

Notat

Emne

Projekt: Halsskov Færgehavn. Risikovurdering
Projektnummer: 23.0414.02
Projektleder: Erik Daugaard Jensen

Udfærdiget af: Erik Daugaard Jensen
Dato: 16. maj, 2018, revideret 19. juni 2018
Kontrolleret af: Niels Nondal

Til : Slagelse Kommune v/Thomas Frankel Goul

Fra : Erik Daugaard Jensen /Sweco

Kopi til : Slagelse Kommune v/Rudi Olsen

1. Indledning

Slagelse Kommune ønsker en sikkerhedsvurdering af Færgehavnen i forhold til sammenstyrtningsrisiko af terrænet bag kajmurene på grund af huller i spunsen. På nuværende tidspunkt optræder der et stort hul grundet "jordskred" i bunden af Leje 3. Kommunen ønsker vurderet om der er risiko for lignende andre steder på Færgehavnen.

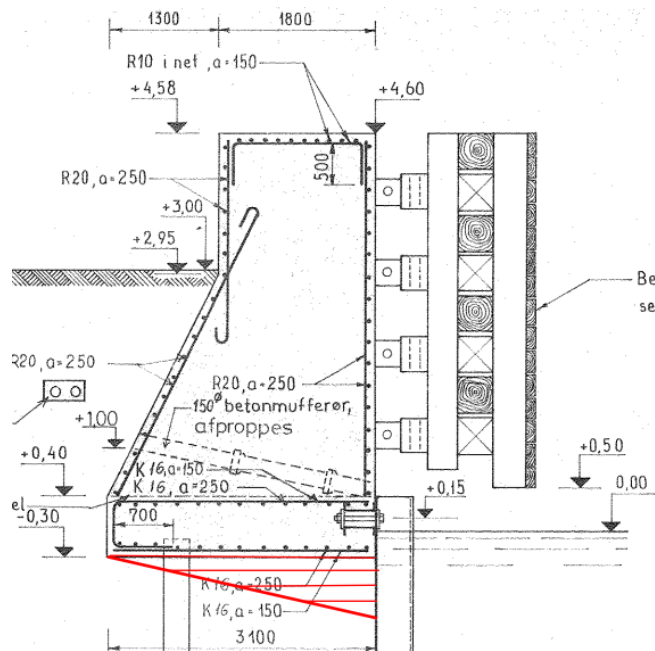
Der ønskes en vurdering af hvorvidt hele området bør afspærres.

I nærværende version af notatet er den viden, der foreligger om spunsvæggenes tilstand i henhold til dykkerundersøgelsen, udført i anden halvdel af maj 2018, indarbejdet.

2. Konklusion

Når der er huller og utætheder i en spunsvæg, er omstændighederne for dannelsen af jordfaldshuller til stede og disse vil opstå på et eller andet tidspunkt. Enten relativt langsomt ved at fylden bag kajkonstruktionen gradvist sætter sig eller pludseligt ved at der dannes et hulrum under terræn, der efterfølgende kollapser. Denne proces initieres af vandbevægelser igennem hullerne, f.eks. på grund af bølger og/eller vandstandsvariationer. Kun ved større jordfaldshuller, der vurderes at ville optræde, hvor der er huller i flere på hinanden følgende spunsvægsjern, vurderes der at være en mindre risiko for personskade.

Kajoverbygningerne i Halsskov Færgehavn har et principielt udseende som vist på nedenstående figur.



Figur 1. Kajmur, princip (tværsnit taget fra Nyborg tegning)

Med rødt er skraveret det volumen, der skal trække ud igennem huller i spunsvæggen, inden fylden bag kajmuren begynder at sætte sig. Den nedre grænse ved spunsvæggen ligger i ca. kote -1,0 m. I kajkonstruktionerne i Halsskov Færgenhavn er der derfor en 'reserve' af fyld, der skal trækkes ud, inden der optræder et jordfaldshul i terrænet bag konstruktionen.

På grundlag af dykkerundersøgelserne, udført 2017 og maj 2018, er den overordnede status på registrerede utætheder i spunsvæggen som følger:

- Leje 1: I alt 5 større huller
- Leje 2: Ingen huller konstateret
- Leje 3: Mindre hul ved Udspringstårnet
- Leje 3: I alt 3 huller ved Klatrevæggen
- Leje 3: 0,2 m brede åbninger i begge hjørner i bunden af lejet
- Leje 3: I alt 5 større huller, stort set i nabojern, i den sydlige side af lejet.
- Generelt: På grund af kraftig begroning på spunsvæggene kan der findes både større og mindre huller, det ikke er lykkedes at registrere.

