

**Frederiksø**

**Kaj 13-16 & 21**

**(Ring-Andersens Skibsværft + Petersen & Sørensen)**

**Tilstandsvurdering og løsningsforslag**

**Oktober 2023**

## Indledning

I forbindelse med planlagt reparationsarbejde på kajstrækningen ud for Ring-Andersen, er der ved den indledede afrensning af spunsvæggen, fundet revner i den eksisterende konstruktion.

Svendborg Kommune har i den forbindelse ønsket en vurdering af revnens omfang, konsekvens og mulige løsninger ifm. udbedring. Det planlagte reparationsarbejder er derfor sat i bero.

Ingeniørfirmaet Aaskov ApS har, på Svendborg Kommunes vegne, iværksat de mest nødvendige forundersøgelser for at kunne udføre en tilstandsvurdering. På baggrund af tilstandsvurderingen, er der i nærværende rapport beskrevet forslag til udbedring, der kan benyttes ifm. en beslutningsproces.

## Den nuværende konstruktion

Den nuværende kajkonstruktion er udført i 1919. Konstruktionen er udført som en, på daværende tidspunkt, normal konstruktion i jernbeton, med bagvedliggende forankring i pælebukke.

Jernbetonspuns har en lang levetid og ses mange steder rundt i landet. Typisk er de udført i årene 1900-1950, hvorefter stålspons blev normalen.

De typiske levetidsforlængende tiltag, kan normal vis udføres ved forstøbning (betonpåstøbning) og tætning af samlinger. Førstnævnte var det planlagte arbejder der skulle igangsættes.



Den undersøgte strækning er sammenlagt 337 m. Udført i 1919.  
(Konstruktionen er ikke revnet på hele strækningen)

## Indhold

Indledning.....	2
Den nuværende konstruktion .....	2
1. Tilstandsvurdering .....	4
Omfang af undersøgelse.....	4
Konklusion på tilstand .....	8
2. Mulige løsningsforslag.....	9
Kajstykke ved Petersen & Sørensen (30 m).....	9
Kaj ved Ring-Andersen (120 m) .....	9
Forslag 1 – Stenkastning.....	9
Forslag 2 – Stenkastning med træskibsbro.....	10
Forslag 3 – Ny stålspons udvendig på eksisterende spuns.....	10
Samlet økonomisk overslag og konklusion.....	11

