



# OVERSVØMMELSE

## Udvikling af en temporær, stormsikker barriere til sikring af værdier mod oversvømmelse

Miljøprojekt nr. 2065

Januar 2019

Udgiver: Miljøstyrelsen

Tekst: Environment Solutions ApS

Tryk: Environment Solutions ApS

Fotos: Environment Solutions ApS

ISBN: 978-87-7038-034-8

Miljøstyrelsen offentliggør rapporter og indlæg vedrørende forsknings- og udviklingsprojekter inden for miljøsektoren, som er finansieret af Miljøstyrelsen. Det skal bemærkes, at en sådan offentliggørelse ikke nødvendigvis betyder, at det pågældende indlæg giver udtryk for Miljøstyrelsens synspunkter. Offentliggørelsen betyder imidlertid, at Miljøstyrelsen finder, at indholdet udgør et væsentligt indlæg i debatten omkring den danske miljøpolitik.

Må citeres med kildeangivelse

# Indhold

<b>1.</b>	<b>Forord</b>	<b>4</b>
<b>2.</b>	<b>Baggrund, formål og hovedresultater</b>	<b>5</b>
2.1	Baggrund	5
2.2	Formål	5
2.3	Hovedresultater	6
2.4	Projektets mål nået	7
<b>3.</b>	<b>Udvikling af prototype</b>	<b>9</b>
3.1	Funktionel analyse IPR	9
3.2	Teknisk analyse og design af løsning	9
3.3	Teknisk analyse og test af produktions- og hjælpeværktøjer.	9
3.4	Udarbejdelse af patent.	9
3.5	Arbejdspakkens resultater	10
<b>4.</b>	<b>Produktion og eksperimentelle test</b>	<b>11</b>
4.1	Materialer og produktionsudstyr	11
4.2	Produktion af nye prototyper	11
4.2.1	Stormtubes variant 1.	11
4.2.2	Stormtube variant 2	12
4.2.3	Alu Barriere	12
4.2.4	Hydraulisk spil.	12
4.3	Evaluering og resultater	12
<b>5.</b>	<b>Test og dokumentation</b>	<b>14</b>
5.1	Test af underlagets betydning (fast og blødt underlag)	14
5.1.1	Testens gennemførelse Test 1_Sand:	15
5.1.2	Testens gennemførelse Test 2_mudder:	15
5.1.3	Testens gennemførelse Test 3_fast underlag:	16
5.2	Test af installation under vindpåvirkning	17
5.2.1	Testens gennemførelse:	17
5.2.2	Evaluering af testforløbet	19
5.3	Dokumentation og eftervisning af løsningen effekt.	19
<b>6.</b>	<b>Afslutning og vidensdeling</b>	<b>22</b>
6.1	Udfordringer i arbejdspakken	22
6.2	Resultater i arbejdspakke	22
6.3	Patent	23
6.4	Forretningsmæssige resultater	23
	<b>Bilag 1.Stormtubes Casebook</b>	<b>24</b>

# 1. Forord

I årtier har man forsøgt at bekæmpe oversvømmelser med sandsække. Disse har til stadighed vist sig utilstrækkelige særligt grundet det enorme ressourceforbrug. Siden er der udviklet nye mobile løsninger. Hvor flere har vist sig effektive i testcentre, uden test af vindpåvirkning, har ingen kendte teknologier på markedet kunnet installeres uproblematisk under kraftige vindforhold og storme.

Nærværende projekt imødekommer denne udfordring og har til formål at udvikle den næste generation af oversvømmelsesbarrierer, som kan udlægges under storm. Under kraftige vindforhold bidrager den til:

- at reducere risikoen for skader som følge af oversvømmelser ved stormflod
- at øge brugervenlighed og sikre hurtigt installering uafhængig af vindpåvirkning
- at øge den praktiske udlægning med mulighed for at navigere i terræn

Projektet er finansieret med støtte fra Miljøstyrelsens Miljøteknologiske Udviklings- og Demonstrationsprogram (MUDP) under "Grøn teknologi". Projektet er gennemført i perioden 2016 til 2018.

Projektet er gennemført i et samarbejde mellem projektpartnerne:

- Environment Solutions,
- Vandet fra Landet (som følgegruppe, Teknologisk Institut, Orbicon og Smith Innovation)

Projektets styregruppe:

- David Konge
- Anders Philipsen
- Trine Holm (ikke længere ansat)

Environment Solutions takker kunder og samarbejdspartnere, som enten direkte eller indirekte har bidraget med sparring, input og perspektivering under projektforløbet.

Rapporten er opdelt og beskrevet som et procesforløb. Først med analyse og udvikling af prototype, senere produktion og eksperimentelle test for at lede over i test og dokumentation under reelle forhold, og endelig vidensdeling som afslutning på projektforløbet.

# 2. Baggrund, formål og hovedresultater

## 2.1 Baggrund

Oversvømmelser er verdens mest udbredte type naturkatastrofe samt den naturkatastrofe med de største økonomiske konsekvenser. Kigger man på EU alene, forventes det, at de gennemsnitlige økonomiske omkostninger i 2050 relateret til oversvømmelser vil ligge på omkring € 23,5 milliarder om året, hvis der ikke iværksættes tiltag på området. Ifølge EMdat, hvor man blandt andet kiggede på konsekvenserne af de massive oversvømmelser i EU i hhv. 2002 (skader for €6 milliarder fordelt på Østrig, Tjekkiet, Slovakiet og Ungarn samt yderligere skader for €9 milliarder i Tyskland) og 2013 (skader for ca. €12 milliarder fordelt på samme lande) kan der udledes 2 centrale aspekter:

1. at investeringer foretaget efter oversvømmelserne i 2002 resulterede i signifikant lavere skadesomkostninger i 2013
2. at anvendelsen af mobile barrierer bidrog til en betydelig reduktion af skaderne i Østrig og langs Rhinen

Hvor oversvømmelse langs floder ofte skyldes kraftig regn eller smeltevand, er oversvømmelse langs kyster forbundet med kraftig vind / storm. Forudsætningerne for udlægning er dermed vanskeliggjort, da det dels er svært at bevæge sig i terræn, og dels vil lette genstande være påvirket af vinden.

Der findes i dag flere barriereløsninger på markedet, som alle har vist god effekt under stabile vindforhold; eksempelvis Alu barrierer, Watertubes, selvrejsende barrierer m.fl. Flere af disse har opnået certificering, og er i denne forbindelse blevet testet i et indendørs testcenter uden vind, med test af beskyttelseshøjde og bølgepåvirkning. I forbindelse med stormflod har man negligeret den praktiske håndtering under storm og kraftig blæst, som måske er den væsentligste forudsætning for succesfuld beskyttelse.

Nedenstående skema giver en simpel kategorisering:

	Watertubes	Alu Barrierer	Selvrejsende barrierer
Vægt ved udlægning	2-8 kg. / meter	15-20 kg. / meter	4-8 kg. / meter
Vægt efter udlægning	<b>565-2350 kg / meter</b>	15-20 kg. / meter	4-8 kg. / meter
Vægt ved vandpåvirkning	565-2350 kg / meter	500-1000 kg.	500-1000 kg.

