

Til  
Svendborg Kommune

Dokumenttype  
Notat

Dato  
Maj 2020

Udvikling af havneområdet omkring SIMAC med genåbning af Kobberbækken

Sammenfatning af relevante undersøgelser – hydrauliske, biologiske og rekreative forhold

# SVENDBORG HAVN GENÅBNING AF KOBBERBÆKKEN



## SVENDBORG HAVN GENÅBNING AF KOBBERBÆKKEN

Projekt navn Genåbning af Kobberbækken som del af udvikling af havnearealet  
Projektnr. 1100042891  
Modtager Svendborg Kommune ved Kim Jensen  
Dokumenttype Notat  
Version 01  
Dato 3. juni 2020  
Udarbejdet af Peter Bønløkke Adamsen  
Kontrolleret af Anders Mønster Hjernø  
Godkendt af Jes Kromann Bak  
Beskrivelse Sammenfatning af relevante undersøgelser i forbindelse med forskellige løsninger til Kobberbækkens genåbning på havnearealet ved det nye SIMAC

Rambøll  
Englandsgade 25  
DK-5100 Odense C

T +45 5161 1000  
F +45 5161 1001  
<https://dk.ramboll.com>

## INDHOLD

1.	Baggrund	2
2.	Undersøgelser	3
2.1	Faunapassage i Kobberbækken	3
2.1.1	Projektets målsætning	4
2.1.2	Forundersøgelsen	4
2.1.3	Projektforslaget	5
2.2	Ny-anlæg på Svendborg Havn	9
2.2.1	Geotekniske forhold	10
2.2.2	Hydraulisk analyse	10
2.2.3	Anlægsoverslag og samlet vurdering	11
2.3	Scenarier for åbning af Kobberbækken	12
2.3.1	Opsummering af scenarier	13
2.3.2	Anlægsoverslag for scenarierne	14
2.3.3	Anbefaling	15
2.4	Den Blå Kant	16
2.4.1	Stormflodssikring	17
2.4.2	Området ved Nordre Kaj og det nye SIMAC	20
2.5	Det nye SIMAC	20
2.5.1	Kobberbækken	21
2.5.2	Klimatilpasning	22

## 1. BAGGRUND

Svendborg Kommune har gennem den seneste årrække arbejdet med udvikling af arealerne omkring Svendborg Havn, herunder arealerne langs Nordre Kaj, hvor det nye maritime kraftcenter SIMAC skal etableres. I den forbindelse har Svendborg Kommune anmodet Rambøll om at udarbejde et projektforslag til genåbning af Kobberbækken – et projektforslag bestående af en række dimensioneringskrav til bækken, krav der kan indgå i det igangværende analysearbejde for plangrundlag for arealerne.



Figur 1 Genåbning af Kobberbækken © Vandkunsten oktober 2018 "Det nye SIMAC"

Med baggrund i oplæg fra Svendborg Kommune, oplæg fra Svendborg Vand & Affald og Skype-møde afholdt den 2. april 2020 har Rambøll opstillet et undersøgelsesoplæg dateret 14. april 2020. Projektforslaget med de tilhørende dimensioneringskrav skal tage højde for 4 hovedtemaer:

- Rekreative forhold
- Vandløbsrestaurering
- Klimasikring skybrud
- Klimasikring højvande.

Det er kommunens ønske, at projektforslaget for Kobberbækken tilgodeser fauna, flora og fisk optimalt i henhold til Vandrammedirektivet fra EU. Projektforslaget skal i eventuel kombination med andre tiltag i oplandet kunne afvande de opstrøms-liggende områder i forbindelse med skybrud. Desuden skal der med projektforslaget ske en højvandssikring og der ønskes en analyse af sammenhængen mellem en sluseløsning og havnebassinet som buffer ved højvande (sikringsløsning valgt ved Den Blå Kant). Sidst, men ikke mindst, skal projektforslaget for Kobberbækkens åbning sikre rekreative elementer i et grønt strøg mellem det nye SIMAC og en kommende boligbebyggelse mellem Kobberbækken og Nyborgvej.

## 2. UNDERSØGELSER

I undersøgelsesoplægget fra Rambøll er det anbefalet, at der udarbejdes en sammenstilling af relevant eksisterende viden for området af havnen omkring det nye SIMAC. I nedenstående er der således opstillet resume af følgende undersøgelser:

- Forundersøgelse for faunapassage i Kobberbækken ved Ørkilds Møller. Rambøll for Svendborg Kommune, marts 2013.
- Konkretisering af ny-anlæg på Svendborg Havn, Krüger for Svendborg Vand & Affald, 2015.
- F3 - Scenarier for åbning af Kobberbækken - Vurdering af 7 scenarier for at håndtere klimaudfordringer på Svendborg Havn, Krüger for Svendborg Vand & Affald, februar 2016.
- Den Blå Kant (stormflodssikring og regnvandshåndtering), EFFEKT & Sweco for Svendborg Kommune, juni 2018.
- Det nye SIMAC, projektforslag. CF Møller og Effekt Arkitekter for Fonden Svendborg Maritime Uddannelsescenter (SMUC), februar 2019.

Det er disse undersøgelser, der har umiddelbar relevans for det videre arbejde med Kobberbækkens genåbning over havnearealet. Tanken med nærværende sammenstilling er, at der kan gives et "hurtigt" overblik over bagvedliggende relevant materiale. Der henvises dog til de specifikke undersøgelser for uddybning.

### 2.1 Faunapassage i Kobberbækken



Rambøll har for Svendborg Kommune i 2013 udarbejdet en forundersøgelse for etablering af faunapassage i Kobberbækken (og Trappebækken) ved de nuværende opstemninger ved de tidligere vandmøller, Ørkilds øverste mølle og Ørkilds nederste mølle.

I forbindelse med EU interreg IVB-projekt, North Sea Region Programme, Living North Sea har Svendborg Kommune undersøgt mulighederne for at skabe fri faunapassage ved øverste og nederste Ørkilds Mølle i Kobberbækken, og samtidig åbne Kobberbækken på den nuværende rørlagte strækning over havnearealet.

Kobberbækken og Trappebækken afvander et areal på Sydfyn ved Svendborg med et opland på ca. 22 km<sup>2</sup> opstrøms for nederste Ørkilds Mølle. Nederste Ørkilds Mølle er beliggende kun ca. 400 m fra Kobberbækkens udløb i Svendborg Havn,

mens øverste Ørkilds Mølle er beliggende ca. 700 m fra udløbet i havnen. Begge opstemninger ved møllerne udgør sammen med en rørlagt strækning på de nederste ca. 400 m en total spærring for vandløbsfaunaens frie bevægelse i op- og nedstrøms retning. Vandløbssystemet ovenfor øverste Ørkilds Mølle omfatter ca. 14 km vandløb, hvoraf langt hovedparten af de målsatte vandløb har en målsætning om at opnå God Økologisk Tilstand i henhold til Vandrammedirektivet fra EU.

Nederste og øverste Ørkilds Mølle har historisk været forbundet med Ørkild Slot og bebyggelsen Ørkild, der nævnes første gang i skriftlige kilder omkring 1200-tallet. Det formodes, at øverste Ørkilds Mølle er opført i middelalderen, hvorfor vandet i Kobberbækken og Trappebækken gennem

de sidste mere eller mindre 800 år har været opstemmet og udnyttet som vandkraft til først kornmølle og senere el-produktion.

Projektområdet ved Ørkilds Møller henligger i dag primært som erhvervs- og beboelsesbygninger. Ved øverste Ørkilds Mølle findes der stadig rester af mølledriften og mølledammen er stadig intakt, mens der ved nederste Ørkilds Mølle stort set ingen tegn er tilbage på mølledriften. Mølledammen er her opfyldt og anvendes til bl.a. parkering.