# 1. Tilstandsvurdering

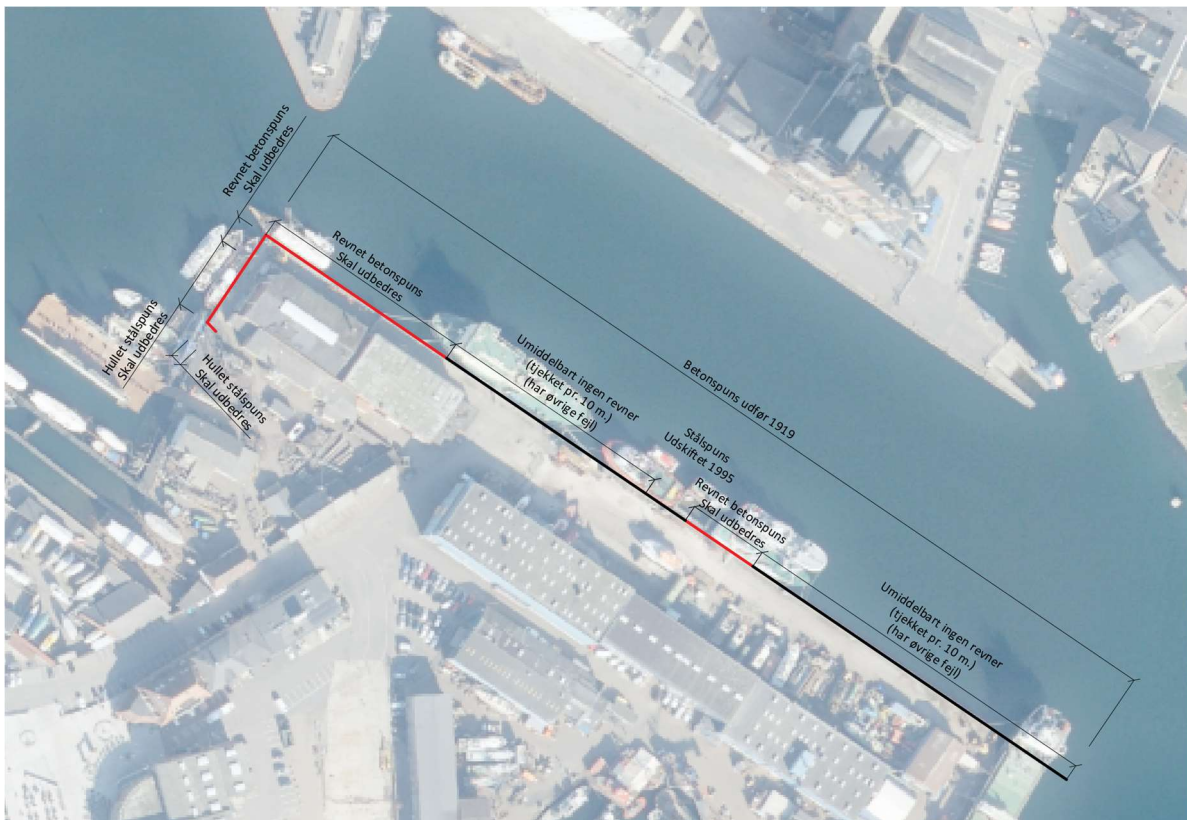
## Omfang af undersøgelse

### Revner

Efter revnerne blev observeret af dykker, da blev hele strækningen (337 m.) undersøgt pr. 10 m. En fuldstændig frispuling af væggen, blev vurderet for økonomisk tung.

Hvor revnen var blev fundet, da blev revnet "fulgt" indtil den stoppede.

Grundet den ufuldstændige frispuling, kan det ikke udelukkes at der kan findes revner, som ikke er observeret.



Oversigt over spunsens strækninger. De røde er de mest akutte strækninger.

Revnen forløber vandret gennem plankerne ca. 2,5 meter under vandoverfladen. Revnen varierer typisk fra 2 til 3 meter under overfladen. Flere steder findes der revner i op til 4 niveauer.



Billeder af revne

## Armering

Ved revner i betonen vil saltvand trænge ind til armeringen og få denne til at ruste. Flere steder blev dette eftersat, og det kunne konstateres at armeringsjernet flere steder var tydeligt bortrustet i revnens niveau. Dette er meget alvorligt, da spunsvæggens styrke derfor er yderst svækket.



Billede af revner og overrustet / tæret armering (Billedets dato ikke korrekt, filmet sept. 2023)

Årsagen til revnedannelsen forventes at være en underdimensioneret spunsvæg ifm. beregninger i 1919, hvilket har ført til et momentbrud på konstruktionen. Ved efterfølgende beregninger underbygges denne teori, ved at have størst belastning i det højdeniveau som revnen er placeret.

Jf. nutidens beregningsmetoder er spunsvæggen underdimensioneret.

Belastninger med kraner og større oplag af sten/materialer, er formentlig ikke betragtet i 1919.

Nærliggende nyere spunsvægge er stærkere konstruktioner, hvilket bekræfter ovenstående teori.

### Huller i spunsen

Det netop stoppede arbejde (forstøbning) skulle udbedre større huller i spunsvæggen omkring vandoverfladen.



Billede af huller omkring vandlinjen.

Herudover der en del huller/utætheder imellem spunsplanker, som skal udbedres/tættes.

