

DET FALSTERSKE DIGELAG

# BESIGTIGELSE AF DET FALSTERSKE DIGE

TEKNISK NOTAT

ADRESSE COWI A/S  
 Parallevej 2  
 2800 Kongens Lyngby

TLF +45 56 40 00 00

FAX +45 56 40 99 99

WWW cowi.dk

## INDHOLD

1	Indledning	1
2	Digets historie	4
3	Digets opbygning og funktionalitet	6
4	Belyste emner fra besigtigelsen	9
4.1	Diget	9
4.2	Forklit og forstrand	15
4.3	Løsning for slitage	17
4.4	Slitage fra færdsel	17
5	Konklusion	17
6	Referencer	18

### 1 Indledning

Det falsterske digelag har observeret, at der i de seneste år er sket en større erosion på dele af kyststrækningen ved det falsterske dige. COWI er i denne forbindelse blevet bedt om at vurdere størrelsen af sandtransporten ud for kysten ved diget. I forbindelse med opstarten af projektet har COWI sammen med formanden og tilsynsmanden for digelaget besigtiget de berørte steder på diget. Under besigtigelsen blev digets beskaffenhed og hvordan man kan sikre diget nu og i fremtiden for at imødekomme klimaforandringer som f.eks. havspejlsstigninger mv. diskuteret.

PROJEKTNR.

DOKUMENTNR.