Typisk kan en tommestok stikkes ca. 2 m ind i hullerne, før der registreres fyld.

De udførte tykkelsesmålinger viser størst korrosion i udadgående spunsvæggsbugte i området mellem kote -0,5 m og kote -1,0 á -2,0 m. Ved tykkelsesmålingerne kunne konstateres, at der generelt er nogen restgodstykkelse tilbage (4-6 mm typisk) i udadgående spunsvæggsbugte (ved målepunkternes placering). Erfaringsmæssigt kan der optræde store lokale variationer.

De største vandbevægelser, og dermed vandstrømninger igennem huller i spunsvæggen, foregår i bunden af færgeljerne, hvor bølgeenergien samles og bølgerne er størst. De største bølger i havnen genereres af storme fra vestlige retnin-

ger. Også ekstreme vandstandsvariationer kan give store vandbevægelser. Statistisk forekommer de angivne storme og ekstreme vandstandsvariationer altid i vinterhalvåret.

Det store jordfaldshul ved Leje 3 blev fyldt op i sommeren 2017. Hullet antages, jf. ovenstående, derfor at være 'gendannet' hen over den forgangne vinter. Ud for jordfaldshullet forekommer 5 større huller i nabospunnsjern.

Ud fra ovenstående vurderer Sweco:

- Der må over tid formodes at opstå mindre jordfaldshuller i takt med fremadskridende korrosion af spunsvæggene, såfremt der ikke iværksættes vedligeholdesestiltag.
- Ud fra dykkerundersøgelserne vurderes der ikke umiddelbart risiko for at der vil opstå yderligere et større jordfaldshul, svarende til hullet ved Leje 3. Kun ved større jordfaldshuller vurderes der at være en mindre risiko for personskaade.
- I det kommende sommerhalvår må der formodes ikke at ville opstå nye jordfaldshuller, på grund af forventeligt rolige bølgeførhold i havnen. Såfremt dette alligevel sker, må hullerne formodes at være af typen mindre jordfaldshul.

Fra den kommende vintersæson og fremadrettet kan det på grund af de konstaterede huller og utætheder samt den stadige korrosion og vejrliget ikke udelukkes at der dannes nye jordfaldshuller. Ud fra dykkerundersøgelserne er der grund til at fokusere på følgende områder (udover det store jordfaldshul på sydsiden af Leje 3):

- Arealet bag kajkonstruktionen ud for Klatrevæggen, Leje 3.
- Arealet indenfor betonkonstruktionen ved NV-hjørnet i Leje 3.

Sweco anbefaler afspærring af disse arealer/områder iværksat fra den kommende vinter, medmindre utæthederne/hullerne tætnes forinden.

Sweco vurderer, at der ikke er behov for afspærring af området ved Udspringstårnet, uanset det registrerede mindre hul. Dette er begrundet i, at der i pier rundingen er udført en meget stor pælefunderet aflastningsplade ca. omkring kote 0.

Sweco vurderer også ud fra det foreliggende grundlag, at der ikke er behov for afspærring af delområder i det kommende sommerhalvår, kun området omkring jordfaldshullet i bunden af Leje 3 skal afspærres.

3. Gennemgang af grundlag for konklusion

Nedenfor gennemgås forskellige aspekter af spunsvæggene i Halsskov Færgeshavn som baggrund for ovenstående konklusion. Det skal bemærkes, at der ikke foreligger tegninger og andre oplysninger om konstruktionerne i Færgeshavnen, hvorfor nedenstående punkter er beskrevet ud fra generel viden om konstruktionerne i DSB's færgeshavne og ud fra den viden, der blev oparbejdet under gennemførelsen af Tilgængelighedsprojektet i 2017.

3.1. Tilstand af spunsvægge i Færgeshavnen

På grundlag af dels orienterende dykkerundersøgelser 2017 dels dykkerundersøgelser i maj 2018 er status på registrerede utætheder i spunsvæggen på den samlede kajlængde på ca. 575 m som følger:

- NV-strækning, Leje 1: Større hul ved gammel spuns sammensvejsning ca. 65 m ude og to større huller, ca. 20x20 cm, ca. 110 m ude, regnet fra bunden af færgeslejet.