I relation til storm har alle løsninger en let egenvægt under udlægning. Dvs. alle er meget påvirkelige for vind med risiko for, at vinden får udstyret til at flyve afsted og dermed ændre position. Ved vandpåfyldning af Watertubes opnår disse en hurtigere stabilisering, mens øvrige løsninger først stabiliseres ved selve vandpåvirkningen. Dette er i praksis forskellen på succes og fiasko.

Forud for nærværende projekt, har ingen kendte teknologier på markedet kunnet installeres uproblematisk under kraftige vindforhold og storme. Det centrale bliver dermed at sikre en barriere som er stabil før, under og efter udlægning, hvilket er den problemstilling, der her adresseres.

## 2.2 Formål

Den tekniske nyhedsværdi består i at udvikle en barriere, som uproblematisk kan udlægges og installeres under kraftige vindforhold. Med afsæt i projektholders egne erfaringer samt ovennævnte problematik, markedspotentiale og udfordringer, har projektet til formål at udvikle en stormsikker, omkostningseffektiv, fleksibel og mobil løsning med veldokumenteret og certificeret funktionalitet til beskyttelse af kritisk infrastruktur, mennesker og miljø mod oversvømmelser.

Målet er at udvikle en stormsikker barriere, hvis teknologi og system aktivt kan bidrage til:

- at reducere risikoen for skader som følge af oversvømmelser og spildevandsoverløb under ekstremregn og stormfloder

- øget brugervenlighed og hurtigt installering, der kan anvendes af beredskaber såvel som husstande og virksomheder
- øget anvendelighed under forskellige situationer, udfordringer og i områder med forskellige forudsætninger.

Den stormsikre barriere vil qua sit innovative design og sin installeringsfunktionalitet kunne opfylde alle ovenstående krav. Ved at kombinere to teknologier kan løsningen opnå en tilstrækkelig stabilitetsvægt, der vil muliggøre hurtig, sikker og effektiv installering af op til 200 meter temporære barrieresektioner med en beskyttelseshøjde på 0,8 -1 m uanset vindforholdene, og dermed imødekomme vindproblematikken og markedets behovet.

Løsningen vil som følge af dens brede anvendelsesmuligheder og hurtige installeringssevne kunne reducere risikoen for forkert - og/eller manglende tilpasning og dermed markant bidrage til at reducere skader som følge af oversvømmelse.

Løsningen udbydes i et marked med stor risiko-aversion. Den offentlige køber ønsker ikke at tage nogen risiko. Desuden har fejl og ulykker meget store omkostninger for miljø og økonomi. Derfor er tests, dokumenteret effekt, samt certificeringer, hvor produktets dokumenterede effekt eftervises, også et krav hos beslutningstagere for at overvinde tillidsbarrieren og skabe kommerciel bæredygtighed.

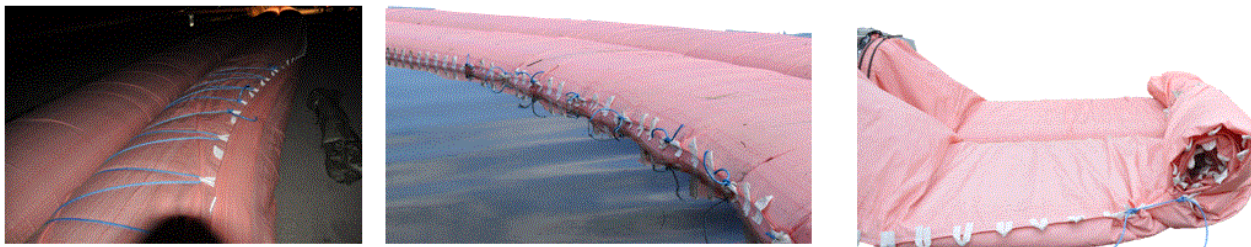
Problematikken er ens globalt set og potentialet er derefter.

## 2.3 Hovedresultater

De klimatiske forhold og begrænsninger i tidligere teknologier gør i mange situationer udlægning af beskyttelsesforanstaltninger til sikring mod oversvømmelse umulig. Traditionelt set, vil man under vindstærke forhold, forsøge sig med sandsække, hvilket er yderst ressourcekrævende.

De nye "stormsikre barrierer" er innovative og nyskabende, i særdeleshed i forhold til sin installeringsmetode, der har vist sig effektiv i test og livecases.

Foto: Illustration af barrierens fleksibilitet i form af navigation i terræn og midlertidig eller permanent bremse ("vandlås")



Kilde: Environment Solutions.

Under kraftig vind og storm, kan barrieren udlægges og forblive stabil under selve udlægningen. Løsningen tilbyder en række umiddelbare fordele:

- Kan anvendes under en lang række klimaforhold/ vejrforhold og miljøforhold
- Kan tilpasse barrieren til og i terræn (fastspænde, fastholde, dreje) i det nødvendige omfang
- Sekventiel / dynamisk udlægning. Eks. en 200 meter sektion kan på enkel vis udlægges i den ønskede form og i alle længder mellem eks. 10-200 meter. Barrieren kan eks. udlægges 30 -50 meter og stoppes med en vandlås, for siden at udlægge barrieren yderligere indtil den ønskede længde er nået.
- Mulighed for at afvente mere og bedre information inden man iværksætter mere uflexible tiltag

Foto: Illustration af den basale mulighed for at fastholde og fastspænde før vandfyldning. Den anbefalede tilgang er sekventiel udlægning med delvis vandpåfyldning og anvendelse af en vandlås jf. ovenstående billede.



Kilde: Environment Solutions.

Projektets stormsikre prototype, der er opbygget omkring et system med vandfyldte slanger, er mobil og temporær, hvorfor den – inden for ganske få timer – kan etableres på mange forskellige lokationer og i mange forskellige situationer i henhold til ovenstående behov. Løsningen kræver ingen forberedelse af udlægningslokationen, ekstra udstyr eller permanente ændringer af omkringliggende miljø. Når oversvømmelsen ikke længere er en trussel, kan prototypen rulles ind igen uden at efterlade permanente spor i miljøet og klargøres til næste situation. Selve løsningen er udviklet med de højeste miljømæssige standarder for øje, hvilket blandt andet tillader 100% genanvendelse af slangerne.

## 2.4 Projektets mål nået

Projektet har nået sit mål om at udvikle en stormsikker, omkostningseffektiv, fleksibel og mobil barriere, til sikring af værdier mod oversvømmelse.

- ✓ 1. Udvikling og produktion af fuldskala prototype
- ✓ 2. Overholdelse af opsatte krav med mulig udlægning på
  - forskellige typer underlag og
  - under forskellige vindforhold
- ✓ 3. Patentering og dokumentering

Ad. 1. Hvor det var forventet at udvikle en fuldskala prototype klar til test, danner den udviklede løsning nu standard. Dvs. qua udvikling af prototype, er denne testet med succes. Fremtidig produktion er omlagt til denne type barriere.

Ad. 2. Gennem praktisk erfaring under flere reelle storme, har det været muligt for projektholder at dokumentere løsningsfunktionelle krav med...