119857

TN001

VERSION

UDGIVELSESDATO

BESKRIVELSE

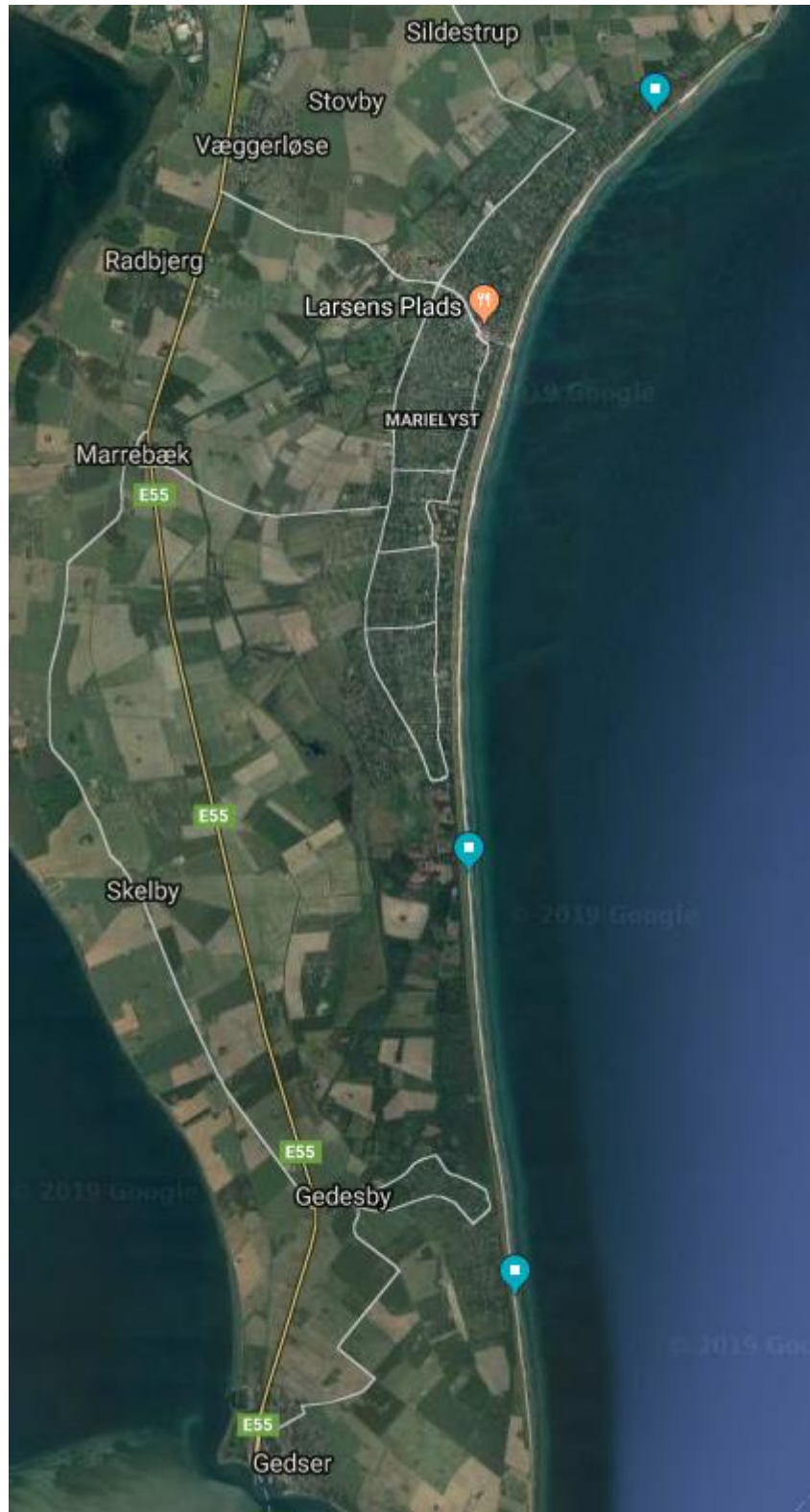
UDARBEJDET

KONTROLLERET

GODKENDT

2.0  
1.008-10-2019  
04-10-2019Anden udgave  
Første udgaveJBUN  
JBUNHSV  
HSV/OJJJBUN  
JBUN

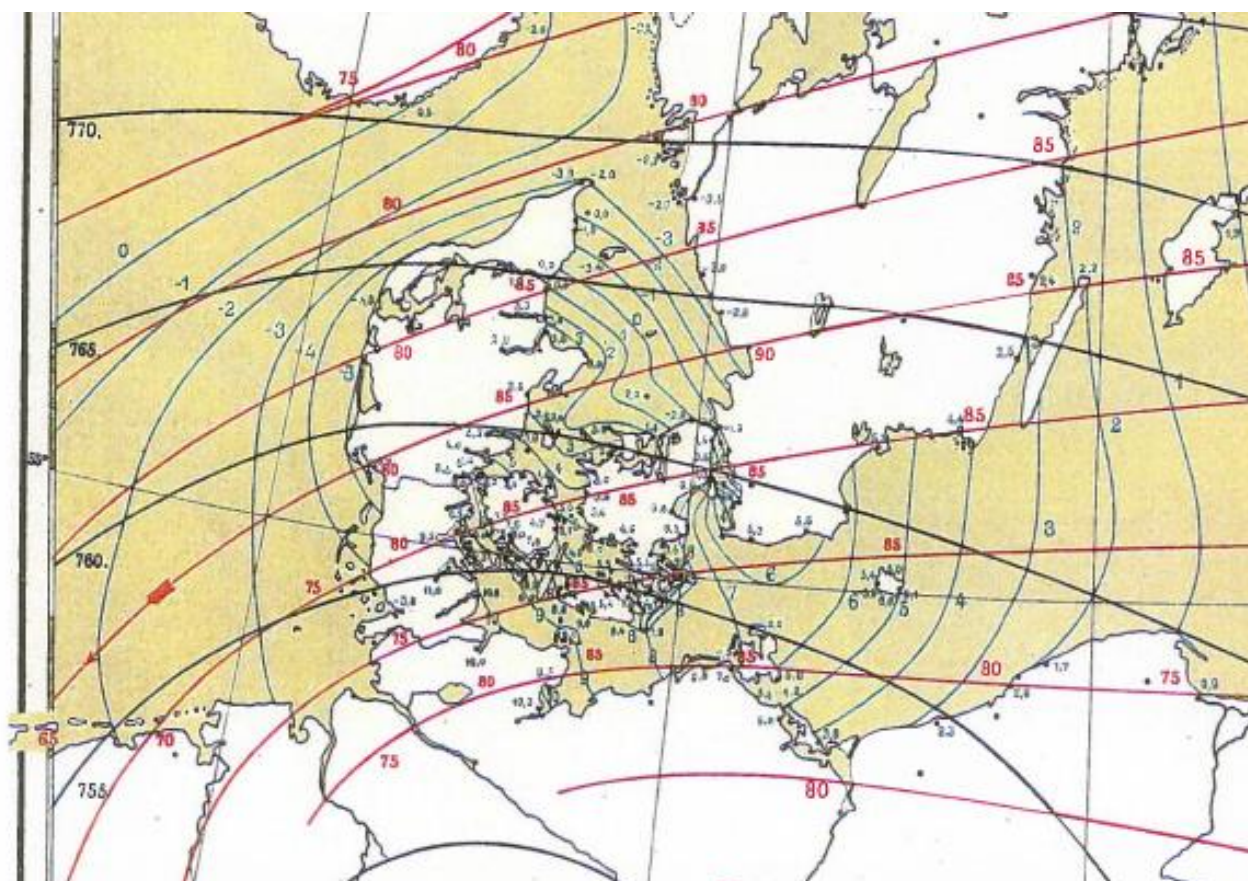
Notatet beskriver kort historien som førte til opførelsen af diget, samt en beskrivelse af diges opbygning og funktionalitet som beskyttelse mod stormflod. Derudover beskrives observationer foretaget under besigtigelsen af diget, stederne besøgt under besigtigelsen er angivet på Figur 1. Vurderingen af størrelsen af sandtransporten og kystmorfologien vil blive dokumenteret i en separat kystteknisk rapport.