### 2.1.1 Projektets målsætning

Etablering af faunapassager i Trappebækken og Kobberbækken ved Ørkilds Møller skal udføres, så den opfylder følgende målsætninger:

- At skabe fri passage for fisk, smådyr og øvrig fauna i tilknytning til Kobberbækken og Trappebækken.
- Det fremtidige vandløb sikres steder med strømlæ og skjul for fisk.
- Overgange mellem eksisterende og nye profiler skal være jævne og glidende.
- Anlægget skal være stabilt og kunne modstå erosion og kun stensikres i et nødvendigt og begrænset omfang.
- Sikre at faunapassagerne udføres under hensyntagen til de kulturhistoriske interesser for Ørkild Slots Voldsted med tilhørende fredninger.
- Eventuel indtag til den bevarede mølledam ved øverste Ørkilds Mølle skal udformes, således det sikres, at der ikke sker tab af ørredsmolt (yngel) i denne under smoltens vandring fra opvækstområderne i Kobberbækken og i Trappebækken til havet.
- Broer og åbne vandløb med betonelementer skitsedimensioneres, således de kan medvirke til at begrænse risikoen for oversvømmelser i forbindelse med kraftige nedbørshændelser.

Rambøll har under forundersøgelse søgt at følge anbefalingerne fremsat af Faunapassageudvalget /1/ og de senere anbefalinger fra DTU Aqua i forbindelse med arbejdet med dambrugsopstemninger /2/.

### 2.1.2 Forundersøgelsen

Den tekniske forundersøgelse belyser:

- Mulighederne for etablering af faunapassage,
- Projektets konsekvenser for tekniske anlæg og lodsejere,
- Den mulige fremtidige arealanvendelse,
- Projektets konsekvenser for naturforhold.

Forundersøgelsen har omfattet bl.a. nedenstående opgaver:

- Indsamling af oplysninger om ledninger og dræn i området,
- Supplerende opmåling af terræn, vandspejl og tekniske anlæg,
- Beskrivelse af jordbundsforhold, udførelse af geotekniske borer,
- Beregning af vandbalance og vandføringer for eksisterende forhold og mulige fremtidige forhold ved projektets gennemførelse,
- Vurdering af projektets konsekvens for naboarealer og tekniske anlæg,
- Skitsedimensionering af nye broer/underføringer,
- Skitsedimensionering og beskrivelse af omlægninger af forsyningsledninger,

- Vurdering af projektets betydning for natur og landskab,
- Beskrivelse af løsningsforslag,
- Udarbejdelse af kortmateriale for det foreslåede projekt.

### 2.1.3 Projektforslaget

Projektet lægger op til, at der udføres et nyt forløb af Trappebækken og Kobberbækken nord og øst om mølledammen ved øverste Ørkilds Mølle. Der skal således også bygges en ny bro/underføring af Kobberbækken ved gårdspladsen ved øverste Ørkilds Mølle.



Figur 2 Projektforslag 2013 til faunapassage ved Ørkilds Mølle i Kobberbækken.

Det eksisterende tracé af Kobberbækken mellem øverste og nederste Ørkilds Mølle benyttes, dog vil der af hensyn til, at faldet udlignes ved nederste Ørkilds Mølle blive tale om et dybere forløb af Kobberbækken mellem haverne til beboelserne på Nyborgvej og Caroline Amalie Vej.

Ved selve nederste Ørkilds Mølle etableres der en faunapassage ved at føre Kobberbækken under Nyborgvej til et åbent forløb nedstrøms gennem Kastanie Allé, gennem disse haver og videre gennem et åbent forløb over havnearealet. Forløbet over havnearealet er ikke fastlagt, da det er ønsket, at et åbent forløb af Kobberbækken kan indgå som et rekreativt element i havneudviklingen.

Både Kobberbækken og Trappebækken opstrøms øverste Ørkilds Mølle har et naturligt stort fald, så der vil i den fremtidige faunapassage også blive tale om relativt store fald. På den forholdsvis korte strækning mellem øverste Ørkilds Mølle og udløbet i havnen skal der afvikles i størrelsesordenen 10 højdemeter.

Projektforslaget lægger op til at mølledammen ved øverste Ørkilds Mølle bevares ved at etablere en mindre "lukket" tilførelse fra Trappebækken, hvor der i dag er en mindre tilførelse af vand til den øverste dam. Projektforslaget tager i videst muligt omfang hensyn til de kulturhistoriske interesser i området ved Ørkild Slots Voldsted.

Projektområdet er beliggende i bymæssig bebyggelse, så vil det være nødvendigt med en lang række tekniske foranstaltninger. Det er således bl.a. nødvendigt at omlægge en række forsyningsledninger. Samtidig er det af hensyn til de bymæssige forhold nødvendigt at faunapassagen "fikseres" i åbne betonelementer på strækningen ved nederste Ørkilds Mølle og nedstrøms til udløbet i Svendborg Havn. Den øverste strækning af faunapassagen ved øverste Ørkilds Mølle etableres dog med tilnærmelsesvis frie anlæg under hensyntagen til de pladsmæssige begrænsninger.

Fælles for alle strækninger af det nye vandløb er, at strækningen vil blive sikret med sten, som dels vil skabe en vandløbsdynamik og samtidig vil stabilisere de strækninger, som udgraves. I betonkanalerne vil der blive udlagt sten, som vil øge ruheden sammenlignet med en betonoverflade. Dermed vil man nedsætte de maksimale vandhastigheder og samtidig hæve minimumsvanddybden i vandløbet og sikre en naturlig vandløbsbund.

Etablering af faunapassage ved Ørkilds Møller, og specielt et åbent forløb over havnearealet, vil være relativt omkostningstungt at gennemføre, da der skal tages en lang række hensyn til de bymæssige forhold med huse, veje, tekniske anlæg som ledninger.

Projektforslaget vil sikre faunaens fuldstændige frie bevægelse i Kobberbækken og Trappebækken, således der bl.a. kan sikres en selvreproducerende bestand af ørreder samtidig med, at åbningen af den rørlagte strækning af Kobberbækken over havnearealet kan bidrage til et væsentligt rekreativt element i udviklingen af havneområdet.

Der er foretaget en vurdering af anlægsomkostningerne for et samlet projekt med etablering af fuldstændig fri faunapassage i Kobberbækken og Trappebækken. Anlægsoverslaget er i 2013 baseret på erfaringspriser og er vurderet til kr. 46,5 million ekskl. moms.

#### 2.1.3.1 Særlige forhold, Projektforslag havneareal

På havnearealet er det tanken at en genåbning af Kobberbækken skal ske som en del af udvikling af havnen og at åbningen kan tænkes ind som et rekreativt element i udviklingen. Flere steder i Danmark har åbninger af rørlagte vandløb gennem byer medvirket til en positiv udvikling, hvor vandløbet kan benyttes som en vigtig ressource til at skabe et varieret byrum til glæde for borger og brugere af arealerne. Her tænkes der specielt på åbningen af Århus Å gennem midtbyen af Århus.

Da planerne for den fremtidige udvikling af havnearealet endnu ikke er fastlagt, så er der i åbningen af Kobberbækken ikke fastlagt et endeligt forslag til et forløb. Der er i nedenstående Figur 3 vist to forskellige muligheder – et nordvestlig forløb mod bymidten (3a) og et sydøstligt forløb mod Christiansminde (3b). Det vil være muligt at placere et fremtidigt åbent forløb af Kobberbækken mellem disse to projektforslag. Uanset hvor man vælger at placere det åbne forløb, vil der være en lang række forsyningsledninger der krydses, og som skal omlægges. Alternativt skal forløbet af Kobberbækken flyttes afhængigt af de eksisterende ledningers placering.



Figur 3 Projektforslag, forløb af Kobberbækken over havnearealet. Forløbet kan tilpasses havneudviklingen og en placering kan således være alt imellem de to viste forslag 3a og 3b.

De to viste projektforslag er i udgangspunkt tænkt at skulle etableres som fikserede beton elementer på samme måde og med samme udformning som de ovenfor liggende strækninger ved Kastanie Allé. Af hensyn til fisk og faunaen etableres elementprofilen ligeledes som et dobbeltprofil med et indre profil med en bredde på ca. 1 m og et ydre profil med en bundbredde på ca. 3,5 m. På strækningen afvikles der et fald på ca. 4 ‰ og siderne har et anlæg på 0,1 (tilnærmelsesvis lodret). Kobberbækken afsluttes ved udløbet i Svendborg Havn i en bundkote på -0,5 m DVR90.