- ✓ Succesfulde udlægninger på sand, grus, græs og asfalt.
- ✓ Succesfulde udlægninger under vindpåvirkning på +27,7 m/sek og vindstød på op til 38,6 m/sek.
- ✓ Succesfulde udlægninger med dynamisk navigering i terræn, hvor den har vist sin evne til nemt at kunne dreje og dermed udlægges effektivt uden om forhindringer, sikre forankring, og tilbyde flere forskellige afslutningsmetoder.

Via løsningens positive anvendelse, har løsningen været med til at danne standard omkring den fremtidige beskyttelse. Begrebet "Watertubes" fremstår i Danmark som den primære løsning mod oversvømmelse. Hvor man tidligere snakkede "sandsække" og herefter andre løsninger – starter dialogen i dag med Watertubes, herefter andre løsningsmetoder.

Ad. 3. Dokumentation og patentering

Netop den store fokus på anvendelse af Watertubes, herunder den dokumenterede effekt, åbner døren for flere og andre løsninger på samme marked. Positivt set betyder det flere aktører, som kan uddanne markedet i ind- og udland. I forhold til projektholder er der udarbejdet to patenter, hvor det ene allerede er godkendt i Danmark. Patentet er indsendt i flere end 30 lande. I takt med en fremtidig markedsmodning og skærpet konkurrence, vil projektholder drage fordel af sin beskyttelse, som vil sikre den kommercielle succes via de unikke egenskaber.

Der er siden udviklet en e-learning platform som første skridt i forhold til at danne fundament for fremtidig uddannelse og udbredelse af viden blandt partnere og brugere på globalt niveau. Den vil over tid give mulighed for at gennemføre egentlig e-learning.

Kommercialisering og miljømæssige effekter.

Løsningen er ved projektafslutning bragt på marked. Gennem test og live-demonstrationer har løsningen vist sit værd. I udlandet har de første kunder, som tidligere har oplevet skade under stormflod, set potentialet i løsningen og købt denne. Over de kommende år forventes en positivt kommerciel udbredelse, som samtidig vil være med til at mindske skader af materiel og immateriel karakter. Alene i Danmark har løsningens anvendelse haft stor betydning for borgere i udsatte områder og sikret betydelige værdier.



# 3. Udvikling af prototype

## Udvikling af den stormsikre Barriere.

Projektet har til formål at udvikle en stormsikker, omkostningseffektiv, fleksibel og mobil "no-regret" løsning med veldokumenteret og certificeret funktionalitet til beskyttelse af kritisk infrastruktur, mennesker og miljø mod oversvømmelse.

Med afsæt i oversvømmelsesproblematikken og med særlig fokus på stormflod blev der gennemført analyser og kritiske undersøgelser for at skabe grundlag for erhvervelse af ny viden med henblik på udvikling af en ny mobil løsning. En løsning som vil gøre det muligt at udlægge temporær beskyttelse mod oversvømmelser under stærke vindbelastninger. Barrieren skal udvikles ud fra følgende kriterier: *stormsikker, fleksibel, mobil, hurtig installering/ nedtagning og minimal miljømæssig påvirkning.*

## 3.1 Funktionel analyse IPR

Komparativ analyse er gennemført i forhold til tilgængelig teknologi og nye koncepter. Dette er som udgangspunkt sket på "desk-research" niveau. Forud for den endelige patentansøgning er der blevet gennemført en "freedom to operate" analyse. Vi har således sikret, at der ikke er overlap i relation til kendt teknologi, og har anvendt den givne indsigt til at fokusere på løsningens særlige kendetegn. Funktionsområdet for prototypen er i den forbindelse udvidet, så patentet kan dække bredt (eks. også ved indkapsling af vand).

Funktionsanalyse er gennemført med stærk reference til EU's oversvømmelsesdirektiv, hvor ca. 8000 udvalgte områder er i kraftig risiko for oversvømmelse.

## 3.2 Teknisk analyse og design af løsning

Teknisk analyse og design er gennemført med udgangspunkt i projektholders ideer, samt gennem analyse af rapporter for området. Små prototyper er udviklet, og indgår i en kontinuerlig læringsproces.

Den første prototype syntes stærk i design og funktionalitet (arbejdsplanke I og II). Specielt i forhold til udlægningsmetode var der fortsat en række "ubekendte", i hvilken grad barrieren kunne fyldes med hhv. vand og/eller luft, samt behov for udluftning. Senere test skulle vise hvorledes a) yderligere modificering er påkrævet b) hjælpeværktøjer og støtteværktøjer skulle udvikles (eks. en "udlufter", eller c) om problemstillingen håndteres via udlægningsmetoden.

## 3.3 Teknisk analyse og test af produktions- og hjælpeværktøjer.

Nødvendigt test- og produktionsudstyr blev indkøbt og udviklet. Formålet var sikring af et realistisk test- og simuleringsmiljø, hvori barrieren kan testes i forhold til afslutningsmetoder. Samme udstyr blev indkøbt med formål at teste kurativ udlægning. Dvs. potentiel udlægning i vand, hvorfor der var behov for at opbygge et reservoir (aluminiumsbaseret), hvor selvsamme løsning skulle kunne anvendes ved den dynamiske afslutning, hvor afslutning sker ved anvendelse af en aluminiumsbarriere – fremfor de klassiske Watertube-terminaler.

## 3.4 Udarbejdelse af patent.

Projektet har skabt mulighed for dannelse af to patenter. Patenter er skrevet under arbejdsplanke I og indleveret hhv. i relation to arbejdsplanke I og II. Af strategiske årsager er patentet opdelt i to. Hvor det første er direkte relateret til Stormtubes samt de nye afledte funktioner, er det andet relateret til sensortechnologi, som på lettere vis giver mulighed for at monitorere barrieren.

Patenter er indsendt i Danmark, og skal via prioritet udbredes i forhold til en PCT.

### 3.5 Arbejdspakkens resultater

- 2 indsendte patenter
- 2 danske events i hhv. Roskilde og Vejle for de mest relevante interessenter i Danmark (Danske Risikorådgivere, forsikring, beredskab, forsyning, kommuner, stormrådet, naturstyrelsen, skadeservice, ingeniører)
- 2 udenlandske events. Et større event i Paris, samt et mindre i USA
- Fremvisning af prototype

## 4. Produktion og eksperimentelle test

Med perspektivering til kendt teknologi, erfaring og "best practice" -skal der udvikles og produceres en stormsikker "fuld skala prototype" som kan sikre mennesker, miljø og kritisk infrastruktur mod oversvømmelse. Den nye variant bygger på ny viden, som skal sikre løsningens effekt.

### 4.1 Materialer og produktionsudstyr

Der er gennemført indkøb af nødvendige materialer for produktion af de 1:1 prototyper, mens øvrige materialer er aktivret og anvendt fra tidligere perioder.

Baseret på erfaringer fra test, har det været nødvendigt at genindkøbe yderligere materialer på alu-delen, som viste sig for svag.

Konceptet omkring den hydrauliske opruller har vist sig at gå fra en "alt-i-en" løsning til en todeling af konceptet. Den praktisk håndtering af en "alt-i-en" løsning har været praktisk uhåndterbar. Logisk har det nødvendiggjort en todeling separeret på hhv. et køretøj og en hydraulisk opruller.