Figur 1 *Oversigt over lokationer (blå markeringer) besøgt under besigtigelsen. Kort fra google maps.*

## 2 Digets historie

I 1872 oplevede Danmark en stormflod i Østersøen, som resulterede i store materielle skader og at 52 mennesker druknede på Falster. Stormen blev efterfølgende beskrevet af Professor A. Colding, ref. /1/. Colding indsamlede information om stormen, hvilket bl.a. har resulteret i detaljeret beskrivelser af vandstanden i Østersøen. Vedvarende vind fra vest/nord har presset vand fra Nordsøen ind i Skagerrak og videre ind i Østersøen. Efterfølgende har vinde fra øst presset vandet fra Østersøen tilbage mod de danske kyster, dette medførte høje vandstande ved kysterne syd for bælteerne og i Øresund. Som det ses af Figur 2 har vandstanden ud for Falster været 8 fod, svarende til ca. 2,4 m over daglig vande. Ved østkysten af Falster er der observeret en vandstand på 3,3 m over daglig vande på dagen, ref. /2/. Forskellen i den observerede vandstand og vandstanden ifølge Colding skyldes bølgestuvning og bølgeopskyl. Som følge af stormfloden blev store dele af det sydlige Falster oversvømmet, som det kan ses af Figur 3.



Figur 2 Vandstandsforhold d. 13 november 1872, kl. 12.00. Vandstandene er angivet i fod.



Figur 3 Oversvømmede områder (gule markeringer) på Falster efter stormen i 1872, ref. /2/.

Efter stormen i 1872, blev det ved lov i 1873 vedtaget at bygge et dige på østkysten af Falster, samt forhøje eksisterende diger som ikke havde en tilstrækkelig højde, med det formål at beskytte mennesker og værdier bag diget.

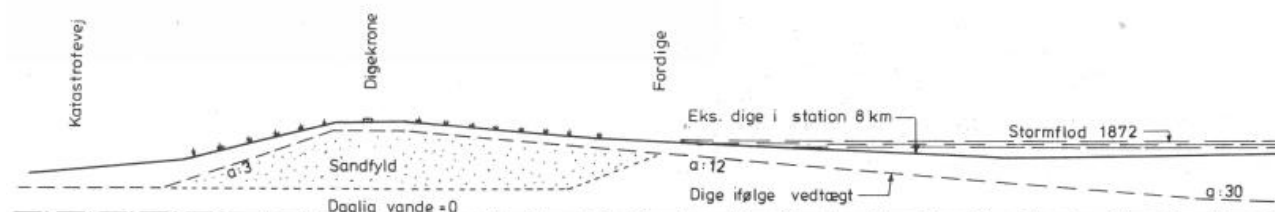
Det er således med baggrund i katastrofen i 1872 at diget blev opført for at beskytte mennesker, dyr og værdier. Digets vigtighed er siden dengang kun blevet yderligere forstærket, bl.a. på grund af at vandstanden i havet er stigende. En oversvømmelse af diget eller et digegennembrud i dag vil kunne resultere i en endnu større katastrofe, da området er bebygget i dag, og langt flere mennesker og større værdier er beskyttet af diget. Det er derfor yderst vigtigt at forstå, at diget har en vigtig funktion, og således kun bør betragtes og benyttes

som et rekreativt område hvor dette ikke kompromitterer digets stabilitet og overordnede sikkerhed.

