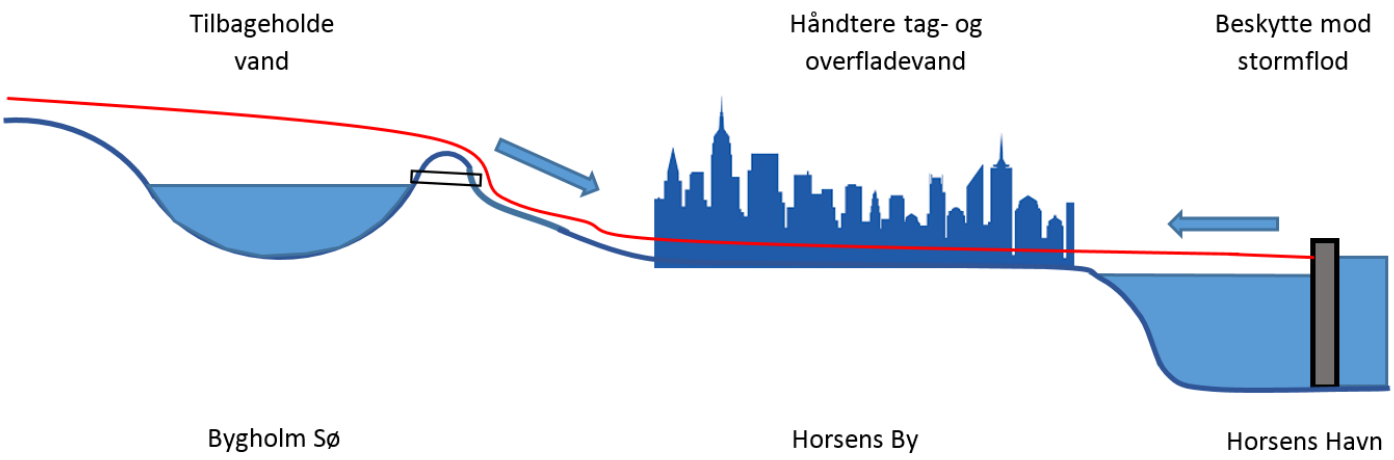


HORSENS KOMMUNE

GRANSKNINGSRAPPORT

FORHOLD OMKRING SLUSER OG PUMPER I FORBINDELSE MED RINGVEJ SYDS FORLÆNGELSE

DATO: 01.03.2021

GRANSKNINGSRAPPORT
FORHOLD OMKRING SLUSER OG PUMPER I FORBINDELSE MED RINGVEJ SYDS FORLÆNGELSE

HORSENS KOMMUNE

PROJEKTNUMMER.: 1331700119
DATO: 01-03-2021
RÅDGIVER: WSP DANMARK A/S
PROJEKTLEDER: JAN H. SØRENSEN
KVALITETSSIKRET AF: MORTEN LARSEN
GODKENDT AF: PETER BORNHARDT

wsp.com

INDHOLD

1	Indledning	3
2	Magasinering i Bygholm Sø	4
3	Sammenligning med tilsvarende pumpe-/sluseanlæg	6
4	Samtidighed for nedbør, vandløb og stormflod	12
5	Validering af det samlede system	17
6	Placering af pumper ved Dagnæs Bæk	23
7	Forbindelse ml. Dagnæs Bæk og Bygholm Å	32
8	Driftserfaring fra Vejle og Aarhus	33
9	Februar 2020 hændelse	39

1 INDLEDNING

WSP har indgået aftale med Horsens Kommune vedrørende teknisk rådgivning og bistand i forbindelse med granskning af forhold omkring sluser og pumper i forbindelse med Ringvej Syds forlængelse.



Figur 1 Oversigtskort, sikring af Horsens by mod oversvømmelser

Formålet er at granske og opkvalificere undersøgelserne udført i forbindelse med delprojekt ***C14 – Sikring af Horsens By imod oversvømmelse*** under Region Midtjyllands klimatilpasningsprojekt C2C CC (Coast to Coast Climate Challenge). Opgaven tager udgangspunkt i aktiviteterne beskrevet i notaterne "Bygholm Sø" dateret 23.01.2019 og "Horsens Midtby" dateret 24.01.2019, begge udarbejdet af WSP.

2 MAGASINERING I BYGHOLM SØ

Det er undersøgt om den videreførende vandmængde fra Bygholm Sø, kan reduceres yderligere efter dimensioneringen af dæmningen ved Schüttesvej er afsluttet.

I notatet "Bygholm Sø" blev der for en klimafremskrevet 100 år hændelse regnet med et maksimalt stuvningsniveau til kote 6,44 m i Bygholm Sø ved en videreførende vandmængde på 20 m^3/s. Ligeledes blev der regnet med et maksimalt stuvningsniveau til kote 6,7 m for en 500 års klimafremskrevet hændelse.

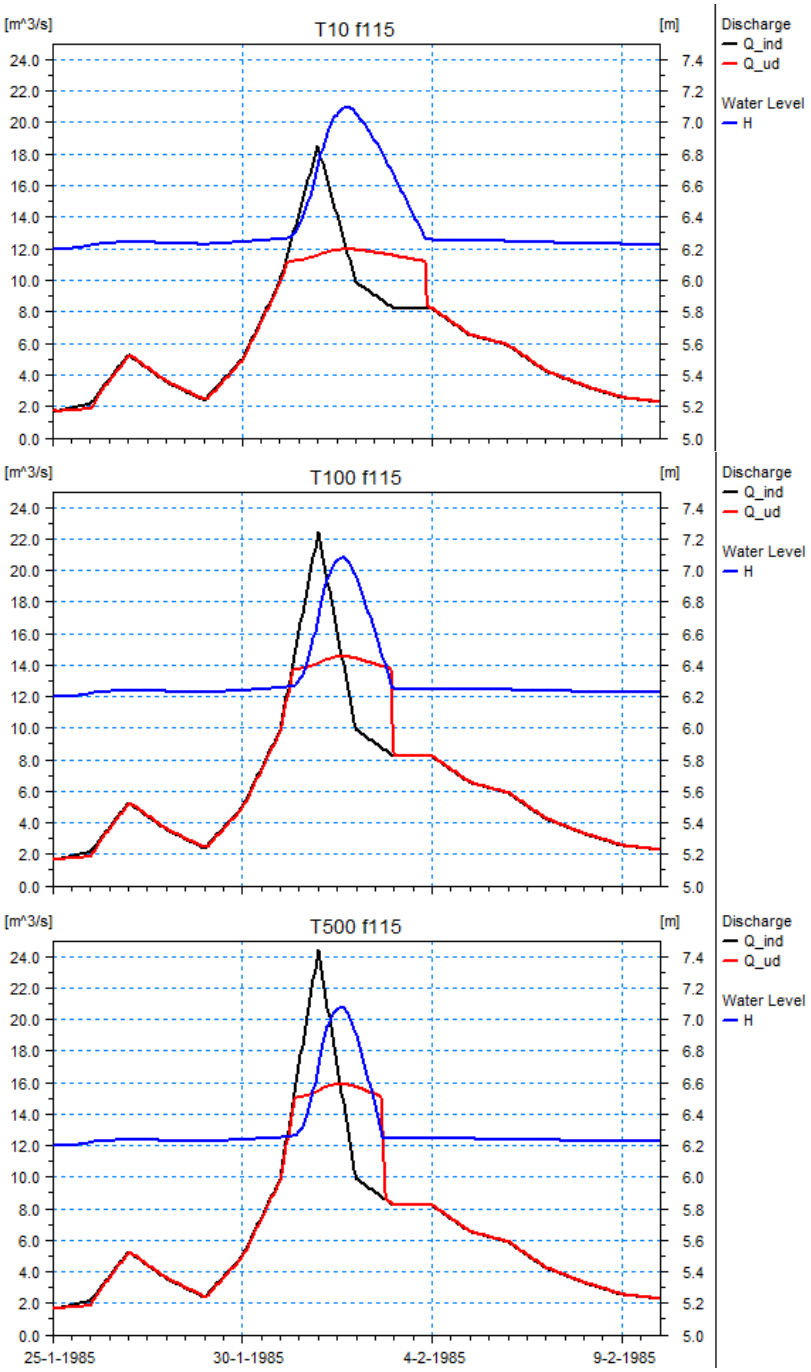
Det er sidenhen besluttet, at vejdæmningen ved Schüttesvej skal forstærkes til et stuvningsniveau til kote 7,1 m i Bygholm Sø. Den videreførende vandmængde ved maksimal stuvning til kote 7,1 m er beregnet ved klimafremskrevne afstrømningshændelser med gentagelsesperioder på hhv. 10, 100 og 500 år.

Beregningerne er foretaget med MIKE 11 modellen opsat i forbindelse med detailprojekteringen af det nye sluseanlæg i Schüttesvej. I beregningerne er det forudsat, at den maksimale vandføring gennem omløbsstryget ikke overstiger 2 m^3/s.

Resultatet af beregningerne fremgår af Tabel 1 og Figur 2.

Gentagelsesperiode	Max. stuvningskote [m]	Videreførende vandmængde [m^3/s]
10 år	7,09	12,0
100 år	7,08	14,5
500 år	7,08	15,9

Tabel 1 Resultat fra detaljeret MIKE11 model med optimeret slusestyring



Figur 2 Resultat fra detaljeret MIKE11 model med optimeret slusestyring for gentagelsesperioder på hhv. 10, 100 og 500 år. Sort kurve angiver vandføringen ind i Bygholm Sø, rød kurve angiver vandføringen ud af Bygholm Sø og den blå kurve angiver den resulterende vandstand i Bygholm Sø.

Resultatet af granskningen viser dermed, at magasineringen i Bygholm Sø til kote 7,1 m resulterer i, at den videreførende vandmængde kan reduceres yderligere 5,5 m^3/s ved en 100-årshændelse og 4,1 m^3/s ved en 500 års hændelse i forhold til de tidligere undersøgelser.

3 SAMMENLIGNING MED TILSVARENDE PUMPE-/SLUSEANLÆG

I Aarhus Å er der etableret et pumpe-/sluseanlæg, som sikrer afvandingen under højvandstand i Aarhus Havn.

I Omløbsåen i Vejle er der etableret et pumpe-/sluseanlæg, der sikrer afvandingen under høj vandstand i Vejle Å som følge af høj vandstand i Vejle Fjord.

De foreslåede pumpekapaciteter i hhv. Dagnæs Bæk og Bygholm Å i notatet "Horsens Midtby" er sammenlignet med pumperne i Aarhus Å og Omløbsåen. I sammenligningen fremgår størrelsen på det naturlige afstrømningsopland samt det estimererede bidrag fra vandløbene og byens udledninger, se Tabel 2.

Vandløb	Opland	Bidrag fra vandløb [m^3/s]	Bidrag byopland [m^3/s]	Dimensione-ringsgrund-lag [m^3/s]	Pumpe-kapacitet [m^3/s]
Bygholm Å	**186** km^2 v. Horsens Havn	**20** T100 år m. kli-mafaktor	**11** T5 år m. klimafaktor Opl 185 ha	**31**	**30**
Dagnæs Bæk	**17** km^2 v. Horsens Havn	**2** T100 år m. kli-mafaktor	**12** T5 år m. klimafaktor Opl 366 ha	**14**	**15**
Århus Å	**325** km^2 v. Århus Havn	**14 – 17** T10 – 20 år u. klimafaktor T5 år m. klimafaktor 1,15	Ikke medtaget i pumpedim.	**14 – 17**	**18**
Grejs Å/Om-løbsåen *Fordeling: Omløbsåen – 55 % Mølleåen – 45 %*	81 km^2 v. Gormsgade broen Fordeling: Omløbsåen – **45 km^2** Mølleåen – 36 km^2	**7.5** T200 – 500 år u. klimafaktor T50 år m. klimafaktor 1,15	**?**		**7.5**

Tabel 2 Sammenligning af pumpekapaciteter på baggrund af bidrag fra hhv. vandløbsvandføringer og byens udledninger. "?" i Grejs Å/Omløbsåen angiver at bidraget fra kloakerede opland ikke er oplyst

Sammenholdes oplandsstørrelserne til de 4 pumpestationer ses det, at oplandet til pumpestationen i Aarhus Å er betydeligt større end til de øvrige pumpestationer. Det ses også, at pumpekapaciteten ikke er tilsvarende stor og er betydeligt lavere end den foreslåede i Bygholm Å.

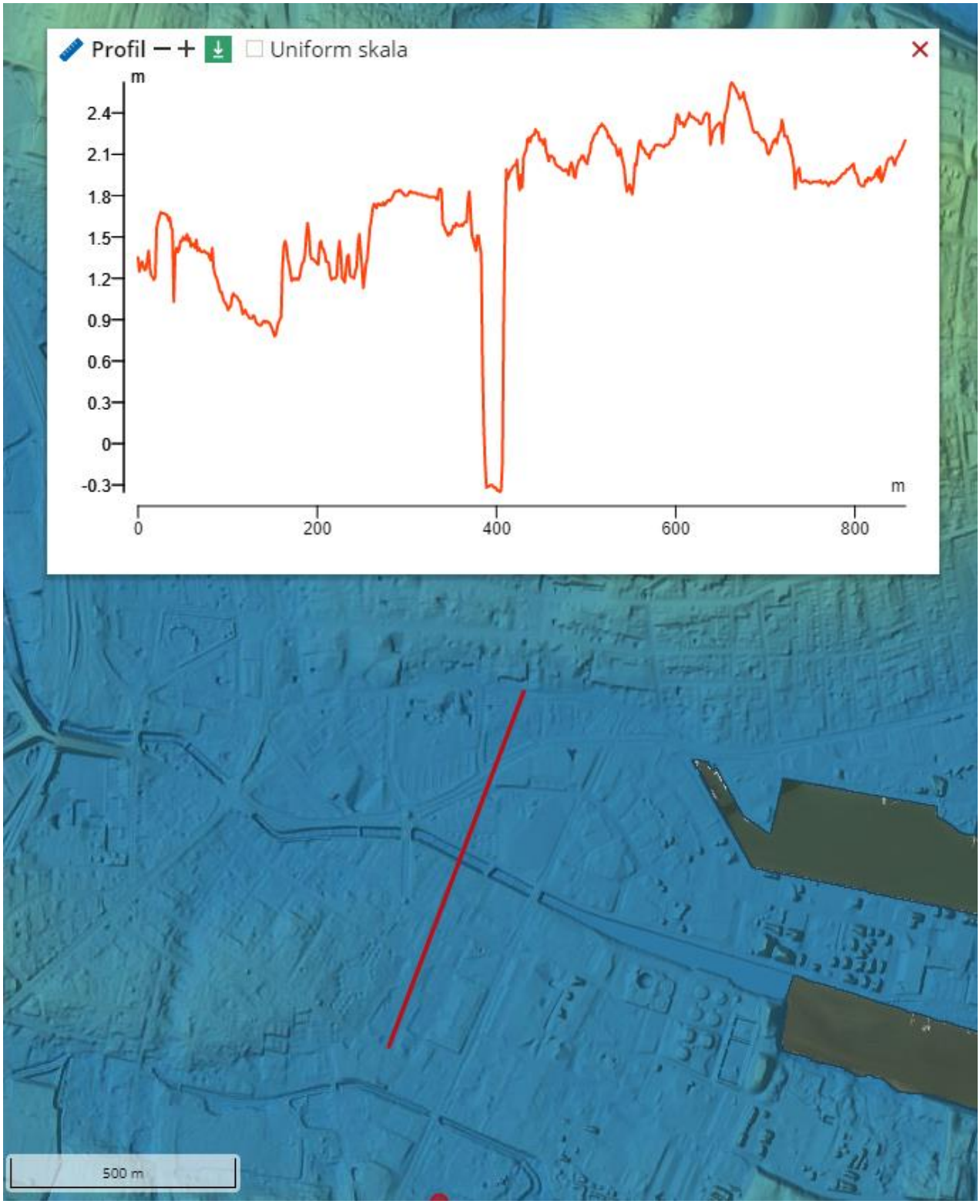
Pumpestationen i Aarhus Å er jf. oplysninger fra godkendelsen af etableringen dimensioneret ud fra en vandføring i Aarhus Å på 14-17 m^3/s. Det er i godkendelsen ikke angivet, hvilken gentagelsesperiode det svarer til. En overslagsberegning ud fra en ekstremvandføringsanalyse viser dog, at niveauet ligger omkring en gentagelsesperiode på 10-20 år uden klimafremskrivning. Med en klimafremskrivning på 1,15 – som er anvendt i Bygholm Å – er gentagelsesperioden estimeret til 5 år. Tilsvarende er pumpestationen i Bygholm Å dimensioneret til en klimafremskrevet 100 års afstrømningshændelse i Bygholm Å med vandtilbageholdelse i Bygholm Sø. I dimensioneringen af pumpestationen i Bygholm Å er der også indregnet et samtidigt bidrag fra udløb fra nedbør over Horsens by svarende til en klimafremskrevet nedbørshændelse med en gentagelsesperiode på 5 år. Jf. godkendelsen af pumpestationen i Aarhus er der ikke regnes med samtidig nedbør og afstrømning.

Pumpestationen i Omløbsåen har en samlet kapacitet på 7,5 m^3/s. Vandføringen i Omløbsåen er styret af fordelingen af vandføringen i Grejs Å mellem Omløbsåen og Mølleåen samt bidraget fra byen. Fordelingen mellem Omløbsåen og Mølleåen er estimeret til hhv. 55 % og 45 % af vandføringen i Grejs Å ved en medianmaksimum vandføring. Om der i dimensioneringen af pumpen også er regnet med denne fordeling under ekstreme vandføringer, vides ikke. I dimensioneringen er bidraget fra byen også ukendt. Såfremt fordelingen opretholdes under ekstremhændelser, og pumpen ikke skal bortpumpe vand fra byen, er kapaciteten estimeret til en afstrømningshændelse med en gentagelsesperiode på 200-500 år uden klimafremskrivning. Med en fremskrivning med klimafaktor 1,15 svarende til Bygholm Å, svarer kapaciteten til en hændelse med en gentagelsesperiode på 50 år.

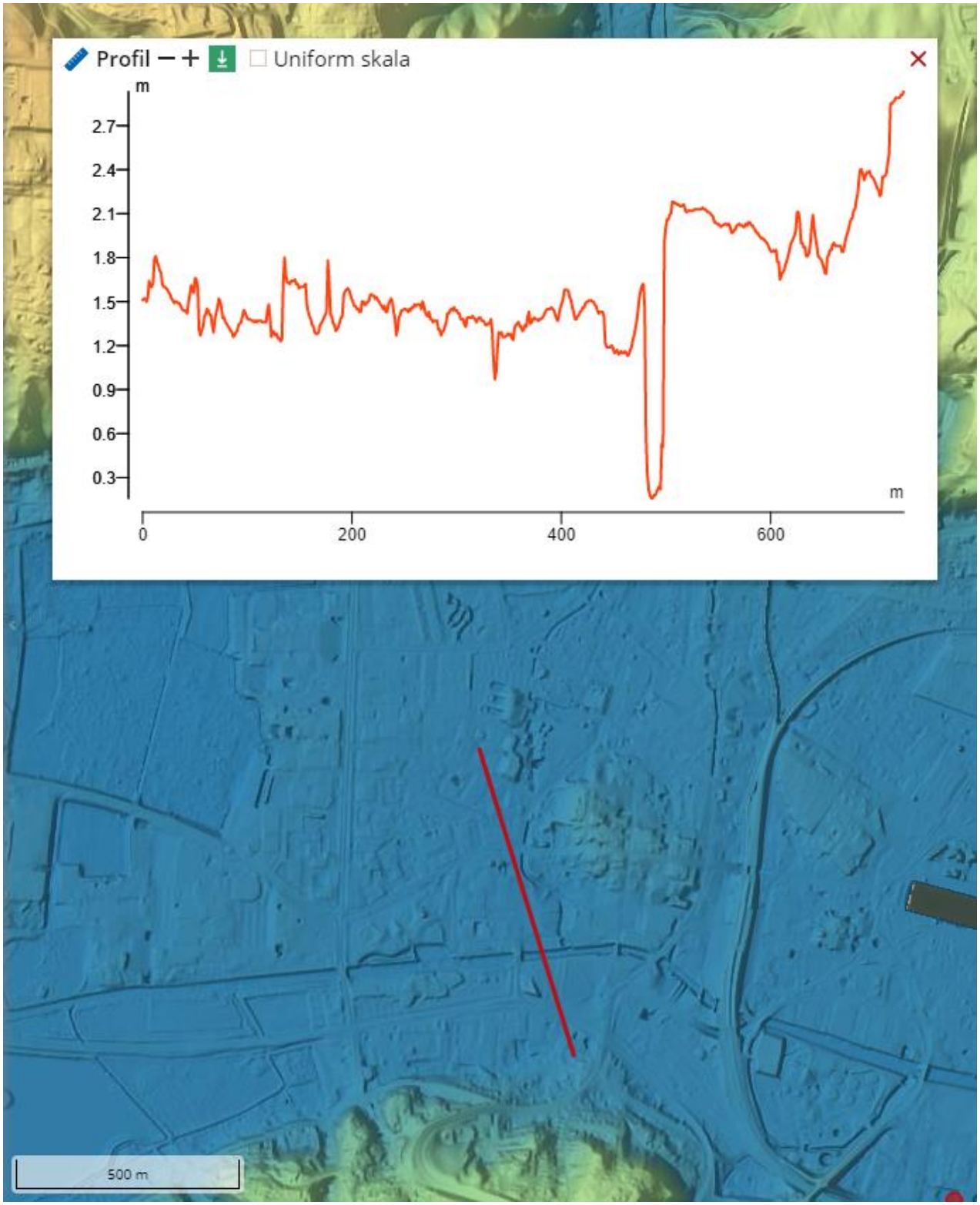
Vandløbsoplandet for Dagnæs Bæk og helt ud til en pumpestation i Ringvej Syd er kun 10 % af oplandet til Bygholm Å. Det fremgår også af bidraget fra vandløbet til dimensioneringen af pumpekapaciteten, som også tilsvarende er på 10 %. Det befæstede opland til Dagnæs Bæk er dog næsten dobbelt så stort som det befæstede opland til Bygholm Å (hhv. 366 ha og 186 ha) og bidraget fra byen er estimeret til 12 m^3/s ved en nedbørshændelse med en gentagelsesperiode på 5 år. Derfor er den foreslåede pumpekapacitet i Dagnæs Bæk 50 % af den foreslåede pumpekapacitet i Bygholm Å, selvom vandløbet er betydeligt mindre og oplandet kun er på 10 % af oplandet til Bygholm Å.

Ud fra ovenstående sammenligninger fremgår det, at sikringsniveauet i Horsens og Vejle er højere end i Aarhus. Sammenholdes ydermere beliggenheden af Horsens, Vejle og Aarhus fremgår det, at Aarhus ligger højere end Horsens og Vejle, hvor store dele af byerne ligger omkring kote 1 m. Det betyder, at risikoen for, at der er sammenfald mellem kritiske vandstande og store vandløbsvandføringer og/eller nedbør er større i Vejle og Horsens. Dette er bl.a. årsagen til det højere sikringsniveau. En anden årsag til de forskellige sikringsniveauer er, at pumpe-/sluseanlægget i Aarhus er dimensioneret for omkring 10 år siden og dimensioneringspraksissen for klimatilpasningsprojekter har ændret sig med nye klimamodeller, klimafaktorer og mere data.

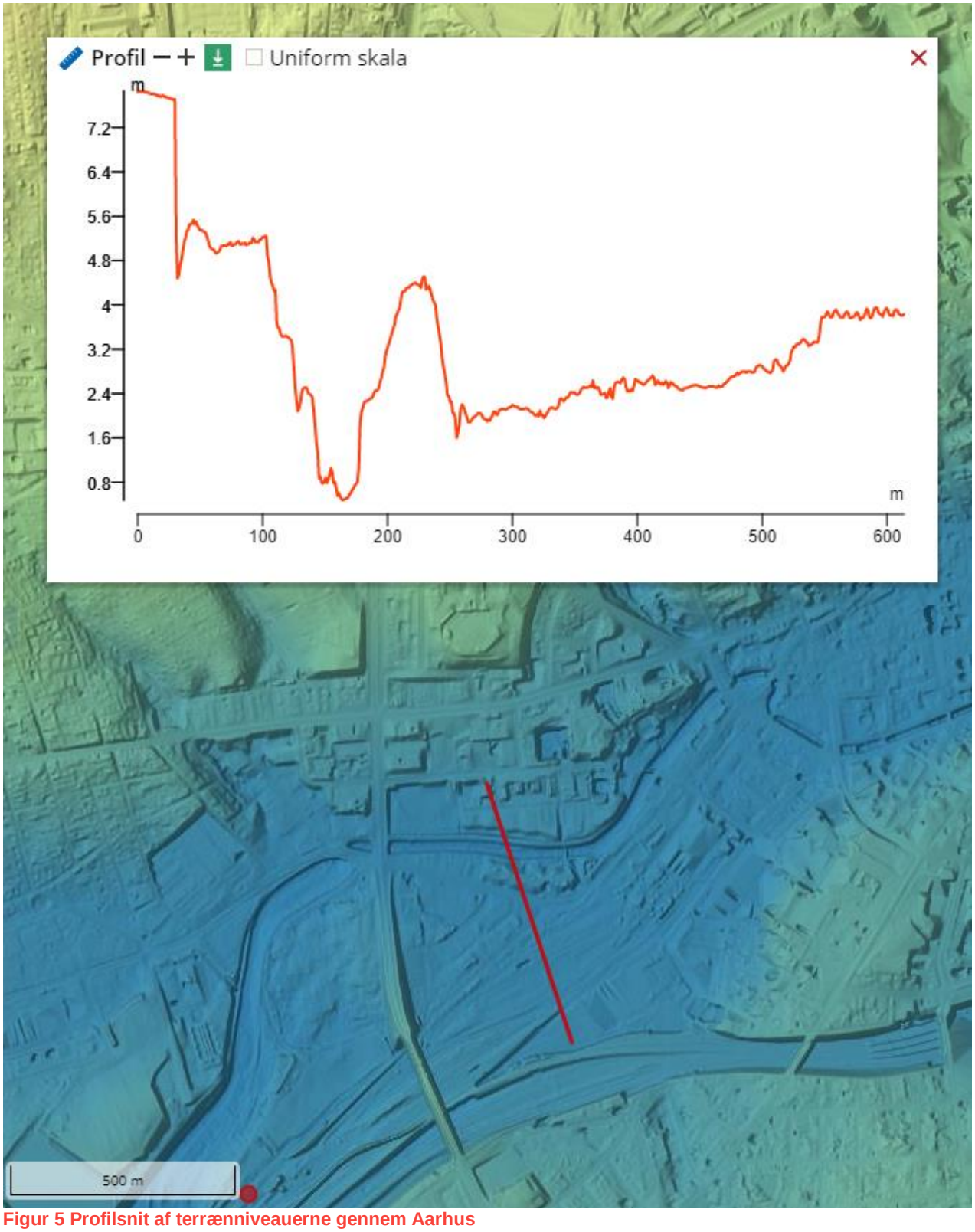
Profilsnit af terrænniveauerne gennem Horsens, Vejle og Aarhus fremgår af Figur 3, Figur 4 og Figur 5.



Figur 3 Profilsnit af terrænniveauerne gennem Horsens

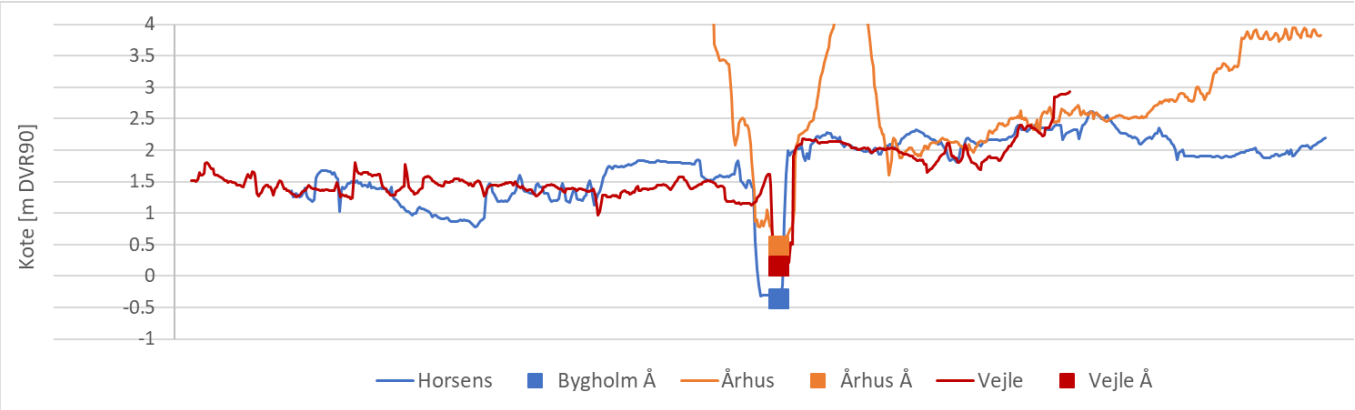


Figur 4 Profilsnit af terrænniveauerne gennem Vejle



Figur 5 Profilsnit af terrænniveauerne gennem Aarhus

På Figur 6 er de tre profilsnit sammenlignet. Her fremgår det, at de laveste terrænniveauer i profilsnittet fra Aarhus ligger omkring 1 m højere end de laveste terrænniveauer i profilsnittene fra hhv. Horsens og Vejle. Dermed er Horsens og Vejle mere udsatte for stormflodshændelser og klimaforandringernes påvirkning på havvanstanden.