Med et gennemsnitligt fald omkring 4 ‰, så vil Kobberbækken på strækningen stadig kunne opleves med en levende strøm. Der vil dog til tider være en mere rolig vandstrøm, da denne nederste strækning over havnearealet vil være stuvningspåvirket afhængig af tidevandets bevægelser i Svendborg Havn.

Bunden i betonelementforløbet mellem St. 325 m og St. 259 m indstøbes med sten i størrelsen Ø200 – 400 mm, således der kan skabes en række steder med strømlæ for faunaen samtidig med, at der udlægges sten og grusmaterialer i varierende størrelser ovenpå betonbunden. For at fastholde dette materiale kan det være nødvendigt, at der indstøbes en række armeringsnet i bunden.



Figur 4                    Åbning af Grejs Å i Vejle. Kilde <http://www.oplev.vejle.dk>. Udført af Vejle Kommune og CUBEN.

På de nederste 50-100 m inden udløb i havnen kan det overvejes at åbne Kobberbækken yderligt ud til siderne, således der kan skabes forskellige plateauer, der kan benyttes til mangeartede aktiviteter. Der kan være mindre bådepladser til eksempelvis kano, kajak, vandcykler etc. Udformningen kan også være, således at der kan skabes siddearealer ligesom det er tilfældet langs Århus Å under nedenstående Figur 5.



Figur 5                    Århus Å åbnet yderligere op mod de omkringliggende arealer. Foto Århus Kommune.

Der vil således være mange muligheder for at tænke faunapassager ved Ørkilds Møller sammen med de rekreative tiltag i forbindelse med udvikling af havnearealet. En åbning af Kobberbækken over havnearealet kan således understøtte Svendborg Byråds beslutning om, at udvikle havnearealet som en maritim byhavn og åbne havnene op for kulturelle og fritidsmæssige aktiviteter.

## 2.2 Ny-anlæg på Svendborg Havn



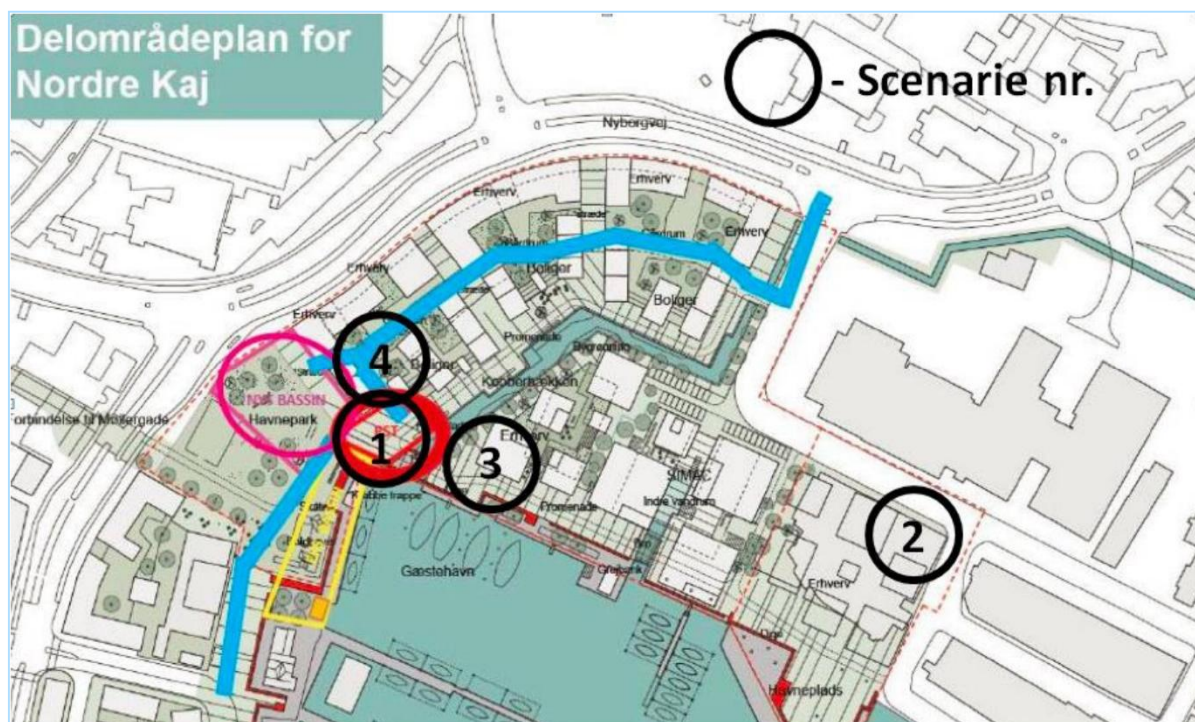
Krüger har for Svendborg Vand & Affald i 2015 udarbejdet en overordnet undersøgelse af funktion og omkostninger for 4 scenarier med placeringer af fremtidigt bassin og pumpestation på Svendborg Havn.

Undersøgelsen er baseret på en hydraulisk model opstillet i MIKE Urban. Undersøgelsen inkluderer vurdering af de geotekniske forhold i området ved Svendborg Havn, en vurdering af de miljømæssige konsekvenser, en skitsering af de anlægsmæssige udfordringer og endelig en vurdering af de anlægsmæssige omkostninger forbundet ved hver af de 4 scenarier.

I Svendborg Kommunes helhedsplan "Fremtidens Havn" er der taget beslutning om en havnepark (en plads/et byrum med rekreative kvaliteter som aktiviteter og ophold).

Havneparken er placeret ved Svendborg Vand & Affalds gamle pumpestation og bassin, som skal erstattes af nyt

anlæg. For at undgå, at en nyanlagt havnepark skal graves op for at ajourføre Svendborg Vand og Affalds tekniske installationer er det nødvendigt med en plan for opgradering af installationerne, før der anlægges en havnepark.



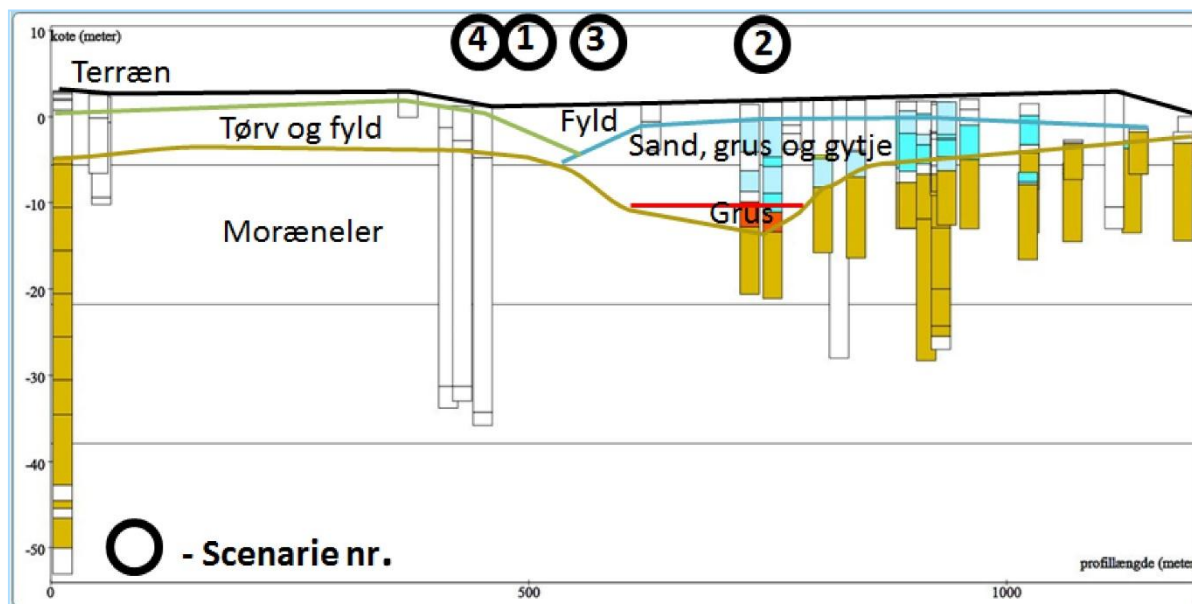
Figur 6 Skitse af pumpestationens placering i de 4 scenarier på Svendborg Havn

De 4 scenarier er vist i ovenstående Figur 6 og er som følgende:

1. Vand og Affald nærheds-scenarie
2. Erhvervsområde-scenarie
3. SIMAC- dobbeltfunktioner
4. Parkeringshus, driftsdel, dobbeltfunktioner, cykelsti, Nyborgvej.