### 4.2 Produktion af nye prototyper

Følgende prototyper og løsninger blev udviklet.

#### 4.2.1 Stormtubes variant 1.

Den primære tube er af typen Ø125, hvor hver tube har en diameter på 125 cm. Tuben er produceret i forskellige varianter, som giver mulighed for variable afslutninger:

- Afslutning med terminaler
- Afslutning med terminal i én ende
- Afslutning uden terminal
- Afslutning ved brug af Alu barriere

Foto illustrerer forskellige 3 typer af afslutningsmetoder:

1) med extension-terminal, 2) med terminal mod højre, og 3) med terminal fra højre mod venstre.



Kilde. Environment Solutions

#### 4.2.2 Stormtube variant 2

Den sekundære tube har en diameter på Ø60, og har vist sig meget anvendelig ved hurtige test og demonstrationsformål. Denne er testet uden brug af loops (stroppe). Sammenligning af de to varianter (1 og 2) viser dog tydeligt effekten af loops, som fremadrettet vil være et must. Stormtubens forbedringer viser sig herved at blive af permanent karakter.

#### 4.2.3 Alu Barriere

Variant 1. Mindre Alu barriere – der kan anvendes som afslutningsmetode eller som stand-alone løsning.

Alu barriere – Variant 2-3. To større varianter af Alu barrieren som skal anvendes ved afslutning af NoFloods Barriers Ø125 (Twin og Triple formationer). Konstruktioner viste sig imidlertid for svag, hvorfor forstærkning og delvist redesign har været nødvendig.

#### 4.2.4 Hydraulisk spil.

Den oprindelige tanke var en "alt-i-en" løsning, hvor det hydrauliske spil ville være selvkørende. Gennem hhv. designfasen og forsøg på udvikling af den første prototype har dette i praksis ikke været muligt. En todeling af konceptet har været nødvendig. For de helt små løsninger kan manuelle hjælpeværktøjer være gangbare – mens de store løsninger som Ø125 fordrer separate køretøjer, som eks. en teleskoplæsser eller lignende.

### 4.3 Evaluering og resultater

- 2 Nye varianter af tubes udviklet og testet
- 2 nye varianter af alu barriere udviklet som fleksible afslutningsmetoder. Mulighed for stand-alone-løsning
- 2 varianter af Hydraulisk opruller
- 1 stort arrangement som indlægsholder på vandet fra landets afslutningskonference i Århus, med deltagelse af væsentlige interessenter i Danmark
- 3 udenlandske events (et stort event i Bukarest med 50 deltagere, samt ca. 15 personer i Uzhgorod, Ukraine, og 10 i Beograd, Serbien)
- 1 succesfuld test gennemført hos DHI - testrapport udarbejdet

I relation til test hos DHI kan det nævnes, at den nye udlægningsmetode har vist sig at have en meget nem og stærk tilslutning mod hårde flader (bygninger, mur og hårde kanter). Tuben tilslutter sig nemt og dynamisk og udviser en markant bedre tilslutning end ved brug af terminaler. Den ekstra længde gør, at tuben kompenserer, hvis der skulle ske et yderligere pres på tuben. I terminalenden vil den flytte sig og skabe afstand mellem væg og terminal. Den modsatte ende har ekstra tube, hvor den dermed vil kompensere herfor.

Foto: Test af Den stormsikre barriere hos DHI, samt test af lækage. Testen viste imponerende resultater.



Kilde: Environment Solutions

Den gennemførte lækagetest viste ekstrem gode resultater; 4,5 liter per meter per time. Denne marginale lækage skyldes kun, at tuben blev forskudt, da vandhøjden steg og barrieren lavede en lille forskydning mod mur, hvormed der kunne løbe vand om bag barrieren (men som sagt kun i ubetydelige og meget marginale mængder).

Gennem arbejds pakken er der eksperimenteret med forskellige løsninger til forankring, styring og fastgørelse af tuben, hvor anvendelse af stropper i siden har vist sig yderst effektive til at:

- styre tuben.
- (navigere omkring forhindringer)
- Bremse
- Fastholde tuben

# 5. Test og dokumentation

Arbejdspakken var fra start opdelt i mindre arbejdsopgaver.

- test af løsningens installering på henholdsvis fast underlag og blødt underlag
- test af løsningens installering og funktion under tre forskellige vindpåvirkninger
- demonstration

Det var forventet, at installeringsmetodikken ville variere markant fra eksisterende teknologi, hvormed det var nødvendigt at teste løsningens installering på henholdsvis fast – og blødt underlag under vindstille forhold for at kunne tilvejebringe bedste og mest effektive installeringsmetode. Da løsningen indeholdt del-elementer fra kendt teknologi, hvortil der eksisterer hydrauliske rapporter med dokumentation for blandt andet erosion og udskridning, blev der gennem testen fokuseret på forbedringer og observationer på udlægningsmetodikken.

Da installeringen ofte sker under stærk vindpåvirkning, skal løsningen testes under 3 forskellige kriterier/ vindpåvirkninger:

- Frisk vind (8-10,7 m/s)
- Hård vind (10,8-13,8 m/s)
- > 13,8 m/s. Løsningen testes under vindforhold svarende til kuling – storm

Praksis viste mere flydende overgange mellem de enkelte arbejdsopgaver, hvilket gav fantastiske resultater.

## 5.1 Test af underlagets betydning (fast og blødt underlag)

Formålet med disse tests var at undersøge og teste hvorledes Stormtubes tilbageholder vand på løst underlag. Med reference til "Assessment Rapport fra DHI"<sup>i</sup> valgte vi det mest udfordrende underlag - sand - som har den største gennemslivning for at skabe bedst mulig effekt af testen. Siden er Stormtubes blevet testet under stormen "Urd" og "Ingolf" på andet blødt underlag (græs, mudder, sump).

Foto: Situationsbillede efter installering og tørlægning af det afgrænsede område.



Kilde: Environment Solutions

### 5.1.1 Testens gennemførelse Test 1\_Sand:

For test af barrieren på løst underlag (sand) blev en konkret opgave udført i Hvidovre Strand i løbet af april 2017, som del af et projekt for Hvidovre Kommune<sup>ii</sup>. Billedokumentation fremgår ovenfor.

Testen bestod i at inddæmme en strækning af Hvidovre Strand, tømme det inddæmmede område for vand imens Hvidovre Kommune etablerede nyt strandareal. I forhold til installation ved en oversvømmelse kan dette sammenlignes med installation efter, at en oversvømmelse har fundet sted (kurativ installation).

Konklusionen er, at barrieren tilbageholder vand som forventet og som beskrevet i rapport fra Dansk Hydraulisk Institut. Erosion er derimod en faktor, der skal håndteres ved løst underlag. Det viste sig hurtigt, at Stormtuben holdt vandet tilbage OVER underlaget. UNDER underlaget påbegyndte erosion dog forholdsvis hurtigt. Flere steder noterede vi os, at der piblede vand op af undergrunden. Ikke lige bag ved barrieren, men adskillige meter inde på det tørre område. Desuden noterede vi os, at der blev skabt erosionshuller ude på barrierens "vandside" flere meter foran barrieren.