Figur 6 Sammenligning af terrænniveauerne i de 3 profilsnit gennem Horsens, Vejle og Aarhus.

4 SAMTIDIGHED FOR NEDBØR, VANDLØB OG STORMFLOD

Til afvandingen af byen er sikringsniveauet fastlagt til kote 0,75 m for vandstanden i havnen. Det sikres ved en sluselukning i kote 0,6 m og pumpestart i kote 0,7 m under nedbør.

Med klimafremskrivning af havvandstanden til år 2100 bliver middelvandstanden i kote 0,6 m jf. klimascenarie RCP8.5. Sluselukningen og middelvandstanden er dermed identiske, hvilket betyder, at der er stor risiko for, at slusen er lukket under større nedbørshændelser. I de situationer vil bufferkapaciteten i havnebassinet og pumpekapaciteten være afgørende for, at sikringsniveauet for byens afvanding kan opretholdes.

I perioder uden nedbør kan der tillades en højere vandstand, da afvanding af byen ikke er nødvendig og tilbageløb gennem kloakken undgås med etablering af kontraklapper på alle udløb. Derfor er det foreslået, at slusen lukkes i kote 1,2 m og vandstanden holdes i det niveau med pumpen. Herved sikres byen mod stormflod højere end kote 1,2 m samtidig med at slusens lukketid reduceres og giver mulighed for fiskeoptræk.

For at bestemme den nødvendige pumpekapacitet samt pumpe- og lukketid er der gennemført kombinerede samtidighedsberegninger med de fulde tidsserier for hhv. nedbør, vandløbsafstrømning og havvandstand.

I beregningerne er der anvendt en styringsstrategi, så vandstanden i havnen ved begyndelsen af en nedbør ikke overstiger kote 0,7 m. Det sikres ved, at sluserne lukkes og vandstanden pumpes ned, hvis vandstanden er højere end 0,7 m 3 timer før nedbøren begynder.

Det er i beregningerne forudsat, at styringen i fremtiden skal baseres på nedbørsvarslinger fra en nedbørsradar, hvor varslingstiden er på 4-6 timer. Der findes ikke historiske data fra nedbørsradarer til anvendelse i beregningerne. Derfor er data fra nedbørsmåleren på Horsens Renseanlæg anvendt. I anvendelsen er det antaget, at alle de målte nedbør kunne have været varslet med en nedbørsradar med en varslingstid på minimum 3 timer.
Beregningerne er gennemført med ovenstående styringsstrategi på baggrund af historiske nedbørs-, vandførings-, og vandstandsdata samt klimafremskrevne data til hhv. år 2050 og 2100. Klimafremskrivningen er foretaget i forhold til klimascenarie RCP8.5. Resultaterne fremgår af Tabel 3.

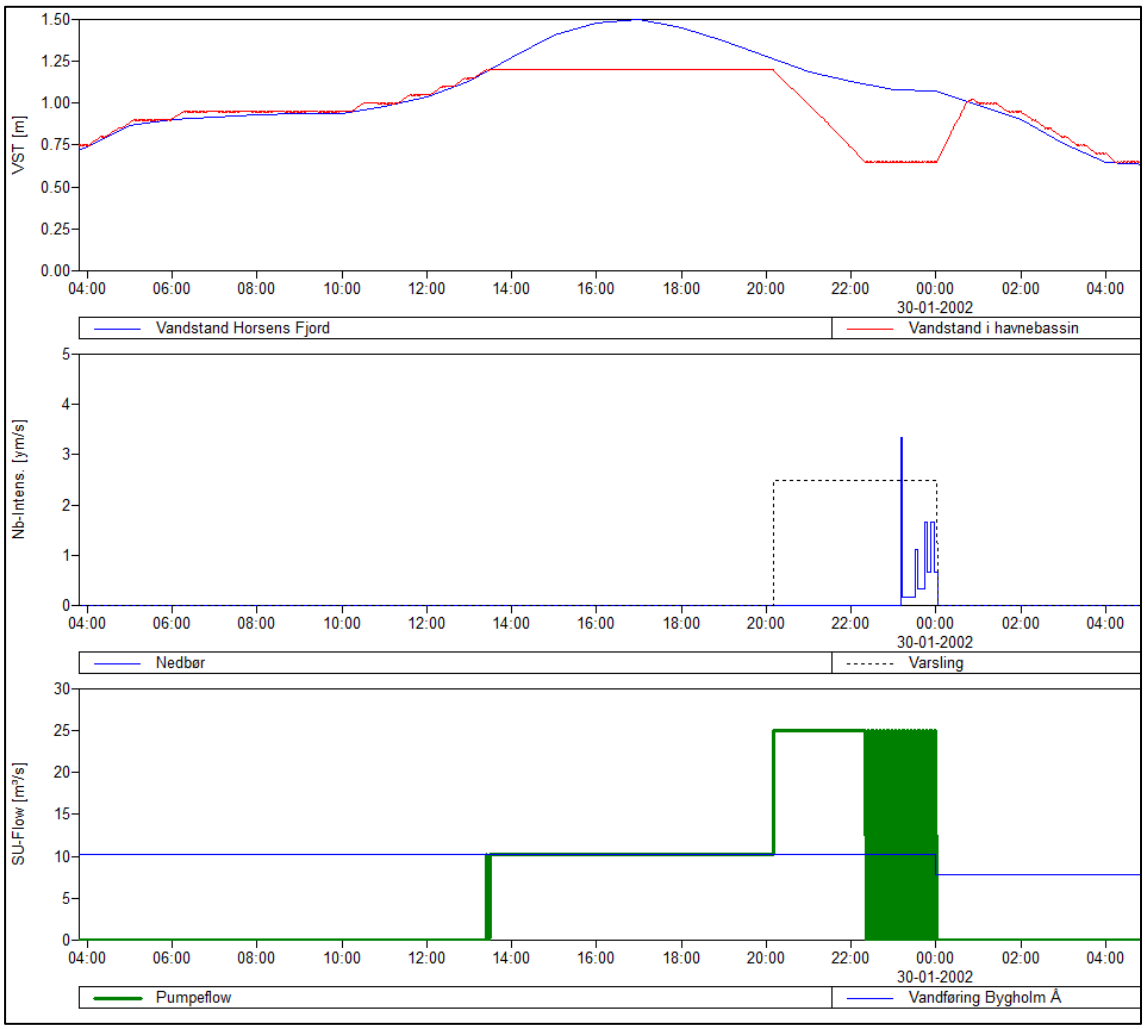
Vandløb	Bygholm Å		
Scenarie	**Historiske data**	**RCP8.5 år 2050**	**RCP8.5 år 2100**
Klimafremskrivning af vandstand [m]	0	0,4	0,6
Lukkekote [m DVR90]	0,6/1,2	0,6/1,2	0,6/1,2
Pumpestart [kote]	0,7/1,2	0,7/1,2	0,7/1,2
Pumpekapacitet [m^3/s]	**20**	**25***	**25***
Pumpetid [dage/år]	**1** (16t – 2t)	**10** (9+1)	**26** (22+4)
Lukketid for sluse [dage/år]	**1** (20t – 2t)	**13** (12+1)	**32** (28+4)

Tabel 3 Beregnet nødvendig pumpekapacitet samt pumpe- og lukketider med historiske og klimafremskrevne data. *Nedpumpning til kote 0,7 m ved varslet nedbør er dimensionsgivende ved beregning ud fra dataserierne.

For lukke- og pumpetiderne er resultaterne angivet som hele dage pr. år. I parentes er det angivet, hvor mange lukke- og pumpedage, der bruges i forbindelse med sikring af byens afvanding og stormflodssikring af byen. Det første tal angiver tiden for sikringen af byens afvanding mens det andet tal angiver tiden for stormflodssikringen. Resultatet for beregningerne med de historiske data er i parenteserne angivet i timer.

Forholdet mellem lukke- og pumpetiden til byens afvanding og stormflodssikringen viser, at sluserne og pumperne hovedsaligt er i drift for at sikre byens afvanding.

Resultattabellen viser også, at den nødvendige pumpekapacitet er beregnet til 20 m^3/s ud fra de historiske data mens de klimafremskrevne data medfører en pumpekapacitet på 25 m^3/s. Det er markeret, at nedpumpningen til kote 0,7 m ved varslet nedbør er dimensionsgivende for pumpekapaciteten ud fra de anvendte dataserier. Dette er illustreret med modelresultater på Figur 7, hvor driften under en stormflodshændelse er angivet.



Figur 7 Eksempel på nedpumpning af vandspejlet i havnebassinet før nedbør med den foreslåede strategi

Figuren er opdelt i 3 dele. Den øverste del viser vandstanden i hhv. fjorden (den blå linje) og i havnebassinet (den røde linje). Den midterste del viser den målte nedbør på renseanlægget i Horsens (den blå linje) og nedbørsvarslingen (den stiplede sorte linje). Den nederste del viser pumpeflowet (grøn linje) og vandføringen i Bygholm Å (den blå linje).

Det fremgår af figuren, at der ved stormflodshændelsens begyndelse ikke er varslet nedbør. Derfor tillades der et vandspejl i havnebassinet op til kote 1,2 m. Omkring kl. 14 overstiger vandstanden i fjorden kote 1,2 m, hvormed slusen lukkes og pumpen holder vandspejlet i det niveau. Vandføringen i Bygholm Å er det eneste bidrag til havnebassinet. Derfor er pumpeflowet på ca. 10 m^3/s svarende til vandføringen i åen. Kl. 20:15 varsles det, at der kl. 23:15 vil falde nedbør over Horsens. For at sikre afvandingen af byen pumpes vandstanden i havnebassinet ned til kote 0,7 m med et pumpeflow på 25 m^3/s. Vandstanden holdes i dette niveau indtil afstrømning fra byen er afsluttet.

Det bemærkes, at det ikke er nedbørsvolumen, som er afgørende for pumpekapaciteten, men derimod den tid det tager, at pumpe vandstanden i havnebassinet og vandføringen i vandløbet ned til kote 0,7

m, så nedbøren fra byen kan afledes. Ved vandstande over kote 0,7 m er det ikke muligt at afvande byen, ligesom det heller ikke er muligt at tilbageholde nedbøren i afløbssystemet, da der kun er det volumen til rådighed, som findes i ledningerne.

Varigheden for sænkningen af vandstanden fra kote 1,2 m til kote 0,7 m afhænger af vandføringen i Bygholm Å, men ligger i niveauet 2-3 timer. Dette er afgørende for mulighederne for styring i forhold til varsling.

Vandstanden i Horsens Fjord kan allerede i dag varsles med god nøjagtighed på døgnniveau. Dermed kan vandstandsvarslingen ligger til grund for styringen. Såfremt vandstanden indenfor det følgende døgn vil overstige kote 1,2 m bør sluselukning og pumpning klargøres for stormflodssikring. Såfremt vandstanden indenfor det følgende døgn vil overstige kote 0,7 m og der samtidig varsles nedbør bør sluselukning og pumpning klargøres for afvanding af byen. Nedbørsvarslingen har ikke samme gode nøjagtighed som vandstandsvarslingen. Derfor er det nødvendigt at anvende varsling fra nedbørsradarer sammen med de øvrige nedbørsprognoser. Varsling med nedbørsradarer har en større nøjagtighed end prognoserne mens varslingstiden er på 4-6 timer. Varslingstiden er dermed længere end nedpumpningstiden og det vil være muligt, at skifte fra stormflodsstyring til styring for afvanding af byen, såfremt nedbørsradaren varsler nedbør under stormflod.

Styringen af pumpe-/sluseanlægget kan foregå automatisk efter de styringsparametre, som er foreslået ovenstående. Styringen kan også foregå manuelt men her kan det blive en udfordring, at varslingstiden er på 4-6 timer, da det kan blive nødvendigt at aktivere anlægget hen over natten, hvormed det vil kræve døgnbemanding. En kombination af en automatisk og en manuel styring kan også praktiseres, hvor det manuelt er muligt at overstyre den automatiske styring. Valget af styringen vil med driftserfaring af anlægget blive tilpasset det nødvendige niveau, ligesom styringsparametrene løbende kan tilpasses.

Beregninger af ovenstående er gennemført med den valgte styringsstrategi. Styringsstrategien er valgt for at minimere lukketiden og pumpetiden. Alternative styringsstrategier kan også anvendes, f.eks. hvor nedbørsvarslinger med længere varslingstid anvendes. Her kan det vælges at holde vandstanden i kote 0,7 m, hvis der varsles nedbør indenfor det følgende døgn. Dermed vil det i ovennævnte eksempel være nødvendigt at lukke sluserne, når vandstanden overstige kote 0,6 m og starte pumperne, når vandstanden i havnebassinet overstiger kote 0,7 m, så vandstanden muliggør afvanding af byen langt tidligere. Herved vil det nødvendige pumpebehov svare til vandføringen i Bygholm Å frem til nedbørsafstrømningen begynder. Herefter vil pumpebehovet svare til den samlede vandføring fra Bygholm Å og byen. Denne styringsstrategi vil reducere pumpekapaciteten til nedpumpning men forøge både lukke- og pumpetiden.

I afsnit 2 viste resultaterne, at det var muligt at reducere ekstremvandføringerne med 4-5 m^3/s ved vandtilbageholdelse i Bygholm Sø. Denne reduktion vil også reducere den nødvendige pumpekapacitet i de situationer, hvor det er vandføringen i Bygholm Å, som er dimensionsgivende. I det ovenstående eksempel viste beregningerne, at det var nødvendigt med en pumpekapacitet på 25 m^3/s for at tømme vandstanden ned indenfor varslingstiden for nedbøren på 3 timer.

I eksemplet var vandføringen i Bygholm Å på 10 m^3/s. Ved denne vandføring i Bygholm Å vil vandføringen ikke kunne reduceres med 4-5 m^3/s ved vandtilbageholdelse, hvormed pumpekapaciteten heller ikke kan reduceres.

Samtidighedsberegningerne viser, at den samlede vandføring med nedbør fra byen og vandløbsvandføring kan overstige 20 m^3/s uden at vandløbsvandføringen er ekstrem og dermed ikke reduceres med 4-5 m^3/s.

Både beregningerne med styringsstrategien og den kombinerede vandføring af den naturlige afstrømning samt vandet fra Horsens by viser, at den nødvendige pumpekapacitet er på 20-25 m^3/s. Beregningerne er gennemført ud fra historiske sammenfald mellem havvandstand, nedbør og naturlig afstrømning. Derfor anbefales det, at pumperne dimensioneres med kapacitet på 25-30 m^3/s.

Styringsstrategien kan som udgangspunkt opsættes således:

A. Det regner (kan konstateres ved SAMNs regnmåler).
- Slusen lukkes ved vsp = 0,6.
- Pumpen startes ved vsp = 0,7.
- Aktion: Dette kræver intet varsel og kan automatiseres

B. Det regner ikke (kan konstateres ved SAMNs regnmåler).
- Slusen lukkes ved vsp = 1,2 og pumpen startes
  - Det begynder at regne (kan konstateres ved SAMNs regnmåler)
    - Slusen lukkes ved vsp > 0,6.
    - Pumpen startes ved vsp > 0,7.
    - Aktion: Dette kræver intet varsel og kan automatiseres
  - Nedbør varsles inden for 3-4 timer
    - Slusen lukkes ved vsp > 0,6.
    - Pumpen startes ved vsp > 0,7.
    - Aktion: Kombination af ”døgnbemandet sluse-team” og ”noget automatisering”

5 VALIDERING AF DET SAMLEDE SYSTEM

I de tidligere undersøgelser, som er beskrevet i notatet "Horsens Midtby" er der ikke gennemført beregninger, hvor pumpe-/sluseanlæggene ved Bygholm Å og Dagnæs Bæk er indarbejdet i modellerne.

I forbindelse med SAMN Forsynings undersøgelser af frit udløb er der i notatet "Aktivitet 3 – Hydraulisk vurdering af risiko for oversvømmelse og erosion" gennemført beregninger af en model, hvor pumpe-/sluseanlægget ved Bygholm Å er indarbejdet. Med udgangspunkt i den model er pumpe-/sluseanlægget ved Dagnæs Bæk også indarbejdet. Begge pumpe-/sluseanlæg er indarbejdet efter anbefalingerne i notatet "Horsens Midtby".

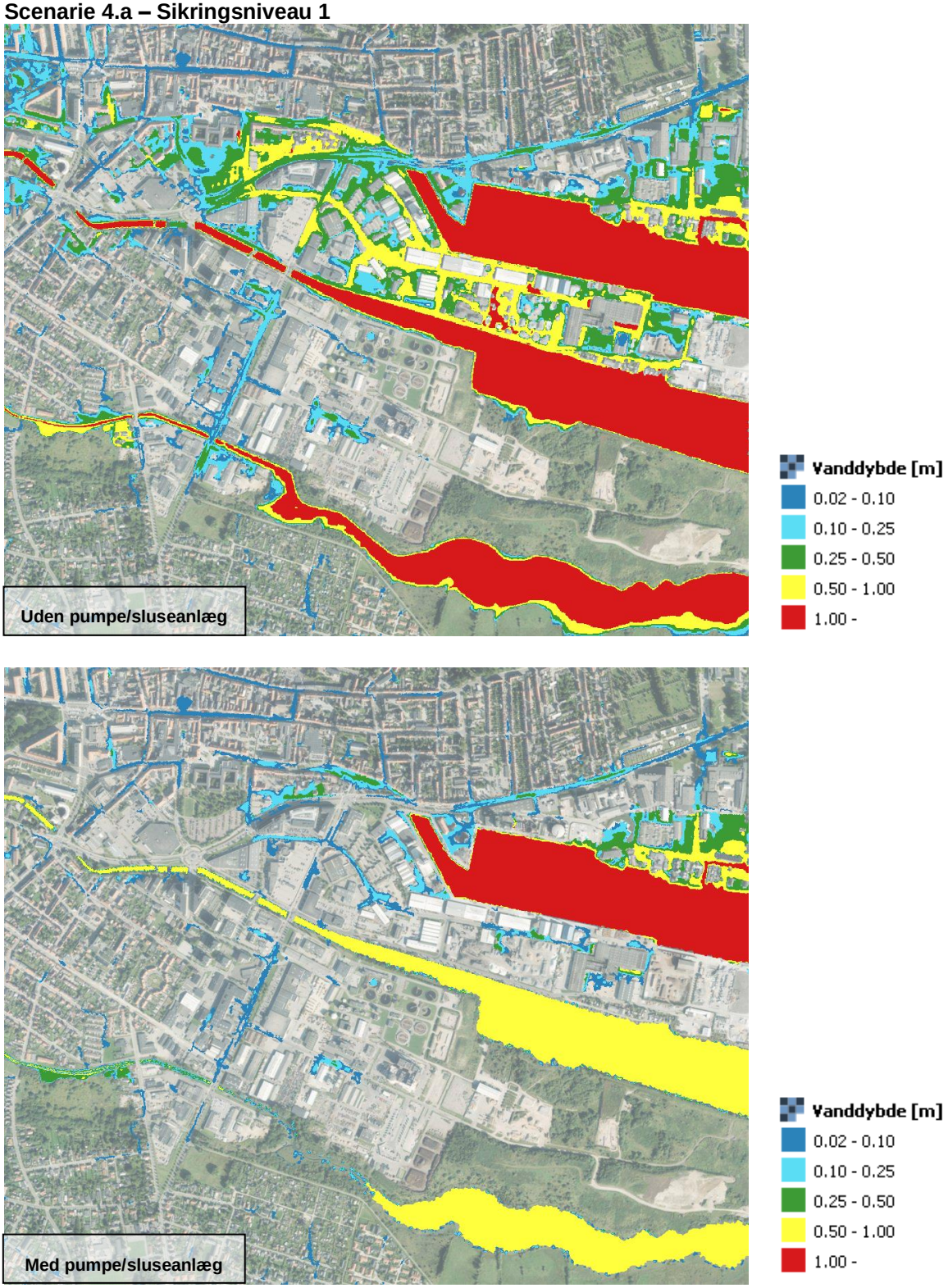
I notatet "Horsens Midtby" er der gennemført en række scenarieberegninger, hvoraf Scenarie 4.a, 4.b, 4.c og 5 er med varierende havvandstand, se Tabel 4. Disse beregningsscenarier er også gennemført med den opdaterede model hvor pumpe-/sluseanlæggene er indarbejdet.

Sce.	Navn	Status	Hyd. red [-]	Fortætning [-]	Usikkerhed [-]	T_Nedbør [år]	Klimafaktor [-]	Vandstand [m DVR90]	Vandløbsvandføring
4.a	Sikringsniveau 1	Plan	0,9	1,075	1,2	2	1,24	Som Ingolf opjusteret til kote 1,8 m	Middel
4.b	Sikringsniveau 1	Plan	0,9	1,075	1,2	2	1,24	Som Ingolf opjusteret til kote 1,8 m	20 m^3/s
4.c	Sikringsniveau 1	Plan	0,9	1,075	1,2	5	1,24	Som Ingolf opjusteret til kote 1,8 m	Middel
5	Sikringsniveau 2	Plan	0,9	1,075	1,2	Ingen nedbør	-	Som Ingolf opjusteret til kote 2,6 m	Middel

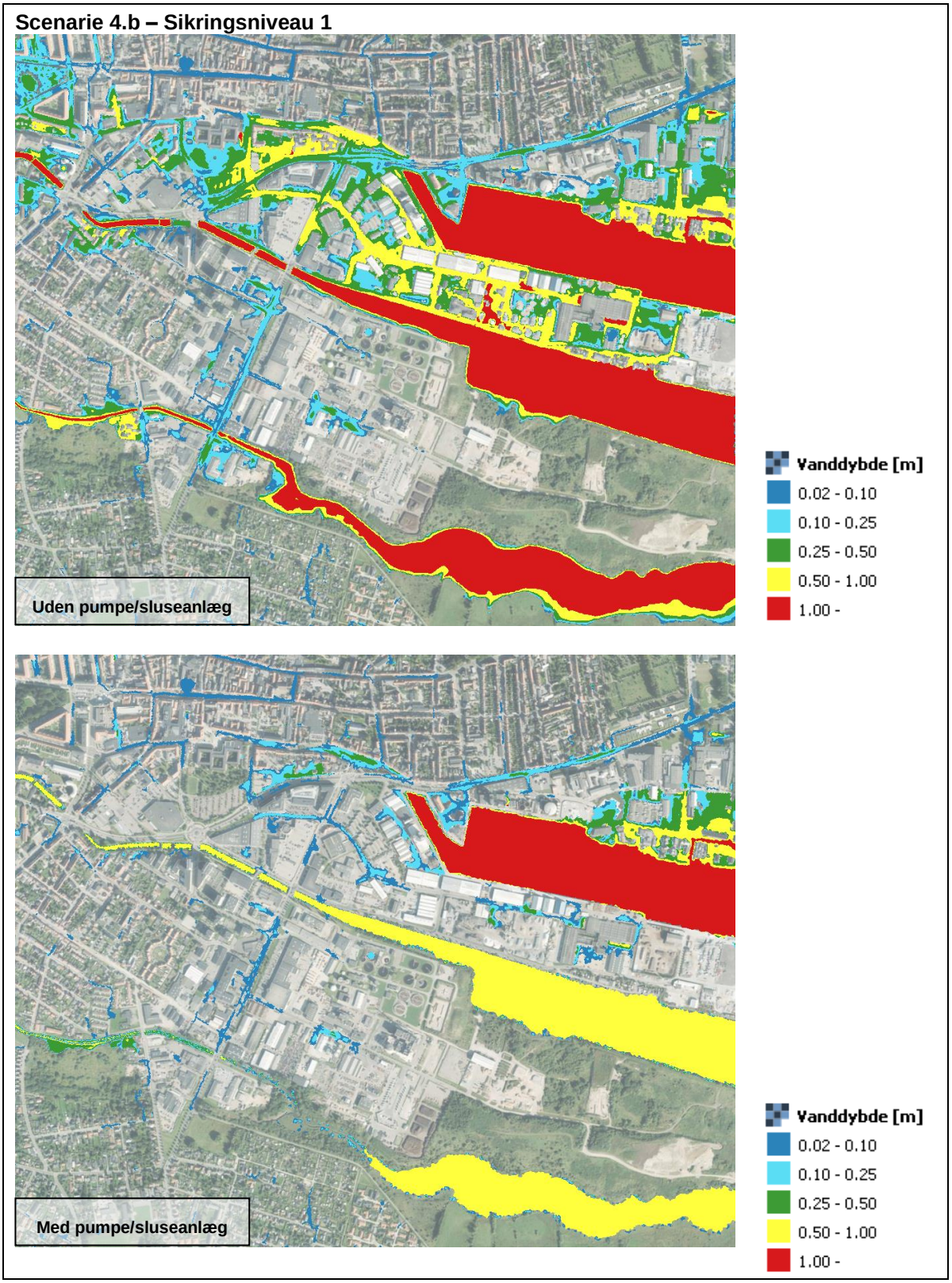
Tabel 4 Beregningsscenarier med varierende vandstand fra notatet "Horsens Midtby"

Pumpe-/sluseanlæggenes funktion er valideret ved at sammenholde oversvømmelseskortene fra modelberegninger med og uden pumpe-/sluseanlæggene, se Figur 8 - Figur 11.