### 2.2.1 Geotekniske forhold

Der er vurderet på eksisterende viden om geotekniske borer og andre borer i området. Boringernes beskrivelser findes under GEUS Jupiter database og der er opstillet et geologisk længdeprofil langs Nordre Kajgade og profilet er vist i nedenstående Figur 7.



Figur 7 Længdeprofil over projektområdet med jordarter og 4 scenarier (GEUS.DK)

Området er et havneområde og det er sandsynligt at finde saltvandsaflejringer og fyld i de øverste jordarter i alle scenarierne. Det ses, at den væsentlige forskel består i afstanden til morænelerlaget. Rundt om scenarie 1 og 4 er der fundet borer med moræneler i kote -1 til -6 m, mens borer i nærheden af scenarie 2 viser et tykt lag af sand, grus og gytje samt at moræneler først kan træffes i kote -14 m.

### 2.2.2 Hydraulisk analyse

I analysen for effekten af forskellige udbygninger af pumpestationens kapacitet er der kørt forskellige hydrauliske beregninger. På den måde beregnes statistiske aflastningsmængder og antal til havnen pr. år, og eventuelle behov for ekstra bassinvolumen til at leve op til strengere miljøkrav ift. antal aflastninger pr. år vises.

Tabel 1 Beregnede aflastninger fra bassinet ved havnen (AF2B720F+nødoverløb v. Østre Havnevej) for en række kombinationer af pumpeydelse og bassin størrelser.

Pumpe-kapacitet [l/s]	Aflastning 2005-14 [M3/år]	Aflastning 2010-14 [Antal/år]	Nødv. Bassin for n=1 [M3] (Rang 11)	Nødv. Bassin for n=2 [M3] (Rang 21)	Nødv. Bassin for n=5 [M3] (Rang 51)
<b>Status (625)</b>	134.400	<b>11.6</b>	30.900	19.600	8.500
<b>Pumpe, 1250</b>	44.400	<b>4.4</b>	14.800	6.500	0
<b>Pumpe, 1250 +2000m<sup>3</sup> bas.</b>	36.600	<b>3.3</b>	12.900	4.500	0
<b>Pumpe, 1875</b>	24.700	<b>2.9</b>	9.900	3.100	0
<b>Pumpe, 3125</b>	12.200	<b>1.9</b>	4.200	0	0

Resultaterne i Tabel 1 viser også, at uden ekstra opmagasineringsvolumen, er det nødvendigt med en maksimal pumpeydelse på ca. 2 gange den nuværende maksimale kapacitet for at n=5 kan overholdes, eller ca. 5 gange den nuværende maksimale kapacitet for at n=1 kan overholdes uden ekstra bassinvolumen.

Den samlede årlige aflastning med en dobbelt pumpeydelse (1250 l/s) er beregnet til 44.400 m<sup>3</sup>/år med en gentagelsesperiode på 4,4 gange årligt, hvilket er en reduktion på ca. 66% ift. status. Det vurderes derfor som ekstremt effektivt at fordoble pumpeydelsen.

### 2.2.3 Anlægsoverslag og samlet vurdering

Der er udarbejdet et anlægsoverslag for hver de mulige 4 placering af ny pumpestation.

Tabel 2 Anlægsoverslag 2016 for 4 scenarier/placering af ny pumpestation

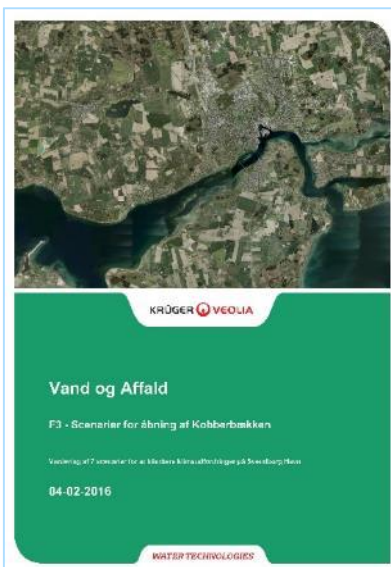
	Pumpestation (1250[l/s])	Tryklledning (ø710 5000m)	Afløbsledn. (ø1200)	Særlige og uforudsete udgifter	OMK. I ALT [mio. kr.]
<b>Scenarie 1</b>	41.3	37.1	0.2	25% 18	<b>96</b>
<b>Scenarie 2</b>	41.3	34.3	3.0	50% 29	<b>108</b>
<b>Scenarie 3</b>	41.3	36.4	0.8	40% 24	<b>103</b>
<b>Scenarie 4</b>	41.3	37.1	0.5	25% 18	<b>97</b>

På baggrund af den hydrauliske analyse samt ud fra sikkerheds- og driftsmæssige betragtninger anbefales det, at anlægge et ekstra trykrør til centralreanseanlægget Egsmade med en parallel linje i en ny pumpestation. Den nye pumpestation giver en stor miljømæssig effekt ved en samlet kapacitet på 1250 [l/s].

De 4 scenarier er vurderet relativt ud fra tilgængelig geoteknisk information og en skitse af de overordnede afløbstekniske komponenter i de enkelte scenarier.

Herunder er det tydeligt at scenarie 1 eller scenarie 4 er at foretrække. Anlægsarbejder ved havnefronten er forbundet med stor usikkerhed, scenarierne er placeret i områder, som tidligere var havbund og forholdene i jordbunden er sandsynligvis mere ugunstige jo østligere scenariet er placeret.