### 3 Digets opbygning og funktionalitet

Diget er et anlæg som beskytter baglandet mod oversvømmelse. Digets evne til at beskytte mod oversvømmelse opnås ved digets højde og tværslitsgeometri samt vedligeholdelse.

Et tværsnit af det falsterske dige fremgår af Figur 4, hvor det ses at diget består af en sandkerne, hvorpå der er anlagt et græstæppe. Hældningerne på digets skråninger, græslag og digehøjde, er med til at opretholde digets styrke og modstandsdygtighed under stormfloder. Da diget er placeret ved kysten, har forlandet (klit og strand) også betydning for diget modstandsdygtighed. Den relative brede strand som går langs det meste af diget har bidraget til at klitterne langs diget er opstået over tid. Sand er blæst ind over land og har dannet en ekstra barriere mod havet, hvor klitterne er vokset med tiden i takt med at beplantning har fastholdt sandet. Stranden hjælper med at nedbryde de bølger som kommer fra havet og forklitten er med til at bestykke diget mod bølgepåvirkning, hvorved belastningen på diget mindskes betragteligt.



Figur 4 Tværsnit af det falsterske dige, ref. /2/.

På Figur 5 ses et dige påvirket af bølgeoverskyl. Ved høj vandstand og samtidig bølgepåvirkning er det muligt for vand at bevæge sig over kronen (toppen af diget), selvom vandstanden ikke er i samme højde som kronen. For at sikre den geotekniske stabilitet og dermed styrken af diget, er det vigtigt at overskyllet ikke eroderer materialer på diget, hverken på for- eller bagsiden. En sådan erosion kan i værste fald medføre kollaps af konstruktionen. Figur 6 viser hvordan en skade på et sanddige kan se ud efter påvirkning fra bølgeoverskyl. Ved vedvarende bølgeoverskyl vil mere og mere materiale skylles væk, og når tilstrækkelige mængder af materiale er forsvundet, vil vandtrykket fra forsiden af diget kunne presse vandet igennem diget, og hurtigt vil diget lokalt blive ødelagt og fjernet af vandmasserne. For at beskytte et tilbagetrukket dige er det derfor vigtigt med et tæt græstæppe som har et stærkt rodnet. Et dige med et godt vedligeholdt græstæppe kan modstå mange gange mere bølgeoverskyl end et græstæppe som ikke vedligeholdes tilstrækkeligt, ref. /3/. Tilsvarende vil et græstæppe på forsiden beskytte diget mod mindre bølgepåvirkninger.

Der er i nyere tid oplevet digebrud i Danmark, på Figur 7 er vist et billede efter et digebrud på Rønmø i december 1999. Selvom bruddet kun er sket på en

mindre del af diget, ses det at et stort område bag diget er blevet oversvømmet, da landet bag diget ligger lavt. Derfor er det vigtigt for et dige at være stærkt på hele strækningen det skal beskytte, da et svagt led stadig vil kunne medføre oversvømmelse af store områder.



Figur 5 Bølgeoverskyl på dige, ref. /3/.



Figur 6 Skade af græstæppe på sanddige, ref. /3/.



Figur 7 Juvre-diget (Rømø), dagen efter vinterstormen i december 1999. I højreside af billedet ses det oversvømmede land efter digebruddet. Til venstre er det vadehavet mellem Rømø og fastlandet. Rømødæmningen kan skimtes i baggrunden. Kilde: JydskeVestkysten.