For at forsinke den uundgåelige erosion koblede vi en membran på barrieren for at forsinke erosionen. En membran forsinker erosionen, men eliminerer det ikke. Vi fandt endnu en gang, at designet med loops i siderne gjorde tilkoblingen af membranen hurtig og effektiv. Uden loops ville vi ikke være i stand til at fastsætte membranen til Stormtubesne, og de vil ikke kunne fungere "som én enhed".

Til sidst i forløbet blev der koblet / påsat yderligere en Stormtube (single) det sted, hvor vi fandt størst erosion – en såkaldt "horisontal tripple". Dette kunne alene lade sig gøre grundet det nye design med loops i siderne. Også dette forsinkede erosionen et stykke tid.

### 5.1.2 Testens gennemførelse Test 2\_mudder:

To yderligere – ikke planlagte – test blev foretaget i samarbejde med Roskilde Kommune og Østsjællands Beredskab. Løsningen blev installeret under blødt mudret underlag (Jyllinge Nordmark). I alt ca. 3.000 meter barriere blev installeret over to omgange.

Foto. Udlægning på sumpet og mudret underlag



Kilde: Environment Solutions

Konklusionen er, at barrieren succesfuldt tilbageholder vand som forventet og som beskrevet i rapport fra Dansk Hydraulisk Institut. Ingen nævneværdig undersivning kunne noteres.

Den lave erosionsgrad skal tillægges barrierens design. Ved aktiv brug af stropper på begge sider af tuben, muliggøres nem navigering i terræn, med mulighed for at følge de kurver og ujævnheder, der måtte være. Barrieren blev udlagt i flere kilometer, og i krævende omgivelser, hvor barrieren dels skulle navigeres over kanaler, mellem træer, forbi huse, igennem haver, hegn og andre forhindringer. mm. forbi huse.

Endvidere giver designet en jævn vægtfordeling på ca. 2.350 kg / løbende meter fordelt over 3 meters bredde. Dette er med til at sikre minimal undersivning og øger barrierens evne til at tilbageholde vand.

Konklusionen er, at barrieren tilbageholder vand som beregnet og forventet. Ingen yderligere hjælpemidler var nødvendige. Barrierens design er stærk nok i sig selv til at tilbageholde vand uden yderligere hjælpemidler

Foto: Dronefoto taget, hvor vandet har trukket sig tilbage. Sammenlagt blev der udlagt flere kilometer barriere på mudret underlag. Lokation Jyllinge Nordmark.

Kilde. Environment Solutions



### 5.1.3 Testens gennemførelse Test 3\_fast underlag:

For test af løsningens installation på fast grund blev der udført flere installationer i to omgange på solid asfalt under stormfloden i december 2016 (Urd) og stormen oktober 2017 (Ingolf), i samarbejde med Frederikssund Kommune og Frederiksborg Brand og Redning<sup>iii</sup>.

Løsningen blev over to omgange (Urd & Ingolf) installeret 5 forskellige steder med forskellige faste underlag (asfalt, fliser, hårdt stampet grus). I alt blev der installeret ca. 3.000 meter barriere.



Foto: Stormtuben under massiv bølgepåvirkning



Kilde: Environment Solutions

Konklusionen er, at barrieren succesfuldt tilbageholder vand som under de første test af prototypen. Den fremstår stabil, og ingen nævneværdig undersivning kunne noteres.

Grundet det faste underlags friktionsværdi, er beskyttelseshøjden relativt højere end blødt og løst underlag. Beregninger viser en sikringshøjde, som ligger ca. 20% højere end den normale sikkerhedshøjde på 80cm. Under fysiske test har den bevist, at ingen yderligere hjælpemidler til forankring eller stabilisering er nødvendige. Barrierens konstruktion er stærk nok i sig selv til at tilbageholde vand på op mod 100 cm - selv under stærk bølgepåvirkning, som erfaret under stormfloden Urd.

## 5.2 Test af installation under vindpåvirkning

Som formuleret fra projektets start var tidsperioden grundet vejrafhængighed variabel.

Inden for testperioden blev Danmark ramt af flere storme og stormfloder. Dette viste sig at være oplagte muligheder for dels at beskytte infrastruktur, og dels samtidig at sikre den fornødne dokumentation under forberedelse, installering og tilbageholdelse af stormflod, samt efterfølgende tømning og oprydning.

Resultatet var uovertruffen. I dag besidder vi ikke alene valid dokumentation for vores tests, men også offentlighedens accept og anerkendelse af Stormtubes til beskyttelse mod oversvømmelse.

### 5.2.1 Testens gennemførelse:

Testen blev gennemført under de to storme, der ramte Danmark - Urd og Ingolf. Testen blev foretaget i samarbejde med Roskilde Kommune og Østsjællandss Beredskab samt Frederiksborg Brand og Redning og Frederikssund Kommune.

Testen blev gennemført under virkelige og ekstreme forhold

- Storm "Ingolf": Stormende kuling (20.8-24.4m/sek.)
- Storm "Urd" middelvind på: 27.7m/sek. & Vindstød op til orkanstyrke (38.6m/sek.)<sup>iv</sup>

Det har således været muligt at gennemføre test under reelle storme og med konkret udlægning af vores Stormtubes. Disse ekstreme vejrhold og vores indsatser sammen med hhv. Beredskab Østsjælland og Frederikssund Brand og Redning, har forsinket projektet. Til gengæld har disse indsatser givet ekstrem høj viden og erfaring, der har givet projektet en lang større validitet.

Der har været udført mange flere tests end angivet i projektformuleringen. Alle udlægninger har været meget succesfulde og erfaringsrige. Sammenlagt har vi testet ca. 4000 meter barriere to gange (to storme) på i alt ca. 12-14 lokationer med alle typer af underlag. Alle tests er vel dokumenteret og næsten alle installationer har fået nyhedernes interesse.

Foto: Vand arbejder sig op på dæmningen ved Solrød Strand (Urd 2017)



Kilde: Environment Solutions

Nedenstående "stemningsbillede" ved Roskilde havn, som viser hvordan Stormtubes, variant 2, tilbageholder vand under kraftige bølgepåvirkninger.



Kilde: Environment Solutions

Testens konklusioner og erfaringer fremstår klart og succesfuldt!

Det er eftervist og dokumenteret, at Stormtubes kan installeres under kraftig vejrpåvirkning.

Selv under den kraftigste storm lykkedes det at installere Stormtubes succesfuldt flere steder uden at barrieren mistede sin effekt.

## 5.2.2 Evaluering af testforløbet

Testinstallationen under de forskellige vindforhold forløb succesfuldt. Barrierene fungerede efter hensigten med hensyn til de vindforhold, de blev installeret under. På alle lokationer, hvor der blev udført tests, blev de nye Stormtubes udsat for varierende vindhastigheder.

Med den kraftige vindpåvirkning kunne vi konstatere vigtigheden af at have fuld kontrol over barrierens stormtubes under hele installationen. Efter installation forblev disse stormtubes stabile i det hårde vejr.