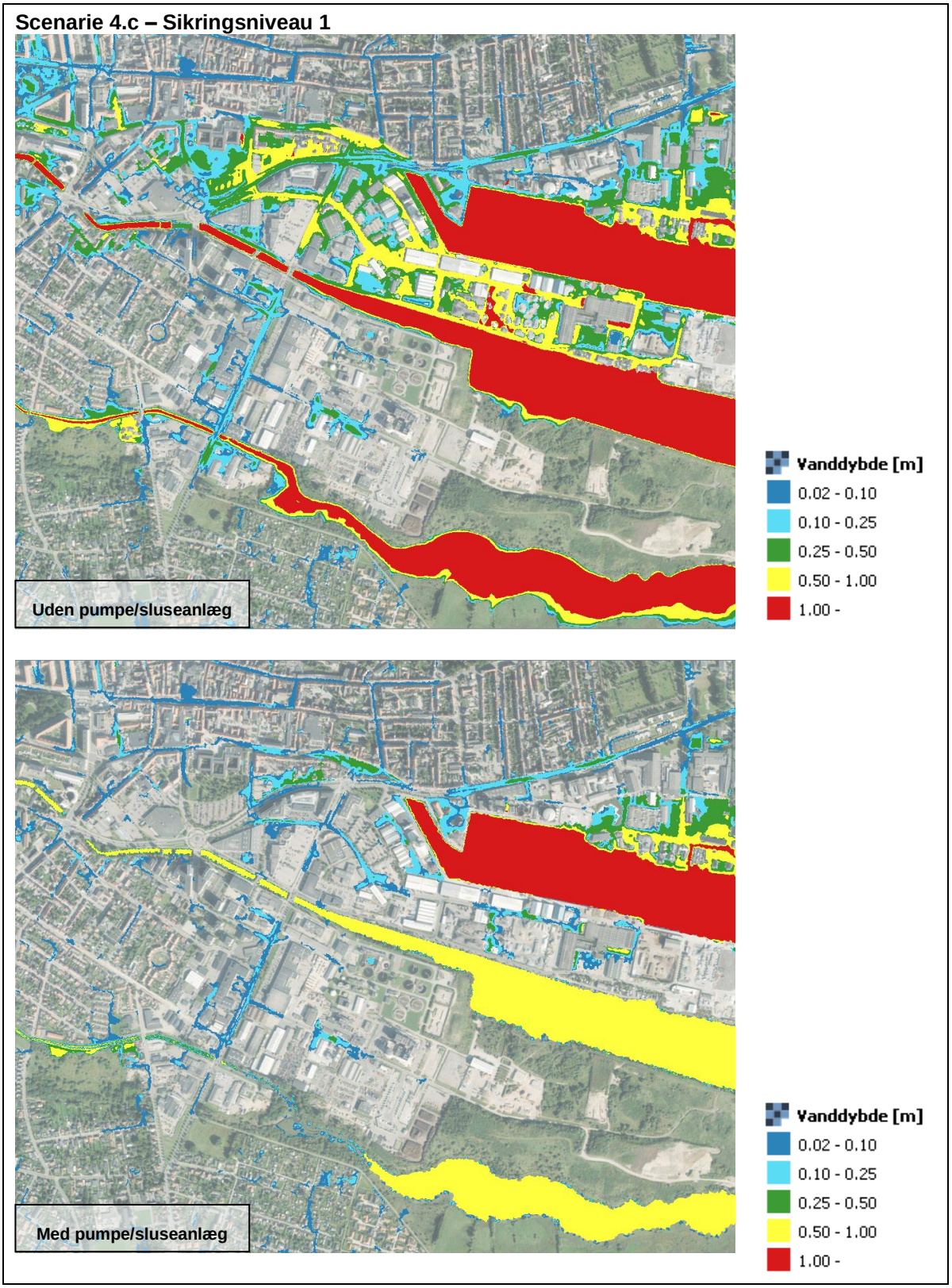
Scenarie 4.a – Sikringsniveau 1



Figur 8 Sammenligning af oversvømmelseskort fra scenarieberegning 4.a uden og med pumpe/sluseanlæggene

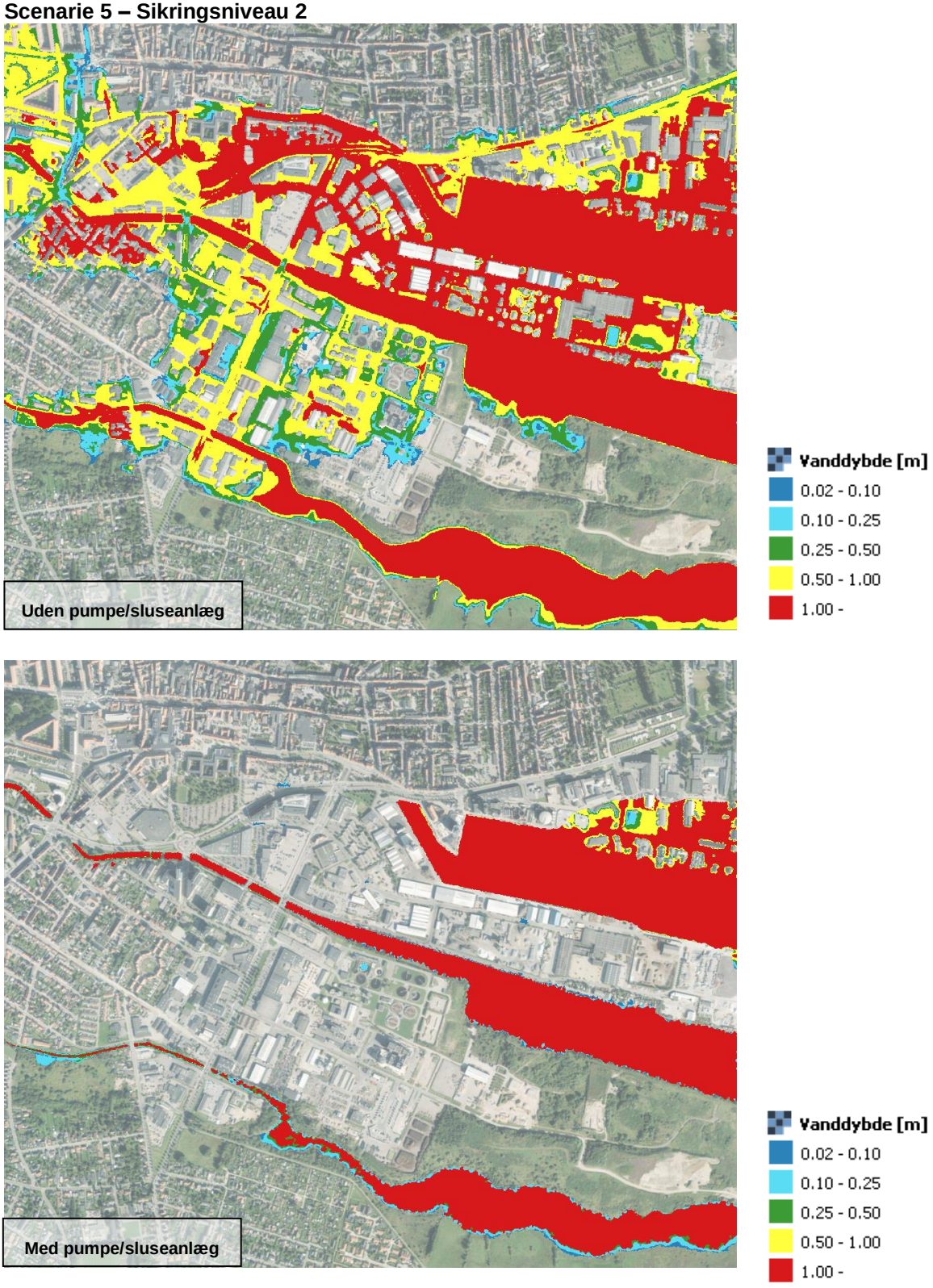


Figur 9 Sammenligning af oversvømmelseskort fra scenarieberegning 4.b uden og med pumpe/sluseanlæggene



Figur 10 Sammenligning af oversvømmelseskort fra scenarieberegning 4.c uden og med pumpe/sluseanlæggene

Scenarie 5 – Sikringsniveau 2



Figur 11 Sammenligning af oversvømmelseskort fra scenarieberegning 5 uden og med pumpe/sluseanlæggene

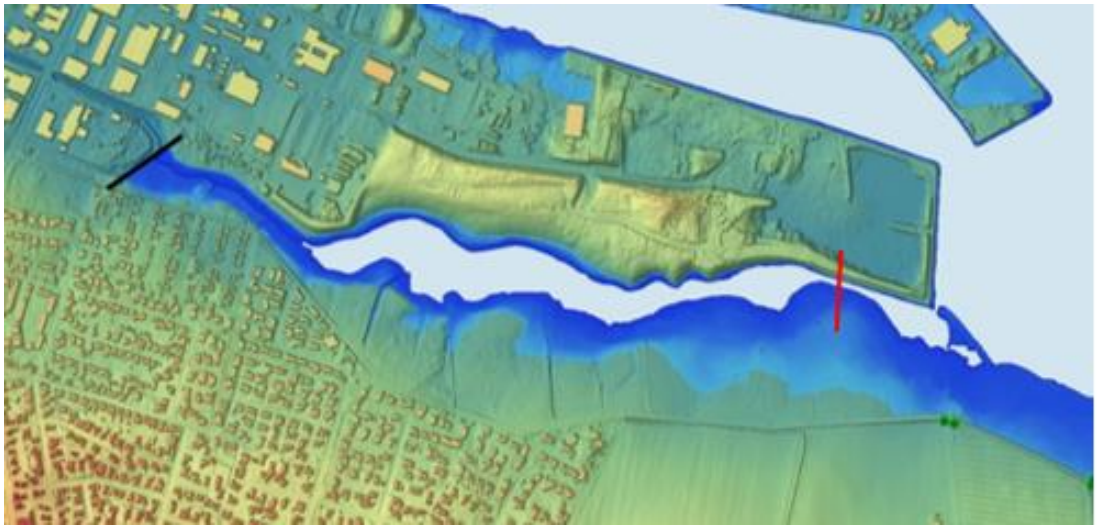
Figur 8 - Figur 11 viser, at byen friholdes fra oversvømmelserne fra stormflod med etablering af pumpe-/sluseanlæggene, og at de dermed har den ønskede funktion. Resultaterne af beregningerne ved samtidig stormflod og nedbør, som fremgår af Figur 8 - Figur 10, viser dog også, at der vil forekomme oversvømmelser. Oversvømmelserne skyldes, at der med vandstandene i hhv. Bygholm Å og Nordhavnen ikke er tilstrækkelig kapacitet i kloakledningerne til at bortlede regnvandet.

For ledningerne med udløb til Nordhavnen skyldes oversvømmelserne, at vandstanden ikke pumpes ned i Nordhavnen, da den ikke er omfattet af projektet. Oversvømmelserne på Åboulevarden og ved Emilieplads er bl.a. påvirket af de forhold. I projektet vedr. I Å-kvarteret arbejdes der med løsninger, som skal afhjælpe disse oversvømmelser.

For ledningerne med udløb i Bygholm Å skyldes oversvømmelserne, at ledningerne er dimensioneret til afledning af regnvand til et lavere vandstandsniveau end det foreslåede med pumpestyring. Hertil kommer at større områder og mere befæstede områder skal afvandes i dag end da ledningerne blev projekteret. I notatet ”Horsens Midtby” er der arbejdet med et fremtidigt serviceniveau, som tillader afledning af vand på terræn via strømningsveje. Ved etablering af strømningsvejene håndteres de angivne oversvømmelser, så vandet afledes på terræn uden at give skadesforvoldende oversvømmelser.

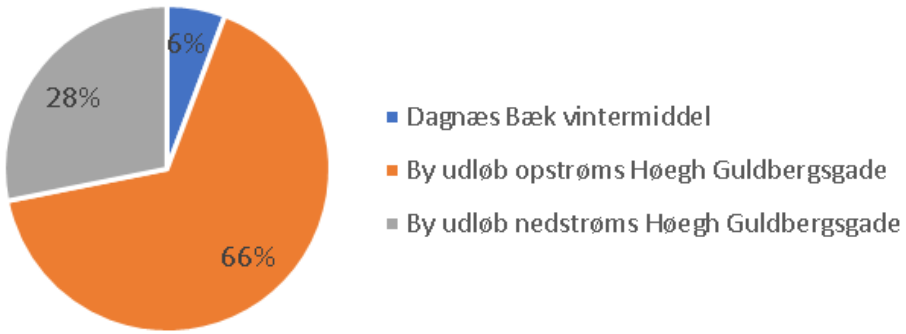
6 PLACERING AF PUMPER VED DAGNÆS BÆK

Det er undersøgt, hvor meget den nødvendige pumpekapacitet kan reduceres ved at flytte pumpen opstrøms, som markeret på Figur 12.



Figur 12 Sort linje angiver forslag til alternativ placering af pumpe-/sluseanlægget ved Dagnæs Bæk. Rød linje angiver den oprindelige placering

Undersøgelsen er foretaget på baggrund af tidligere gennemførte beregninger, hvor der er regnet med en vintermiddel afstrømning i Dagnæs Bæk samt en nedbørshændelse med en gentagelsesperiode på 5 år. På Figur 13 er det opgjort, hvor stort volumenbidraget af vandføringen er til den oprindelige placering af pumpe-/sluseanlægget ved Dagnæs Bæk.



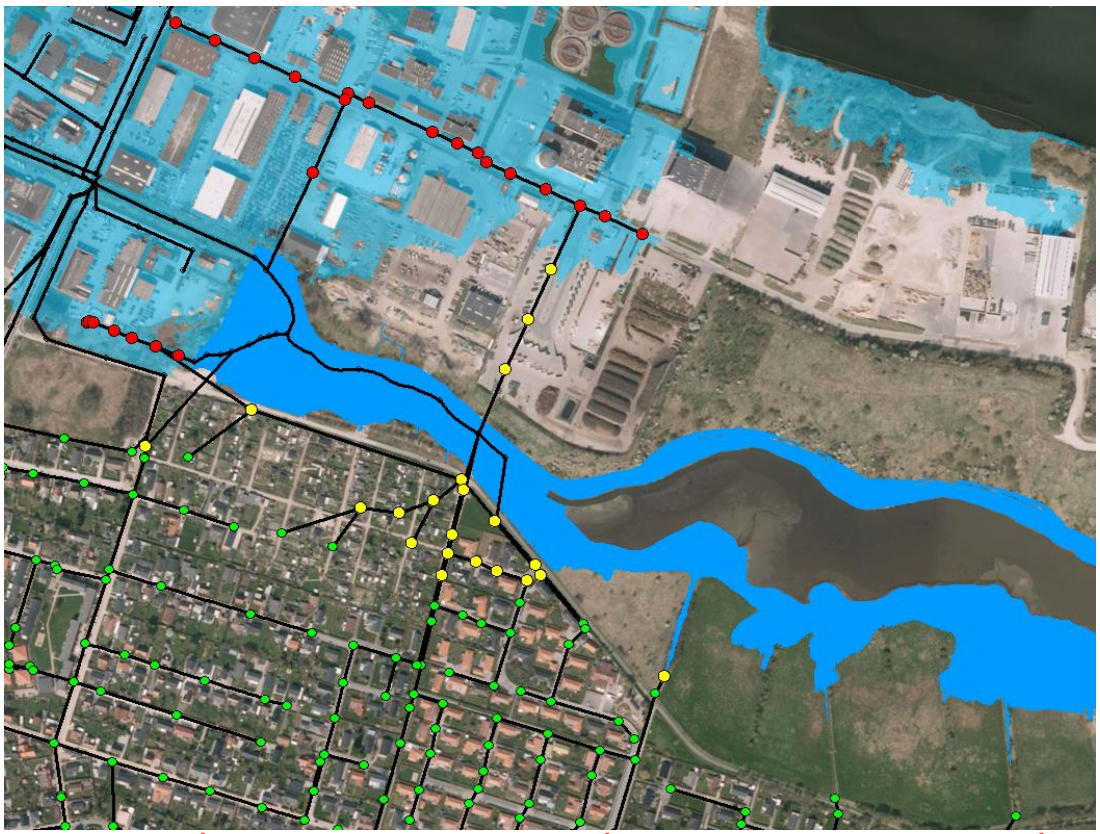
Figur 13 Volumenfordeling af vandføring til den oprindelige placering af pumpe/sluse anlægget ved Dagnæs Bæk

Figuren viser, at lidt mindre end 1/3 af det samlede vandvolumen ledes til pumpe-/sluseanlægget nedstrøms Høegh Guldbergs Gade. Den vandmængde skal ikke bortpumpes, såfremt pumpe-/sluseanlægget flyttes til den alternative placering, som angivet på Figur 12.

Oversvømmelsesrisikoen og den fremtidige overfladeafvanding er vurderet ud fra den foreslåede alternative placering af pumpe-/sluseanlægget.
Med den alternative placering vil der være regnvandsledninger, som har udløb nedstrøms slusen. Disse udløb og de opstrømsliggende ledninger kan blive påvirket af vandstanden i Horsens Fjord.

Nedenstående på Figur 14 er det kortlagt, hvilke områder der vil blive oversvømmet ved en vandstand i fjorden i kote 2,6 m (mørkeblåt område) samt hvilke områder, der ligger lavere end kote 2,6 m og som er beskyttet af pumpe/sluse anlægget (skraveret blåt område). På kortet er det også angivet, hvilke brønde som ligger over kote 2,6 m (grønne punkter), hvilke brønde som vil være stuvningspåvirket (gule punkter) og hvilke brønde som vil give oversvømmelse (røde punkter) ved en vandstand i kote 2,6 m. Brøndene kan sikres mod oversvømmelse fra hav med kontraklapper på udløbene.

Fra udløbene er det ikke muligt at aflede overfladevand samtidig med stormflod. Under sådanne situationer vil området sandsynligvis kunne afvandes via Høgh Guldbergs Gade.



Figur 14 Mørkeblå farve angiver oversvømmede områder ved en vandstand i kote 2,6 m. Blå skravering angiver områder under kote 2,6 m, der er beskyttet af pumpe/sluse anlægget. Grønne punkter angiver brønde over kote 2,6 m, gule punkter angiver brønde, der er stuvningspåvirket mens røde punkter angiver brønde, som vil give oversvømmelse som følge af stuvning.

I notatet ”Horsens Midtby” er det beskrevet, at vandstanden ved udløbet af Dagnæs Bæk kun har en mindre betydning for oversvømmelserne i områderne omkring Dagnæs Bæk. Det skyldes, at der i Dagnæs Bæk er betydende bundhældning, som også påvirker vandspejlsgradienten. Det medfører, at den beregnede maksimale vandstand ca. 700 m opstrøms Høgh Guldbergs Gade kun varierer med ca. 3 cm i de tidligere gennemførte følsomhedsberegninger ved vandstande i hhv. kote 0,0 m og kote 1,0 m. Oversvømmelsesdybderne afhænger dermed af nedbøren samt kapaciteten i kloakledningerne og Dagnæs Bæk, og kun i meget begrænset omfang af vandstanden i fjorden op til kote 1,0 m.
Påvirkningen af vandstanden på oversvømmelserne er også vist på Figur 15, hvor udbredelsen af oversvømmerne er angivet ved en nedbørshændelse med en gentagelsesperiode på 5 år samt vandstande ved udløbet af Dagnæs Bæk i kote 0,75 m, 1,0 m og 1,25 m.



Figur 15 Oversvømmelsesudbredelse med vanddybder større end 10 cm ved nedbørshændelse med gentagelsesperiode på 5 år og vandstand i fjorden i kote 0,75 m (grøn), i kote 1,00 m (gul) og i kote 1,25 (rød)

Figur 15 viser, at forøgelsen i oversvømmelsesudbredelserne er begrænset mellem vandstande i kote 0,75 m og 1,0 m. Ved en vandstand i kote 1,25 m er udbredelserne derimod lidt større, da der er et lavtliggende område vest for Bjerrevej, som påvirkes (se Figur 16).



Figur 16 Oversvømmelsesudbredelserne ved det lavtliggende område vest for Bjerrevej. Oversvømmelsesudbredelse viser vanddybder større end 10 cm ved nedbørshændelse med gentagelsesperiode på 5 år og vandstand i fjorden i kote 0,75 m (grøn), i kote 1,00 m (gul) og i kote 1,25 (rød)

Tilsvarende beregningerne for pumpe-/sluseanlægget ved Bygholm Å er der for anlægget ved Dagnæs Bæk gennemført samtidighedsberegninger. Samtidighedsberegningerne er gennemført for et anlæg med en placering svarende til den alternative placering angivet på Figur 12. I beregningerne er regnet med en lukke- og pumpekote i 1,2 m. I forhold til anbefalingerne i notatet "Horsens Midtby", hvor lukkekoten var i 0,6 m og pumpekoten var i 0,7 m, er det en betydelig ændring. Ændringen er foretaget, da ovenstående viser, at effekten på oversvømmelsesudbredelsen ved nedpumpning af vandstanden til kote 0,7 m er begrænset.

Beregningerne er gennemført baggrund af historiske nedbørs-, vandførings-, og vandstandsdata samt klimafremskrevne data til hhv. år 2050 og 2100. Klimafremskrivningen er foretaget i forhold til klimascenarie RCP8.5. Resultaterne fremgår af Tabel 5.

Vandløb	Dagnæs Bæk		
Scenarie	**Historiske data**	**RCP8.5 år 2050**	**RCP8.5 år 2100**
Klimafremskrivning af vandstand [m]	0	0,4	0,6
Lukkekote [m DVR90]	1,2	1,2	1,2
Pumpestart [kote]	1,2	1,2	1,2
Pumpekapacitet [m^3/s]	**1,5****	**3****	**5****
Pumpetid [dage/år]	**0** (3t)	**1**	**5**
Lukketid for sluse [dage/år]	**0** (3t)	**1**	**5**

Tabel 5 Beregnet nødvendig pumpekapacitet samt pumpe- og lukketider med historiske og klimafremskrevne data.

****Samtidigheden mellem nedbør og vandstand i kote 1,2 m eller mere er dimensionsgivende ved beregning ud fra dataserier**

Resultaterne i Tabel 5 viser på baggrund af beregningerne med de historiske tidsserier, at vandstanden kan opretholdes i kote 1,2 m ved pumpe/sluse anlægget med en pumpe med en kapacitet på 1,5 m^3/s. Klimafremskrevet til år 2100 skal kapaciteten forøges til 5 m^3/s for at opretholde denne vandstand. Tabellen viser også, at det kun er i meget kort tid, at pumpe-/sluseanlægget vil være i drift ud fra de historiske data (3 timer pr. år). Klimafremskrevet til år 2100 vil anlægget være i drift 5 dage om året.

Den korte driftstid både under de nuværende og klimafremskrevne forhold er i god overensstemmelse med de fiskeinteresser, som er i Dagnæs Bæk vandløbssystemet, da anlægget ikke vil påvirke fiskeoptræk.

Den estimerede nødvendige pumpekapacitet er betydeligt mindre end den anbefalede i notatet "Horsens Midt", hvor den var på 15 m^3/s. Anbefalingerne til den reducerede pumpekapacitet skyldes den øgede lukke- og pumpekote fra kote 0,6 m til 1,2 m, hvormed sandsynligheden for sammenfald mellem høj vandstand i fjorden og kraftig nedbør og/eller stor afstrømning er reduceret betydeligt, da der ikke længere skal tages hensyn til strandengene (kote 0,6 m).

Med en lukke- og pumpekote i 1,2 m vil det være nødvendigt at sikre afvandingen af Høgh Guldbergs Gade. De tidligere beregninger viser, at oversvømmelsesudbredelserne på Høgh Guldbergs Gade forøges ved vandstande omkring kote 1 m. Derfor kan en alternativ afvanding på selve vejbanen eller i terrænære grøfter/rende blive nødvendig.

Tilsvarende Høgh Guldbergs Gade viser beregningerne oversvømmelser af det lave område vest for Bjerrevej ved vandstande over kote 1 m. En alternativ afvanding for dette område kan derfor blive nødvendig evt. ved terrænnær afvanding samt et dige ud mod Dagnæs Bæk.

Længere opstrøms Dagnæs Bæk, hvor lukke- og pumpekoterne kun har en lille effekt vil en forøget kapacitet i Dagnæs Bæk afhjælpe oversvømmelsesudbredelserne.

Den alternative placering af pumpe-/sluseanlægget ved Dagnæs Bæk er foreslået i et §3 beskyttet naturområde, se Figur 17.



Figur 17 §3 beskyttet natur ved den alternative placering af pumpe/sluse anlægget

Oversigten over den §3 beskyttede natur ved den alternative placering af pumpe-/sluseanlægget viser, at anlægget er foreslået placeret i et beskyttet moseområde.

Der er ud fra fotos fra moseområdet lavet en vurdering af den beskyttede moses naturværdi. Umiddelbart vurderes naturværdien ikke til at være god og at en dispensation til etablering af pumpe-/sluse anlægget bør være muligt. Dette skal dog afgøres gennem en besigtigelse og registrering på lokaliteten, hvorefter der kan ansøges om dispensation hos Horsens Kommune.

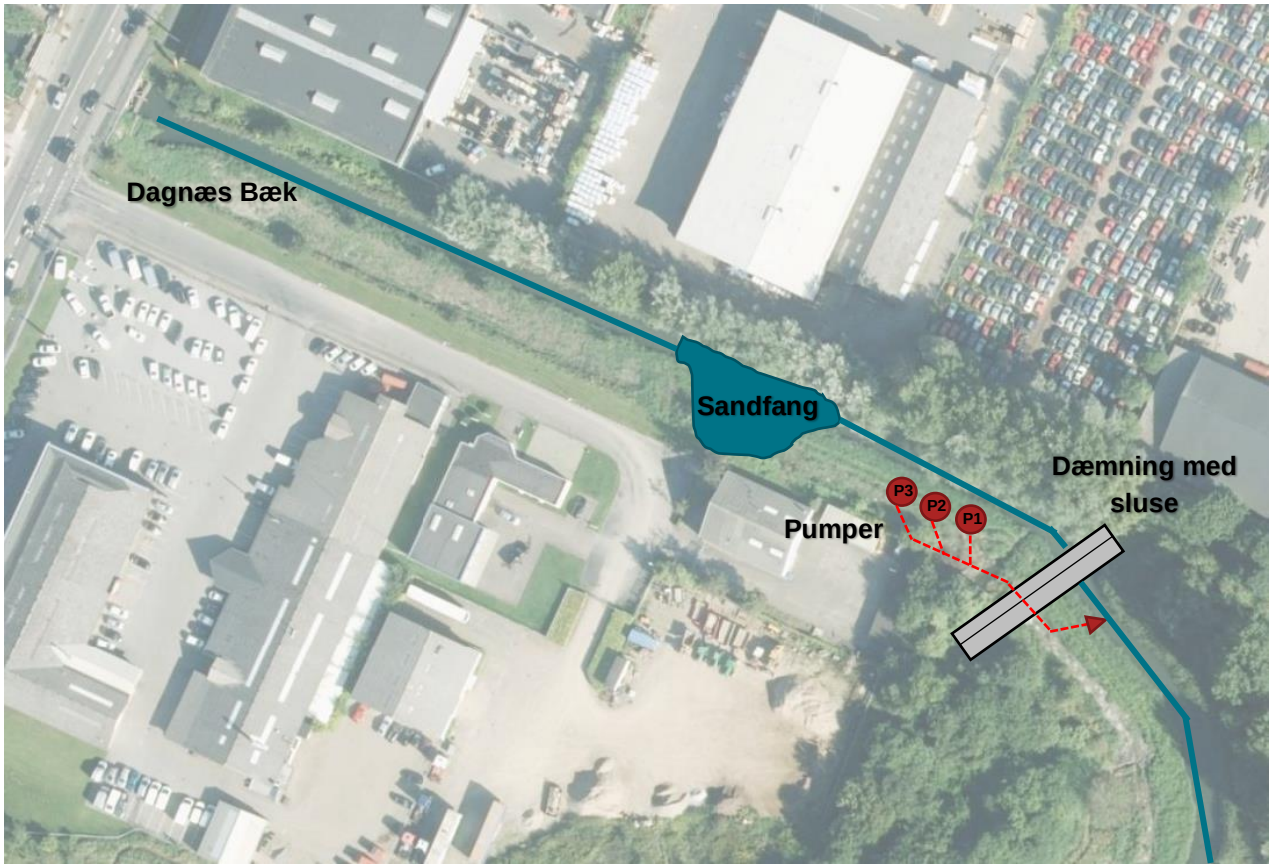
Foto af brinken langs Dagnæs Bæk ses på Figur 18.



Figur 18 Foto af brinken langs Dagnæs Bæk

Selvom pumpe-/sluseanlægget flyttes længere ind mod Høgh Guldbergs Gade, skal kapaciteten i vandsluget gennem vejdæmningen for omfartsvejen fortsat være på minimum 15 m^3/s ved en vandstand i Horsens Fjord på kote 2,6 m. Kapaciteten i sluget skal opretholdes, da pumpens placering ikke er betydende for den vandmængde, der skal afvandes fra Dagnæs Bæk og Horsens by.

Tabel 5 viser, at den nødvendige pumpekapacitet vil forøges med klimafremskrivningen. Det foreslås derfor, at der ved etableringen af pumpe-/sluseanlægges klargøres til 3 pumper med en samlet kapacitet på 6 m^3/s. Det kan gøres ved, at der sættes 3 pumpebrønde på den sydlige brink af Dagnæs Bæk, se Figur 19.

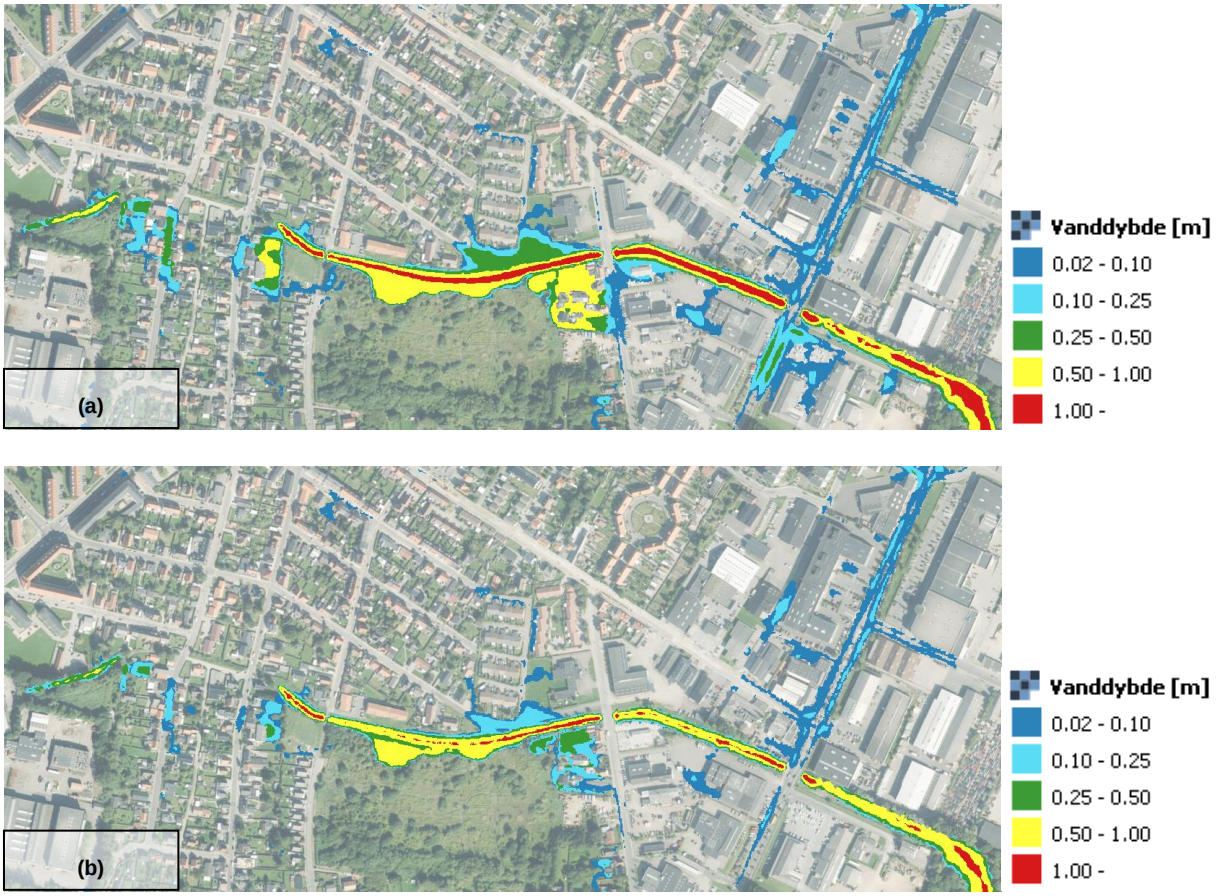


Figur 19 Princip tegning af sandfang og pumpe/sluse anlæg ved Dagnæs Bæk

Som udgangspunkt bestykkes i første omgang de 2 pumpebrønde med propellerpumper med en kapacitet på 2 m^3/s. Den 3. pumpebrønd kan senere bestykkes med en tilsvarende propellerpumpe.