### 2.3 Scenarier for åbning af Kobberbækken

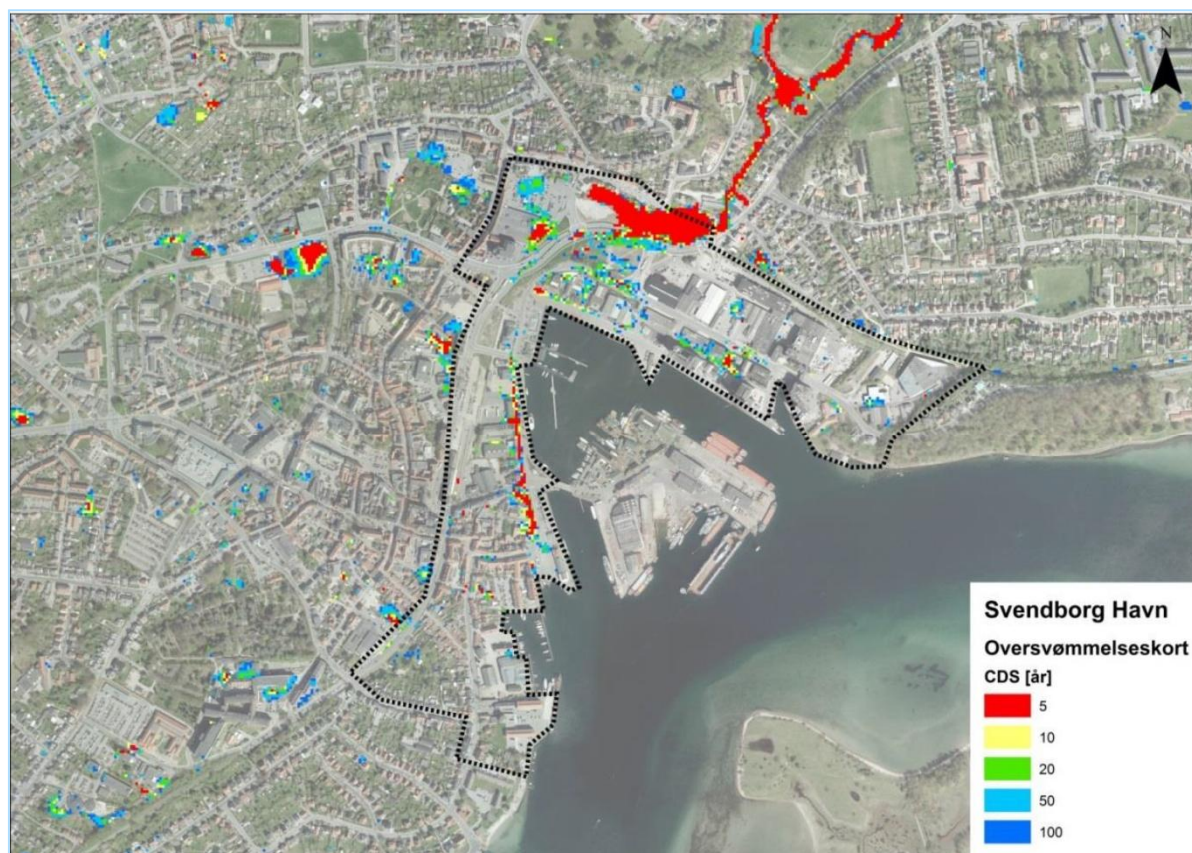


Med baggrund i Svendborg Kommunes helhedsplan for "Fremtidens Havn" har Krüger i 2016 for Svendborg Vand & Affald undersøgt 7 scenarier for at håndtere klimaudfordringer på Svendborg Havn, herunder oversvømmelsesproblematik og scenarie for genåbning af Kobberbækken.

Alle 7 scenarier er analyseret i forhold til miljøgevinst, risiko for oversvømmelser, klimasikring, højvande og økonomi. Med en samlet vurdering af løsningerne er der tilvejebragt et beslutningsgrundlag for eventuelt at medfinansiere en åbning af Kobberbækken gennem havneområdet.

Der er undersøgt afstrømningsforhold fra vandløb og afløbssystemer i havneområdet, for at kunne planlægge områdets klimatiltag robust og realistisk.

De 7 Scenarier er beregnet for en ekstremhændelse, der kan optræde hvert 50. år og at anlæggene skal holde i 100 år. Der er derfor i beregningerne anvendt "Svendborg-regnen" den 29. juni 2012 med klimafaktor på 1,5 og havspejl i kote + 1,00 m (DVR90), hvilket ca. svarer til en 50 års hændelse om 100 år. Oversvømmelsesproblemerne i havneområdet er velkendte for lokalbefolkningen og kan ses på de officielle oversvømmelseskort, der er udarbejdet med hydrauliske modeller for Svendborg Vand og Affald i 2014.



Figur 8 Oversvømmelseskort for CDS-regn med 5, 10, 20, 50 og 100 års gentagelse.

For at mindske oversvømmelsesrisikoen kan man enten forsinke tilstrømningen opstrøms eller øge kapaciteten nedstrøms det oversvømmelsestruede område ved Ørkildsgade eller løse problemerne ved en kombination. Med baggrund heri er der beskrevet og beregnet på følgende scenarier:

- Scenarie 1: Status quo
- Scenarie 2: Åbning af kanal (Kobberbækken)
- Scenarie 2a: Åbning af kanal (Kobberbækken) med østligt tracé
- Scenarie 3: Overfladeløsning
- Scenarie 4: Supplerende rør
- Scenarie 5: Afkobling af regn-oplande
- Scenarie 6: Regnvandstunnel i Øst-byen

### 2.3.1 Opsummering af scenarier

#### Scenarie 1 Status quo

Havneområdet oplever ofte problemer med oversvømmelser, som alene kan skyldes manglende kapacitet i den rørlagte del af Kobberbækken i forhold til de vandmængder vandløbet håndterer under kraftige regn. Ved højvande forværres problemerne.

#### Scenarie 2 Åbning af kanal (Kobberbækken)

Dette scenarie svarer til projektforslaget i forundersøgelse af faunapassage i Kobberbækken udarbejdet af Rambøll i 2013.

Scenariet giver en miljøgevinst, kan håndtere både 50 – og 100 års regnen ved at hæve brinkerne i det lavest liggende område og det er robust ved højvande, hvis der etableres en sluse og pumpe ved udløbet.

En åbning af kanalen (åbning af Kobberbækken) er beregnet til at være den billigste realistiske løsning, som Vand og Affald kan medfinansiere til at håndtere regnvandet kontrolleret og klimasikre området. Derudover harmonerer scenariet med en åben kanal (åbning af Kobberbækken) godt med Masterplanen og giver stor rekreativ værdi til udviklingsområdet ved havnen.

#### Scenarie 2 øst Åbning med østlig linjeføring (Kobberbækken)

Dette scenarie svarer til projektforslaget i forundersøgelse af faunapassage i Kobberbækken udarbejdet af Rambøll i 2013.

Scenariet giver en miljøgevinst, kan håndtere både 50 – og 100 års regnen og det er robust ved højvande blot ved at hæve brinkerne i det lavest liggende område. En åbning af kanalen (Kobberbækken) med østlig linjeføring er en effektiv løsning, men den giver ikke særlig stor rekreativ værdi til udviklingsområdet ved havnen. Den er beregnet til at være den næst billigste løsning for Vand og Affald.

#### Scenarie 3 Overfladeløsning

Som det fremgår af

Tabel 3, er scenarie 3 overfladeløsning det billigste projekt, men det er samtidig forbundet med mange ulemper. Afvandingen vil være vanskelig under højvande. Det virker ikke realistisk at anlægge det nødvendige fald igennem området, og det vil give store gener til trafikken.

Det vil dog alligevel være hensigtsmæssigt at anlægge veje og stier i området, sådan at de er robuste overfor 20 – 30 cm vand og afvander med fald mod havet.

#### Scenarie 4 Supplerende rør

Scenariet giver en ingen miljøgevinst, men det er effektivt overfor ekstremregn og kan håndtere både 50 – og 100 års regnen. Samtidig er det robust ved højvande, hvis der etableres en kontraklap og pumpe ved udløbet.

Prismæssigt ligger omkostningerne på niveau med kanalåbningsløsningerne (åbningen af Kobberbækken), men tilslutningen ved Nyborgvej og krydsningerne med andre ledninger i området kan vise sig at være kompliceret. Rørløsningen giver ingen rekreativ værdi til udviklingsområdet.

#### Scenarie 5 Afkobling af regn-oplande

Scenariet med lokale regnvandsløsninger harmonerer med visionen i Svendborg Vand & Affalds Masterplan for området og både hydrauliske- og stofbelastninger reduceres ved forsinkelse, så oversvømmelser vil ske meget sjældnere og i mindre størrelse. Men beregningerne viser, at selv meget omfattende tiltag i oplandet ikke medfører en klimasikring af havneområdet.

En delvis frakobling af oplande har en positiv effekt på hele systemet, men det fungerer hverken som løsning ved ekstremregn eller ved højvande. Afledning via det eksisterende rør skaber problemer i de lavtliggende områder i tilfælde af højvande, idet udløb ikke er muligt uden opstuvning til terræn.

#### Scenarie 6 Regnvandstunnel i Øst-byen

Regnvandstunnelen reducerer afstrømningen i Kobberbækken markant, men reduktionen af vand i Kobberbækken opnår ikke det ønskede serviceniveau ved 50 års regnen og problemerne forværres under ekstremregn. Reduktionen af regnbetingede udledninger til Kobberbækken vil have gode miljømæssige effekter, både i forhold til hydraulisk belastning og badevandskvalitet i havnebassinet.

Løsningen har en positiv effekt på hele systemet, men det fungerer hverken som løsning ved ekstremregn eller ved højvande. Afledning via det eksisterende rør skaber problemer i de lavtliggende områder i tilfælde af højvande, idet udløb ikke er muligt.

### 2.3.2 Anlægsoverslag for scenarierne

Der er foretaget en overslagsmæssig vurdering af anlægsomkostningerne ved de forskellige scenarier samtidig med at der er foretaget en vurdering af mulighed for medfinansiering ved de enkelte scenarier.