## 4 Belyste emner fra besigtigelsen

### 4.1 Diget

I forbindelse med besigtigelsen af diget blev det observeret, at der på flere områder af diget er steder hvor græstæppet er nedtrampet, eller ligefrem ikke eksisterende på grund af færdsel. I afsnit 4.1.1 ses billeder fra besigtigelsen. Af billeder fremgår det, at specielt digekronen ofte ikke er dækket med et græstæppe. Ved de af digelaget etablerede op- og nedgange er det observeret at der er spor langs med trappetrin, som formodes at komme fra cykler, barnevogne og lignende. I sporene er der ikke græs. Ved de etablerede overgange tegner der sig et generelt billede af at brugerne af stranden ikke holder sig inde for de etablerede adgange beregnet til transport over diget. Desuden ses ved etablerede nedgange til stranden at diget har behov for en anden overflade til at håndtere mængden af trafik over diget. I områder uden etablerede overgange er der observeret stier opstået som følge af færdsel til stranden går over diget uden at benytte de etablerede nedgange. Den øgede mængde færdsel over diget som foregår udenfor de dertil egnede adgange, medfører at vedligeholdelsen tilsvarende skal øges, for at sikre at digets overflade har den tilstrækkelige modstandsdygtighed. Selv med øget vedligeholdelse er færdsel på et niveau, hvor det ikke er muligt at opretholde et tæt græsdække. Dette vil potentielt kunne betyde at diget har områder der er svagere og ikke tilstrækkelig modstandsdygtigt overfor bølgeoverskyld, hvilket kan medføre til store skader eller brud på diget, med oversvømmelser til følge.

Der foregår også færdsel på diges krone ad to "stier" opstået som følge af færdslen på kronen. Disse "stier" er ikke anlagt men opstået som følge af slid. Diget er ikke anlagt med henblik på færdsel på kronen af diget, og har hverken det nødvendige underlag til at kunne håndtere dette mer-slid fra færdslen, eller den tilstrækkelige bredde til at understøtte færdsel på toppen af diget.

Et andet aspekt som bør undersøges er hvilken højde (kronekote) diget skal have. Siden diget er blevet anlagt, er der kommet mere viden om havspejlsstigninger i verdenshavene, som også påvirker vandstandene i Østersøen. Skulle en storm som den fra 1872 komme igen i fremtiden, vil det være nødvendigt at sikre at digets kan modstå sådan en storm, når der skal medtages havspejlsstigningen fra 1872 til nu.

#### 4.1.1 Billeder fra besigtigelsen af digets krone og etablerede op- og nedgange













## 4.2 Forklit og forstrand

Områderne der har været udsat for kraftig erosion blev også besigtiget. Ved besigtigelsen blev det observeret at de selvanlagte stier over diget og klitten ned til stranden opstået på grund af færdsel over diget, medfører et ekstra slid på klitten. Det er tydeligt at se på det første billede i afsnit 4.2.1, at nedgangen i venstre side har reduceret klittens højde i nedgangen. I nogle områder er det forsøgt at genetablere beplantningen i klitten, ved at forhindre færdsel ved at afspærre områder (andet billede). Som for diget, er det også vigtigt at klitterne har tilstrækkelig med beplantning for at være modstandsdygtige mod erosion i forbindelse med bølger ved stormflod. Disse selvanlagte stier ned til stranden er svage led, som vil være mere udsatte under storme, og hvor beskadigelse og i sjældne tilfælde digebrud vil kunne ske.

Det tredje billede i afsnit 4.2.1 viser at der er sket erosion af klitten, dette ses da beplantningen ved foden er forsvundet. Det vurderes at foden af klitten samtidig også er en del af foden af det bagvedliggende dige, hvilket betyder at yderligere erosion vil ske i foden af diget. For at undgå erosion af foden af diget, kan det være nødvendigt at lave foranstaltninger som sikrer foden af diget under en storm.