Pumperne vil være i drift, når sluserne er lukket. Dermed vil der være stillestående vand på indersiden af sluserne. Med det stillestående vand kan en evt. sandtransport i Dagnæs Bæk aflejres på indersiden af sluseanlægget. For at muliggøre opsamling af sandet foreslås det, at der etableres et sandfang i Dagnæs Bæk opstrøms sluseanlægget, se Figur 19. Sandfanget skal ligesom pumperne kunne tilgås og driftes fra den sydlige brink.

I Dagnæs Bæk findes der i dag kontraklapper ved underføringen under Høegh Guldbergs Gade. Kontraklapperne sikrer Dagnæs Bæk mod oversvømmelser ved stormflod, hvor vandet således ikke kan løbe baglæns ind i vandløbet. Kontraklapperne er ikke kombineret med pumper. Ved længerevarende hændelser vil vandet derfor stige op i Dagnæs Bæk indtil, at vandstanden er højere end i fjorden og kontraklapperne åbnes. Kontraklapperne sikrer Dagnæs Bæk mod stormflod op til kote 1,7 m. Der er lavet en beregning af oversvømmelsesudbredelsen ved en kombineret hændelse med en vandstand i kote 1,7 m, en vintermiddel afstrømning i Dagnæs Bæk samt en nedbørshændelse med en gentagelsesperiode på 5 år. Udbredelsen ses på Figur 20 (a) ved nuværende forhold og Figur 20 (b) ved etablering af pumpe-/sluseanlæg med pumpeniveau i kote 1,2 m.



Figur 20 Oversvømmelsesudbredelse ved en kombineret hændelse med en vandstand i kote 1,7 m, en vintermiddel afstrømning i Dagnæs Bæk samt en nedbørshændelse med en gentagelsesperiode på 5 år ved (a) nuværende forhold og (b) ved etablering af pumpe/sluseanlæg med pumpeniveau i kote 1,2 m

Figur 20 viser, at oversvømmelsesudbredelsen og vanddybderne reduceres i Baldersgade, Nansensgade, Lollandsgade og vest for Bjerrevej ved etableringen af pumpe-/sluseanlægget med pumpeniveau i kote 1,2 m. Der er allerede kendte oversvømmelsesproblemer i disse kloakerede områder.

Ved høje vandstande større end kote 1,2 m i fjorden vil pumpe-/sluseanlægget sammen med en forøget kapacitet i kloakledningerne og Dagnæs Bæk dermed samlet bidrage til en reduktion i oversvømmelsesrisikoen i de kloakerede områder. Derfor vil SAMN forsyning også kunne have gavn af etableringen af pumpe-/sluseanlægget og det kan overvejes, om der kan laves en medfinansieringsaftale for projektet.

7 FORBINDELSE ML. DAGNÆS BÆK OG BYGHOLM Å

Aktiviteten udføres ikke da det anbefales at rykke stormflodsbeskyttelse ind mod Høegh Guldbergs Gade.

8 DRIFTSERFARING FRA VEJLE OG AARHUS

VEJLE, SLUSE OG PUMPE VED OMLØBSÅEN

Projekt-info er fra nettet

Slusen er placeret ved udmundingen af Omløbsåen og består af to sluseporte. Slusen kan modstå en vandstand på 2,5 meter over daglig vande. Det svarer til en 100-årshændelse i 2100. Pumperne er placeret i samme anlæg som slusen og kan pumpe op til 7.500 liter vand i sekundet fra Omløbsåen over til Sønderå.

Fordelerbygværket er placeret i Grejs Å på det sted, hvor åen deles i Omløbsåen og Mølleåen. Når der er for meget vand i Grejs Å, sikrer fordelerbygværket, at vandet bliver reguleret så optimalt som muligt i forhold til oversvømmelsesrisikoen.

Sluse- og pumpeanlæg samt fordelerbygværk kan kun håndtere en vis mængde vand fra Grejs Å, som afhænger af vandstanden i Vejle Fjord. For at minimere risikoen for oversvømmelse i Vejle Midtby yderligere, når der kommer ekstreme vandmængder fra Grejs Å, er det nødvendigt at finde områder til midlertidig tilbageholdelse af vand i oplandet til Grejs Å-systemet. Dette arbejde er igangsat, og der skal findes områder, der kan tilbageholde minimum 170.000 m^3 vandløbsvand. Der er blandt andet planer om at forhøje brinkerne og digerne på delstrækninger langs Vejle Å.

Fordelerbygværk og sluse-og pumpeanlæg styres sammen.

Formålet med projektet i Vejle er at sikre de lavere beliggende byområder ved Omløbsåen mod oversvømmelse. Udløbet ses i nedenstående Figur 21. Projektet omfatter:

- etablering/ombygning af fordeler-/ristebygværk ved Omløbsåens tilløb fra Grejs å for at kunne kontrollere tilstrømning til Omløbsåen
- etablering af ristebygværk på Grejs å for systematisk at forhindre tilstopning af Omløbsåen og Mølleåen
- etablering af sluse- og pumpeanlæg ved Omløbsåens udløb til Sønderå for at sikre omløbsåen mod tilbagestuvning under højvande
- nødvendig tilpasning af brinkerne langs Sønderåen mellem Søndergade og Enghavevej



Figur 21 Udløb fra slusen. Foto: Vejle Spildevand

VEJLE, SLUSE OG PUMPE VED OMLØBSÅEN. DRIFTSERFARINGER

Drøftelse med Ingeniør Kjartan Gunnarson Ravn, Vejle Spildevand

Vandmængder

Der er store forskelle på vandmængder og pumpeydelser i Vejle og Horsens. En vigtig forskel er, at slusen "kun" er på en sidegren af Vejle Å, og at der faktisk er en anden sidegren, som kan afvande Grejs Å, hvis der er problemer med slusen. Så afvandingen gennem Vejle kan godt fungere og går ikke i stå, selvom slusen er lukket og af en eller anden grund ikke kan åbnes eller hvis pumperne går i stå. Hvis slusen var på tværs af Vejle Å, så vil både vandmængderne og risikoen være større, og dette svarer nærmere til scenariet i Bygholm Å, altså en sluse/pumpestation på tværs af hovedforløbet.

Artikel vedrørende drift af slusen i 2020 fremgår af følgende: https://www.vejlespildevand.dk/nyheder/sluserekord-i-2020-fem-gange-har-vejle-spildevand-lukket-slusen

Udformningen ved slusen/pumpen i Grejs Å/Omløbsåen

Der er udfordringer med erosion i Omløbsåen og kommunen har en slags sandfang i åen, som de vedligeholder. Der er meget af bundmaterialet, som bliver båret frem helt fra Grejsdalen. Det som Kjartan har hørt, er at selve tværsnittet, hvor slusen er placeret, burde måske være smallere, så hastigheden ikke falder og dermed betyder at materiale i "fredstid" lægger sig på bunden foran sluserne, så der er risiko for at dette blokerer for sluserne, når de skal lukke.

Vedrørende målinger/prognoser
Vejle Spildevand og Vejle Kommune har en højtvandsgruppe med Paul Landsfeldt som ansvarlig. De holder øje med DMIs prognoser for vandstand og nedbør. Vandstandsprognoserne kan sagtens have en fejl (usikkerhed) på 20 cm. Nedbørsprognoserne er også usikre, men dog ret nøjagtige inden for timer. De holder også øje med vejrradar og deres egne SVK-stationer.

Man baserer sig primært på de faktiske observationer af vandstand og nedbør, men varsler og prognoser for vandstand og nedbør fra DMI bliver inddraget i vurderingen

Der er altid 1-2 mand på vagt fra Højtvandsgruppen (Kommune og Spildevand). **Det er en person, som træffer beslutning om åbne/lukke og starte/stoppe pumper** – det er ikke overladt til automatik.

Drøftelse med Chef for Produktion Claus Christensen, Vejle Spildevand
Med Claus er primært drøftet de driftsmæssige erfaringer, de har i Vejle. Og også for/imod skruepumper (arkimedespumper)/propeller pumper.

De har udfordringer i Grejs Å med grøde, haveaffald, store og små grene, som stopper risten ved indløbet til pumpesumpen (kun 10 [mm] risteafstand). Der er også problemer med bundsedimentet, som trækkes ind i pumpesumpen – Begge dele påvirker driftssikkerheden, med risiko for at vi ikke kan pumpe den ønskede vandmængde ud i Vejle å. Med skruepumper vil hverken sediment eller grøde være et problem. Men det er forhold, der kan løses med bedre udformning af indløbsbygværket.

Driftsmæssigt er der fordele ved propellerpumper. De er lette at reparere og kan relativ simpelt løftes op og skiftes. Det er en stor opgave at reparere på og skifte en skruepumpe. De har pga. af alder haft problemer med en af deres skruepumper på renseanlægget (meget mindre vandføring end i Grejsdalen). Bare det at få løftet sneglen ud til reparation var en stor opgave. Deres er faringer er at reparationer på skruepumper er forbundet med store udgifter.

Claus kan ikke se, at nogle af de bekymringspunkter, de har i Vejle vedrørende slusen/pumperne i Grejs å/omløbsåen, vil være til stede ved en sluse/pumpe-løsning i Horsens.

I Horsens er der et meget stort volumen at pumpe fra, så de hastigheder som pumperne kan forårsage, i havnebassinet burde ikke volde problemer. Umiddelbart vurderet så er risikoen for grøde heller ikke til stede, med grødefang og sluse opstrøms Schüttesvej. Skulle der komme grøde eller fremmedgenstande kastet i åen, så er det med de ringe hastigheder simpelt at fange det før pumpen i havnebassinet. Ifølge Claus er det designet af indløbsbygværket/bunden, der er hovedårsag til de problemer der ses i Vejle, men selvfølgelig også pga. vandhastighederne i grejs å og omløbsåen, der forsager voldsomme materialevandringer.

Claus pointerer, at man bør bruge tid på at designe riste- og indløbsbygværket godt, så man undgår eventuelle problemer. Claus vil hellere bruge nogle af de penge man sparer ved at lave en løsning med propellerpumper i stedet for skruepumper på en ekstra pumpe eller to og en kvalitetsløsning på riste.

Til sidst kan Claus oplyse, at han har drøftet de problemer, som de har i Vejle med kollegaer i Århus. Og de oplever ikke tilsvarende problemer med deres installation i Århus.

TØNDER, PUMPER I TØNDERMARSKEN. DRIFTSERFARINGER

Drøftelser med Digegreve Friedrich Hindrichsen, Digelaget for marsken ved Tønder (Tlf: 53 29 70 09)

Udformning af pumpestation

Der er 4 store pumpstationer i Tønder marsken. Pumpestationerne er opført som pumpehuse med indløbsristeværk. Den største pumpestation i Tønder marsken er Lægan pumpestation, som er opført i 1929. Lægan pumpehuset med risteværket ses på som Figur 22.



Figur 22 Lægan pumpestation i Tønder marsken

Pumpehusene er fredede men er reelt ikke nødvendige for pumpestationerne længere, da de nye pumper ikke er pladskrævende og kan placeres i brønde.

Bestykning

Lægan pumpestationen er bestykket med 5 pumper med en kapacitet på 2-3 m^3/s og en samlet kapacitet på 12 m^3/s. Pumperne er propellerpumper og består både af ældre vertikalpumper fra Lykkegaard A/S og nye dykpumper fra Flygt. Pumperne løfter vandet op i den inddæmmede Vidå, hvorfra det ledes til Vadehavet gennem Højerslusen.

Styring

Pumperne er styret automatisk med niveaumålere. Ligeledes er der niveaumålere både på yder- og indersiden af risteværket, så tilstopning af risteværket kan registreres. Ved gentagne driftstop af ppå pumperne adviseres pumpevagten pr. SMS, så nødvendige tiltag kan iværksættes for optimal drift.

Pumpevagten er en lokal landmand, som har et godt kendskab til pumperne og dagligt tilser dem.

Driftserfaringer
Risteværkerne ved indløbene samler siv og renses efter behov med grab. Det gør sig specielt gældende efter grødeskæring, hvor det ikke er muligt at opsamle al den afskårne grøde.

I indløbskanalerne til pumpestationerne aflejres der slam/mudder. Dette oprenses i en afstand på 100 – 150 m opstrøms pumpestationen af digelaget. Den øvrige oprensning af kanalerne varetages af Tønder Kommune. Digelaget har et ønske om grundigere og oftere oprensning.

Ved service af pumperne løftes de op med en grab på en frontlæsser og tilses.

ÅRHUS, SLUSE OG PUMPE I ÅRHUS Å. DRIFTSERFARINGER

Drøftelser med Teamleder Ole Pedersen, Aarhus Vand (Ole.Pedersen@aarhusvand.dk, tlf: 89 47 12 21)

Udformning af pumpestation
Pumpestationen er opbygget så åen lukkes af mod havnen, når pumpen startes. Hermed åbnes der et indløbskammer, hvor åvandet strømmer ind. I indløbet til pumpekammeret sidder der et risteværk med åbninger på 5 cm. Fra indløbskammeret pumpes vandet op i et udløbskammer med udløb til havnen.

Bestykning
Pumpestationen er bestykket med 6 pumper, hvoraf én er reservepumpe. Pumperne er propellerpumper med lav løftehøjde og en kapacitet fra 1,5 – 18 m3/s. Vægten pr. pumpe er ca. 3 tons. Pumperne er ABS pumper leveret af Sulzer (Ove Fjordmand, Country Manager, Telefon: 51539067 Ove.fjordmand@sulzer.com).

Styring
Slusen mod havnen lukkes automatisk, når vandstanden i havnen stiger til kote 1,4 m. Der er tilkoblet alarm, så pumpevagten bliver alarmeret ved stigende vandstande. Ved drift er pumpevagten fysisk til stede af sikkerhedsmæssige årsager, da suget ind i indløbskammeret er stort og en sikkerhedsmæssig trussel, hvis der er personer som falder i åen.

Pumpevagten er døgnbemandet med de specialister, som til hverdag servicerer Aarhus Vands øvrige pumpestationer.

Pumperne er styret med PLC styring – brug de nødvendige omkostninger på den rigtige styring! Det er et dumt sted at spare, når de øvrige anlægsudgifter er så høje.

Driftserfaringer

Der gennemføres en fuld funktionstest én gang om måneden. Funktionstesten gennemføres af de specialister som er tilknyttet den døgnbemandede pumpevagt. Det gøres for at pumpevagten skal have et godt kendskab til pumpestationen. I funktionstesten motioneres alle seks pumper.

Ved funktionstesten medbringes en slamsuger som renser op omkring sluseportene. Der er ikke problemer med sandaflejringer. Der har heller ikke været problemer med ristegods i risteværket. For rensning af risteværket er der placeret store river, som kan anvendes til at fjerne ristegods fra kanten af vandløbet.

Pumpestationen har været i drift 2 gange siden den blev etableret og har kørt problemfrit.

9 FEBRUAR 2020 HÆNDELSE

Den. 17. februar 2020 blev der iværksat en evakuering af beboerne i Bygholm Åvænget, da vandstanden i Bygholm Sø nåede et niveau, hvor det blev vurderet, at der var risiko for brud på dæmningen ved Schüttesvej. På Figur 23 ses grafikken fra TVSyd som blev bragt i forbindelse med nyhedsdækningen af hændelsen.

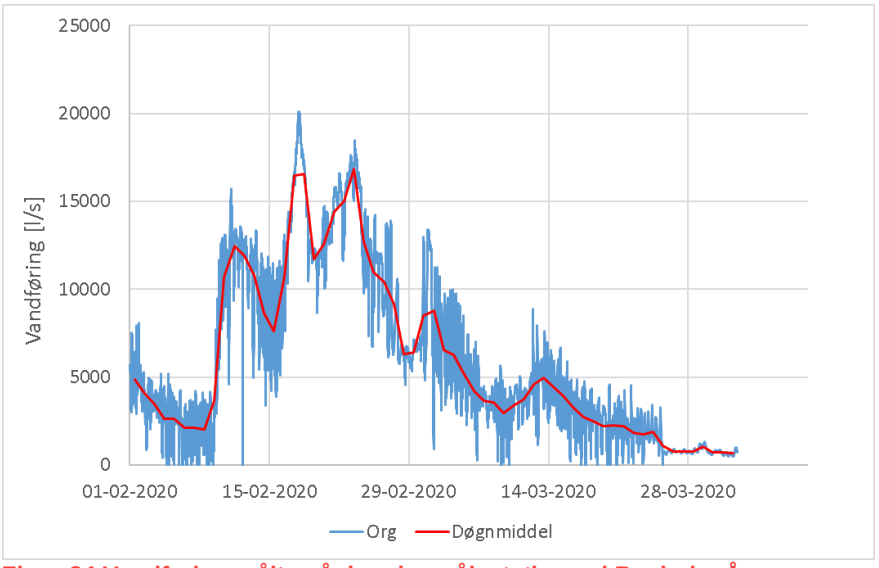


Figur 23 Grafik: Lasse Lund Hansen TVSyd

Vandstand i Bygholm Sø steg som følge af en stor og langvarig afstrømning i Bygholm Å. Hændelsen er målt på målestation 28.02 Kørup Bro i Bygholm Å. Data fra målestation 28.02 er endnu ikke bearbejdet for år 2020 og der foreligger derfor kun vandstandsdata og ikke vandføringsdata fra hændelsen.

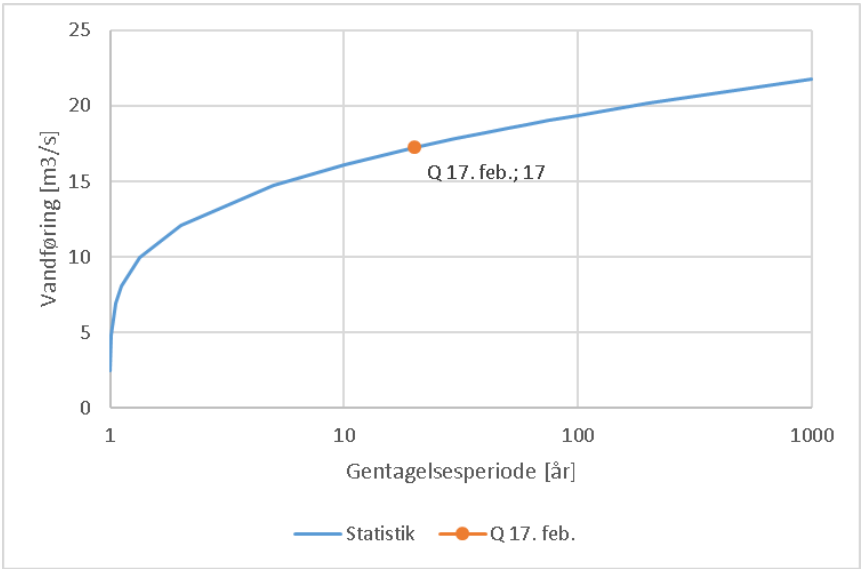
I Bygholm Å nedstrøms Bygholm Sø ligger der en doppler målestation, hvor der foreligger vandføringsdata fra hændelsen. Data er endnu ikke kvalitetssikret men Miljøstyrelsen har givet tilladelse til anvendelsen af data i dette notat.

Doppler målestationen er stuvningspåvirket fra fjorden, hvilket medfører, at vandføringsdata indeholder fluktuationer, når data betragtes på højeste detaljeringsniveau. Ligeledes var det nødvendigt med en ”pludselig” åbning af sluserne og overpumpning over Schüttesvej for at reducere den kritiske vandstand i Bygholm Sø. Den målte peak-vandføring repræsenterer derfor ikke den naturlige afstrømning i Bygholm Å. Vandføringen er af den årsag omregnet til døgnmiddelværdier for at vurdere gentagelsesperioden for hændelsen, se Figur 24



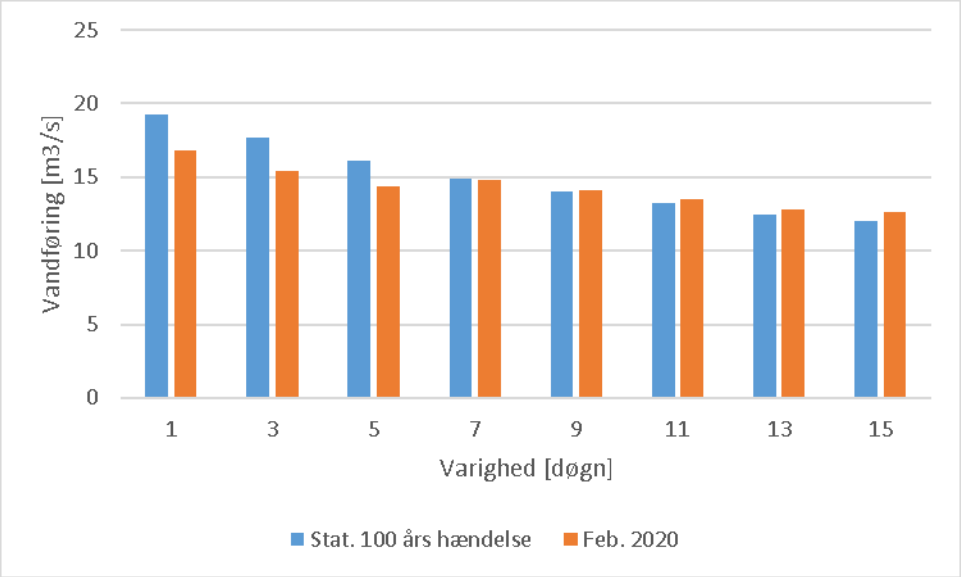
Figur 24 Vandføring målte på doppler målestationen i Bygholm Å

Figur 24 viser, at vandføringen den 17. februar var på ca. 17 m^3/s. Ud fra vandføringsstatistik fra målestation 28.02 er der beregnet gentagelsesperioder for døgnmiddel vandføringer. Beregningerne viser, at døgnmiddelvandføringen svarer til en 20-års hændelse, Figur 25.



Figur 25 Gentagelsesperioder for døgnmiddelvandføringer i Bygholm Å

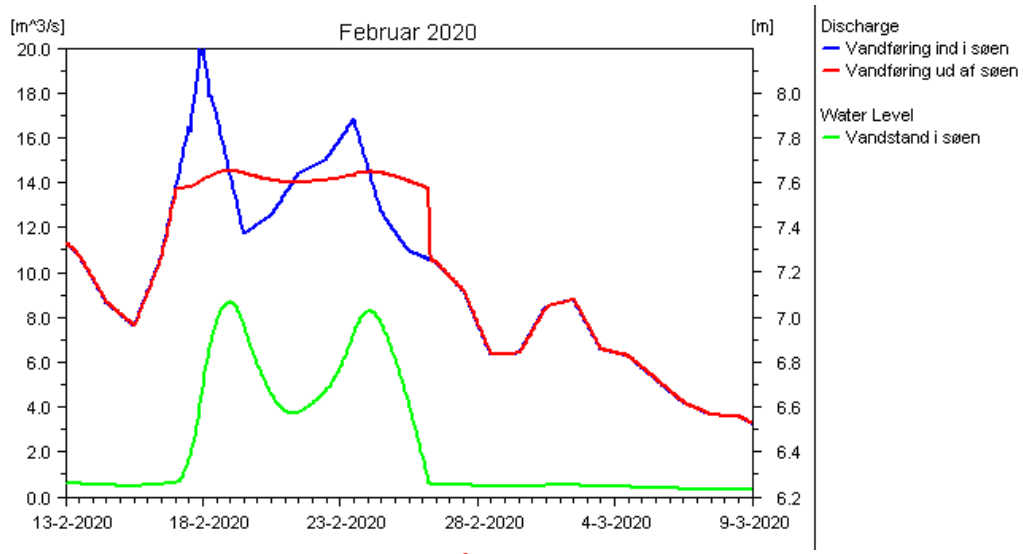
Gentagelsesperioden for hændelsen er foruden døgnmiddelværdier også beregnet for længere varigheder. Nedenstående på Figur 26 angiver de blå søjler således en statistisk for 100 års hændelse med en varighed på 1-15 døgn mens de orange søjler tilsvarende viser hændelsen fra februar 2020.



Figur 26 Statistiske 100 års hændelse med varigheder på 1 – 15 døgn (blå søjler) og tilsvarende hændelsen fra februar 2020 (orange søjler)

Figur 26 viser, at ved varigheder på 7 til 15 døgn oversteg hændelsen i februar 2020 en statistisk 100-års-hændelse.

I afsnit 2 "Magasinering i Bygholm Sø" er der regnet på mulighederne for vandtilbageholdelse i Bygholm Sø ved styring med sluseanlægget. Der er regnet på mulighederne for styring i forhold til reduktion af en 10, 100 og 500 års hændelse. Med udgangspunkt i styringsstrategien for en 100-års-hændelse er der lavet beregninger af mulighederne for vandtilbageholdelsen i hændelsen fra februar 2020, se Figur 27.



Figur 27 Vandføring ind i Bygholm Sø (blå linje) og ud af søen (rød linje) ved hændelsen i februar 2020. Grøn linje angiver vandstanden i søen under hændelsen.

Figuren viser, at hændelsen i februar 2020 ved styring til en vandstand i Bygholm Sø i kote 7,1 m kunne reduceres fra en døgnmiddelvandføring på 17 m^3/s til ca. 14 m^3/s. Statistisk set svarer det til at døgnmiddelhændelsen med en gentagelsesperiode på 20 år kunne reduceres til en døgnmiddelhændelse med en gentagelsesperiode på mindre end 5 år, se Figur 25.

Under afstrømningshændelsen d. 17. februar blev der ikke målt nedbør, og vandstanden i havnen varierede mellem kote 0,1 og 0,6 m. Såfremt det fremtidige system havde været etableret med styring med lukkekote i 0,6 m ved nedbør og ellers lukkekote i 1,2 m havde det ikke været nødvendigt hverken at lukke havnesluserne eller starte pumperne. Hændelsen havde dermed blot været en vandtilbageholdelse i Bygholm Sø for at reducere oversvømmelsesrisikoen i de lavest liggende områder omkring Bygholm Å.

<

Coast to Coast Climate Challenge

Direkte link til denne side: www.c2ccc.eu/432854 - printet: 15.09.2025

C14: Flood-proofing Horsens' City Centre

The town of Horsens is threatened by floods, because a major part of the town centre is lower than 1.5 meter above the normal sea level in the Horsens Fjord. With rising sea levels and amounts of water from watercourses in the hinterland due to increasing precipitation and more powerful downpours, there is an urgent need for securing the lowest lying parts of the town against flooding.

This action analyses and lays out scenarios containing all relevant issues regarding flooding from the fjord, the watercourses and handling of the sewer systems. It also deals with the development of the port area, which is being converted into a residential, recreational and commercial area.

This action is primarily linked to governance and tools within most areas of the hydrological cycle apart from groundwater.

Main responsible beneficiary: Horsens Municipality
Number of days estimated spent on action in phase 1: 220 Days
Budget: 709.302€

Beneficiary responsible for implementation: Horsens Municipality is the overall project manager.

Role of Horsens Municipality:

- Is project manager
- Has the contact to C2C CC project management
- Coordinates with HEDKOM on exchange of data about diverted water amounts from walled areas and on the possibilities for retaining water in the catchment area as well as with Vejle Municipality on similar information.

Relation to CCA plans

In the municipality’s CCA plan, Horsens town centre is designated as focus area 12, cf. Figure 1 (page 34 in the CCA plan). The figure shows that the focus area is the most critical, assessed on the basis of the parameters risk of flooding and highest value, and it is therefore very important to make it flood-proof.

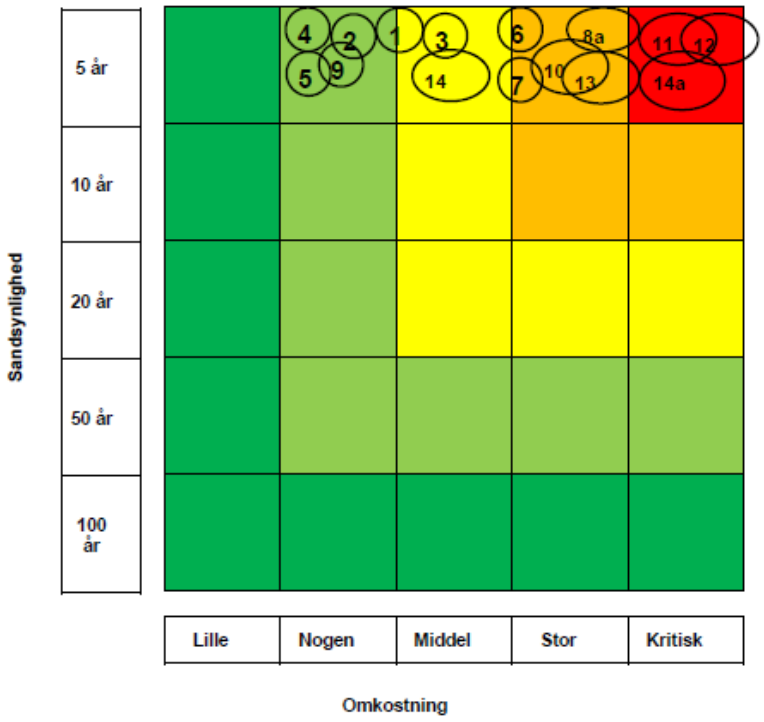


Figure 23: In Horsens Municipality's climate change adaptation plan, Horsens Town Centre is focus area 12, the most critical.