Tabel 3 Anlægsomkostninger og medfinansieringsmuligheder ved scenarierne

SCENARIO	ANLÆGSOVERSLAG	MEDFINANCIERING
	[ KR.]	[ KR.]
1: Status quo	0	0
2: Åbning af kanal	46.400.000	14.000.000
2 øst: Åbning med østlig linjeføring	50.300.000	15.700.000
3: Overfladeløsning	7.900.000	5.900.000
4: Supplerende rør	22.000.000	16.600.000
5: Afkobling af regnoplande	39.600.000	39.600.000
6: Regnvandstunnel i Østbyen	60.200.000	60.200.000

### 2.3.3 Anbefaling

Scenario 6 repræsenterer omkostningerne ved en sædvanlig klimatilpasning af spildevandsanlæggene ifm. medfinansiering. Som det fremgår, er omkostningerne større end de alternative projekter, som præsenteres i de øvrige scenarier. Derfor er alle de øvrige projekter omkostningseffektive og kan medfinansieres af Vand og Affald. Anlægsomkostningerne sammenholdes i følgende Tabel 4 med en vurdering af de miljømæssige og hydrauliske konsekvenser for de enkelte scenarier. I skemaet er værdierne summeret, for at kunne anbefale den løsning, der er den mest fordelagtige af de undersøgte scenarier.

Scenarierne er tildelt point fra 1 til 5 i forhold til løsningselementets relative værdi i de enkelte kategorier, hvor 1 point svarer til status quo og 5 point svarer til en optimal forbedring. 0 point betyder at scenariet vurderes at være urealistisk.

Tabel 4 Sammenligning af de væsentligste forhold ved scenarierne

SCENARIO	MILJØGEVINST	SERVICENIVEAU	EKSTREMREGN	HØJVANDE	ØKONOMI	ANLÆGSTEKNISK	SYNERGIEFFEKT	POINT I ALT
1: Status quo	1	1	1	1	-	-	1	5
2: Åbning af kanal	5	5	4	4	4	4	5	31
2 øst: Åbning med østlig linjeføring	5	5	5	5	3	4	3	30
3: Overfladeløsning	1	3	3	1	5	0	2	15
4: Supplerende rør	1	5	5	2	4	3	1	21
5: Afkobling af regnoplande	4	2	2	2	2	2	4	18
6: Regnvandstunnel i Østbyen	4	3	4	2	1	2	3	19

Som det fremgår af Tabel 4, anbefales det at klimasikre havneområdet ved at etablere en åben kanal (åbning af Kobberbækken), som det beskrives i scenarie 2. Alternativt åbnes Kobberbækken som i scenarie 2 øst, som dog ikke har den samme rekreative værdi.

En åbning af Kobberbækken er beregnet til at være den billigste realistiske løsning, som Svendborg Vand og Affald kan medfinansiere til at håndtere regnvandet kontrolleret og klimasikre området. Derudover harmonerer scenariet med en åben kanal godt med Masterplanen og giver stor rekreativ værdi til udviklingsområdet ved havnen.

Afkobling i oplandet har en positiv effekt på hele systemet. Veje og stier i havneområdet bør anlægges med fald mod kanalen, og sådan at de er robuste overfor ca. 20 cm vand.

Det understreges, at valget af løsning for højvandssikring af havnen er afgørende for effekten og de endelige omkostninger ved scenarierne. Det er væsentligt, at der først tages endelig beslutning om valg af løsning for Kobberbækken efter der er truffet valg om, hvilken højvandssikring man ønsker på Svendborg Havn.

#### 2.4 Den Blå Kant



Svendborg Kommune har i 2017 udskrevet en konkurrence for at bearbejde Udviklingsplanens "Fremtidens Havn" mål i en sammenhæng. Konkurrencen er fremkommet med et bud på en samlet plan for byrum og klimatilpasning i **DEN BLÅ KANT**.

**DEN BLÅ KANT** er byrum og forbindelser langs havnen fra Christiansminde i nordøst til Den Runde Lystbådehavn mod sydvest. Via stier, kajer, promenader og opholdsrum med rekreative aktiviteter og oplevelser skal **DEN BLÅ KANT** skabe forbindelse og byliv for alle hele havnen rundt. **DEN BLÅ KANT** skal samtidig sikre havnen og den havnenære by mod oversvømmelse ved højvande og kraftig regn.

I juni 2018 er konkurrencen vundet af et rådgiverteam bestående af EFFEKT Arkitekter, Sweco Architects, WTM Engineers og Arcgency.

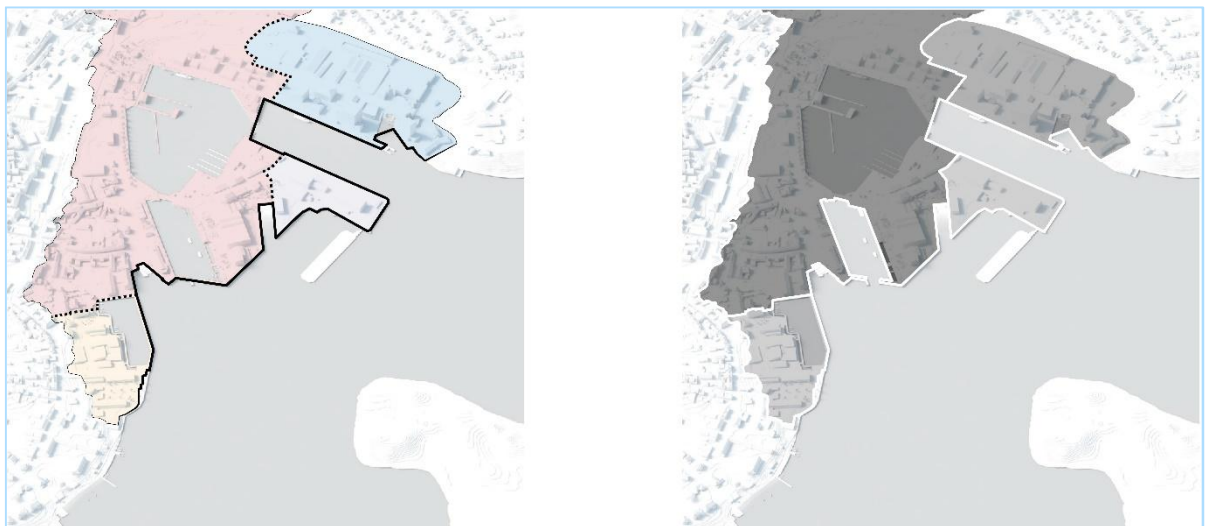
I efterfølgende afsnit er der valgt at fokusere på vinderforslagets koncept for stormflodssikring og for regnvandshåndtering, dog primært for området ved Kobberbækken, den nye pumpestation og ved Det nye SIMAC.

I Figur 9 er vinderforslagets koncept for stormflodssikring og for regnvandshåndtering vist. Stormflodssikring etableres med sikringskote +3.0 m DVR90 på den ydre del af havnen. Det gør det muligt at friholde hele den indre del af havnen for forhøjede kanter og bevare nærheden til vandet i byens møde med havnen, som vi kender den i dag. Som ydre sikring skal der etableres sluser. Indre Havn bruges som opsamlingsbassin ved skybrud, hvor vandet ledes af skybrudsvejene til Jessens Mole, hvor det renses og udledes direkte i havnen. Kobberbækken genåbnes som en del af regnvandshåndteringen.



Figur 9 Koncept for stormflodssikring (t.v.) og regnvandshåndtering (t.h.).

Klimasikringen inddeles i polders. Sikringslinjen mellem polders er mere enkel at etablere, da den går fra kajkant og ind i landet til koten naturligt er i +2,5 m. Inddelingen i polders tilvejebringer en meget høj grad af sikkerhed og inddæmmer oversvømmelse i mindre zoner ved brud langs kant. Hele Indre Havn kan eksempelvis sikres med kun 617 m havnekantssikring. Inddelingen i polders gør det muligt at etapedele klimasikringen, så den passer med de naturlige byudviklingsområder. Det sikrer en høj grad af fleksibilitet i udviklingsplanen og en økonomisk balance over tid. Klimasikringen af Indre Havn er ikke afhængig af byudviklingen af områder som Frederiksø Øst og Østre Kaj. Princippet for polders er sammen med etapeopdeling vist i nedenstående Figur 10.



Figur 10 Inddeling af polders (t.v.) og tilhørende etapeplan for udførelse (t.h.).