Installationsmetode. Metoden til installation sker ved – uanset hjælpemidler - at der påfyldes luft og vand samtidigt ind i barrierens stormtubes. Midlertidige pauser og navigering sker ved aktiv anvendelse af stropper på siden af tuben. Derved sikres at stormtubes får sin rette form og stabilitet (luft) samtidigt med, at vandet sikrer at barrieren stabiliseres mod underlaget og derved ikke vil være påvirkelig af vindforholdene.

Ved at følge denne tilgang kunne disse Stormtubes udlægges upåvirket af stormen.

Alle udlægningsmetoder blev testet. Erfaringen var at der ikke skulle udlægges for meget barriere ad gangen, men basalt set 5-10 meter ad gangen, hvorefter luft og vand skulle sikre de 5-10 meter. Således fortsættes proceduren. Styrken er, at barrieren bliver forankret og etableret meter for meter. Ulempen er, at barrieren forankres i takt med vandpåfyldningen, hvormed den ikke kan flyttes eller justeres efterfølgende. Som konsekvens kræves klar instruktion og træning i denne teknik (sekventiel udlægning i storm).

## 5.3 Dokumentation og eftervisning af løsningen effekt.

Arbejdspakke "3C" har vi som en del af arbejdsplanen "3A" og "3B" demonstreret effekten gennem live cases. De nye Stormtubes har med deres design haft den ønskede effekt på forskellige typer underlag og under forskellige vindpåvirkninger.

Da arbejdsplanen "3A" og "3B" er blevet til tests i fuld offentlighed med mediernes bevågenhed (billeder, video, nyhedsindslag, mv.) har vi fundet det ikke nødvendigt at inddrage ekstern konsulent til dokumentation af demonstration og effekt. Al dokumentation er indsamlet og yderligere billeder og video kan rekvireres, hvoraf en del indgår samtidigt som bilag i denne rapport.

Grundet vores fokus på vidensdeling samt at bringe vores viden internationalt, havde Environment Solutions indkaldt til "International Partner Day", hvor partnere fra 16 forskellige lande kom til AMFI Teatret i Bregninge for at blive præsenteret for de nye design varianter (1 og 2) samt de forskellige afslutningsmetoder og deres konkrete anvendelse. Beskrivelse heraf kan rekvireres.

Foto: Nedenstående er fra TV2 East, som ligeledes deltog på partnerdagen og bragte følgende indslag.



Kilde: TV-indslag fra TV2 East

Vi har således demonstreret de tre udrulnings-/ installationsmetoder under forskellige hårde vindpåvirkninger:

1. Installation manuelt
2. Installation med opbevarings- og udlægningsboks
3. Installation med hydraulisk spil

Foto. Environment Solutions. Viser udlægning og afslutning via hydraulisk spil.



Kilde: Environment Solutions

SAMT demonstreret de forskellige afslutningsmetoder på Stormtubes

1. Afslutning med hydraulisk spil
2. Afslutning med Alu Barriere
3. Afslutning med "Vandlås"

Foto: Principper forklaret omkring afslutningsmetoden med Alu Barriere



Kilde. Environment Solutions

SAMT demonstreret installation på forskellige underlag

1. Blødt underlag (sand)
2. Blødt underlag (græs, mudder, vådområder)
3. Hårdt underlag (asfalt, fliser, hårdt presset grus)

Det er bevist og demonstreret, at design for de nye Stormtubes fungerer efter hensigten under de forskellige vindforhold og underlag. Med demonstration af de forskellige installationsmetoder og afslutninger, er der nu god belæg for, at selv med vinde af stormstyrke, er Stormtubes en realistisk og god løsning til beskyttelse af kritisk infrastruktur og værdier under stormflod.

Vi er af denne opfattelse, at vi rent produktmæssigt er i mål med afslutningen af denne arbejdsopgave omkring test. Vi har fået udviklet en færdig løsning, der gennem tests og virkelige installationer har vist den ønskede effekt og virkning. Ovenstående kan vi ikke kun dokumentere gennem tests, men også gennem virkelige situationer og virkelige cases, hvor løsningen reelt har reddet værdier og kritisk infrastruktur.

## 6. Afslutning og vidensdeling

Denne arbejdsplan omhandlede dokumentation og sikring af et fundament for vidensdeling.

Erfaringer fra arbejdsplanen for dokumentation af test har betydet, at projektholder har fokuseret på en digital løsning, frem for en mere statisk løsning med mere statiske manualer som oprindeligt tiltænkt.

I forrige arbejdsplan deltog partnere fra 16 lande, som fremsatte følgende behov:

- Information på lokalt sprog.
- Information med begrænset tekst.
- Billeder, illustrationer og videoer ønskes.
- Adgang til viden on demand. Dvs. adgang til tutorials på video hhv. før og under en hændelse.
- Adgang til på sigt at påsætte QR-koder på enheder, som direkte kan linke kunden til tekstafsnit i brugermanualer, eller videoklip, som omhandler den givne funktion. Eks. start af pumpe, samling af stige, påsætning af terminal eller lignende.
- Mulighed for at gennemføre kurser.

Det blev besluttet at lave en digital platform. Platformens indhold er fra start på engelsk, men kan udvikles til over tid at imødekomme ovenstående behov, samt løbende tilføjes nye moduler.

### 6.1 Udfordringer i arbejdsplanen

At identificere den "rigtige" IT-plattform har været en udfordring, da budgettet har været begrænset til at udvikle en ellers dyr platform. Følgende har været i fokus:

- Integrerbar ifht. virksomhedens IT-plattform
- Anvendelse af standarder
- Support skal kunne varetages af samme personale
- Hosting samme sted
- Mulighed for at starte småt – men skalere ved behov
- Sikre lav omkostning for platform, og lave udviklingsomkostninger

Samtidig udvikling og test har været en udfordring med begrænsede ressourcer. Dette har influeret projektforsøget som er længere end først antaget

Det har vist sig at den eksisterende CE-mærkning er så bredt defineret, at den kan dække nærværende løsning. Ressourcer har i stedet været anvendt på ovenstående, samt på udbredelse af patent.

### 6.2 Resultater i arbejdsplanen

Arbejdsplanen er, trods et længere projektforsøg, afsluttet med tilfredshed.

Følgende er udviklet:

- Online IT-plattform / partner area
- Tekniske manualer (pdf og uploadet på platformen)
- Brugermanualer (pdf og uploadet på platformen)
- FAQ
- Platform, der løbende kan fyldes med ny viden, guides, video og billeder etc.
- EU patent

### 6.3 Patent

Der er indsendt to patentansøgninger. Der er pt. udstedt patent for det ene i Danmark. For begge er der lavet en EU ansøgning. Ansøgning for USA indsendes i de kommende måneder. Asien havde været relevant, men der er desværre ikke midler til at dække hele verden.

Indvirkning på succeskriterier og forventede resultater

Det er vores klare opfattelse, at vi produktmæssigt er i mål og formår at kommunikere vores centrale differentiering til vores samarbejdspartnere og potentielle kunder.

I forhold til patent er det vores forventning, at der opnås beskyttelse for det ene patent, samt at hovedparten af vores krav opretholdes i det andet patent. Dette skal være med til at beskytte os som virksomhed mod fremtidig konkurrence.