Relation to cross-cutting capacity building actions (C1-C7)

Action C14 Flood-proofing Horsens Town Centre will gain from actions under C1 relating to desk analysis and identification of knowledge gaps and reviews of in the risk maps and planned actions.

Experience will be exchanged between demonstration projects C8, C10, C11 and C18 dealing with the coastal cities of Randers, Grenaa and Juelsminde.

A common understanding between stakeholders of sustainable solutions (economically, environmentally, socially and long term) with a focus on land use, cost-effective measures, planning, implementation, maintenance and operation will be shared and developed across actions C8, C9, C11, C10, C17, C18 and facilitated by CDR.

Under C1 a workshop will be held to assess synergies and possibilities of integrated solutions for the fjords at the East Coast.

Under action C2 knowledge on CCA and rivers developed under different actions will be shared.

Modelling, interpretations, analysis and data sampling are similar in the different catchments and C14 may benefit from this knowledge sharing in relation to the Bygholm cathment area (figure 25).

Scientific aspects currently the highly debated within EU, e.g. on the synergies and trade-offs between CCA and water ecology, the need for warning systems related to flooding of rivers and local contingency planning, and the synergies between farming and wetland restoration will also be shared and discussed for the benefit of action C14.

Under Action C4 Rainwater, C14 will gain from the identification and experience of different setup models and testing of SUDS within CDR.

Under action C5 specific training courses, workshops and masterclasses, with point of departure in the challenges experienced by the partners will be implemented for the benefit of action C14 and other actions.

Linked to Complementary Actions

C14 will coordinate with Horsens wastewater utility on the integration of an urban hydrological model of the sewer system of Horsens town, which will be completed during 2017.

Description (What, how, where, and when)

What:

Horsens town is threatened by floods, because a major part of the town centre is lower than 1.5 meter above the normal sea level in Horsens Fjord. With rising sea levels and now with more water from watercourses in the hinterland due to increasing precipitation and more powerful downpours, there is a great need for securing the lowest lying parts of the town against flooding, cf. Figure 24 and 25.



Figure 24: Picture of flooding at the outlet of Bygholm Å and in Bygholm Park in December 2013

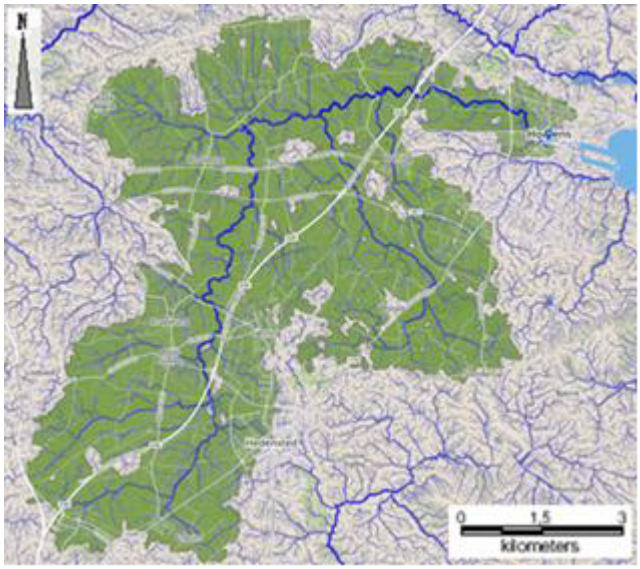


Figure 25: Map of Bygholm catchment area

The aim of C14 is to secure Horsens town centre against flooding when there is a storm surge and/or extreme flows in the three watercourses Dagnæs bæk, Bygholm and Hansted Å, which all run through the town. It requires overall considerations and scenarios of flooding for the fjord, watercourses and sewer systems, and holistic planning and coordination in relation to the port area Nordhaven, which is being converted into a residential, recreation and commercial area. An initial project was carried out by Horsens Municipality (ends April 2016) forms the basis of C14 with the purpose to carry out a detailed project design for flood proofing of Horsens town. The initial project, hereafter the 2016 project, included a simple watercourse model and involves an outline of proposed solutions to prevent flooding from precipitation, watercourses and sea levels under saturated and stationary conditions, respectively. The possible solutions are outlined for short-term flood proofing at a level off 1.8 meter above normal sea level, and a politically adopted long-term flood proofing at a level of 2.6 meter above normal sea level, se example in Figure 24. The results of the '2016 project' proposes water retention in the catchment area and dike solutions using sluices and pumps in Horsens town. However, political reality are likely to change, and there has been discussions on establishing a small-scale barrier solution on the sea floor in Horsens' outer fjord, inspired by the Mose Project in Venice. The '2016 project' sets the basis of C14.

Action C15 supplements action C14 by its nuanced approach to the drainage of water, so that the production potential of farming is developed, and the towns do not end up functioning as delay reservoirs, when the watercourse has high flows. We expect that the two actions can greatly benefit from each other. The aim of C14 is furthermore to provide inspiration to the development of other solutions in other coastal towns that are threatened by rising sea levels and/or water from the hinterland catchment area.



Figure 26: Consequence map for flooding with preliminary outlined proposal that will protect Horsens town in the short term?, equivalent to flood-proofing at a level of 1,8 meter DVR90. The floof proofing will be established using a high tid wall earth dykes and mobile water tubes.

How:
C14 will be contain the following activities: preparation of tender material and tender phase for external expert assistance for step 2 to 5; provision of knowledge in the form of status, data collection and model set-up; scenario calculations and initial stakeholder involvement; preparation of proposals and stakeholder involvement; preparation of project design and invitation to tender material for contractors; flooding related to watercourse Store Hansted Å and the northern part of Horsens town.

Where:
The project area covers Bygholm Å catchment area and extends to HEDKOM and Vejle Municipality, cf. Figure 27. Bygholm Å catchment area drains into the watercourses that flow through Horsens town centre and out to Horsens Fjord. The main focus is on Horsens town centre and covers the port, parts of the inner town and Bygholm Park, which will be flooded with a 5-year storm surge event in 2050 (2.4 m DVR90), cf. Figure 28.

Figure 27 All of the Bygholm Å catchment area with flow paths on terrain.
Figure 28 Flooding in Horsens town with a 5-year storm surge event in 2050, equivalent to 2.4 m above normal sea level (Horsens CCA plan p. 34).

When:
Phase 1: Activity 14.1-14.3
Phase 2 and beyond: Activity 14.4-14.5

C14.1 Preparation of tender material and tender phase for external expert assistance for activity 2 to 5

This activity is based upon the above mentioned pilot project and the purpose is to find the most suitable and cost efficient external expert to aid in the following four activities.
Preparation of tender material.

C14.2 Provision of knowledge in the form of status, data collection and model set-up

The following sub-activities are involved:

1. A workshop for Horsens Municipality's steering group for Climate Change Adaption, where the status of the pilot project is processed and potential solutions and recommendations to be worked further in C2C CC is decided.

2. The pilot project is based on a simple hydrological model, and it is expected that there is a need for setting up a dynamic model, which can calculate the total flooding for watercourses, the sewer system and seawater. The model will be calibrated at a detailed level and can be used as the basis for the creation of an overall plan for avoiding flooding in Horsens town centre. It may be necessary to conduct further data collection in the form of e.g. water flow measurements, water levels, measurement of the terrain and watercourse, etc.

3. Establishment of an online portal with connection to the portal of C2C CC. The portal will be maintained on an ongoing basis in accordance with the agreement with the C2C CC project management.

4. Preparation of a communication plan of C14 involving when and how stakeholders and citizens can be involved and heard in the action on an ongoing basis. Communication may take place for example, via digital media, written material, stakeholder and citizen meetings, e.g. meetings with NGOs in the municipality, etc.

C14.3 Scenario calculations and initial stakeholder involvement

1. Scenarios will be calculated for the contemporary and future climate, which will be used to provide the basis for planning and making decisions for the management of floods. Scenarios will be calculated with the clarification of consequences of:
2. Storing water in the catchment area.
3. Using the lake Bygholm Sø as a reservoir. It is today possible to lower the water level 0.5–1.0 m and thus achieve a significant reservoir capacity.
4. Establishing permanent and mobile dike solutions in the town.
5. Establishing permanent sluices and pumps in the inner port, alternatively in the outer port.

6. The scenarios will be carried out as a combination of the above for the purpose of optimising the most beneficial solution.
7. Selecting optimal areas for storing water and assess retention potential in the catchment. Storing of water contributes to achieving goals in the EU's WFD. The natural hydrology shall be recreated in the catchment area through periodic flooding of low-lying areas along the watercourses. This will reduce the risk of flooding in Horsens town and reduce discharge of nitrogen and sulphur into Bygholm Sø and Horsens Fjord, and benefit achievement of the WFD goals of obtaining a good environmental state (Synergies with C12 and C15).

Dialogue with stakeholders:

1. Coordination and knowledge exchange with Action C12 and C15.
2. Dialogue between HEDKOM and Vejle Municipality about the possible retention of water in their part of the catchment area. This activity may also involve an
3. Preliminary dialogue and survey of locations with the affected landowners, e.g. farmers, for the purpose of establishing a broad ownership of the results.
4. Preliminary dialogue with the affected businesses and citizens in the town centre.
5. If required, inspirational trips for a committee of representatives from the municipalities. A trip could be for example, a visit to England for the purpose of finding inspiration in learning how the English EU LIFE project River Trusts work with the overall water management within major catchment areas.
6. Outlining of solutions: based on model scenarios and the effect of different means (permanent high tide walls, earth dikes, mobile water tubes and dikes, sluices and pumps), and visualisation of reduced flooding in the form of a consequence map.

C14.4 Preparation of proposals and stakeholder involvement

1. Preparation of proposals:
2. Decision on the most suitable solution for Horsens town
3. Architectual visualisation of solutions and possible film sequences illustrating the level of flooding before and after protection.
4. Budgeting of construction costs and calculation of other cost-benefits considerations in relation to prioritised protection of assets.
5. Stakeholder involvement: Visiting other coastal cities in Denmark with politicians, with similar climate adaption challenges.
6. Coordination with the municipality's emergency services and contingency planning team on the use of mobile protection measures.
7. Workshops with HEDKOM and Vejle Municipality on retention possibilities in Vejle Municipality and HEDKOM.
8. Continued dialogue with stakeholders.
9. Workshop/seminar with the C2C CC partners with presentation of the results of C14.
10. Stakeholder agreements:
11. 11. Agreements with Horsens waste water utility on the financing obligations.
12. 12. Agreements with Vejle and HEDKOM on responsibility and financing between the affected municipalities.
13. 13. Potential action on development of a system for smart management of sluices and pumps (inspiration from on-going industrial PhD project).

C14.5 Preparation of project design and invitation to tender material for contractors

1. Preparation of a conceptual design and invitation to tender material for contractors for the selected solutions.

2. In year 2021-22 C14 will focus on flooding issues in other parts of the municipality (Horsens CCA plan pp. 25-35) with special attention to floodings related to the watercourse Store Hansted Å, including the northern part of Horsens town, where houses close to the watercourse periodically are flooded.

Reasons why this action is necessary

Horsens town centre covers central town functions, including homes, companies, technical installations and a town park. The area consist of major economic assets that are at risk (Horsens CCA plan p. 21, cf. risk map). The project benefits the overall aim of C2C CC in creating a climate resilient town by implementing the local CCA plan's most prioritised challenge and in collaboration with the affected parties.

Constraints and assumptions

C14 will coordinate with Horsens wastewater utility on the integration of an urban hydrological model of the sewer system of Horsens town, which will be completed during 2017.
C14 may be delayed according to the schedule of this model, since it shall be included as an integrated part of C14 model. In relation to the integrated model carried out in C14, it may be necessary to conduct further data collection (see activity 2), which could affect the schedule.
Initial correspondence with the municipalities of Vejle and HEDKOM on C14 has taken place, however, resistance to upstream solutions may occur if win-win solutions are not defined. This issue is counteracted by including technicians and politicians from the two municipalities in the project.
Uncertainty related to financing implementation of solutions: internally in Horsens Municipality, between Horsens Municipality and Horsens Waste Water utility, and between the municipalities of Horsens, Vejle and HEDKOM. Early involvement of the established steering group for CCA and politicians will aim to find a fair solution for financing.

Expected results

Expected results for Phase 2:
The action will result in basis for decision making on which outlined solution possibilities will be worked further and clarify which additional matters that need to be clarified, whereas it is possible to define long-term solutions for protecting Horsens town centre from flooding that meet the politically adopted level of protection for the municipality (stated in the CCA plan).

The following will be defined: Designated local sites and solutions for retaining water in the catchment area in one or several locations - if needed. Designated most suitable positioning of dike reinforcements that protect Horsens town centre. Calculated filling times for any reservoirs, and calculated dimensioning of pumps and sluices with different scenarios in the current and future climate. A smart pump and sluice control system. Solutions for water flow and for the catchment area that promote biodiversity as much as possible, improve water quality and provide recreational options for local residents. With Nordhavnen under redevelopment, solutions shall be provided for traffic connections to the port area and the central neighbourhood. Dikes, sluices and pumps are designed to be visually inspiring and to provide recreational urban spaces, and integrated into the urban life of Horsens town.

Expected results for Phase 3:
Mapped and estimated flooding risks related to the watercourse Store Hansted Å, and the interaction with Horsens Fjord and the lakes like Nørrestrand. Prepare a decision base to determine wheter climate mitigation are needed and if necessary, decide wich climate adaption action are to be carried out.

Cost estimations

Expenses for direct personal costs are based on person days for Horsens personel based on present salaries and pensions, etc. Expenses for external expert help is based on prior experience. External assistance will be used for highly needed expertise in relation to scenario calcultaions.

Subsistence costs are based on prior experience and can be further subdivided into Hotel costs, Daily allowances/Payment for meals and local transportation categories, as shown below for this action's subsistence costs items:

Travels	Trip for project manager	Trip no. 1 for project officer	Trip no. 2 for project officer	Trip no. 3 for project officer	Trip no. 4 for project officer
Partners: / *Cost categories:*	Horsens	Horsens	Horsens	Horsens	Horsens
Hotel cost:	0	0	0	0	0
Daily allowances/Payment for meals cost:	180	180	180	180	180
Local transportation costs:	120	120	120	120	120
Total subsistence cost:	300	300	300	300	300

Deliverables

C14.1

Phase 1:

- Status report for pilot project
- Report on model formfor scenarios for the total flooding

C14.2

- A status report of the '2016 project'.
- Minute stating steering group decision on outlined solution.
- Report with requirements and expectations for the C14 model.
- Online portal connected with C2C CC online platform incl. LIFE Logo.
- Communication plan for stakeholder involvement.
- Scenarios and sensitivity analysiswill be calculated for the contemporary climate with a Status 2018 model, which will be used to provice the basis todays challenges, and for planning and making decisions for the management of floods.
- Mapping of nature values, and prioritize locations for retaining water in Bygholm Å catchment area.
- Using the lake Bygholm Sø as a reservoir. It is possible to lower the water level 0.5m and thus achieve a significant reservoir capacity
- The probability of simultaneous contingency between precipitation events, high flow watercourses and storms is estimated.

C14.3 - 14.5

Phase 2:

- Planning scenarios with tecnical background report of model methodology and results is delivered.
- Background report with designated local sites and needed solutions.
- Tecnical report on calculated filling times for reservoirs and dimensioning of pumps and sluices.
- Background report on solutions for water flow and for the catchment area, that if possible improve water quality and provides recreational options for local residents.
- Proposals for best climate adaption solutions:
  - Masterplan for long term climate adaption according to cloud bursts, stream flow and flooding from the fjord.

- A construction program for technical facilities.
- Presentation and visualization

- The above is part of topics in tender prime 2019 - where use of new infrastructure, recreational urban spaces.
  Sluice, pump solutions is expected to be in focus.

Phase 3 :

C14.6

- A decision base to determine whether climate adaption are needed and if necessary, decide what action should be taken.

Milestones

C14.1 and C14.2

Phase 1:

31/12/2017 : Collection of data finalised
30/06/2018 : A model is set-up to calculate scenarios for the total flooding from the sea, watercourses and sewage systems.
31/10/2018 : Consultant for the execution of phase 2 14.3 and 14.4 is selected.
31/03/2019 : Possible locations identified for retaining water in the Bygholm Å catchment area.

C14.3

Phase 2:

31/12/2019 : Possible solutions identified for retaining water in the catchment area, including both in the open countryside and from the urban areas.
30/06/2020 : Specific solutionsss proposed for water retention, dikes, pumps and if required, barriers in the fjord.

C14.4

31/12/2019 : If needed CBA analysis finalized in relation to the assets that shall be protected.
31/12/2019 : Involvement of citizensc and politiciansin the development of the solutions done, public involvement is carried out according to assessed needs.
31/12/2019 : Construction programme, and cost estimations for construction solutions finalized, part of tender in prime 2019
30/06/2020 : Final political approval of the described solutions done.

C14.5

31/12/2020 : Preparation of a conceptual design and disposal project for the needed solutions.

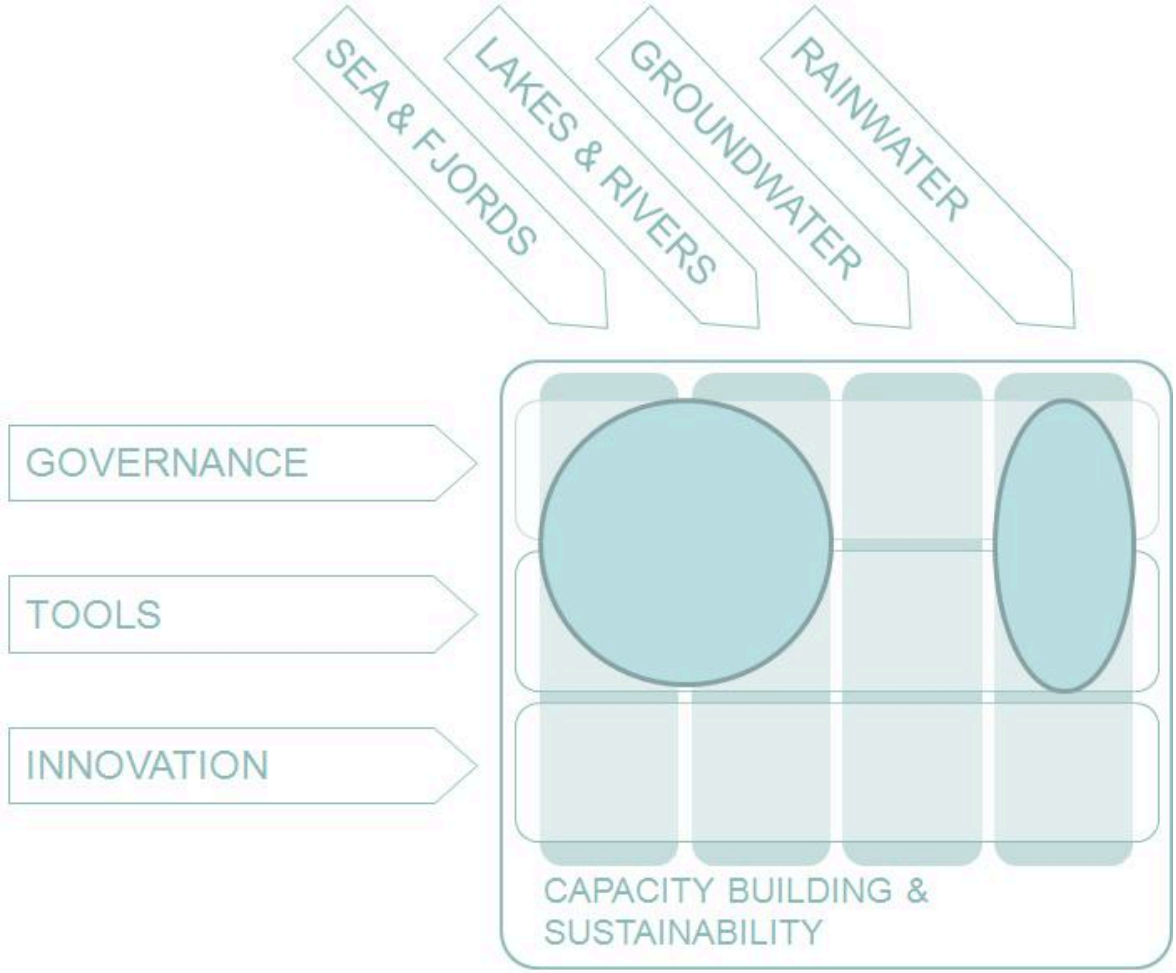
C14.6

Phase 3:

2021-2022 :

CC14 will focus on flooding issues in other parts of the municipality (Horsens CCA plan pp.25-35) with special attention to floodings related to the watercourse Store Hansted Å, including the northern part of Horsens town, where houses close to the watercourse periodically are flooded.

C14 in the matrix



Summary

The C14 climate project includes flood protection of Horsens Midtby, including opportunities for delays in surface water in the catchments to Bygholm Å and Dagnæs Bæk.

This memorandum presents the data basis for the project.

Bilag 1

NOTAT: Projekt C2C-C14 Oversvømmelsessikring af Horsens Midtby - Datagrundlag.

Indholdsfortegnelse

1 Baggrund og formål 2

2 Datagrundlag 2

3 Referencer og relevante links 9

Appendiks - datagrundlag

A. SCALGO Live workspace
B. Hydrologiske data
   B.1 Vandløb
   B.2 Vandstand i fjorden
   B.3 Grundvandsstand
C. Kloakeringsstatus
D. Renseanlægget

1 Baggrund og formål

Horsens Kommune er projektejer på klimatilpasningsprojektet "Oversvømmelsessikring af Horsens Midtby" (herefter benævnt klimaprojektet C14 eller blot C14), som er et delprojekt under partnerskabet "Coast to Coast Climate Challenge" med støtte af EU LIFE under ledelse af Region Midtjylland.

Klimaprojektet C14 omfatter oversvømmelsessikring af Horsens Midtby inklusive muligheder for forsinkelse af overfladevand i oplandene til Bygholm Å og Dagnæs Bæk.

Dette notat præsenterer datagrundlaget som lægges til grund for projektet.

2 Datagrundlag

Datagrundlaget for vurdering af klimarelaterede udfordringer i klimaprojekt C14 er beskrevet i appendiks og er inddelt i følgende kategorier:

A. SCALGO Live workspace
B. Hydrologiske data
   B.1 Vandløb
   B.2 Fjordvandsstand
   B.3 Grundvandsstand
C. Kloakeringsstatus
D. Renseanlægget

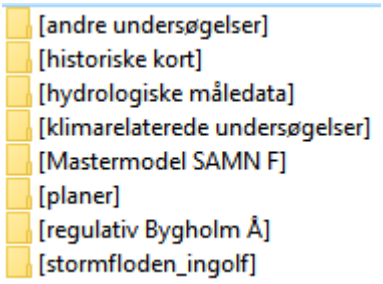
Data og undersøgelsesrapporter ligger på en ftp-server hos EnviDan A/S:

Adresse: ftp.enviweb.dk

Bruger: Datagrundlag_C2C14

Kode: !Data2017

Mappestruktur på ftp-serveren:



A. SCALGO Live workspace

Der er oprettet et workspace "Horsens" inklusiv en tilrettet højdemodel (2015) med afledte strømningsveje og havvand på land. Endvidere foreligger der et vandløbssetup og scenarier med varierende vandløbsafstrømning og niveau for fjordvandstanden.

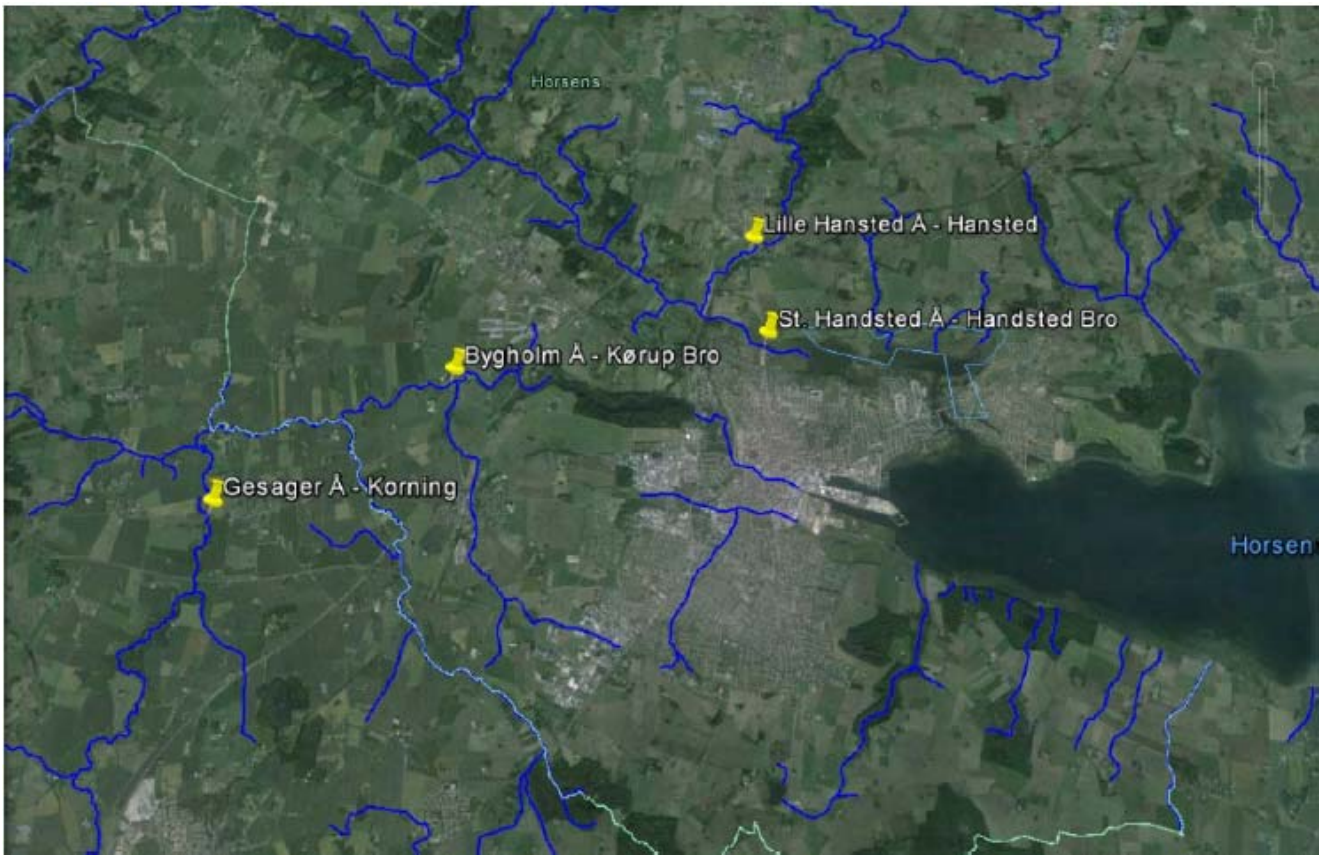
SCALGO Live vandløbsmodellen baseres på en 1D stationær model (Mannings formel) og konkrete opmålingsdata for alle større vandløbssystemer kombineret med forlængede tværsnit ud i terræn. Randbetingelser til vandløbsmodellen er vandføring og/eller vandstand i brugervalgte punkter i vandløbet.

Som input til vandløbsmodellen er der implementeret scenarier svarende til 5, 10, 50, 100 og 1000 års hændelser for 4 vandføringsstationer, se /2/. Endvidere er der implementeret forskellige niveauer for fjordvandstand, fx kote 0 m, +1,5 m, +1,8 m, +2,0 m, hvilket giver mulighed for at simulerede kombinerede hændelser for høj afstrømning og stormflod, se /3/.

SCALGO Live værktøjet er demonstreret på en konkret case for Bygholm Å systemet, hvor formålet var at evaluere effekten på oversvømmelsesrisikoen nedstrøms Bygholm Sø ved at etablere et forsinkelsesbassin i åen opstrøms Bygholm Sø umiddelbart opstrøms motorvej E45.

Output fra projektet er et SCALGO Live vandløbssetup og flow-scenarier med kort over oversvømmelser som følge af hændelser for nedbør og stormfloder.

Workspace "Horsens" stilles til rådighed for den valgte rådgiver.



Figur 1: Oversigt over vandløb og vandføringsstationer som simuleres i modellen.

B. Hydrologiske data

B.1 Vandløb

Bygholm Å

Der foreligger vandstand- og afstrømningsdata fra en station ved Kørup Bro, se Tabel 1.

Tabel 1: Oversigt over afstrømningsdata i Bygholm Å med info om måledata.

Station	Filnavn	Periode Start	Periode Slut	Tidslig opløsning
Bygholm Å, Kørup Bro	Vandstand Bygholm Å Kørup Bro.txt	01-01-74	31-12-16	Døgn
	Døgnmiddelvandføringer Bygholm å Kørup Bro.txt	01-01-74	31-12-16	Døgn

Nyere data kan tilgås fra www.arealinfo.dk.

Med virkning fra februar 2018 er der etableret en ny dobler målestation nedstrøms Bygholm Sø. Data kan inspiceres på www.hydrometri.dk

Opmålinger af Bygholm Å systemet er indbygget i SCALGO Live vandløbsmodel. Udløb for afløb er implementeret i SAMN F's mastermodel.