- SØ-strækning, Leje 1, indre del: To huller på denne strækning.
- Strækninger, der udgør Leje 2: Ingen større huller registreret.
- Kajrunding på Midtermole, ved udspringstårn: Mindre hul, ca. 8x8 cm.
- Strækning med klatrevæg, Leje 3: Tre huller registreret, to store ca. 25x25 cm og et mindre hul.
- Bund af Leje 3, NV-hjørne: Ca. 0,2 m bred åbning i spunsvæggen, fra top til 'bund'.
- Bund af Leje 3, SØ-hjørne samt SØ-strækning: Inderste 8 – 9 spunsjern inderst i Leje 3 indeholder 4 stk. store huller ca. 25x25 cm, og 1 stk. mindre hul. Desuden er der en ca. 0,2 m bred åbning fra top til 'bund' i SØ-hjørnet. Disse huller og utætheder befinder sig ud for det jordfaldshul, der i dag kan konstateres i belægningen bag kajmuren her.
- Typisk kan en tommestok stikkes ca. 2 m ind i hullerne, før der registreres fyld.
- Hullerne er typisk beliggende mellem kote -0,5 m og kote -1,0 m.
- På grund af kraftig begroning på spunsvæggene kan der findes både større og små huller, det ikke er lykkedes at registrere under dykkerundersøgelserne. De små huller optræder, hvor spunsvæggen (i udadgående spunsvægsbugte) er 'papirtynd'.

De steder, hvor der blev udført tykkelsesmålinger, kunne konstateres størst korrosion i udadgående spunsvægsbugte i området mellem kote -0,5 m og kote -1,0 á -2,0 m. Ved tykkelsesmålingerne kunne konstateres at der generelt er nogen restgodstykkelse tilbage (4-6 mm typisk) i udadgående spunsvægsbugte (ved målepunkternes placering).

3.2. Korrosion generelt

Korrosionshastigheden fastsættes på basis af DS/EN 1993-5 Stålkonstruktioner, Del 5 Pilotering (Eurocode 3) normmæssigt til 0,11 mm pr. år mellem kote $\pm 0,0$ m og kote -1,0 m. Under kote -1,0 m fastsættes hastigheden tilsvarende til 0,05 mm pr. år. Den faktisk optrædende korrosion vil generelt være mindre.

I f.eks. færgelejer vil grænsen i kote -1,0 m typisk blive trukket nedad, da færgerne skruer tilfører ilt dybere under havoverfladen.

Igennem de seneste ca. 20 år uden vedligeholdelse af havnen, kan der derfor forventes en korrosion på 2 - 5 mm mellem kote -0,5 m (underside af kajoverbygning) og kote -1,0 á -2,0 m. Godstykkelsen i de udadgående spunsvægsbugte (hvor korrosionen er størst) formodes oprindeligt at have ligget i intervallet 12 – 15 mm. De observerede restgodstykkelser (4-6 mm nogle steder) fra dykkerundersøgelserne, uanset der erfaringsmæssigt kan optræde store lokale variationer, betyder at en væsentlig del af korrosionen må være sket før 1998, da DSB/Scandlines indstillede færgedriften.

Vedligeholdelsen/korrosionsbeskyttelsen blev tidligere udført ved montering/udskiftning af offeranoder.

3.3. Vedligeholdelse

Igennem de seneste ca. 20 år, og formodentlig igennem væsentligt længere tid, har der så vidt Sweco er orienteret ikke været foretaget vedligeholdelse af spunsvæggene f.eks. ved udskiftning/opsætning af offeranoder.