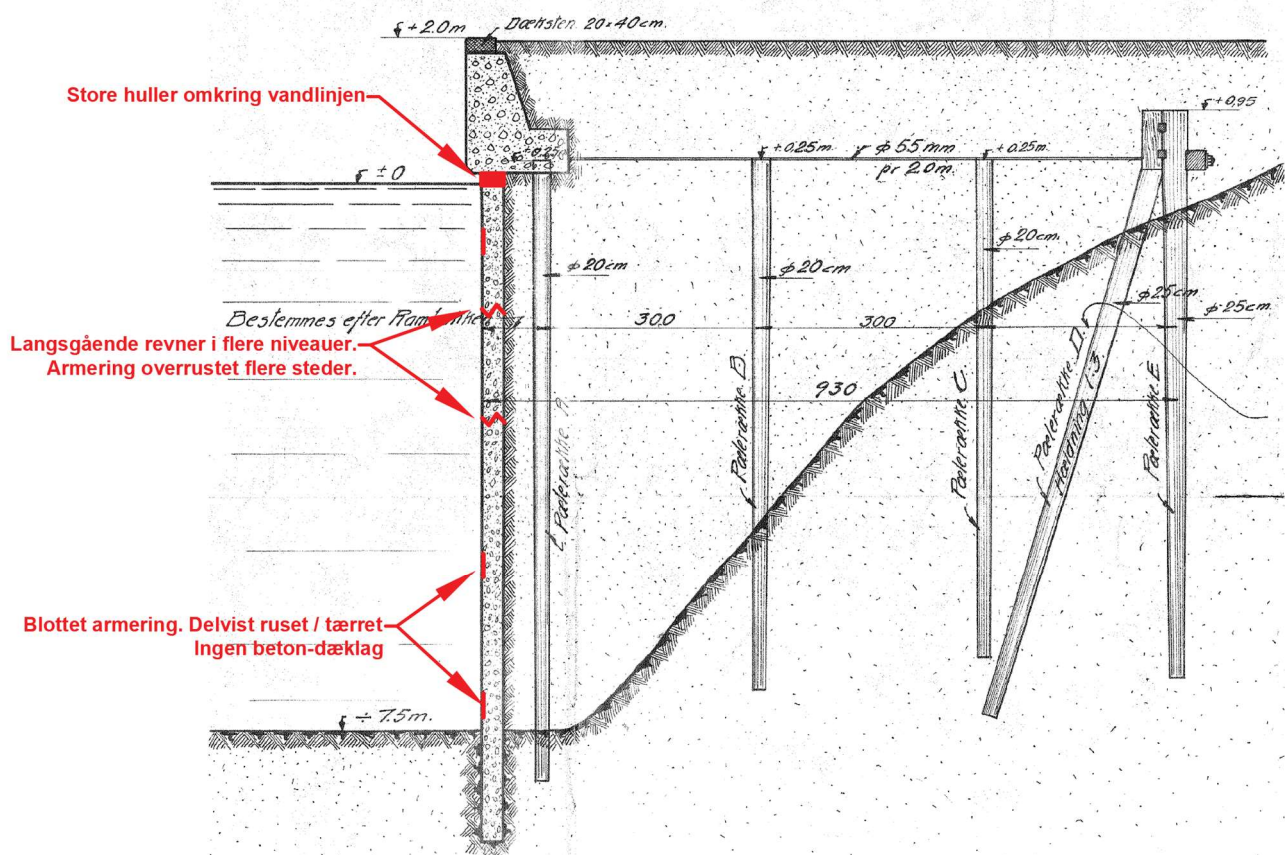
### Synlig armering

I forbindelse med spunsens frispuling blev der flere steder observeret synlig armering – Dvs. steder hvor betonen er forsvundet, og der nu er blottet armering. Dette nuværende/ikke eksisterende beton-dæklag er derfor for tyndt, hvilket medfører at armeringen rustet, med brud til følge.



Billede af synlig armering. Ruster grundet manglende beton-dæklag

Typisk tværsnit med viste skader.



Typisk tværsnit med typiske skader på frontvæggen.

### Eksisterende ankre og ankerbukke

I forbindelse med undersøgelsen, er ankerkonstruktionen på et enkelt sted blevet til tilset. Ligeledes er er på et sted opgravet til en anker-buk. Det kunne konstateres at ankeret og ankerbukken er i meget god stand, taget alderen i betragtning. Der ses ikke nævneværdigt råd i trækonstruktionerne. Ligeledes blev de fritgravede ankerstænger målt og havde en generel god rest-tykkelse tilbage. På et enkelt sted var ankeret reduceret fra 55 mm til 42 mm i tykkelsen. Ellers generelt god tykkelse på. ca 50 mm. Ved fritgravning af et enkelt anker og ankerbuk, kan det ikke garanteres at alle øvrige ca. 150 ankre er i tilsvarende stand. Ved spunsen ud for Ring-Andersen, da er der senere opført bygninger over ankerkonstruktionen, hvorfor disse ankre ikke kan besigtiges.



Billeder af opgravning bag spunsen. Tilstandsvurdering af et anker.



Billeder af opgravning ved en ankerbuk. Tilstandsvurdering af et anker og synlig buk (træ).

### Konklusion på tilstand

På baggrund af ovenstående undersøgelse, kan det konkluderes at den ydre spunskonstruktion mod vandet er i meget ringe stand. Da der stort set ikke er foretaget noget vedligehold siden 1919, er det en stor opgave at udbedre det hele.

Ca. 120+30 meter er revnet og kræver udbedring hurtigst muligt. De øvrige meter af den gamle betonspuns skal løbende efterses, vedligeholdes og planlægges udskiftet, når tilstanden er mere ringe/revnet.



## 2. Mulige løsningsforslag

Som nævnt er revnet over to strækninger. Hertil de øvrige skader som konstruktionen har grundet alder.