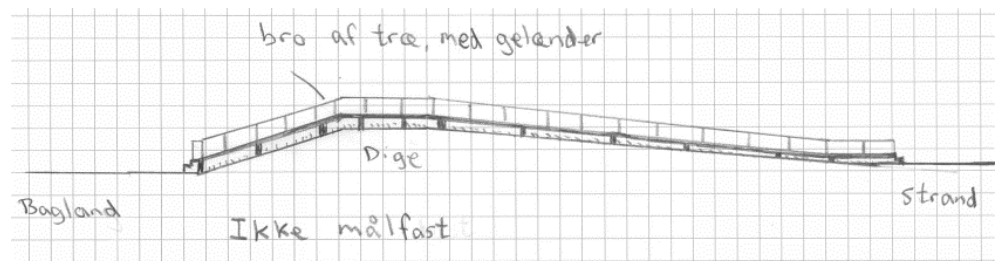
### 4.2.1 Billeder fra besigtigelsen





### 4.3 Løsning for slitage

For at sikre diget er det nødvendigt at opretholde en stærk beplantning i form af et stærkt og tæt græstæppe. Observationerne under besigtigelsen viser at færdslen på diget ikke kun sker ad de dertil etablerede overgange over diget. Det kunne derfor være en løsning at anlægge flere befæstede eller træbro-overgange over diget som folk kan benytte, da dette vil gøre det nemmere at benytte de etablerede overgange. For at invitere til at færdslen primært foregår på de anlagte stier, kunne der f.eks. anlægges "broer" over diget og ned til stranden, se principskitse på Figur 8. Skitsen vises kun som en overgang ved profilet af diget, men vil steder hvor der er klitter foran diget, skulle fortsættes over klitterne. "Broerne" vil medføre at færdslen inviteres til at foregå på "broerne" da det ikke vil være så nemt at afvige disse grundet højdeforskellen, hvorved beplantningen omkring ikke forstyrres i samme grad af færdsel. Denne og evt. andre løsninger kan undersøges nærmere, for at finde frem til passende løsninger. Det formodes at sådanne projekter kan søge midler fra fonde.



Figur 8 Principskitse af broovergang på diget. Skitsen er ikke målfast, og broen er tegnet stor, således at princippet fremgår. På de skrånede sider af broen, vil der være trapper kombineret med muligheden for at tage en barnevogn med på broen.

### 4.4 Slitage fra færdsel

Sliddet på et græstræppe i forbindelse med færdsel, påvirkes forskelligt afhængig af typen af færdsel. Sammenlignes en gående med en cyklist, vil man opleve et større slid fra cyklisten, da cyklen har en mere koncentreret belastning på græsset. Den koncentrerede belastning gør at beskadigelse af græsset nemmere vil forekomme. Samtidig vil belastningen fra et cykelhjul være vedvarende på hele strækningen, da hjulet har kontakt med hele strækningen, hvorimod en gående kun belaster for hvert skridt. Når cyklister og fodgængere benytter de samme strækninger, vil det også medføre et øget slid på strækningen, da cyklister og fodgængere kræver en større bredde af strækningen for at kunne passere hinanden.

## 5 Konklusion

Områderne med erosion af stranden er blevet besigtiget, og her er tydelige tegn på erosion i klitterne og digefoden. Det forventes at forbyggende arbejder som enten sandfodring eller etablering af hårdere beskyttelse kan være nødvendig for at sikre diget. Dette emne behandles nærmere i et separat dokument i forbindelse med vurderingen af sandtransporten.

Under besigtigelsen blev det observeret at diget mange steder ikke har et tæt græstæppe, hvilket er vigtig for digets stabilitet og beskyttende effekt. Diget er opført til at beskytte det bagvedlæggende land og værdier samt menneskerne som bor her. Der er i dag væsentlig mere færdsel fra gående, barnevogne, cykler og lignede over diget end det er beregnet til, hvilket kommer til udtryk i de mange stier på langs og tværs af diget, hvor man kan se sandet fra diget i overfladen. Denne færdsel forventes at øges i takt med at flere benytter stranden.

Da observationerne viser at færdslen ikke kun sker af de etablerede overgange, anbefales det at der etables flere af disse overgange, således at påvirkningen på diget fra færdslen mindskes.

Vedligeholdelse, både her og nu samt i fremtiden, er således nødvendig for at kunne opretholde digets yderst vigtige funktion: at beskytte mennesker, dyr og værdier mod oversvømmelse.

## 6 Referencer

- /1/ **Professor, Dr. A Colding**  
*Stormen over Nord- og mellemeruropa ad 12te-14de November 1872*  
1881.
- /2/ **Palle Brandt**  
*Det falsterske dige - Før og efter stormfloden d. 13 november 1872*  
Det falsterske digelag, 1997.
- /3/ **Van der Meer, J.W., et. al.**  
*EurOtop - Manual on wave overtopping of sea defences and related structures*, 2nd edition  
www.overtopping-manual.com, 2018.