### 6.4 Forretningsmæssige resultater

Der er gennemført et salg til USA. Denne kunde i New York har tidligere oplevet store tab af værdier som følge af oversvømmelser under stormen "Sandy". Vores evne til at dokumentere løsningens brugervenlighed, effektivitet og særligt effekt under udlægning ved storm, har været en af de udslagsgivende faktorer. Ved tilbudsgivning til kunden var vi (virksomheden) i konkurrence med amerikanske løsninger, som allerede sælges i stor stil på det amerikanske marked.

Foto. New York, USA. Træning i brug af Stormtubes til beskyttelse af jernbanen og relateret infrastruktur.



Foto: Environment Solutions

Vi forventer at denne ordre kan være første skridt til at åbne døre for nye amerikanske kunder. I løbet af 12 -36 måneder forventer vi at se en stigende interesse samt nye ordrer. Den dag, hvor vores Stormtubes kommer i brug under en reel amerikansk live-case – forventer vi at opleve en reel "ketchup-effekt". Om end vi må væbne os med en vis tålmodighed, er vi sikre på, dette giver det forventede og ønskede gennemgrund. Da vi ikke kan styre naturen, vil vi løbende arbejde på systematisk salg og påvirkning af nye potentielle kunder. Baseret på vores erfaringer ved vi, at vi har en løsning, som er konkurrenter overlegen. Dette kan, skal og bør give stærke forretningsmæssige resultater i fremtiden.

Udvikling af en temporær, stormsikker barriere til sikring af værdier mod oversvømmelse anses for succesfuldt gennemført.

# Bilag 1. Stormtubes Casebook



A photograph showing a child in a blue jacket and white hat leaning on a large, pink, inflatable flood barrier. The barrier is set up in front of a building, likely a school or community center, with trees and a bench visible in the background. The scene is outdoors, possibly during a winter or late autumn day, as there is some snow on the ground.

# BESKYTTELSE MOD OVERSVØMMELSE OG STORMFLOD

## UDVALGTE CASES



ENVIRONMENT  
SOLUTIONS

# DEN NYE GENERATION AF OVERSVØMMELSESBESKYTTELSE

NoFloods Barriers er baseret på innovativ teknologi, der er udviklet og testet i Danmark. De kan anvendes til en lang række formål.

I denne brochure har vi beskrevet et udvalg af cases fra det virkelige liv, der viser, hvordan og hvor NoFloods Barriers har været udlagt som beskyttelse i faktiske oversvømmelses-situationer. Dæmningerne har vist sig effektive til at undgå alvorlige skader på mennesker, infrastruktur og miljøet.





- Fuld tryghed
- Suveræn beskyttelse
- Uovertruffen teknologi

# CASE-BOG

## LISTE OVER CASES I DETTE HÆFTE

**NoFloods Barrier redder gasanlæg fra oversvømmelse**  
*Ungarn*

**Vive la France, vive NoFloods!**  
*Pontivy, Frankrig*

**NoFloods Mobile Barrier på landsdækkende fransk TV**  
*Mont de Marsan, Frankrig*

**Effektiv sikring mod oversvømmelse**  
*Jyllinge, Danmark*

**NoFloods Barriers forhindrer en ny katastrofe**  
*Roskilde, Danmark*

**Højeste vandstand i 100 år**  
*Køge, Danmark*

**En stor succes – for anden gang!**  
*Jyllinge, Danmark*

**Vinterstormen Urd**  
*Frederikssund, Danmark*

**NoFloods Barriers redder historisk bygning**  
*Dragør, Danmark*

**En iskold morgen**  
*Jyllinge & Køge, Danmark*



## NoFloods Barrier redder gasanlæg fra oversvømmelse

Det ungarske gasselskab, KEG Gaz, der ligger 80 km nord for Budapest, har et stort underjordisk gasreservoir. I juni 2013 var driften truet af oversvømmelser fra Donau-floden. For at redde gasanlægget tilkaldte de lokale myndigheder i Dunaalmas Environment Solutions.

Indenfor seks timer efter deres ankomst havde 3 personer udlagt hele den mobile dæmning, som omsluttede anlægget fuldstændig.

Vandet fra oversvømmelsen blev brugt til at fylde slangerne, og den 400 meter lange dæmning lå der fra den 6. til den 12. juni. På trods af en anbefalet maksimal oversvømmelsesdybde på 80 cm var NoFloods Barrier TwinTube 125 i stand til at tilbageholde vandet, der nåede en dybde på 92 cm.



# Vive la France, Vive NoFloods!

*Pontivy, Frankrig*

NoFloods Mobile Barrier blev første gang anvendt i den franske provins Bretagne for at beskytte tre byer mod oversvømmelserne i januar 2014.

Da et omfattende regnvejr fik vandet i floderne Oust og Blavet til at stige, udlagde byerne Josselin, Pontivy og Redon NoFloods Twin Tube 125 Barrier for at beskytte indbyggerne mod potentielle ødelæggelser. Heldigvis blev situationen kun rigtigt alvorlig i Rues des Moulins i Pontivy, hvor NoFloods Barrier effektivt holdt vandet tilbage, selvom det steg til et niveau, hvor både mennesker og infrastruktur var i fare.

Siden 2005 har NoFloods Barrier spillet en vigtig rolle i forbindelse med Sécurité Civiles' beredskabsplaner. Dæmningen har været udlagt adskillige gange for at beskytte både private og offentlige ejendomme. Dette var også tilfældet i 2013, da dæmningen blev udlagt i Troyes og forhindrede, at husene på Seine-flodens bredder blev ødelagt af oversvømmelser.



# NoFloods Mobile Barrier på landsdækkende fransk TV

*Mont de Marsan, Frankrig*

I starten af 2014 var byerne Dax og Mont de Marsan i den franske region Les Landes truet af omfattende oversvømmelser.

Det stigende vand fra Bidouze-floden havde oversvømmet ca. 40 veje i de to byer. Efter at et dige langs med togsporene i Mont de Marsan var brudt sammen, truede vandmasserne med at lamme togtrafikken i og omkring byen. Det lykkedes imidlertid for Sécurité Civile at udlægge 400 meter NoFloods Mobile Barrier på mindre end to timer, så vandmasserne kunne tilbageholdes effektivt. Det vand, der allerede havde nået togsporene, blev simpelthen pumpet tilbage i floden, så togene kunne fortsætte med at køre uden afbrydelser.

Udlægningen af NoFloods Barrier i Mont de Marsan blev transmitteret i de landsdækkende franske tv-nyheder, hvor man i rosende vendinger fortalte om, hvor enkelt og hurtigt det var at udlægge dæmningen.





## Effektiv sikring mod oversvømmelse

*Jyllinge, Danmark*

Indbyggerne i Jyllinge ved Roskilde Fjord blev hårdt ramt af vinterstormen Bodil, der rasede i december 2013. Husene i de lavtliggende områder blev oversvømmet, og mange familier måtte leve med følgerne i lang tid derefter. Men da stormen Egon annoncerede sin ankomst i januar 2015, var planen klokkeklar, og Environment Solutions' mobile barriere (WaterTubes) var af afgørende betydning for dens gennemførelse.