Der foreligger en rapport om omløbsstryget ved Bygholm Åpark /6/ og bygværket /11/. Yderligere info kan findes i vandløbsregulativet for Bygholm Å, se /9/.

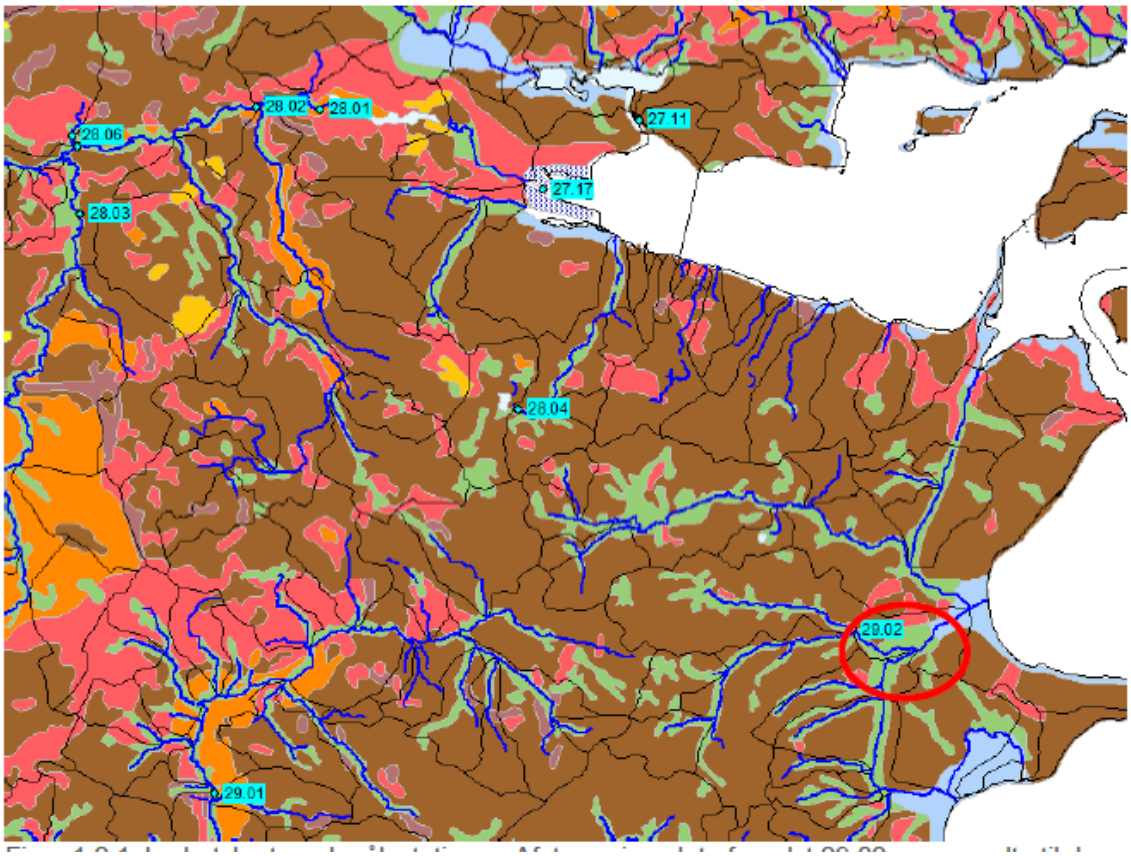


Figur 2: Udløb fra Bygholm Sø ved Schuttesvej, fra /9/.

Dagnæs Bæk

SAMNF har oprettet målestationer i Dagnæs Bæk systemet. Der findes ikke lange afstrømningstidsserier. I forbindelse med skitseprojektet for Dagnæs Bæk /5/ er der udført karakteristiske afstrømninger for målestation (mlst) 29.02, som er oplandskorrigeret til Dagnæs Bæk, Figur 3. Det er vurderet at oplandskarakteristikken (jordbund, faldforhold,

geografisk placering samt størrelse) for målestation 29.09 kan overføres til oplandet for Dagnæs Bæk. Dagnæs Bæk systemet er inkluderet i SAMN F's Mastermodel.



Figur 3: Jordartskort med målestationer. Afstrømningsdata fra mlst 29.02 er anvendte til den stationære projektering i /5/.

B.2 Havvandstand

Der findes 2 vandstandsmålere i Horsens Fjord: Horsens Havn N henh. Horsens Havn S. Tabel 2 viser en oversigt over tilgængelige måledata.

Tabel 2: Oversigt over vandstandsstationer i Horsens Havn med info om måledata.

Station	Filnavn	Periode Start	Periode Slut	Tidslig opløsning
2312850 - Horsens Havn N Breddegrad: 55.856065, Længdegrad: 9.867304	horsens_havn_vandstand_2016_01_04_TWC.xlsx	02-02-91 08:00:00	17-12-15 11:00:00	Time: fra 02-02-91 08:00:00 til 31-12-10 23:00:00 10 minutter: fra 01-01-11 00:02:53 til 17-12-15 11:12:27
	Horsens_havn.xlsx	11-10-10 10:50	15-11-17 00:00	10 minutter
2312650 - Horsens Havn S Breddegrad: 55.854911, Længdegrad: 9.857598 (HCRA1.BR49L02_KOTE.F_CV SAMN F)	Kote 2011.csv Kote 2012.csv Kote 2013.csv Kote 2014.csv Kote 2015.csv Udløbskote 2016.csv	01-01-11 00:02:53	26-05-16 08:13:00	Varierende, minutter
	Horsens_Vand_sealev.txt	26-01-07 07:50:00	13-12-13 12:20:00	10 minutter

	Vandstand_Horsens.csv	01-05-10 00:10	02-10-17 00:00	10 minutter

Vedr. måleren Horsens Nord, så er måleren er placeret udfor Havnen 5 og drives af Horsens Erhvervshavn, Ove Jensens Alle 35 - 75 62 10 14 horsens.havn@horsens.dk.

Horsens syd måleren står ved udløbet ved Horsens renseanlæg. Det er SAMN F's driftspersonale, som "passer" måleren.

B.3 Grundvandsdata

Der henvises til GEUS's jupiterdatabase for grundvandsdata.

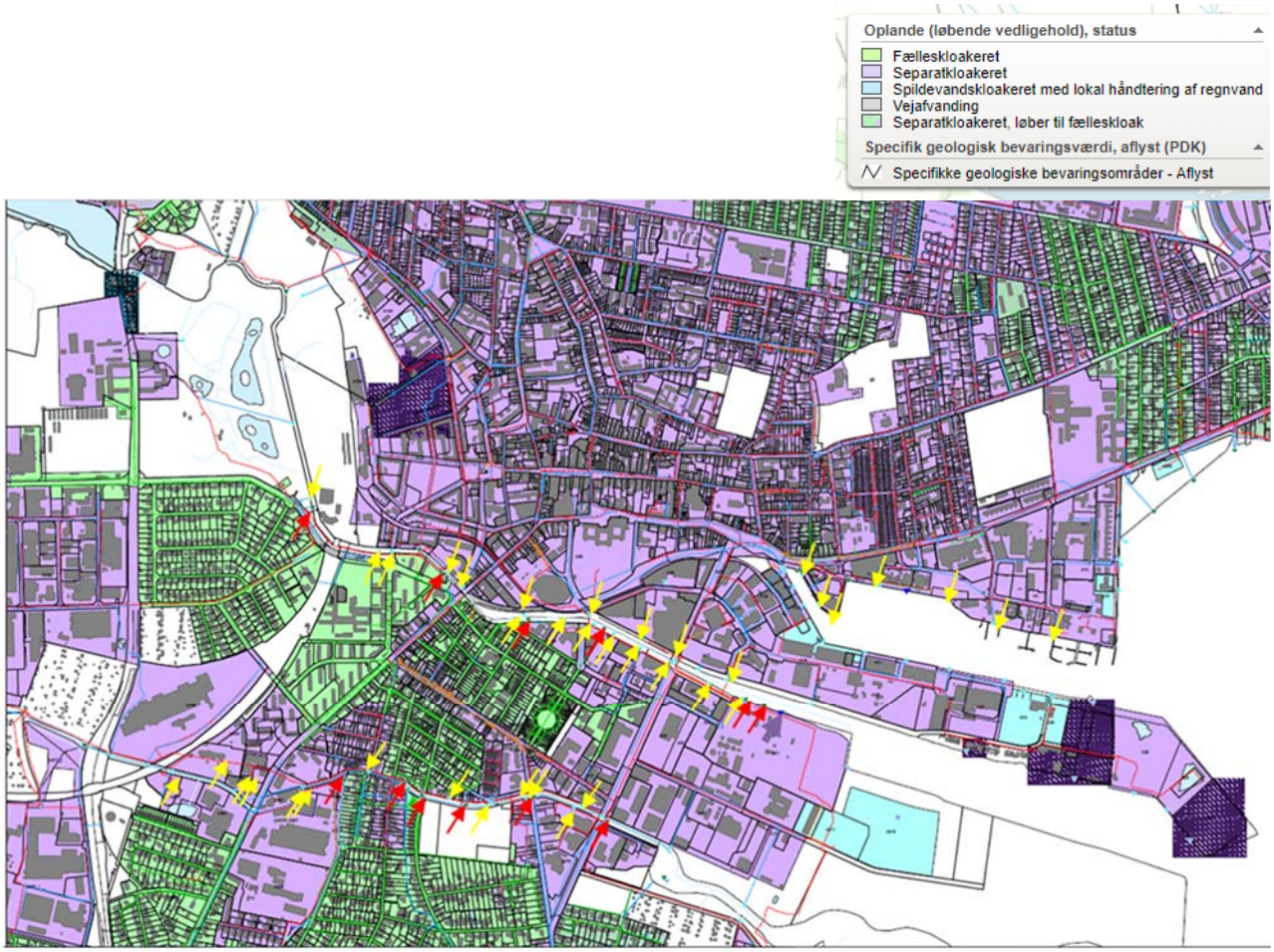
Endvidere har Region Midt etableret boringer til monitering af grundvandsspejl i forbindelse med EU-projekterne CLIWAT og KIMONO, se nedenfor.



Figur 4: Region Midt's moniteringsboringer fra KIMINO projekterne

C. Kloakeringsstatus

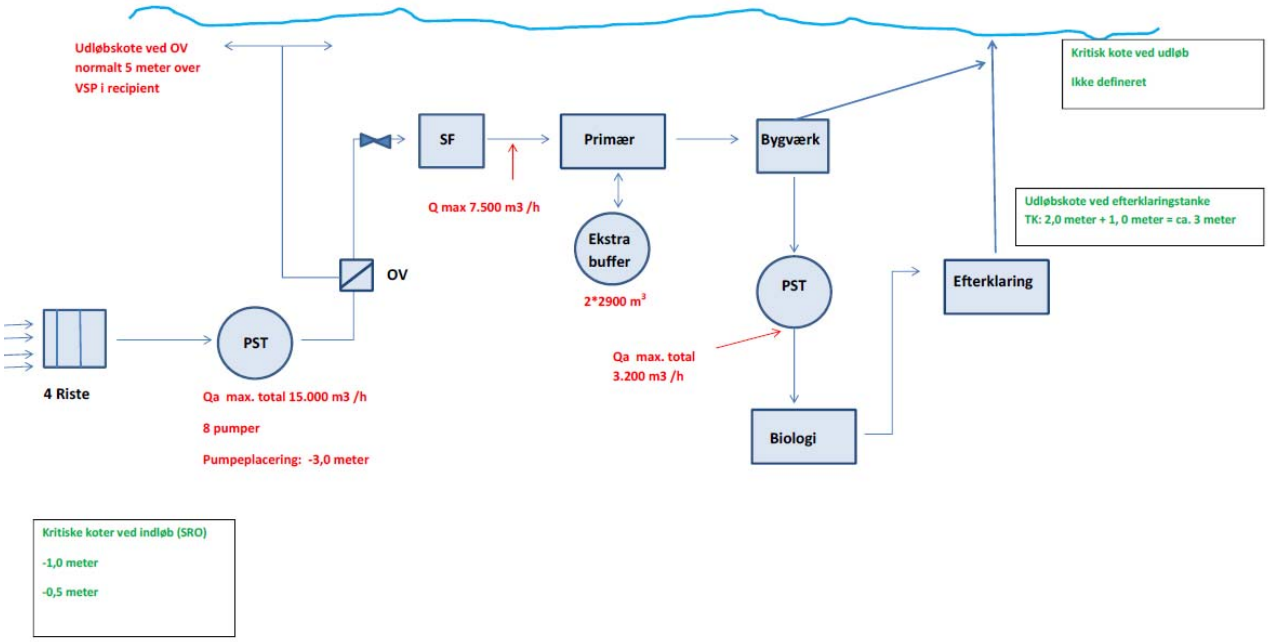
Kloakeringsstatus er vist på Figur 5.



Figur 5: Kloakeringsstatus med markering af udløb.

D. Renseanlægget

Nedenfor ses en skitse af bygværk op udløb ved Renseanlægget. Udløbet bliver målt op ultimo 2017.


Udløbskote ved OV
normalt 5 meter over
VSP i recipient
SF
Primær
Bygværk
Kritisk kote ved udløb
Ikke defineret
Q max 7.500 m3 /h
Ekstra
buffer
2*2900 m3
Udløbskote ved efterklaringstanke
TK: 2,0 meter + 1, 0 meter = ca. 3 meter
OV
PST
Efterklaring
4 Riste
PST
Qa max. total 15.000 m3 /h
8 pumper
Pumpeplacering: -3,0 meter
Qa max. total
3.200 m3 /h
Biologi
Kritiske koter ved indløb (SRO)
-1,0 meter
-0,5 meter

3 Referencer og relevante links

/1/ Kommuneplantillæg 1-2013 Klimatilpasningsplan.

/2/ ALECTIA (2016): Analyse af den samlede oversvømmelsesrisiko i Horsens Kommune, Fase 1. Udarbejdet for Horsens Kommune.

/3/ ALECTIA (2016): Højvandssikring af Horsens By samt sluse og pumpestation i Bygholm Å. Udarbejdet for Horsens Kommune.

/4/ Horsens Vand A/S (2016): Udvidelse af vandløbsprofil - Dagnæs Bæk. Skitseprojekt.

/5/ Leap Frog (2011): Development of a shallow geological model for Horsens City. Udført for Region Midt.

/6/ Vejle Amt (2001): Omløbsstryg ved Bygholm Åpark. Notat - konsekvensvurderinger.

/7/ Horsens kommuneplan, sektorplaner, helhedsplaner og lokalplan kan findes i kommunens planportal opbygget i Odeum: http://kommuneplan.horsens.dk

/8/ Horsens Kommune (2017): Trafik 2030 – Strategier for fremtidens infrastruktur i Horsens.

/9/ Horsens Kommune (vedtaget 2015): Regulativ for Bygholm Å - Fra Klaks Mølle over Bygholm Sø til udløbet i Horsens fjord.

/10/ Horsens-Ren Fjord (2005): Nyhedsbrev nr. 13 November 2005.

/11/ Hedeselskabet (1996): Bygholm Sø Skitseforslag til forøgelse af kapaciteten i afløbet fra søen.

/12/ COWI (2015): Husodde Strand. Skitseprojekt for ny strand. Januar 2015. Udarbejdet for Horsens Kommune.

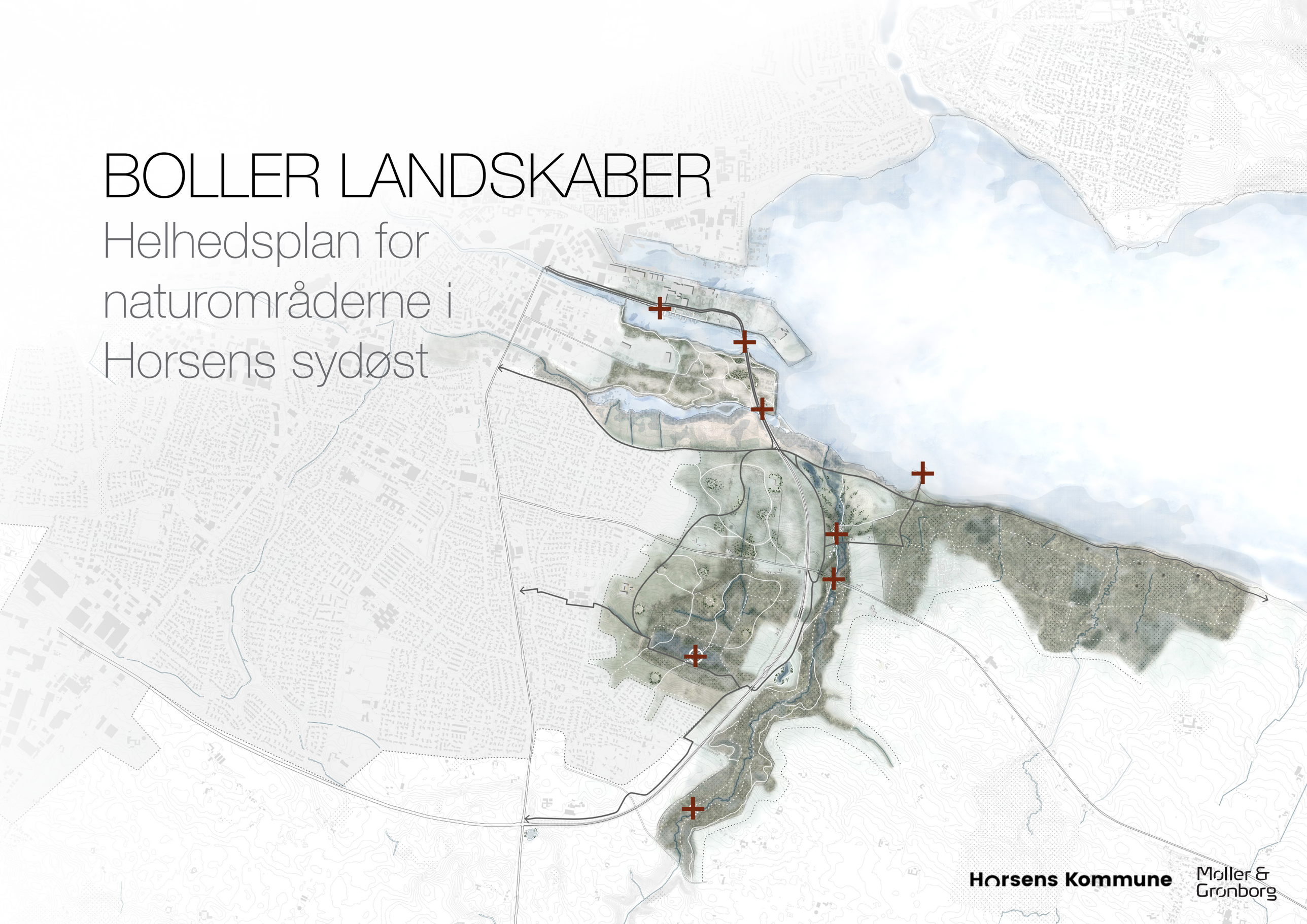
/13/ Kommuneplan 2017: Henvisning:
http://kommuneplan2017.horsens.dk/dk/retningslinjer/klima--miljoe/klimatilpasning/

http://kommuneplan2017.horsens.dk/dk/retningslinjer/klima--miljoe/risikoomraader--kendte-oversvoemmelser/risikoomraader--kendte-oversvoemelser.htm

Der henvises til ftp'en for ovenstående undersøgelsesrapporter.s

BOLLER LANDSKABER

Helhedsplan for naturområderne i Horsens sydøst



Horsens Kommune

Møller & Grønborg

Boller Landskaber vil i fremtiden være hele Horsens' sydøstlige rekreative naturområde, med styrket natur, forbedrede stinetværk og nye stedsspecifikke oplevelsesrum. Vandlegepladsen her ved Klokkedal å, bliver et mødested, netop der hvor åen slynger sig fri af skoven og møder fjorden.

INDHOLD

S.4 **AFSÆT & VISION**

S.5 **HOVEDGREB**
BOLLER LANDSKABER - ET REKREATIVT & BYNÆRT NATUROMRÅDE
LANDSKABERNES KARAKTER OG POTENTIALER SOM FUNDAMENT

S.7 **HELHEDSPLAN**
BOLLER LANDSKABER

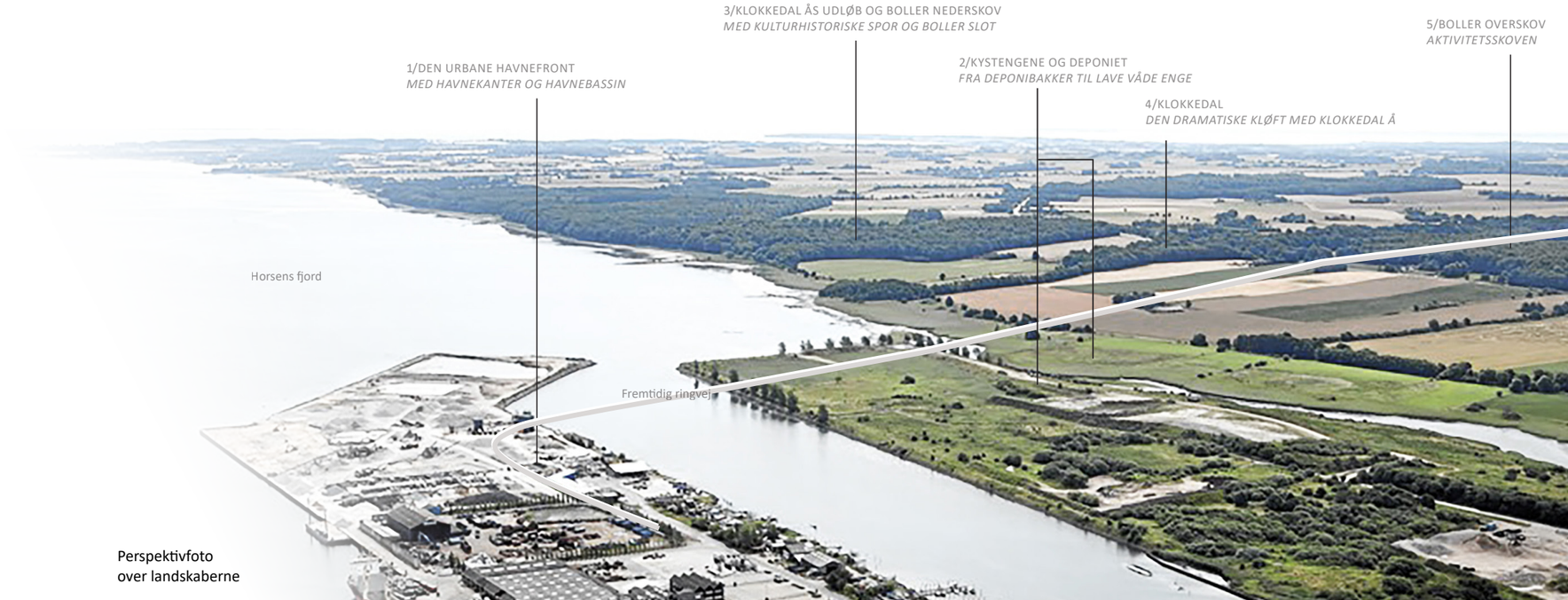
S.8 **PRIMÆRE TILTAG**
STINETVÆRK
NATUR OG LANDSKABSKARAKTER
NYE OPLEVELSESSTEDER

S.10 **UDSNITSPLAN**
DEN URBANE HAVNEFRONT OG
KYSTENGENE & DEPONIET

S.18 **UDSNITSPLAN**
KLOKKEDAL ÅS UDLØB OG BOLLER NEDERSKOV

S.26 **UDSNITSPLAN**
KLOKKEDAL

S.30 **UDSNITSPLAN**
BOLLER OVERSKOV



Perspektivfoto
over landskaberne

AFSÆT & VISION

BOLLER LANDSKABER - ET REKREATIVT & BYNÆRT NATUROMRÅDE

Området ved Klokkedal, Bollerskovene og Horsens Fjord udgør et helt særligt område, som gemmer på et kæmpe potentiale, der i dag ikke bliver udnyttet til fulde.

Med videreførelsen af Ringvej Syd er der en unik mulighed for at forbedre de rekreative arealer i området. Her kan skabes et sammenhængende natur- og skovområde mellem Boller Overskov, Klokkedal, Rold Skov og Boller Nedenskov.

Ved en fysisk sammensmeltning af de mange landskaber fra fjord til skov kan der skabes et unikt naturområde, som ikke findes lignende andre steder i Horsens Kommune. Det vil give et helt nyt bynært og grønt åndehul for borgerne i Horsens Syd, men også for resten af kommunens borgere.

En nytænkning af området giver desuden mulighed for at etablere klimasikring, som vil skabe stor værdi på lang sigt.

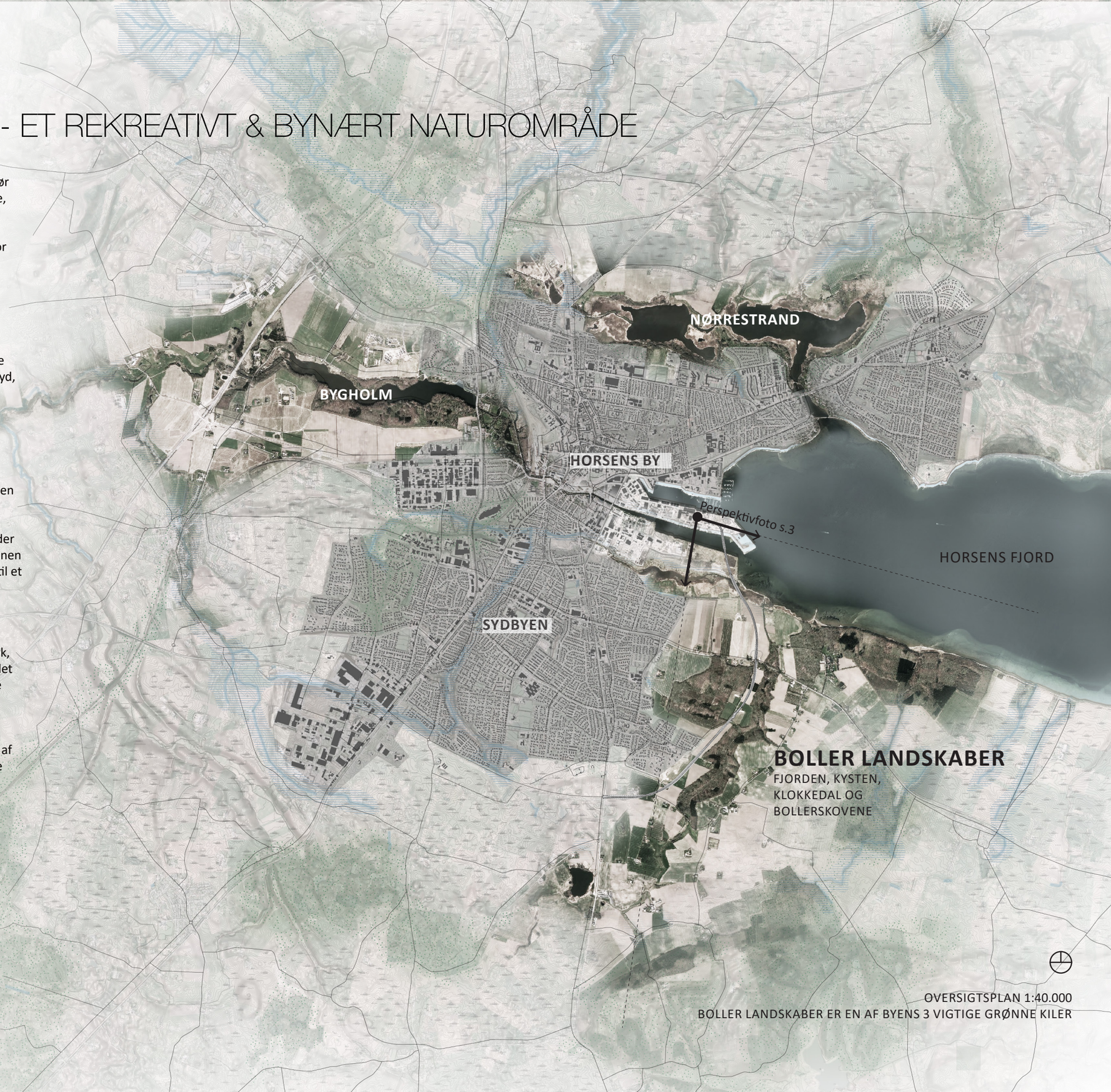
Etableringen af et nyt rekreativt og bynært landskab skaber sammenbinding med landskabet omkring Bygholm Ådal og den grønne ring, der er udlagt omkring Horsens by.

Horsens Kommune har fået udarbejdet denne helhedsplan, der sætter rammen for den langsigtede udvikling af området. Planen skitserer en række forslag til, hvordan området kan udvikles til et attraktivt besøgsmål.