#### 2.4.1 Stormflodssikring

Vandstigningen er en udfordring, som påvirker mange kystbyer i både ind og udland. I de senere år har vi oplevet flere og flere hændelser som følge af klimaforandringerne, i mange danske byer. I Svendborg gør den dramatiske topografiske udfordring det dobbelt så kritisk - med både med havvandsstigninger og kraftigere regnvandsmængder fra baglandet i forbindelse med voldsomme skybrud.

Svendborgs havneområde ligger lavt i terrænet mellem +1,5 m og +3,0 m DVR90. Størstedelen af området vil blive oversvømmet. Områder, der indeholder meget af Svendborgs kulturarv, har risiko for at blive ramt af den permanente havvandsstigning, oversvømmelser og bølger. Permanent havstigning kan løses ved at hæve terrænet eller etablere permanente oversvømmelsesbarrierer. Områder der er lavere end havets overflade, vil kræve permanent dræning og pumpning, og forårsage, foruden energiforbrug og omkostninger, sanering af jord.

I konceptet forudsættes tre parametre:

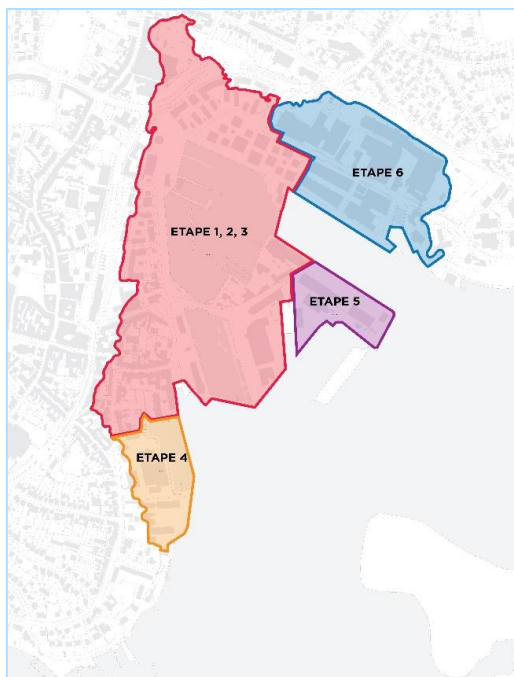
- Sikringskote +3 m DVR90
- Bølgehøjde ca. 50 cm
- Permanent havniveau stiger mindre end 1,0 m DVR90
- Eksisterende terrænniveau er de fleste steder på 1,5 m og nogle steder lavere.

Ved kraftig regn vil der ske oversvømmelser ved Jessens Mole, som resulterer i, at promenaden ikke er tilgængelig og at bygninger står i vand. I dag er håndteringen af regnvand og spildevand i et samlet system. Ved skybrud er kloakkens kapacitet ikke stor nok, hvorfor afledningen ikke kan forekomme hurtig nok, og derfor vil stuve op, så gader, bygninger og pladser vil blive oversvømmet.



Figur 11 T.v. Eksisterende kajkanter og t.h. sikringstyperne ind til kote +3 m DVR90.

### 2.4.1.1 Polders



Poldersystemet opdeler Svendborgs risikoområde i 4 mindre zoner. Områderne adskilles af stormflodssikringer i en kombination af permanente og midlertidige diger. På den måde tilføjes der en fleksibilitet i klimatilpasningsløsningen. Disse tiltag sikrer, at den største del af byen bliver beskyttet.

I tilfælde af funktionsfejl bliver den ramte polder oversvømmet, mens de andre polders forbliver tørre. Poldersystemet er indpasset i den forslåede etapeplan for udviklingen af Svendborg Havn. På den måde vil poldersystemet sikre en beskyttelse af de områder, der allerede er udført, mens beskyttelsen for andre områder stadig er under opførelse.

For at poldersystemet fungerer, skal der tilføjes to pumper, de steder hvor ledninger krydser tværadskillelser. Det vil fungere som en "bypass" i det tilfælde, hvor der vil være stormflod på den ene side af tværadskillelse. Pumpen placeres således, at

den pumper vandet gennem bypassen og beskyttelseslinjen. Når sluserne lukkes på grund af oversvømmelser, kan vandet bag beskyttelseslinjen akkumuleres. Det ledige volumen til det indre bassin er 66.000 m<sup>3</sup>. Der antages, at slusen lukkes, når vandstanden er forhøjet med 0,5 m. For at sikre, at der ikke opstår en oversvømmelse på bagsiden af beskyttelseslinjen placeres en pumpestation i hvert polderområde, som kan pumpe overskydende vand ud i havnebassinet.

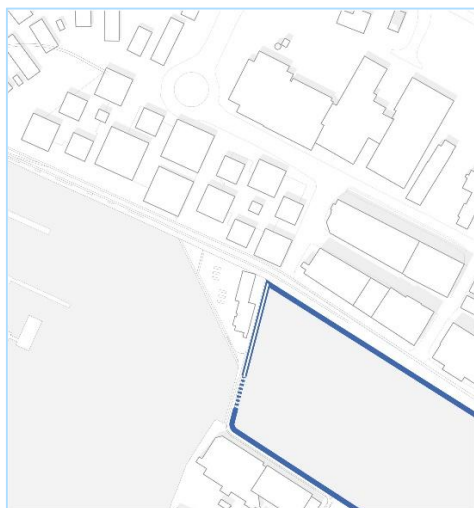


Figur 12 Kanter, adskillelser og pumpestationer for polders

I Figur 12 er vist konceptet med de for konceptet nødvendige pumpestationer. Kant og adskillelser mellem polders består af forskellige byrumelementer og gates, skots. Bygges som

add-on til den første etape og sikrer en fast beskyttelse af byen fra starten. Der skal etableres en pumpestation per polder og små pumper for at sikre at kloak og regnvand ikke oversvømmer på den forkerte side af polderen.

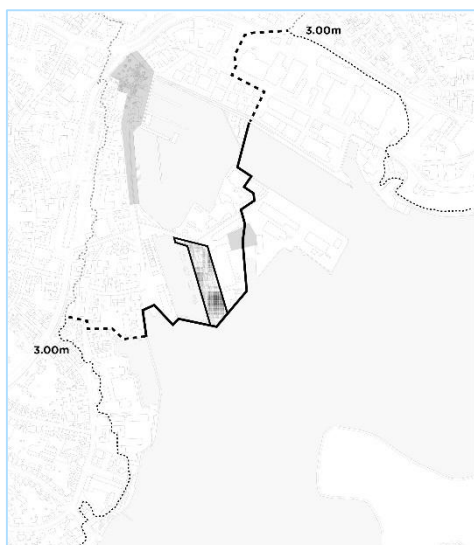
#### 2.4.2 Området ved Nordre Kaj og det nye SIMAC



Der skal etableres en højvandsssluse mellem Hudes Plads og Frederiksø. Kajkanten langs Frederiksø og Østre Kaj forhøjes med en adaptiv løsning.

Den samlede plan for Den Blå Kant udføres i tre overordnede faser. Inddelingen i polders sikrer at klimasikringen kan etapedeles og stadig fungere optimalt. De fire polders er inddelt så de passer med de naturlige byudviklingsområder for; indre havn, Frederiksø øst, Træskibshavnen og Østre Kaj.

Det sikrer en høj grad af fleksibilitet i faseplanen, idet hver polder er stormflodsikret individuelt, og de 4 polders derfor kan etableres tidsmæssigt og økonomisk uafhængigt af hinanden.



Området ved Nordre Kaj og det nye SIMAC indgår i Fase 2, der er det store skridt i klimasikringen af Svendborg Havn. Her sikres hele inderhavnen mod stormflod. Det er samtidig den første og største af de fire polders, der skal etableres. Hele inderhavnen kan sikres med blot 617 m løbende meter kajkantssikring og dækker et areal på hele 156.197 kvm. Klimasikringen af indre havn er således hverken tidsmæssig eller økonomisk afhængig af klimasikringen og byudviklingen af Frederiksø Øst, Træskibshavnen og Østre kaj.

I vinderforslaget for Den Blå Kant er det påtænkt, at Kobberbækken udformes med en dobbeltprofil, der skaber fri passage for fisk, smådyr og øvrig fauna i tilknytning til Kobberbækken. Bækkens udformning skal muliggøre en opstuvning af vandspejlet til kote +2.00 m.