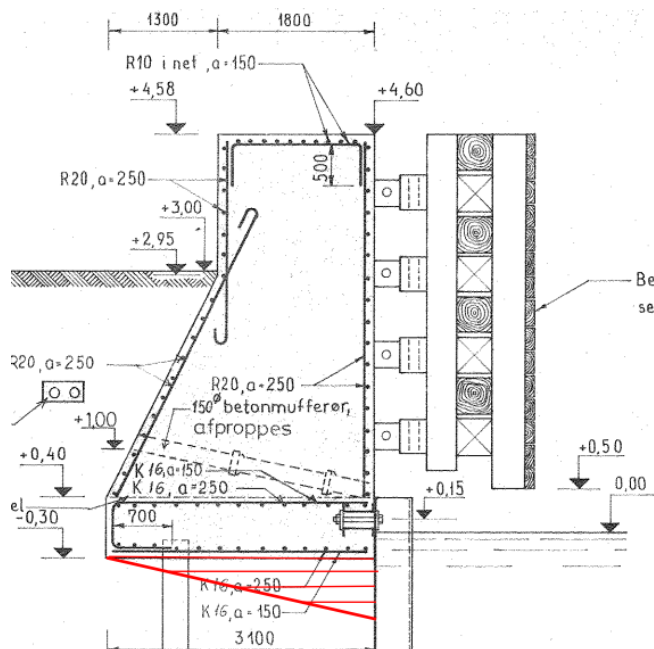
3.4. Jordfaldshuller

Når en spunsvæg er gennemtæret og der er opstået et hul i denne, er der mulighed for at fylden bag kajen løber igennem hullet i spunsvæggen og der derved sker en lodret lokal sætning af terrænet bag kajen i form af et jordfaldshul. For at initiere denne proces kræves der vandbevægelse igennem hullet, f.eks. på grund af bølger og/eller vandstandsvariationer på udvendig side af væggen, eller processen kan initieres af vibrationer fra f.eks. skibsstød.

Kvaliteten af det sandmateriale, der er indbygget bag kajkonstruktionen, er bestemmende for hvor hurtigt fylden (som massestrøm) løber igennem et opstået hul i spunsvæggen og dermed hvor hurtigt et jordfaldshul opstår. Ved fyld af enskornet sand løber fylden hurtigt ud, når først fylden som massestrøm er startet med at løbe ud. Ved fyld af velgradueret sand går det noget langsommere. Der er grund til at tro at fylden bag kajkonstruktionen er af sædvanlig god DSB-kvalitet, da færgelejerne blev opført.

Der er derfor grund til at formode, at såfremt omstændighederne for dannelsen af et jordfaldshul er til stede (hul i spunsvæggen), vil dette ske på et eller andet tidspunkt. Enten relativt langsomt ved at fylden bag kajkonstruktionen gradvist sætter sig eller pludseligt ved at der dannes et hulrum under terræn, der efterfølgende kollapser. Kun ved større jordfaldshuller, der vurderes at ville optræde, hvor der er huller i flere på hinanden følgende spunsvægsjern, vurderes der at være en mindre risiko for personskaade.

Der foreligger ikke tegninger af kajkonstruktionerne i Halskov Færgehavn. Ud fra arbejderne i havnen i 2017 kan det konkluderes, at kajoverbygningerne har et principielt udseende som vist på nedenstående figur, der er et udsnit af en tegning fra Nyborg Færgehavn, dvs. kajmuren står på en pælefunderet, armeret betonplade.



Figur 1. Kajmur, princip (tværsnit taget fra Nyborg tegning)

Med rødt er skraveret det sandvolumen, der skal trække ud igennem huller i spunsvæggen, inden fylden bag kajmuren begynder at sætte sig. Den skrå

grænse under kajmuren har en hældning på ca. 1:4, hvilket normalt vil indebære en stabil sandskråning, men ved stor bølgeuro uden for kajvæggen (f.eks. i bunden af færgelejerne hvor der er stor refleksion), kan fylden trækkes ud på grund af de strømmende vandbevægelser.

Dette formodes at være baggrunden for det store jordfaldshul ved Leje 3. Der forekommer 5 større huller i nabospunsjern på denne strækning kombineret med at der i bunden af færgelejet ved kraftige vinde fra vestlige retninger dannes markant større bølger her på grund af refleksioner. På denne måde forårsages vandbevægelse igennem hullerne og fylden bag kajen trækkes ud som massestrøm.

4. Diverse

Der er ikke tvivl om at spunsvæggene i Halsskov Færgehavn er i ringe forfatning. Umiddelbart vurderet står konstruktionerne ikke med normmæssig sikkerhed, men Sweco mener dog, at der ikke er umiddelbar fare for konstruktionernes stabilitet.

Det er komplicerende, at der ikke foreligger tegninger af kajkonstruktionerne i Halsskov Færgehavn. På en eller anden måde bør Slagelse Kommune få foretaget en vurdering af styrke og stabilitet af kajkonstruktionerne med henblik på fastlæggelse af omfanget af eventuelle istandsættelsesarbejder.

Det er ovenfor nævnt, at der ud for Klatrevæggen (i dykkerundersøgelsen 2018) er registreret 3 huller. Uanset at risikoen for at der vil optræde et jordfaldshul bag kajkonstruktionen i løbet af den kommende sommer er vurderet som minimal, anbefales hullerne undersøgt yderligere og lukket ASAP ved påsvejsning af plader eller tilsvarende. På denne måde kan det undgås at badende kommer utilsigtet til skade ved at 'skære' sig på hulkanterne.

I sammenhæng med dette bør det mindre hul ved Udspringstårnet lappes, hvilket er en lille ting.