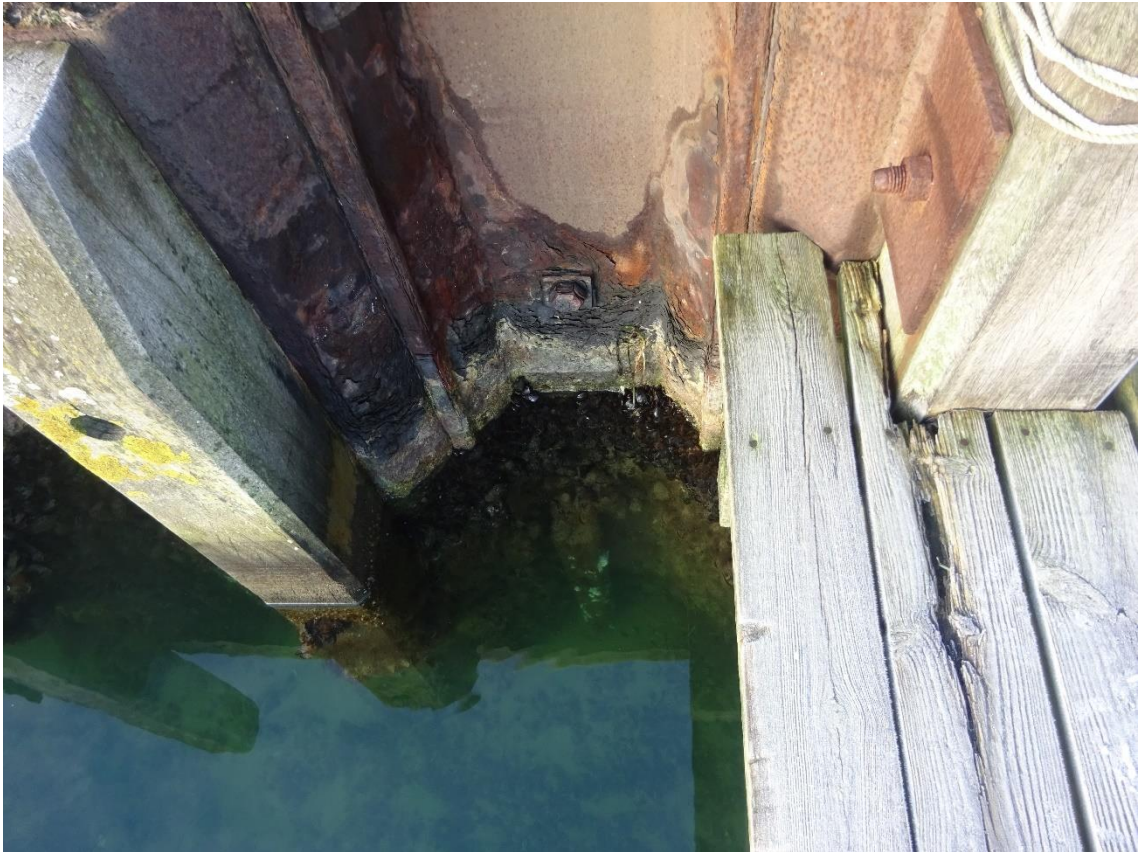
Figur 6: *Svær korrosion i og omkring vandlinjen ved strækning 1, set fra syd mod nord Ælde*



*Figur 7: Revner ses mange steder i betonpæle
Frost/tø*



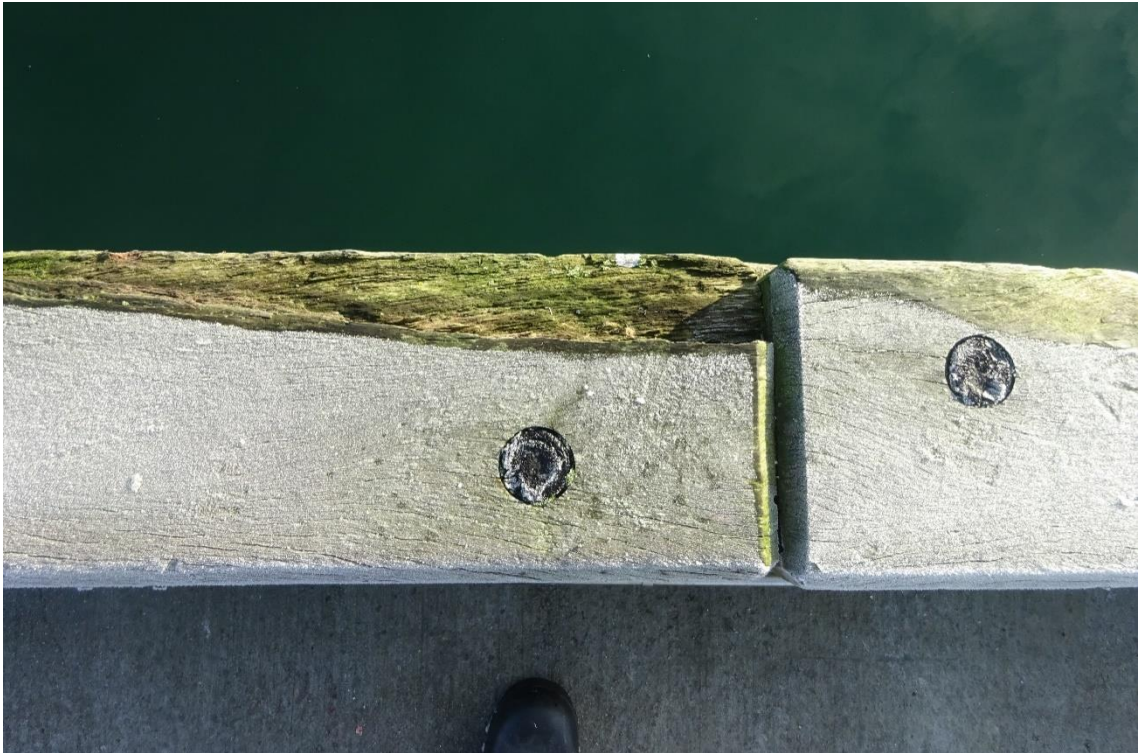
*Figur 8: Nordlig pæl havde synlig rustudfældning i revne
Frost/tø*



Figur 9: Svær korrosion på spunsvæg ved strækning 3. Alle anoder virker aktive
Ælde



Figur 10: Flere redningsstiger har buler og er bøjet
Påsejling



Figur 11: Beskadiget træhammer ved strækning 1. Slidt bitumenfuge
Råd, ælde



Figur 12: Flækket slidtømmer i toppen. Afskalning af betonoverflade nær vandlinje
Råd, ælde, frost/tø



Figur 13: Afskalninger på betonstøttemur ved strækning 1. Manglende sten på stenskråning. Ælde, frost/tø



Figur 14: Malingsbeskyttelse er væk. Ses kun overfladisk korrosions. Slidtage



Figur 15: Korrosion af vinkelbeslag til fastgørelse af træhammer.
Ælde



Figur 16: Huller og slidt asfaltbelægning ved strækning 3.
Slidtage, frost/tø



Figur 17: Stenskråning slidt med synlig fiberdug ved strækning 3.
Vind og vejr