Indbyggerne i de lavest beliggende huse i den sydlige del af Roskilde Fjord modtog med frygt stormvarslerne i begyndelsen af januar 2015. Tretten måneder tidligere blev Jyllinge Nordmark-området hårdt ramt af stormen Bodil, som pressede store mængder vand ind i den smalle fjord. I januar 2015 var nogle af ødelæggelserne stadig ikke udbedret. Udsigten til en ny oversvømmelse var ubærlig.

Men stormen i januar 2015 fik et anderledes og meget lykkeligere udfald, end det var tilfældet i december 2013. Beredskabet og myndighederne havde lagt en plan, hvori NoFloods Barriers spillede en vigtig rolle. I god tid før stormen nåede sit klimaks, var ca. 1000 meter NoFloods Barriere udlagt, som med succes beskyttede de lavest beliggende områder mod vandet fra fjorden og den forhøjede vandstand i vandløbene.



# NoFloods Barriers forhindrer en ny katastrofe

*Roskilde, Danmark*

For at undgå potentielle skader på offentlige og private ejendomme, der ligger tæt på vandet, traf kommunen en lang række foranstaltninger. Disse omfattede udlægning af mange hundrede meter NoFloods Barriers. Stormen blev knap så kraftig som forventet, og vandet nåede en maksimumsdybde på 1,5 meter. NoFloods Barriers kunne tilbageholde vandet, så længe det var nødvendigt for at undgå skader.

Indbyggerne i Roskilde Kommune husker stadig de dramatiske følger af en lignende storm, der ramte byen i 2013. I dag er de alle taknemmelige for, at beredskabet fik udlagt dæmninger, som ved denne lejlighed hindrede en voldsom katastrofe.







## Højeste vandstand i 100 år

*Køge, Danmark*

I slutningen af december 2016 ramte stormen Urd Danmark og forårsagede øget vandstand mange steder. Et af disse steder var Køge Kommune, hvor vandet forventedes at stige til 1,48 meter over normalt niveau. En så høj vandstand havde man ikke oplevet de sidste 100 år. Der var behov for omgående handling.

I Køge Kommune udlagde man NoFloods water-tubes to strategiske steder for at opnå en maksimal beskyttelse. Mens private borgere i stort omfang brugte sandsække til at beskytte deres kældre eller indgangene til deres huse, var NoFloods Barriers helt klart den perfekte løsning til hurtig beskyttelse af et stort område, ved involvering af et mindre team af personer fra beredskabet.

Dæmningerne forblev udlagt flere hele dage og beskyttede effektivt de lokale infrastrukturer, og skabte sikkerhed for beboerne.



# En stor succes – for anden gang!

*Jyllinge, Danmark*

I december 2016 blev der udlagt mange kilometer NoFloods Barriers forskellige steder i Danmark for at undgå, at stormen forvoldte økonomiske, fysiske og personlige skader. I Jyllinge blev der udlagt ca. tre kilometer No-Floods Barriers.

Det samme område blev oversvømmet i forbindelse med en kraftig vinterstorm i 2013. Men i den efterfølgende storm i 2015 blev NoFloods Barriers med succes brugt for første gang. I december 2016 beviste dæmningerne for anden gang deres effektivitet. Ved denne lejlighed var dæmningerne endnu en gang i stand til kraftigt at begrænse stormens konsekvenser.





## Vinterstormen Urd

*Frederikssund kommune, Danmark*

Stormen Urd, der ramte Danmark i juledagene 2016, forårsagede en forøgelse af vandmasserne i fjorden, og vandstanden var estimeret til at overstige 1,7 m over dagligt vande i Frederikssund Kommune.

Heldigvis havde Frederikssund Kommune som præventiv foranstaltning sørget for at have en betragtelig mængde NoFloods watertubes på lager.

På 8 timer blev mere end 1.400 meter No-Floods watertubes udlagt af Frederiksborg Brand & Rednings supplerende frivillige beredskab og deltids brandmandskab på udsatte steder i kommunen. De mobile dæmninger forblev udlagt i mere end tre dage, og deres tilstedeværelse var medvirkende til, at man undgik store skader.





## NoFloods Barriers redder historisk bygning

*Dragør, Danmark*

I Dragør Kommune forventedes vandstanden at stige til 1,3 meter over det normale niveau under stormen. Blandt de forskellige sårbare områder og bygninger var man særligt opmærksom på Dragør Museum: En 264-år gammel historisk bygning med stor kulturværdi. Museet ligger meget tæt på vandet, og vejrudsigten forudsagde en så høj vandstand, at det ville medføre alvorlige skader på bygningen. Ca. 100 meter NoFloods Barriers blev udlagt rundt om museet for at sikre det mod vandet, der nærmede sig. Den nat viste tydeligt, hvordan dæmningen kunne sikre museet, og hos Environment Solutions er vi utroligt stolte over at have leveret udstyr til beskyttelse af landets kulturarv.



## En iskold morgen

*Jyllinge & Køge, Danmark*

I december 2016 og januar 2017, da vinterstormen Urd og den deraf følgende stormflod ramte Danmark, blev Environment Solutions bedt om at yde assistance for at beskytte forskellige kommuner mod forestående oversvømmelse. 8.400 meter dæmninger blev udlagt 16 forskellige steder og blev liggende på stedet i flere dage.

I flere dage var temperaturerne lave og en af morgenerne langt under frysepunktet, hvilket bevirkede, at vandet i og omkring dæmningen frøs til is. Men isen forringede på ingen måde effektiviteten af NoFloods Barriers.

Da isen smeltede, blev dæmningerne tømt og rullet op ved hjælp af et hydraulisk spil.



**18 års**  
erfaring

**OVER 200 MIO €**  
i værdier beskyttet

**6 MIO SANDSÆKKE**  
erstattet

**40.000 METER**  
barrierer udlagt

**Mere end 300**  
udlægninger



**Vi beskytter mennesker,  
kritisk infrastruktur og  
miljøet**

*Anders Phillipsen, CEO*



**EnvironmentSolutions.dk**  
**NoFloods.com**

**+45 70 707 482**  
**info@environmentsolutions.dk**

**HOVEDKONTOR**  
Environment Solutions ApS  
Universitetsparken 7  
4000 Roskilde, Danmark

**USA**  
Environment Solutions Inc  
Urban Future Lab 15  
Metrotech 19'th floor  
11201 New York

## Den stormsikre barriere mod oversvømmelse

Oversvømmelser er verdens mest udbredte type af naturkatastrofe samt den naturkatastrofe med de største økonomiske konsekvenser. Formålet med projektet er at udvikle en stormsikker, omkostningseffektiv, fleksibel og mobil løsning med veldokumenteret og certificeret funktionalitet til beskyttelse af kritisk infrastruktur, mennesker og miljø mod oversvømmelser. Projektet har opfyldt målet – og der er udviklet en stærk løsning, som gennem reelle storme har bevist sin effektive beskyttelsesevne.

---

i Rapport kan rekvireres ved forespørgsel.

ii Case kan rekvireres ved forespørgsel.

iii Case kan rekvireres ved forespørgsel.

iv DMI: <https://www.dmi.dk/nyheder/arkiv/nyheder-2016/december/stormen-hedder-urd/>



Miljøstyrelsen  
Haraldsgade 53  
2100 København Ø

[www.mst.dk](http://www.mst.dk)