Der ønskes mulighed for siddetrapper og opholdsmuligheder der giver et rekreativ tilbud og nær til adgang til vandet. Ifølge de geotekniske undersøgelser ved Nordre kaj, skal der etableres en spunsvæg langs bækkens sider til afstivning af konstruktion.

#### 2.5 Det nye SIMAC



SIMAC har i 2018 – 2019 gennemført en arkitektkonkurrence med henblik på at etablere det nye SIMAC på Nordre Kaj. Konkurrencen er vundet af CF Møller og Effekt Arkitekter. Visionen for SIMAC er at det bliver omdrejningspunktet for en ny udvikling af Svendborgs havn og koblingen mellem byens maritime historie og fremtid, hvor ny søfartsteknologi, innovative virksomheder og nye generationer af unge skal tegne den maritime udvikling af livet på havnen. I

projektforlaget er der arbejdet med sikring mod stormflod og der er arbejdet med koncept for åbning af Kobberbækken som en del af løsningen i forbindelse med skybrud. I nærværende afsnit er fokuseret på at gengive projektforslagets elementer med hensyn til stormflodssikring og åbning af Kobberbækken.

### 2.5.1 Kobberbækken

Kobberbækkens forløb foreslås flyttet til hjørnet af havnebassinet, således at å-løbet og den grønne korridor omkring åen forbindes direkte med Havneparken til et sammenhængende miljø. Kobberbækken udvikles som en grøn udstikker af Den Blå Kant, der trækker den rekreative og attraktive kontakt til vandet med ind i den nye bebyggelse. Parken omkring Kobberbækken kobles direkte til boligernes grønne gårdområder og forhaver, så alle boliger får beliggenhed langs åen.



Figur 13 CF Møller og Effekt Arkitekter, projektforslag Kobberbækken

SIMAC kobles til den grønne korridor på hjørnet og får dermed også direkte adgang til parken, til åen og opholdsarealer i parken, der kan fungere som udendørs mødested og ophold for studerende og virksomheder. Genåbningen af Kobberbækken tilføjer en grøn lunge, som industrihavnen i mange år har manglet.

Den landskabelige vision for Kobberbækken tager bevidst udgangspunkt i de landskabelige kvaliteter, der allerede findes i Svendborgegnen. Kobberbækken er et muligt fremtidigt landskabeligt pause- og fritidsrum for både de studerende og beboerne i området. Den unikke placering, hvor by møder havn, giver stedet en helt særlig karakter.

Ambitionen er at skabe et sted hvor bygning, struktur, landskab og by hænger sammen, og hvor naturen trækkes helt ind i kvartererne og ud i SIMACs fællesarealer. Den fantastiske grunds

kvaliteter udvikles fra at være en passiv "Ø"/barriere mellem byen og vandet, til at være en aktiv, vitaliserende bydel, som får Svendborg til vandet.



Figur 14 Kobberbækken. Projektforslag CF Møller og Effekt Arkitekter

Med fritlægning af Kobberbækken opstår en lang række muligheder, både socialt og rekreativt. Langs vandet inviteres beboerne, SIMACs studerende, men også øvrige lokale til at benytte de nye faciliteter. Her er lommer til studiegrupperarbejde, småfester, leg for boligkvarterets børn og træningsområder med mange forskellige tilbud. Kobberbækkens aktiviteter og høje rekreative kvalitet vil samle boligkvarteret og Simac på tværs af bækken. Med små koblinger og broer langs vandløbet, sikres også gode forbindelser gennem området for den bagvedliggende by. Alle inviteres til og gennem det nye kvarter.

Kobberbækkens profil er udformet, så regnvandet via terrænforskelle langs kanterne, kan optage de skiftende mængder af regnvand fra oplandet. Det forsinkes og tilbageholdes undervejs, så det sikres, at der altid står vand i bækken og med terrasseringerne sikres samtidig en allesteds-værende og konstant tæt kontakt til vandet.

### 2.5.2 Klimatilpasning

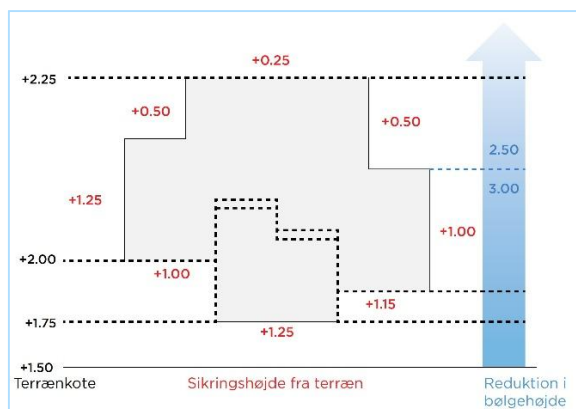
Det nye SIMAC skal sikres til kote 3,0 m. Det giver en konkret udfordring i forhold til, hvordan man både kan sikre byggeriet mod forhøjet vandstand og samtidig sikre niveaufri adgang fra eksempelvis værksted til kaj, og skabe oplevelsen af et åbent og transparent byggeri med relation til vandet.

Den pragmatiske løsning på det tekniske problem er at hæve hele stueetagen til ca. 1,5 m over eksisterende terræn, således at stueetagens gulvkote ligger over kote 3,0 m. Dette medfører dog at hele byggeriet ligger hævet på en plint 1,5 m over kajen. Det skaber en utilgængelig facade

med yderst vanskelige adgangsforhold og ingen niveaufri adgang til værksteder. Derfor er denne mulighed fravalgt i projektforslaget. En analyse af koterne langs bygningens facade, viser at der er en naturlig stigning på ca. en halv meter fra sydfacaden mod kajen og til den nordvendte facade mod Nordre Havnevej, hvor bygningen vil være sikret til kote 2,0 m i det naturlige terræn alene. Ved etablering af byggeriet kan koten hæves yderligere 10-30 cm uden, at dette skaber problemer ift. niveaufri adgang og behagelig koterings af de omkringliggende byrum.

Hertil kommer, at bølgepåvirkningerne aftager fra kajkant og ind i fastlandet, hvor vandstanden bliver lav. Ved de lavere vandstande på bygningens nordside kan man vælge at sikre til en lavere kote (f.eks. 2,5 m), fordi bølgepåvirkningerne er aftaget. Der foreslås derfor anvendt forskellige løsninger på syd, nord og øst-vest facaderne alt efter de lokale forhold og behovet for direkte niveaufri adgang, og dermed også skabe den rette balance mellem funktionalitet, transparens, økonomi og sikringsgrad. I sydfacaden mod Nordre Kaj sikres der niveaufri adgang fra værksteder til kaj, og der anvendes en mobil sikringsløsning på dette særligt vigtige sted, så facaden kan åbnes op.

Projektforslaget foreslår en kombination af permanente og mobile løsninger alt efter behov. Der eksisterer allerede afprøvede og velkendte produkter på markedet til at sikre facaders indgangspartier mobilt ved stormflod.



Sydfacade hæves til kote 1,75 m. Der er en naturlig stigning i terræn på 0,5 m fra syd til nordfacaden. Det giver mulighed for at løfte nordfacaden til 2,25 m. Der vil også forekomme forskellige behov for sikring mod bølger fra syd til nordfacaden. Ved alle indgangspartier og ved de store værksteder skal der sikres niveaufri adgang/ mulighed for at åbne facaden. Projektforslaget anviser her mobile løsninger til at sikre mod vandindtrængning. På de øvrige facadepartier foreslås permanente løsninger i lav mur eller som fast facadeparti.

Da Kobberbæk-kvarteret allerede ligger placeret højt, kan man med jordopfyld på bare 0,5 m etablere et klimasikret område på Kobberbækkens nordside. Dette princip er der derfor arbejdet med i masterplanen, så der gives mulighed for at bygge sikre boliger uden at være afhængige af etableringen af Den Blå Kant. Det er derfor kun området syd for Kobberbækken, hvoraf det meste allerede er planlagt til de senere faser, som er afhængige af etableringen af Den Blå Kant eller som SIMAC behøver integrerede løsninger.