Den ene strækning er ca. 30 meter. Strækningen er placeret ud for Petersen & Sørensen.

Den anden strækning er ca. 120 meter. Strækningen er placeret rundt hjørnet ved Ring-Andersens Skibsværft.

Spunskonstruktionen er på disse strækninger så skadet, at en simpel reparation, økonomisk vil overstige alternative nye og bedre løsninger. Samtidig vil man fortsat have en konstruktion med begrænset levetid, hvorfor det ikke står mål med en alternativ nyere løsning.

Der er derfor udarbejdet nedenstående løsningsforslag, der kan benyttes ifm. en beslutningsproces.

Der vil på de to strækninger forekomme forskellige løsninger. Dette grundet de aktuelle forhold mht. den fysiske plads i baglandet. På den 30 meter strækning ved Petersen & Sørensen er der tilstrækkelig plads til at lave en direkte udskiftning af spunsen.

På de 120 meter ved Ring-Andersen Skibsværft, er der placeret bygninger tæt på kajvæggen. En direkte udskiftning af kajvæggen, vil medføre et jordskred der går ind under bygningen. Denne risiko bør ikke tages, og en konstruktion uden på den gamle er derfor den eneste løsning.

Grundet den smalle afstand mellem bygning og kajkant, er det ikke muligt at udføre en standard forankring af en ny konstruktion. Bygningerne er udført efter den gamle kajkonstruktion er opført. Bygningen er placeret ovenpå de gamle ankerkonstruktioner. De gamle ankerkonstruktioner kan tænkes genanvendt, med forbehold for, at de er i samme gode stand som det besigtigede.

### Kajstykke ved Petersen & Sørensen (30 m)

Det 30 meter kajstykke tænkes udskiftet ved at fjerne eksisterende betonspuns, så den har samme spunslinje, og dermed ikke forvolder problemer ifm. anløb med skibe.

Denne erstattes af stålspuns med betonhammer (top), så den udefra ligner det øvrige spuns.

Det planlægges at genanvende den eksisterende ankerkonstruktion.

Anlægsoverslag - Kajstykke ud for Petersen & Sørensen

2.018.297 kr.

### Kaj ved Ring-Andersen (120 m)

#### Forslag 1 – Stenkastning

Der planlægges en stenkastning direkte på udvendig side af spunsen. Grundet den store vanddybde vil foden af stenkastningen placeres 15 meter ude i havnen, parallelt med den eksisterende spuns.

Dette vil reducere sejlarealet i havnen.

Ved en stenkastning er det ikke længere muligt at lægge til kaj.

Skitsetegning kan ses i bilag: 2001 – Stenkastning

Fordele	Ulemper
Økonomisk billigste løsning.	Fylder meget i havnebassinet (reduceret sejlareal).
Stort set vedligeholdelsesfri (levetid 100 år).	Kajplads / oplæggerplads for Ring-Andersen Skibsværft forsvinder.
Bølgedæmpende.	

### Anlægsoverslag 1 – Stenkastning

3.996.446 kr.

#### Forslag 2 – Stenkastning med træskibsbro

Der planlægges en stenkastning direkte på udvendig side af spunsen. Grundet den store vanddybde vil foden af stenkastningen placeres 15 meter ude i havnen, parallelt med den eksisterende spuns.

Der vil i stenkastningen blive placeret en træskibsbro, således at der bibeholdes kajplads / oplæggerplads med en minimumsvanddybde på 4,50 m. (reduceret ift. nuværende 6,50m)

Det vil ikke være muligt at komme til skibene med kran.

Skitsetegning kan ses i bilag: 2002 – Stenkastning med løbebro

Fordele	Ulemper
Mulighed for kajplads/oplæggerplads som nuværende	Fylder meget i havnebassinet (reduceret sejareal).
Stort set vedligeholdelsesfri (levetid: sten 100 år, år, bro 50 år).	Ingen mulighed for kran ved skibe.
Bølgedæmpende.	

### Anlægsoverslag 2 – Stenkastning med træskibsbro

7.375.842 kr.

#### Forslag 3 – Ny stålspons udvendig på eksisterende spuns.

Der planlægges en ny og stærkere stålspons rammet på udvendig side af den nuværende spuns.

Forankringen kan genanvendes eller der kan etableres ny forankring i form af boreankre under den eksisterende bygning. Boreankre er en meget dyr løsning og bundforholdene afgør den endelige pris på disse.