Helhedsplanens overordnede strategi er:

- At skabe et område med sammenhængende stinetværk, faciliteter og tiltag, som skaber en samlet identitet for området
- At styrke landskabernes forskellighed ved at fremhæve naturområdernes individuelle karakter og skabe nye oplevelsessteder der fremhæver hvert områdes potentialer

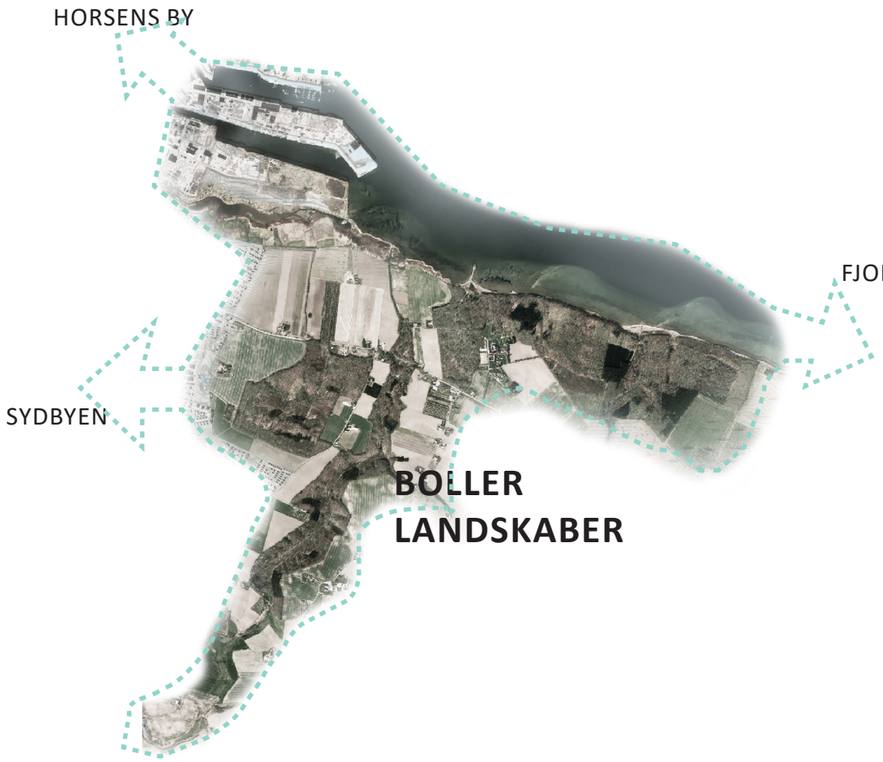
Konkret indeholder helhedsplanen forslag til bearbejdninger af beplantninger, vandløb og terræn, stier og udformning af nye oplevelsessteder.



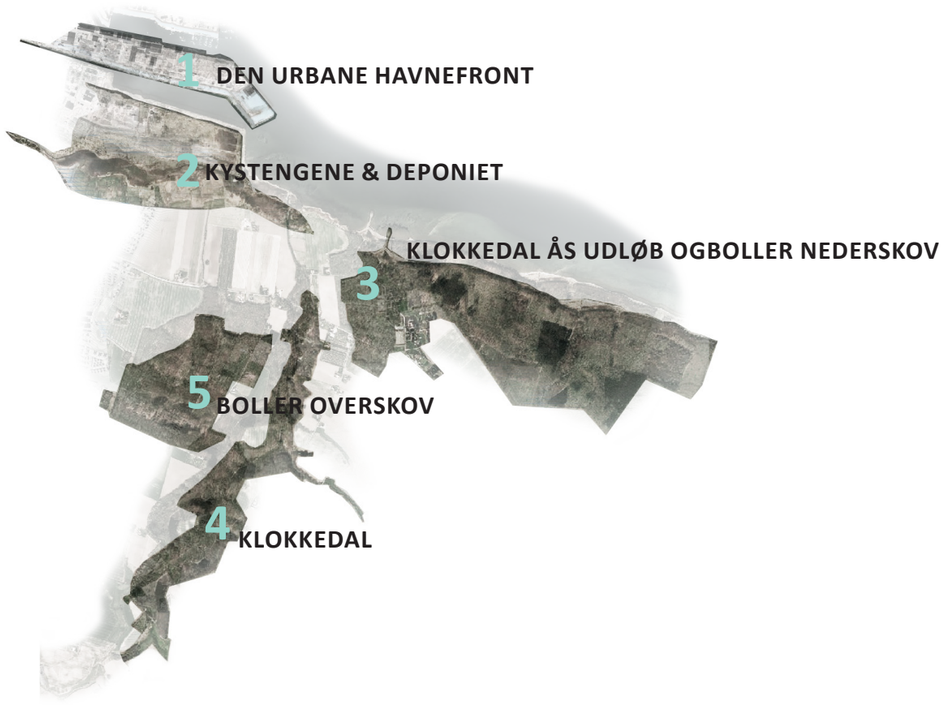
OVERSIGTSPLAN 1:40.000
BOLLER LANDSKABER ER EN AF BYENS 3 VIGTIGE GRØNNE KILER

HOVEDGREB

BOLLER LANDSKABER - ET REKREATIVT & BYNÆRT NATUROMRÅDE



SAMMENHÆNG
Med midtbyen og sydbyen som naboer har Boller Landskaber et stort opland og kan blive et sammenhængende og bynært, rekreativt naturområde



FORSKELLIGHED
Boller Landskaber består af en række smukke og forskelligartede landskaber, og variationen af naturoplevelser fra land til vand og fra eng til skov gør området helt særligt.

HOVEDGREB

LANDSKABERNES KARAKTER OG POTENTIALER SOM FUNDAMENT

Landskabernes særlige karakterer er helhedsplanens fundament. Fra den rekreative fjordkant fyldt med fugleliv og våde enge, til istidskløften Klokkedal, der skærer sig igennem jordens flade, og videre til kulturlandskabets skove. Naturen og landskabet er grundlaget for oplevelser.

De unikke landskabskarakterer skal fastholdes, men også styrkes og tilgængeliggøres. Derigennem får områderne i fremtiden en stærk naturmæssig og rekreativ oplevelsesværdi.

Oplevelser og nye aktiviteter skal indpasses nænsomt og indramme landskabernes særlige karakterer. Alle tiltag tilstræber at fremhæve landskabernes kvaliteter styrke oplevelsen af naturen ved at gøre den nærværende og tilgængelig. Demed skabes bedre vilkår for en nænsom rekreativ benyttelse af naturen.



OVERSIGT OVER LANDSKABERNES KVALITETER



1/ DEN URBANE HAVNEFRONT

Det blomstrende lokalmiljø på havneområdet er karaktergivende og skaber et unikt fællesskab og kendetegn for området. Når ringvejen indrammer bassinet, skabes et afgrænset vandrum, hvor vandrelaterede aktiviteter kan udfolde sig på det rolige vand og den fremtidige klimasikrings betydning for byen kan formidles 1:1 i netop dette landskab.



2/ KYSTENGENE OG DEPONIET

Deponiets grønne arealer har en attraktiv placering på pieren i fjorden. Sammen med kystengene syd for Dagnæs Bæk's udløb findes her en helt særlig naturoplevelse. Deponiets bakker og kystens våde enge, er omsluttet af et rigt fugleliv. En øget tilgængelighed fra Bakkelunden og byen ud til området, kan bringe besøgende tæt på de våde enge og områdets særlige plante og fugleliv. Med en rekreativ plan for terrænet på deponiet kan udsigten mod by, fjord og land blive en smuk oplevelse fra bakketoppene.



3/ KLOKKEDAL ÅS UDLØB OG BOLLER NEDERSKOV

Det åbne kystlandskab består idag af marker og læhegn. Tidligere er Klokkedal Å blevet reguleret og rettet ud og vandløbet løber parallelt med et læhegn. Bollerstien er forbindelsen til området. Gennem en forbedret tilgængelighed øges muligheden for, at opleve det åbne kystlandskab. Områdets tætte kontakt til fjorden kan formidles og oplevelsen af de smukke våde enge, Klokkedals udløb og de kulturhistoriske spor, i form af gamle møllers placeringer, kan styrkes.



4/ KLOKKEDAL

Klokkedal er et stykke meget gammel natur med stejle skrænter, der danner en kløft i det ellers plane landbrugsland. De stejle skråninger er opstået under istiden. Klokkedals kløft er et helt unikt sted med plads til ro og fordybelse. Området er meget oplevelsesrigt i dag og landskabets historie kommer til udtryk i den stejle og dramatiske istidskløft. Her er rum for ro og fordybelse og man er virkelig "ude i naturen". Natureoplevelsen her er stærk og skal bibeholdes, uden store tiltag.



5/ BOLLER OVERSKOV

Den nære kontakt til byen og skolerne i sydbyen af Horsens, gør Boller Overskov til et oplagt udflugtsmål. Skoven står med et meget tydeligt skovbryn ud mod et åbent markareal der ligger mellem by og skoven. Hundeskoven giver hundeejere et frirum og fungerer som en attraktion i området. Nærheden kan styrkes gennem bedre og flere stiforbindelser, men ikke mindst flere aktivitetstilbud og/eller steder som inviterer til leg og læring i naturen.

HELHEDSPLAN

BOLLER LANDSKABER

MIDTBYEN

Bakkelund

SYDBYEN

Bankagerskolen

Højvangskolen

Bjerrevej

Bollervej

Ringvej Syd

Ny ringvej

1/DEN URBANE HAVNEFRONT

TÅRNET PÅ HAVNEFRONTEN

PAUSEN VED SLUSEN

Ny sti

Rekreativt bakkelandskab

Bådoplag

2/KYSTENGENE OG DEPONIET

Ny sti

SLUSETRAPPEN

Græsningsenge

Bollerstien

BADEBROEN - VED BOLLER NEDERSKOV

Nyt vådområde
med slyngning af åen

Holme af træer

**3/KLOKKEDAL UDLØB &
BOLLER NEDERSKOV**

Nyt græsningslandskab

Dyreskov

VAND- OG NATUR-
LEGEPLADSEN

Boller slot

Skovudviddelse

STIPASSAGE UNDER BOLLERVEJ

Boller Nederskov

5/BOLLER OVERSKOV

Lysning
Mose

LYSNING OG LÆRINGSRUM I MOSEN

4/KLOKKEDAL

FORDYBELSESRUM I KLØFTEN

Signaturforklaring

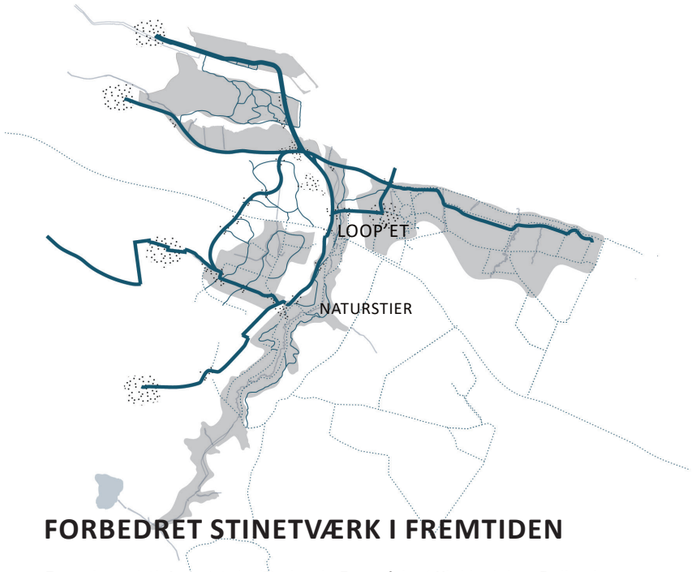
- Parkering
- Nye oplevelsessteder
- Ny cykel- og gangsti
- Ny sti
- Eksisterende sti
- Vandløb
- Regnvands sø
- Ny beplantning
- Vådeng
- Eng med græssende dyr

STINETVÆRK



STIER I DAG

Landskaberne er ikke forbundet, da stierne leder en frem og tilbage af samme vej Der er ikke mulighed for at vælge alternative ruter, så man oplever altid samme tur når man besøger området igen.

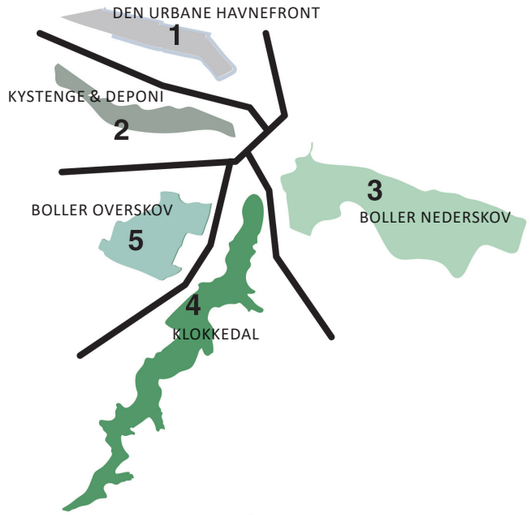


FORBEDRET STINETVÆRK I FREMTIDEN

En ny hovedsti, Loop'et, forbinder de 5 områder i Klokkedal og Bollerskovene. Sammen med en række nye naturstier som forbinder de eksisterende småstier, dannes et sammenhængende stinetværk der gør det lettere og mere oplevelsesrigt at færdes i området.

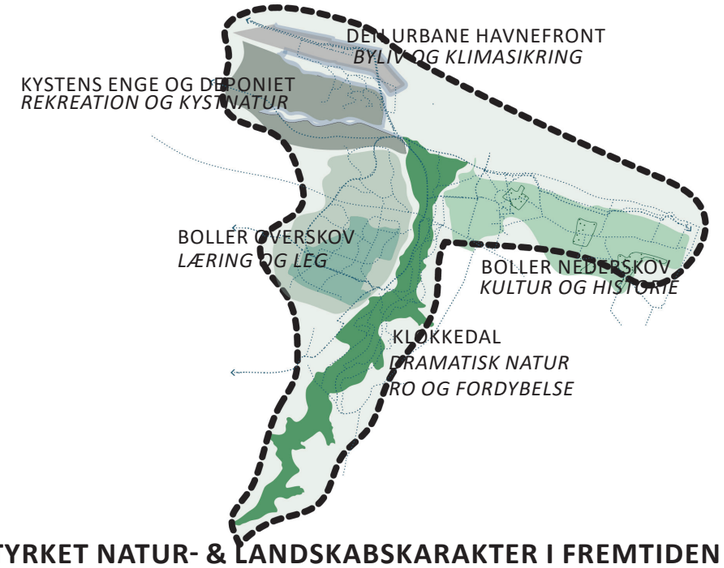
PRIMÆRE TILTAG

STYRKET NATUR OG NYE OPLEVELSESSTEDER



ADSKILTE NATUROMRÅDER IDAG

Landskaberne har i dag hver deres særlige karakter, men ligger adskilte og de åbne arealer mellem skovene henligger, i oplevelsesmæssig forstand, som passive og ukarakteristiske. Havnens og deponilandskabets landskablige potentialer som bynære blågrønne landskaber er endnu ikke udfriet.



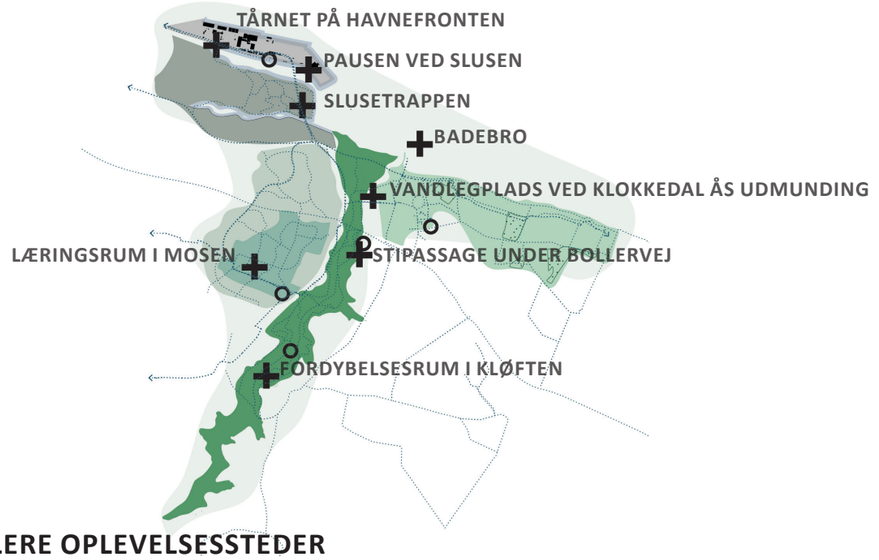
STYRKET NATUR- & LANDSKABSKARAKTER I FREMTIDEN

Landskabernes kvaliteter styrkes ved at bearbejde områdernes vegetation, topografi og karakter. Ved den urbane havnefront og deponiet skabes et bakkelandskab og ny beplantning og udformning af brinker og fjordkanter kan give området en mere naturlig karakter. Ved Klokkedals udløb genslynges åen og et nyt åbent engområde udvikles. I Boller Overskov styrkes biodiveristet gennem udvikling af steder til mose. På arealerne omkring giver nye beplantede holme karakter til den åbne flade. Alt i alt udvikles områdernes potentialer således at Boller Landskaber sammenlagt rummer en perlerække af varierende oplevelser.



FÅ OPLEVELSESSTEDER I DAG

Områdets attraktioner - såkaldte ”oplevelsessteder” - er i dag få og henvender sig meget til få og specifikke målgrupper som fx spejdere og hundeluftere



FLERE OPLEVELSESSTEDER

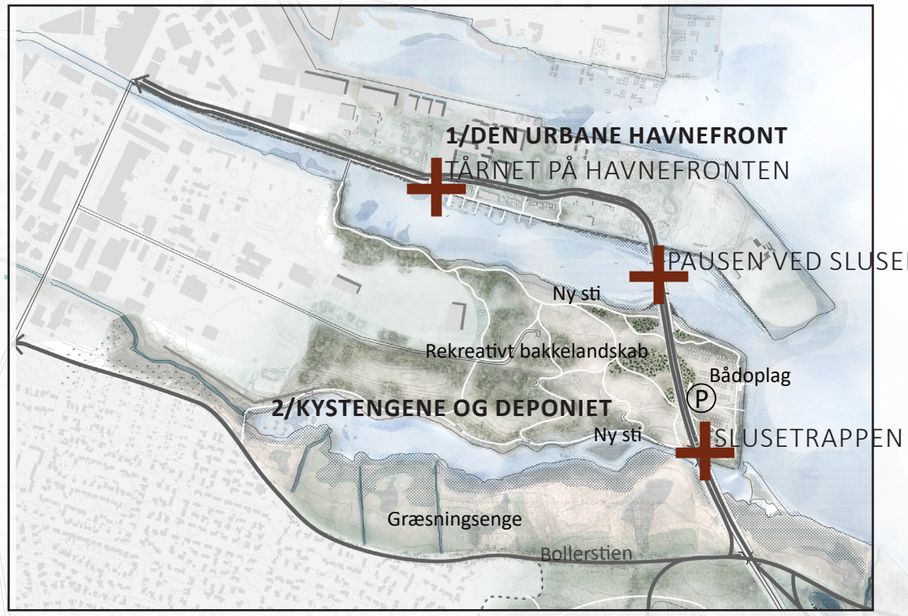
I fremtiden vil Boller Landskaber være et besøgsmål for alle borgere, familier, skoler, institutioner og foreninger. De ny oplevelsessteder danner rum for samling, ophold, picnic, udsigt, leg og læring og kan bruges af alle. Oplevelsesstederne indpasses nænsomt i landskabet, og iscenesætter naturen omkring og aktiverer landskabernes særlige karakterer gennem nøje udvalgte funktioner.





UDSNITSPLAN

DEN URBANE HAVNEFRONT & KYSTENGENE OG DEPONIET


1/DEN URBANE HAVNEFRONT
TÅRNET PÅ HAVNEFRONTEN
PAUSEN VED SLUSEN
Ny sti
Rekreativt bakkelandskab
Bådoplag
P
2/KYSTENGENE OG DEPONIET
Ny sti
SLUSETRAPPEN
Græsningsenge
Bollerstien

1:15.000

UDSNITSPLAN OMRÅDE 1+2

HAVNEPROMENADE OG KOBLING TIL BYEN
DET REKREATIVE LANDSKAB

Den urbane havnefront langs Ove Jensens Allé, deponiet og kystengene nord for Bollerstien kan i fremtiden blive en sammenhængende rekreativ del af Boller Landskaber. Bassinernes rolige vande vil give nye muligheder for rekreative vandaktiviteter som f.eks. kanosejlads. Sluserne på dæmningen kan blive spændende formidlingssteder om byens håndtering af klimaforandringer.

Den nordlige del af bassinområdet har en urban karakter. Kanten langs bassinets åbner mulighed for at etablere en havnepromenade, der fungerer som bindeled mellem Horsens midtby og det nye Boller landskabsområde.

Horsens Lystbådehavn
Til byen
Udløb af Bygholm Å
TÅRNET PÅ HAVNEFRONTEN
Ny gangbro der forbinder den urbane havnefront og det rekreative fjordlandsab
Lokalt havnemiljø
Jollehavn
Vandaktivitet
Rekreativ sti med nærhed til vandkanten
Rekreativ ny slynget kystkant
PAUSEN VED SLUSEN
Endelavevej
Ny beplantning
Deponi
Bådoplag
Ny beplantning
Udsigtspunkt over Horsens by
Parkeringsplads
Udsigtspunkt over det rekreative kystlandskab
Udsigtspunkt over Horsens Fjord
SLUSETRAPPE
Til byen
Vold til afskærmer
Ny sti fra Bakkelund
Rekreativ sti
Bro over åen
Særligt sted ved vandet
Rekreative sti starter
Bollerstien
Trampesti
Våde enge med et stort fugleliv
Trampesti
Græsende dyr på nordsiden af Bollerstien
Underføring af Bollerstien
Cykel- gangstien koble sig til ringvejen
Ny ringvej

Signaturforklaring

- Nye oplevelsessteder
- Våde områder
- Enggræs
- Eksisterende sti
- Ny sti
- Ny cykel- og gangsti
- Ny beplantning
- Eksisterende beplantning

I forbindelse med havnepromenaden kan der etableres et udsigtstårn, der fungerer som landmark og ankomst fra bysiden til Boller Landskaber.

På dæmningen kan der laves et slynget stiforløb, som giver plads til et formidlingssted hvor man kan se ned på det nye dæmningsværk og dets funktion som beskyttelse af byen mod den stigende vandstand.

Deponiet kan på sigt udvikles til et nyt, rekreativt fjordlandskab, med et stinetværk, der giver adgang fra byen til deponiområdet og rundt på det og skaber forbindelse videre mod syd.

I sammenhæng med den lille sluse etableres en sluserampe til ophold og udsigt samt formidling af højtvandsikringen af byen.

Øst for vejdæmningen ligger det nye bådeoplæg med tilhørende faciliteter.

Hele det sydlige område påvirkes af vandstanden i Horsens Fjord og vandet skaber konstant foranderlighed ved den rekreative fjordkant.



Foto af det lokale havnemiljø



Foto af Dagnæs Bæk



Foto fra området



Eksempel på en boardwork på de våde enge



Eksempel på et bakket landskab på deponiet



Eksempel på græssende dyr på de våde enge

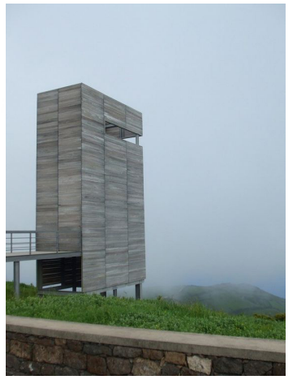








Eksempel på et tårn med transparent beklædning, der giver et flimrende udtryk og hvor trappen er kernen af konstruktionen

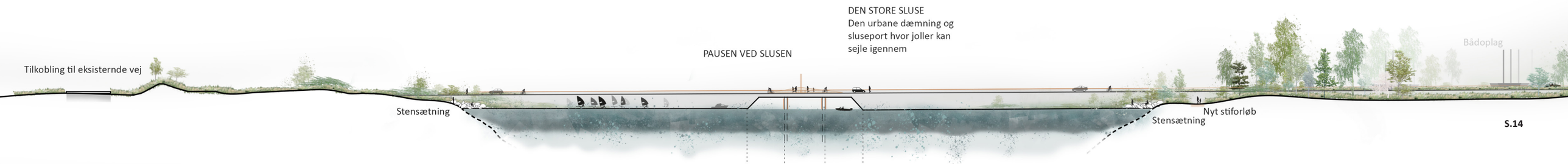


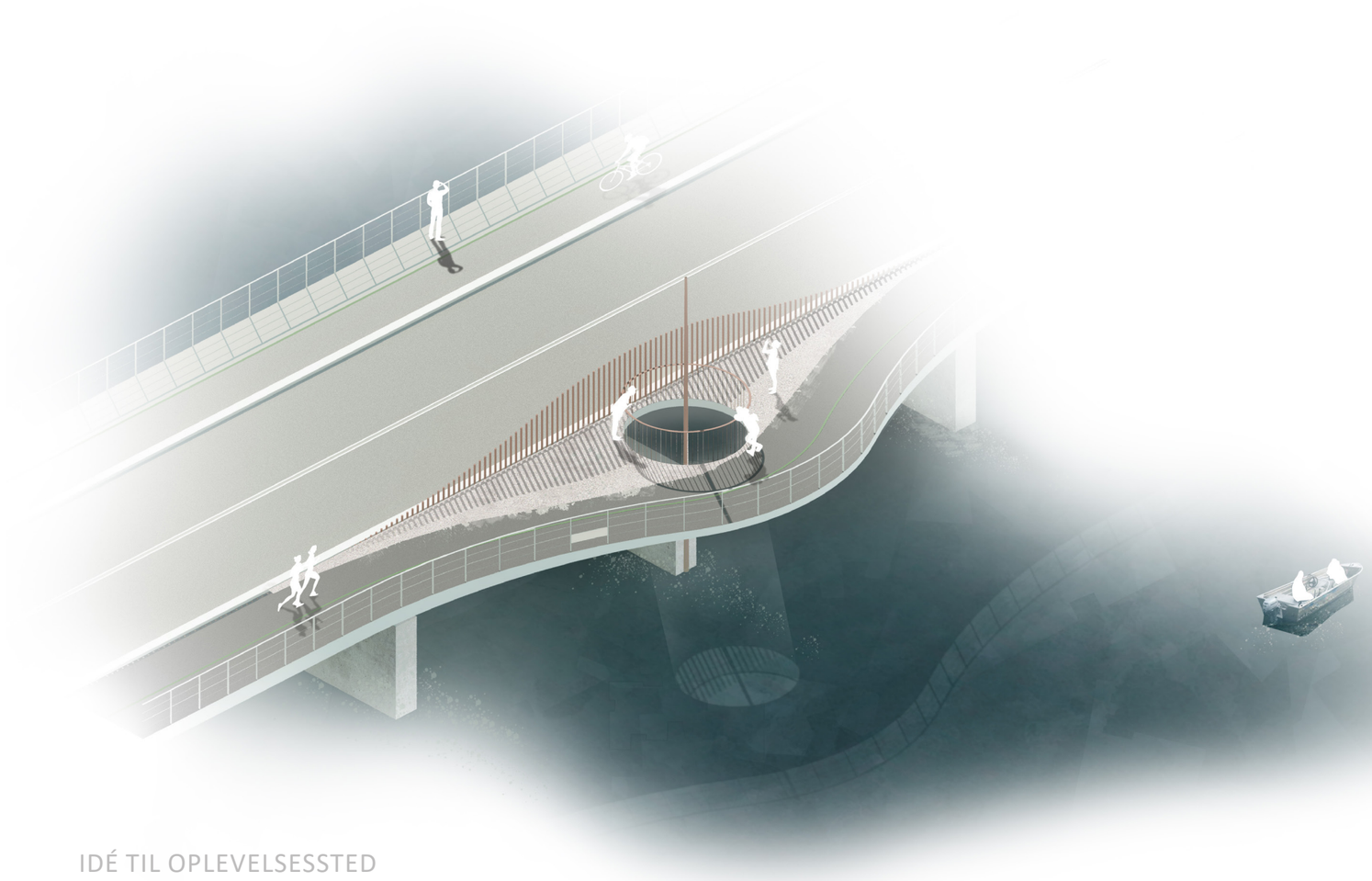
Eksempel på et tårn som er placeret på kanten af bakken

IDÉ TIL OPLEVELSESSTED

TÅRNET PÅ HAVNEFRONTEN

Tårnet på havnefronten inviterer til ophold på flere udsigtsplateauer og giver, med sin placering på kanten mellem byen og fjorden, et fantastisk vue over landskabet. Tårnet kan fungere som et skulpturelt pejlemærke og samtidig fungere som en indgangsportal fra Horsens midtby til Boller Landskaber. Tårnet kan også indeholde informationer om de mange oplevelsesrum, som netværket af cykel- og gangstier giver adgang til. Endelig kan det fungere som formidlingsplatform for det nye dæmningsværk, der skal fungere som klimasikring af Horsens By mod havvandsstigningerne. Det arkitektoniske udtryk skal være let og transparent og materialevalget skal passe ind i områdets særlige maritime og rekreative atmosfære.





