

# NOTAT

Projekt **Vikingskibsmuseet- beton**  
Kunde **Vikingskibsmuseet**  
Notat nr. **01-02**  
Dato **12/01/2018**  
Til **Tinna Damgård-Sørensen, [tds@vikingskibsmuseet.dk](mailto:tds@vikingskibsmuseet.dk)**  
Fra **Mari Brandl**  
Kopi til

## 1. **Vurdering af tæthed af membran og sætninger i Vikingeskibshallen**

### Indledning

For Vikingskibsmuseet er Rambøll blevet bedt om at udføre en granskning af tidligere udførte notater og undersøgelser vedr. membranen i terrændækket samt overordnede principper for de synlige forskydningskader/og revner der er i vægge og gulv i konstruktionen.

Til granskningen har Rambøll modtaget følgende materiale

1. Undersøgelser af bygningens fundering og deformationer i dæk og gulvkonstruktionen, TI den 23. december 2016.
2. Undersøgelse af forhold vedr. vandindtrængning, TI 31. marts 2017
3. Vurdering af sætninger, TI 23. september 2016
4. Vurdering af levetiden for udsatte konstruktioner, TI 31. maj 2016
5. Tilstandsundersøgelse af udhæng, stern og søjler, TI 23. november 2010

### 1.1 **Konstruktionsopbygning**

I [1] er beskrevet at terrændækket er opbygget af en betonbundplade og 8cm rense lag , hvor en membran er placeret imellem bundpladen og renselaget. Membranen er ført lodret op ad ydervæggene til kote +1,9 (?). Membranen består af 4 lag asfaltpap. Ved registrering i et opluk har TI konstateret at membranen i oplukket kun består af 3 lag asfaltpap. Betondækket er udført af vandtæt beton  $\sigma_t = 300\text{kg/cm}^3$  og min. cementindhold på  $320\text{kg/m}^3$  jf. tegningerne.

Dato 12/01/2018

Rambøll  
Hannemanns Allé 53  
DK-2300 København S

T +45 5161 1000  
F +45 5161 1001  
[www.ramboll.dk](http://www.ramboll.dk)

Rambøll Danmark A/S  
CVR NR. 35128417

Medlem af FRI

## 1.2 Vurdering af membran og betonvandtæthed.

Ud fra TI's besigtigelse samt Rambølls egen besigtigelse af opluk hvor membranen er synlig er det registreret at membranen er en asfaltholdig banevare. Membranen virker meget ældet, idet den er meget sprød og der kan let brækkes/smuldres membran af.

Asfaltpap var på opførelsestidspunktet et normal valg i forhold til membraner til vandtætning. Når asfaltpap ældes bliver den sprød og ikke fleksibel. Dette medfører at ved bevægelser i konstruktionen vil membranen revne. Membraner af denne type forventes at have en levetid på ca. 40-50 år. Dog vil bevægelser i konstruktionen omkring membranen ødelægge membranen grundet manglende fleksibilitet.

Rambøll udførte en besigtigelse af Vikingskibshallen den 9. januar 2018, ved besigtigelsen stod der vand i pumpeumpe og der kunne registreres vanddråber på kanten af pumpeumpen under svalehaleplader. Vandstanden i fjorden var meget lav (+0,2) ved besigtigelsen. Pumpeumpe er jf. oplysninger fra Claus Christiansen placeret oven på membranen.

Det oplyses af Claus Christiansen, at de registrerer vand i pumpeumpene efter højvande i fjorden men gerne med en forsinkelse på 1-3 dage.

TI vurderer i [2], at den vandindtrængning der er observeret i pumpeumpene skyldes stormfloden "Bodil" ( i år 2013), hvor vandstanden omkring bygningen var over "membran"-højde.

Begrundelsen herfor er, at der i en periode fra 10. feb til 10 marts 2017 (ca. 4 år efter stormfloden) blev registreret at pumpeumpen var tør.

Det skal bemærkes at der både før observationsperioden (10. feb til 10 marts 2017) og efter er registrere jævnlige vand i pumpeumpen, jf. ovenstående afsnit.

I [1] har TI gennemgået bygningen for revner og deformationer. De konkluderer, at revner og deformationer ikke skyldes sætning af fundamenterne med skyldes andre årsager.

Der er ikke i de udleverede notater taget stilling til om et evt. GVS eller sekundært GVS kunne have påvirkning på vandindtrængningen i hallen fra bundpladen, øst/vest og syd facaden. I det at bygningen er placeret nedenfor en bakke, vil der være en stor risiko for at bygningen vil blive påvirket af grundvand/sekundært grundvand herfra udover fra fjorden. I bilag til [1] forligger den fra opførelsestidspunktet geotekniske rapport for ejendommen. Her er angivet

Det synes imidlertid rimeligt at antage, at grundvandsspejlet på arealet ligger i eller lidt over kote 0. På grund af arealets beliggenhed umiddelbart ved fjorden må vandstandsvariationer i fjorden (HHV ~ +1,2) påregnes at have en ret stor indflydelse på vandspejlet på arealet. I pejleperioden har der ikke været tilstrækkelig variation i fjordens vandspejl til, at en sådan indflydelse har kunnet måles. Normalt kan der imidlertid påregnes en vis dæmpning af vandstandsvariationens indflydelse i land.

TI har i [2] udført en måling af klorider i vand fra pumpebrønden. Koncentrationen blev målt til lavere end i fjorden. Det er ikke undersøgt om dette kan skyldes at der både trænger grundvand ind sammen med fjordvand – hvor grundvandet så fortynder fjordvandet hvilket medfører de lavere koncentrationer af klorider.

#### 1.2.1 Konklusion

Rambøll kan ud fra besigtigelsen konkludere, at der tilsyneladende trænger vand ind i pumpe-sumpe selv når vandstanden i fjorden er under +1,7m.

Levetiden for membranen i dækkonstruktionen er opbrugt. Membranens sprødhed gør at der ved bevægelser i dækkonstruktionen så vil denne kunne revne og der derved vil kunne opstå utætheder/vandindtrængning.

Det fremgår ikke af de udleverede notater, at der skulle være foretaget nogle undersøgelser af betonen i bundpladen eller test af/på membranen. Der savnes en rest levetidsvurdering/vandtæthedsvurdering af den vandtætte beton og membran generelt.

Der savnes en vurdering af påvirkning af GVS og sekundært GVS på membranen ved de øvrige facader. Det kan ikke udelukkes at de lavere koncentrationer af klorider i pumpe-sumpen kan skyldes at der trænger grundvand ind som så fortynder koncentrationen af klorider.

### 1.3 Deformationer i dæk og fundamenter.

Ti vurderer i [1], at de fundamenter, som skibene står på er stabile, og at der ikke er konstateret forhold som tyder på skadelige sætninger eller mobilitet end normalt.

Derudover vurderer TI i [1], at revner vurderes alle at kunne tilskrives mekanismer som ikke er relateret til sætninger. Der er beskrevet svind og krybning samt sætninger af gangbroen pga. deformationer i understøttende lecablokke.

Nærmere beskrivelse af disse mekanismer foreligger ikke i notatet.

En nærmere kortlægning af revnerne er ikke udført i forhold til vurdering af om disse kan skyldes evt. manglende stabilitet af konstruktionen.

#### 1.3.1 Konklusion

Rambøll efterlyser en redegørelse for om de af TI konstaterede revner kan skyldes statisk betingede bevægelser i konstruktionen, samt om bygningen er tilstrækkelig stabil i forhold til betonkonstruktionens tilstand samt storm og stormflodssikring. Dette vurderes vigtigt for få afdækket evt. behov for forstærkning.