Ved genanvendelse af de gamle ankere, da tages der forbehold for at alle ankere er i god stand. Det er ikke muligt at besigtige forinden, hvorfor det er en risiko der hører med til denne løsning. Den nye konstruktion vil blive udført, således de gamle ankerkonstruktioner bliver belastet mindst muligt.

Konstruktionen vil rykke ca. 60 cm ud i vandet ift. den nuværende. Der vil altså komme et lille lokalt spring ifm. overgangen til den eksisterende væg.

Det vil med denne løsning være muligt at benytte kajen som den benyttes på nuværende tidspunkt.

Ligeledes fastholdes vanddybden på 6,50 m.

Det er, grundet vanddybden og tilhørende belastning, ikke muligt at benytte plastspuns eller træspuns.

Stål kan evt. tilvælges i særlig eco-type, som er produceret af skrot-stål og produceret med grøn energi.

Skitsetegning kan ses i bilag: 2003 – Ny spunsvæg med genanvendte ankere.

Fordele	Ulemper
Mulighed for kajplads/oplæggerplads som nuværende.	Der skal påregnes udskiftning af anoder pr. 10 år.
Muligt at benytte mindre kran ved kaj	Forbehold ved at genanvende ankere.
Samme vanddybde som eksisterende.	
Fylder ikke særligt i havnebassinet.	

Anlægsoverslag 3A – Ny spuns med genanvendt forankring	5.432.390 kr.
Anlægsoverslag 3B – Ny spuns med ny forankring (boreankre)	9.272.390 kr.

### Samlet økonomisk overslag og konklusion

I nedenstående skema er vist de samlede overslag inkl. forundersøgelser, uforudsete omkostninger og projektering.

	Forslag Stenkastning	Forslag 2 Stenkastning m. træskibsbro	Forslag 3A Stålspuns m. genanvendt forankring	Forslag 3B Stålspuns m. ny forankring
Anlægsoverslag Kajstykke ved Petersen & Sørensen	2.018.297 kr.	2.018.297 kr.	2.018.297 kr.	2.018.297 kr.
Anlægsoverslag Kajstykke ved Ring-Andersen	3.996.446 kr.	7.375.842 kr.	5.432.390 kr.	9.272.390 kr.
Forundersøgelser / geoteknik	50.000 kr.	125.000 kr.	165.000 kr.	175.000 kr.
Projektering	424.532 kr.	761.531 kr.	571.177 kr.	917.255 kr.
Uforudsete og diverse omkostninger (12%)	778.713 kr.	1.233.681 kr.	982.424 kr.	1.485.953 kr.
<b>I alt</b>	<b>7.267.989 kr.</b>	<b>11.514.352 kr.</b>	<b>9.169.287 kr.</b>	<b>13.868.895 kr.</b>

Alle priser ekskl. moms.

Ud fra ovenstående tilstandsvurdering, vurderes det ikke rentabelt at nød-reparere den eksisterende spunskonstruktion. Konstruktionen er behæftet med alvorlige revner, utætheder og huller, hvilket fører til store omkostninger ifm. lokale udbedringer. Herudover er konstruktionen fortsat gammel med blotlagte armeringsjern og evt. ukendte revner. Alene spunsens alder fra år 1919, bekræfter at dens levetid skal forventes udløbet.

Ingeniørfirmaet Aaskov indstiller derfor en af de ovenstående løsninger. Grundet risiko for sammenstyrtning bør spunsen sikres mod unødvendig overbelastning i form af oplag og kraner, indtil udbedring er foretaget. Fremtidig bør endnu ikke udbedrede spunsstrækninger ikke belastes med oplag af materialer o.l., da spunsen vurderes underdimensioneret.

Det skal bemærkes at ovennævnte kun er løsningsforslag hvor spunsen er i kritisk tilstand. På øvrige strækninger forefindes der fortsat konstruktioner fra 1919, som forventelig skal udskiftes på sigt.

Det forudsættes at funderingsforholdene generelt er gode. Da de eksisterende forankringer kun er opgravet et sted, kan det ikke garanteres at tilstanden på alle forankringer er i tilsvarende god stand. Det forventes ligeledes at de eksisterende pullerter genanvendes.

Ifald der skulle være spørgsmål til ovenstående, står vi gerne til rådighed for uddybning.

Med venlig hilsen



**Per Aaskov**  
Ingeniørfirmaet Aaskov Aps

Bilag:

Tegning 2001 – Stenkastning

Tegning 2002 – Stenkastning med løbebro

Tegning 2003 – Ny spunsvæg foran eksisterende