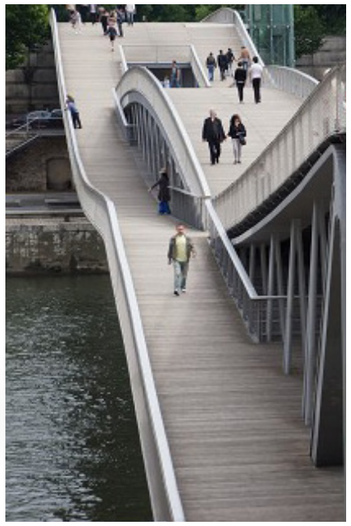
IDÉ TIL OPLEVELSESSTED

PAUSEN VED SLUSEN

På vejdæmningen vil der i fremtiden være to sluser, som beskytter byen mod forhøjet vandstand i fjorden. Slusen på den længste vejdæmning over det mere urbane bassin, bliver omdrejningspunkt for en ”pause” på cykel- eller gåturen over vandet. Med en slyngning af stien, skabes en udkragning der inviterer til at man kan stige af cyklen og se ned på sluseværket. Her får man mulighed for at opleve slusen i funktion på tæt hold. På stedet kan man følge med i vandstandshøjden ved at se afmærkningerne på den lodrette mast. Efter mørkets frembrud kan slusen blive markeret af en smuk og iøjnefaldende lyskegle fra masten, der iscenesætter dette særlige pausested på slusen.



Eksempel af et opholdssted på vejen



Eksempel på en gangbro med det særlige forløb



Eksempel på fascinationen af et ”hul”





IDÉ TIL OPLEVELSESSTED
SLUSETRAPPEN

Over det vandrum hvor Dagnæs Bæk udløber i fjorden, vil der i fremtiden også være en mindre dæmning med sluse. En ny sti fra Bakkelunden langs deponiets sydlige fjordkant, gør det muligt for fremtiden at gå en fantastisk tur fra byen mod fjorden. En tur med den særlige attraktion, at man kan ”gå igennem slusen”. Det er netop denne oplevelse, at man kommer helt tæt på sluseværket, som gør dette sted unikt. Stedet markeres med en Slusetrappe, der skaber adgang og ophold fra vejen og bliver et muligt udsigts og opholdssted på vandsiden af slusen. Der bliver et vue mod Boller Nederskov, kysten og fjorden. Her oplever man både sluseanlægget på tæt hold og kan skue over fjordlandskabets store vidder. Trappeanlægget vil i sig selv også fungere som ”vandtrappe” og trappetrin samt bropiller kan forsynes med indgraverede tal der fortæller om vandstandsniveauet. På væggen i slusen er der mulighed for at lave et formidlingspunkt, med oversigtskort og information om klimatilpasningen.



Eksempel på en stålkant der danner trin ved slusetrappen



Eksempel på hvordan man skaber ophold på en skrånende kant



Eksempel på hvordan beplantningen er en del at trindannelsen



Eksempel på vandaktivitet ved slusetrappen



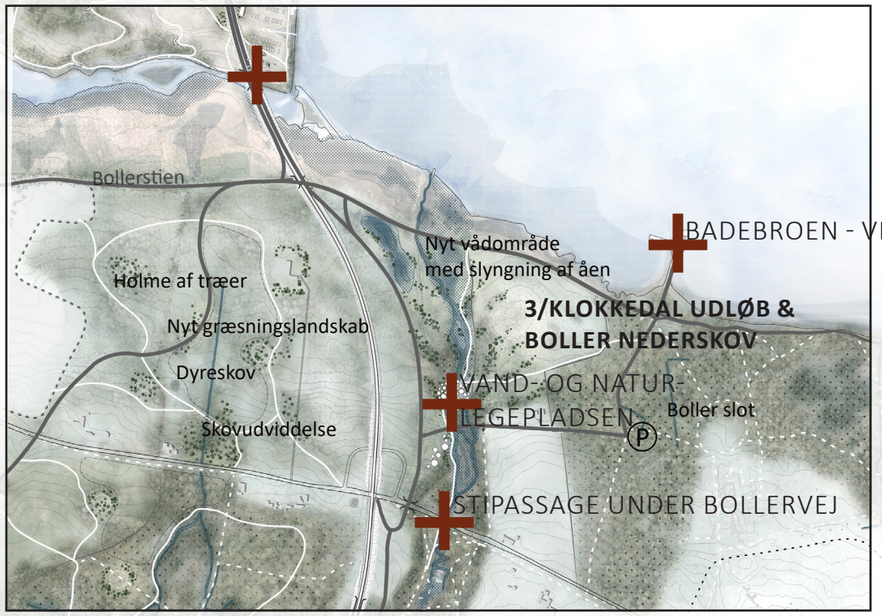
SLUSETRAPPEN

Ved slusetrappen kan man få den helt unikke oplevelse af at passere igennem den lille sluse. Her kan byens klimasikring formidles 1:1 idet man kommer helt tæt på sluseporten. Trappen i sig selv danner et mødested, en pause på dæmningen og et fantastisk udsigtssted hvor man kan se ud mod fjorden og langs kysten med Boller Nederskovs smukke skovbryn mod vandet



UDSNITSPLAN

KLOKKEDAL ÅS UDLØB OG BOLLER NEDERSKOV



BADEBROEN - VED BOLLER NEDERSKOV

3/KLOKKEDAL UDLØB &
BOLLER NEDERSKOV

VAND- OG NATUR-
LEGEPLADSEN

STIPASSAGE UNDER BOLLERVEJ

UDSNITSPLAN OMRÅDE 3

KLOKKEDAL ÅS UDLØB OG BOLLER NEDERSKOV

Underføring af Bollerstien

Udløbet for Klokkedal Å

Regnvands sø

Information om Nedermølle

BADEBRO VED BOLLER NEDERSKOV

Våd eng

Genslyngning af Klokkedal Å

Landskabs-bearbejdninge af terrænet - flader vejens terræn ud

Landskabsbearbejdning ny beplantning der gradvis åbner sig op til det åbne land

Primitiv overnatningsplads

Ny sti til Boller Overskov

Boller Nederskov

Dyrefold

Underføring af sti

Ny beplantnings grupper af træer

Ny beplantnings grupper af træer

Info om rundhøj

Kobling til byen

Shelter

VANDLEGPLADSEN I KLØFTENS UDMUNDING

Ny ringvej

Krydsning over Klokkedal Å

Ny beplantnings der afslutter Boller Overskov på nordsiden af Bollervej

Genslyngning af å nord for Bollervej

Signaturforklaring

Bollervej

Underføring af hovedstien

Nye oplevelsessteder

STIUNDERFØRING UNDER BOLLERVEJ

Våde områder

Info om rundhøj

Parkering

Skov

Info om rundhøj

Mulig slyngning af åen hvis spæring ved møllen fjernes

Parkering

Enggræs

Boller Overskov

Bollervej

Eksisterende sti

Info om møllen

Ny sti

Fremtidig faunapassage

Krydsning over Klokkedal Å

Ny cykel- og gangsti

Klokkedal

Ny beplantning

Eksisterende beplantning



1:5.000

Klokkedal er naturmæssigt en ”lille perle”. Dette knytter sig primært til skovens stejle skrænter og Klokkedal Å, som løber gennem skoven. Åens sidste strækning, fra Bollervej til fjorden, rummer dog i dag ikke samme høje natur- og oplevelsesværdi som den øvrige del af Klokkedal, idet åen her er blevet rettet ud og landskabet behandlet som de omgivende marker med rette beplantede hegn.Derfor foreslås åens møde med fjorden bearbejdet og genetableret som en sammenhængende del af Klokkedal.

Klokkedal Ås udløb slynges og der skabes bredere åløb, som mere naturligt leder vandet til fjorden og samtidig fortæller historien om åens naturlige løb. Landskabet ændres til et aktivt udflugtsmål hvor vandets fortælling og møllernes historier er i fokus. Hermed skabes en velfortjent afslutning af Klokkedals kløft, hvor åen skærer sig igennem og ud i fjorden.

Området forbindes med stinetværket i den øvrige del af Klokkedal gennem en ny stiunderføring under Bollervej. Denne sti helt nede ved åen, giver en unik oplevelse af at kunne færdes for foden af kløftens stejle skråninger og følge vandet til fjorden. Når man kommer ud på det mere åbne arealer mod nord og det ny blågrønne landskab åbner sig, foreslås at etablere en attraktiv vandlegeplads med ophold og picnicmulighed. Sammen med en række primitive overnatningsmuligheder, kan området blive et yndet mål for både dagsudflugter og overnatning.



Eksempel på shelter med en central plads som mødested, undervisning, madpakkespisning osv.



Eksempel på shelter og en bålplads tæt på vandet



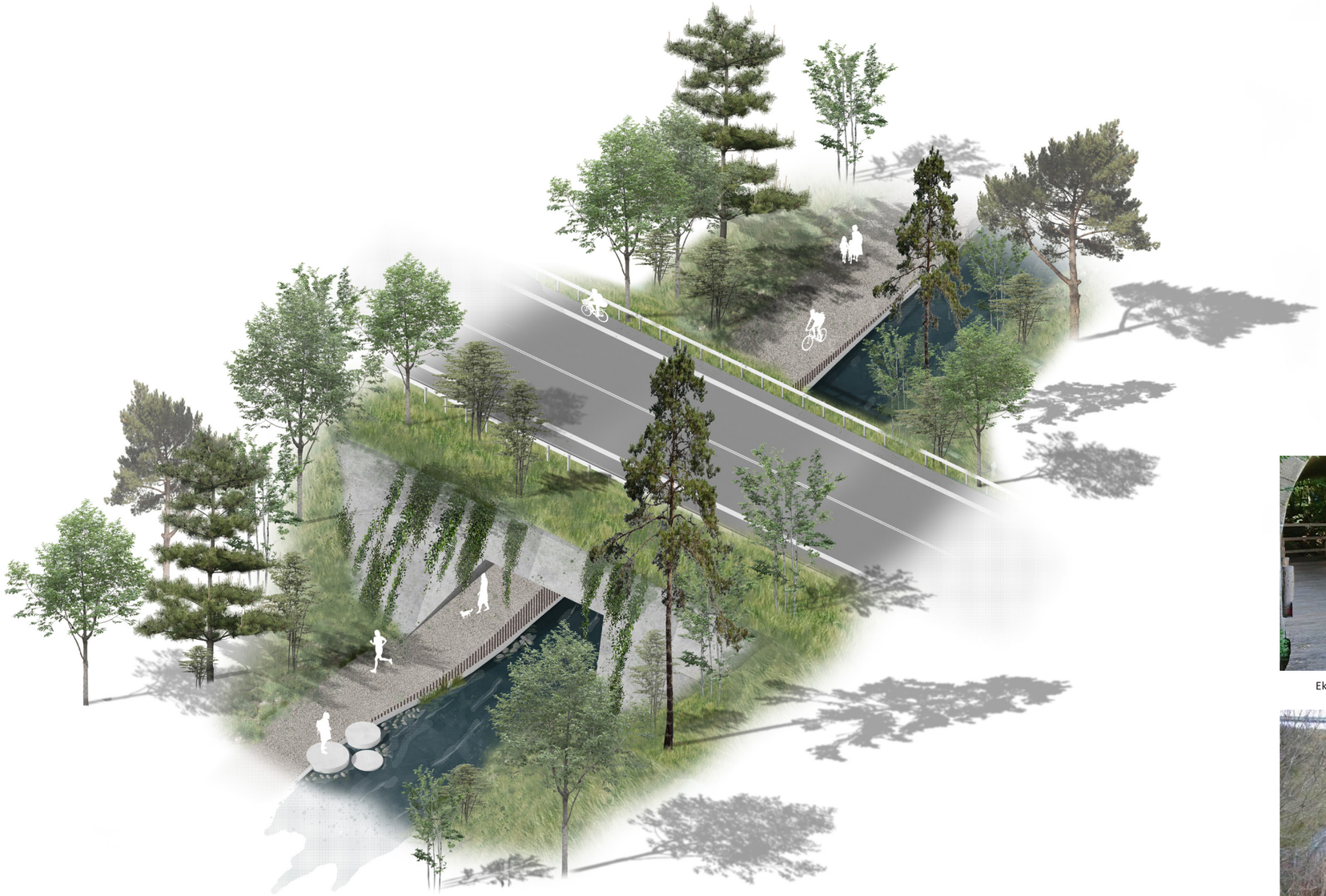
Eksempel på en slynget å hvor beplantningen skaber et smukt og interessant landskab



Eksempel på en slynget å på kanten af et skovbryn



Historisk kort over Klokkedal Ås udløb



IDÉ TIL OPLEVELSESSTED

STIUNDERFØRING UNDER BOLLERVEJ

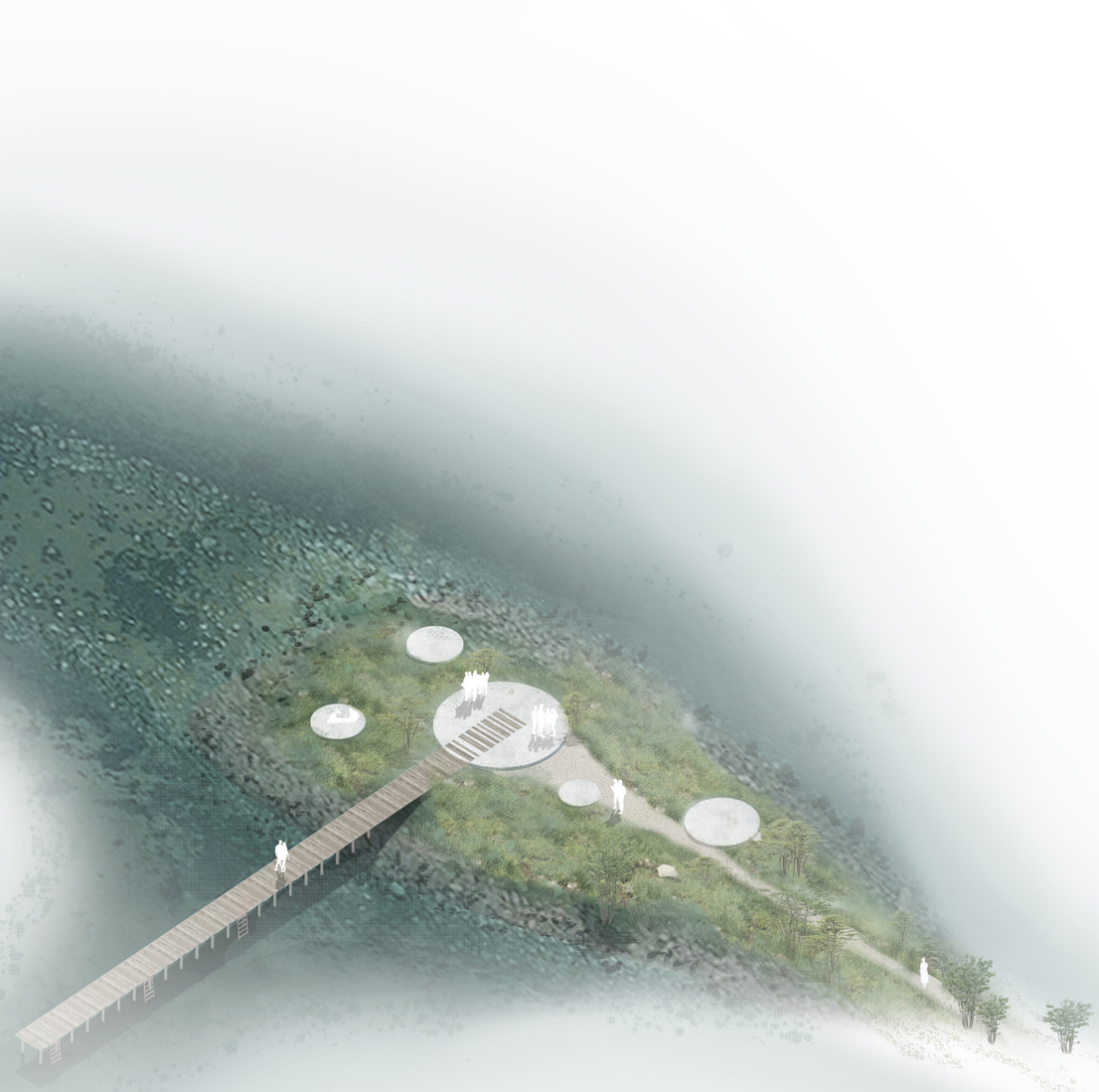
Stiføringen og faunapassagen under Bollervej binder Klokkedal sammen, og gør det muligt at færdes hele vejen til fjorden langs åen. Gennemføringen betyder, at både mennesker og dyr kan følge den genslyngede å og der skabes dermed en god kobling mellem nord og syd. Fra at have været en forhindring for de gående, bliver passagen af Bollervej nu et oplevelsesrum hvor børn og vokse kan komme lidt tættere på det rindende vand.



Eksempel på en underføring med kombineret gangsti og vandforløb



Eksempel på en underføring med kombineret gangsti og vandforløb





Eksempel på en badebro ved Boller Nederskovs kyst



Eksempel på et opholdssted når man besøger fjorden ved Boller Nederskov

IDÉ TIL OPLEVELSESSTED

BADEBRO VED BOLLER NEDERSKOV

Landtangen der skyder sig ud i fjorden fra Boller Nederskov danner et unikt sted, hvorfra man får 360graders udsyn i fjorden. Her kan man se tilbage på skoven, ind mod byen eller ud i fjorden. Man er fri af de lave vande og fra landtangen, vil en badebro skabe en fantastisk attraktion og gøre der muligt at hoppe direkte i fjorden. Badebroen kobler sig vinkelret på landtangen og orienterer sig mod vest mod sluselandskabet og Horsens by. Badebroens orientering og trappestigernes placering mod syd, betyder, at den henvender sig mere til det rolige vand mod land end til det mere oprørte vand længere ude i fjorden. Endvidere betyder placeringen at man friholder det stenrev der ligger i umiddelbart forlængelse af landtangen. På land kan der etableres en række opholdssteder, som gør landtangen behagelig at opholde sig på mens børnene bader.



IDÉ TIL OPLEVELSESSTED

VANDLEGEPLADS VED KLOKKEDALS UDMUNDING

Den karakteristiske vandlegeplads udgør et vigtigt mødested på kanten mellem skoven og det åbne landskab der strækker sig til fjorden mod nord. Vandlegepladsen placeres med skoven som ryg og med udsigt over det ny landskab med den genslyngede å. Pladsen udformes så naturligt som muligt, så den nænsomt indpasses i den flotte natur og lader græs, skovblomster og vand får lov at trænge igennem belægningen. Pladsen rummer en række hævede stubbe og betonsten som udgør siddepladser og borde og som inviterer til længerevarende ophold. Midt på dagen vil pladsen ligge svalt i skygge, mens der er direkte solskin om morgenen og sidst på eftermiddagen. Vandlegepladsen inspireres af de møller der engang har ligget i netop dette landskab, og som små møllehjul vil små vand-maskiner gøre det muligt at lege med åens vand.



Eksempel på et hengemt sted hvor træstubbe er rumskabende



Eksempel på hvordan træstubbe med varierende højder lægger op til leg



Eksempel på et hengemt sted til ro og fordybelse



Eksempel på leg ved et vandløb hvor man kan stikke gummistøvlerne i vandet

VANDLEGEPLADS VED KLOKKEDALS UDMUNDING



UDSNITSPLAN

KLOKKEDAL

RO OG FORDYBELSE I SKOVKLØFTENS DRAMATISKE RUM

1:15.000

UDSNITSPLAN OMRÅDE 4

KLOKKEDAL

RO OG FORDYBELSE I SKOVKLØFTENS DRAMATISKE RUM

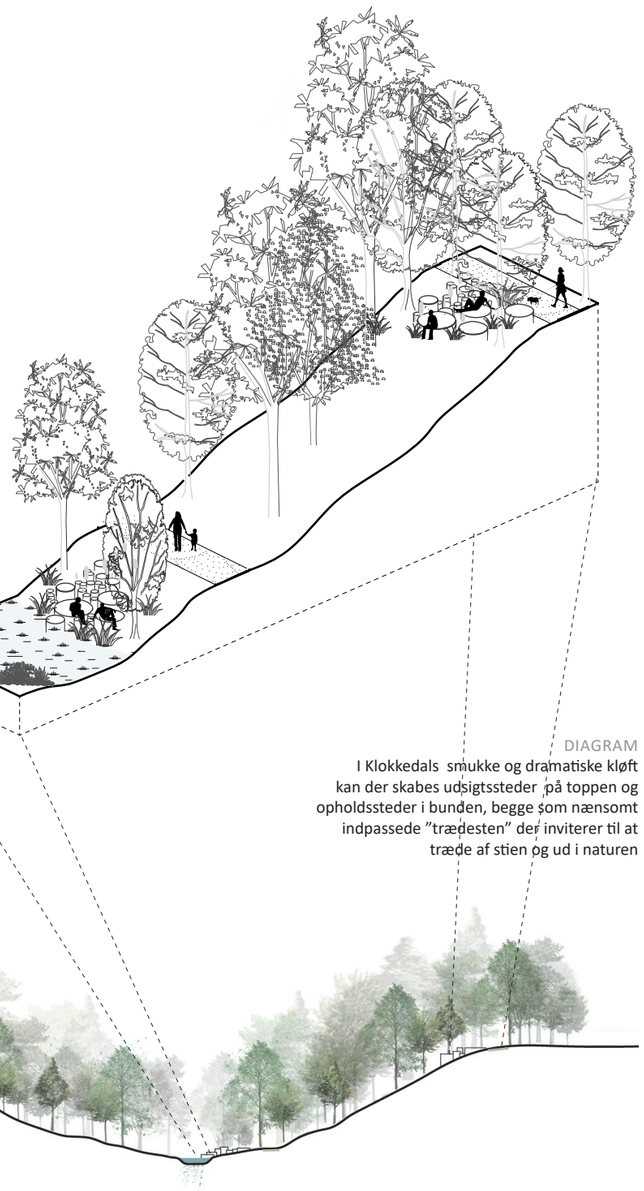
Klokkedal skov skyder sig op som en langstrakt skov på de åbne marker. Her får man oplevelse af at være ”helt ude i naturen” og Klokkedal Skov er også af naturstyrelsen udlagt til stillezone, såvel af hensyn til skrændskovens særlige natur som muligheden for at få stille skovoplevelser.

Et forbedret stinetværk vil gøre det muligt, at komme endnu tættere på skovens natur og give besøgende mulighed for flere rundture, fremfor altid at skulle frem og tilbage ad samme vej. Kløftens dybde kommer især til sin ret på den sti, der følger kløftens højeste kant. Her opnås nogle steder en højdeforskel på hele 34m og landskabets dramatiske topografi iscenesættes på smukkeste vis.

Vest for Klokkedal findes et åbent areal, som skaber en fin rumlig adskillelse, en pause, mellem Klokkedal og Boller Overskov. Området bidrager til at fremhæve skovenes forskelligheder og skovbrynene står som en flot indramning af det åbne. Den ny ringvej og cykel-gangsti løber igennem dette rum mellem skovene, og fra vejen og stien vil man få et flot kik mod begge skovbryn. Netop her, etableres 2 nye parkeringspladser som ankomststeder til området, med direkte nærhed til både Klokkedal og Boller Overskov. Cyklende og gående kan færdes trygt mellem skovene ad en stiunderføring, og således skabes i fremtiden et sammenhængende og trygt stinetværk mellem Boller Overskov og Klokkedal Skov.

Nye oplevelsessteder
Våde områder
Skov
Eksisterende sti
Ny sti
Ny cykel- og gangsti
Ny beplantning
Vådt område
Tilløb til Klokkedal Å
Regnvands sø med sti langs kanten skaber mulighed for et ophold
Ny parkeringsplads
Underføring af ny cykel- gangsti
Info om Klokkedal og Boller Overskov
Ny sti der giver mulighede for at gå på kanten af Klokkedals kløft
Muligt fordybelsesrum på kanten af kløften
Krydsning over Klokkedal Å
Klokkedal Å
Info om rundhøj
Ny ringvej
Muligt fordybelsesrum ved Klokkedal Å
Klokkedal
Spejderne
Ophold- og madpakkested ved spejderhytten
Muligt fordybelsesrum på kanten af kløften
Ny sti der giver mulighed for at gå på kanten af Klokkedals kløft
FORDYBELSESRUM I KLØFTEN





DIAGRAM

I Klokkedals smukke og dramatiske kløft kan der skabes udsigtssteder på toppen og opholdssteder i bunden, begge som nænsomt indpassede "trædesten" der inviterer til at træde af stien og ud i naturen

IDÉ TIL OPLEVELSESSTED

FORDYBELSESRUM I KLØFTEN

Det særlige naturrum som man oplever i Klokkedals dramatiske kløft, skal behandles nænsomt og der bør ikke etableres "larmende" faciliteter eller dominerende aktiviteter. Dog kan nærheden til vandet og udsigterne fra skråningens top styrkes og iscenesættes, gennem nænsomt indpassede opholdssteder, såkaldte "fordybelsesrum" som knytter sig til særlige fortællinger og oplevelser i kløftlandskabet. Som små invitationer til at træde af stien og komme helt tæt på fx vandet i åen, kan der udlægges en række trædesten, som gør det muligt at sætte sig ned, tage et hvil, sætte fødderne i vandet eller nyde madpakken mens børnene går på opdagelse i skoven og vandløbets mikrofauna.







Eksempel på betoncirklen som et opholds- og træde-element



Eksempel på cirklen som skaber adgang ud til og på vandet



Eksempel på leg ved et vandløb hvor man kan stikke gummistøvlerne i vandet

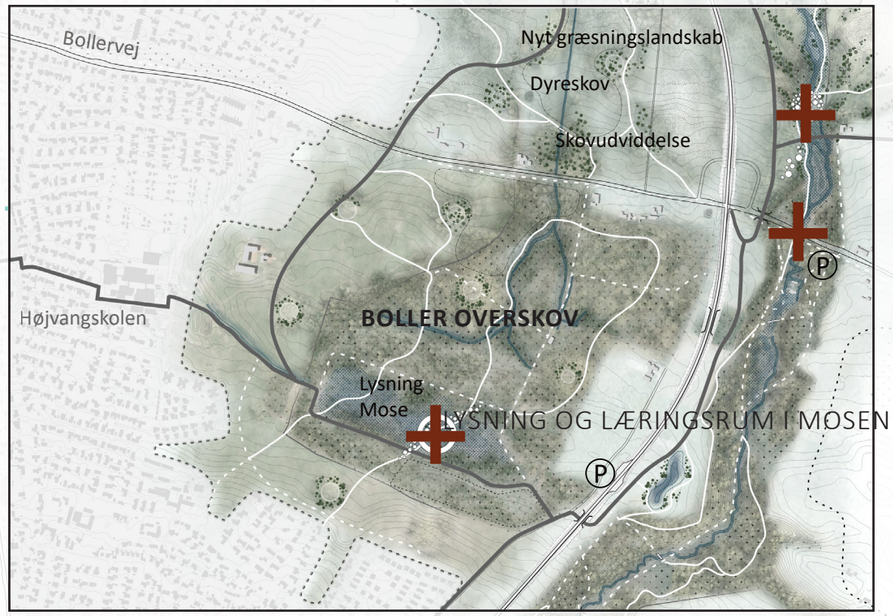
1:5.000



UDSNITSPLAN

BOLLER OVERSKOV

LÆRING OG LEG VED AKTIVITETSSKOVEN


Bollervej
Nyt græsningslandskab
Dyreskov
Skovudviddelse
Højvangskolen
BOLLER OVERSKOV
Lysning
Mose
LYSNING OG LÆRINGSRUM I MOSEN
P
P

UDSNITSPLAN OMRÅDE 5

BOLLER OVERSKOV

LÆRING OG LEG VED AKTIVITETSSKOVEN

Boller Overskov står i dag som en flot ældre skov. Skoven rummer ikke egentlig § 3-beskyttet natur, men flere områder i skoven er i de senere år blevet mere fugtige, og med aktiv grøftelukning kan dele af skoven blive mere våd og udvikle sig til mose. Således øges både biodiversiteten og oplevelsesvariationen i skoven. Boller Overskov har et potentiale som en aktivitetsskov, hvor leg og læring "om naturen i naturen" er i fokus. Med sin nære kontakt til skolerne i sydbyen, boligområderne og spejderne, har skoven stort potentiale for daglige udflugter, skoletimer i det fri og mange slags friluftsaktiviteter. Det foreslås at etablere en række lærings- og aktivitetssteder i både skoven og på engarealerne. På sigt er målet at både de åbne arealer og skoven udvikles som et samlet læringslandskab hvor nye beplantninger i holme på fladen og rydning af træer til lysninger i skoven, danner nye rum for aktiviteter og mødesteder i form af fx bålpladser, skovlegepladser og opholdsrum for læring og forsamling.

Byen fletter sig ind i landskabet

Ny beplantnings grupper af træer

Dyrefold

Ny beplantnings grupper af træer

Info om rundhøj

Bollervej

Byen fletter sig ind i landskabet

Ny beplantnings der afslutter Boller Overskov på nordsiden af Bollervej

Læringsstation

Læringsstation som en lysning i skoven der danner ramme for et uderum

Rundhøj

Rundhøj

Højvangskolen

Sti til Bankagerskolen

Ny tværgående sti der forbinder skolen med Boller Ovreskov og Klokkedal

Læringsstation

Boller Overskov

Fasaneriet

Læringsstation tilknyttet til Fasaneriet

Ny ringvej

LÆRINGSRUMMET I SKOVEN

Ny parkeringsplads

Byen fletter sig ind i landskabet

Læringsstation

Hundeskov

Regnvands sø med sti langs kanten skaber mulighed for et ophold

Underføring af ny cykel- gangsti

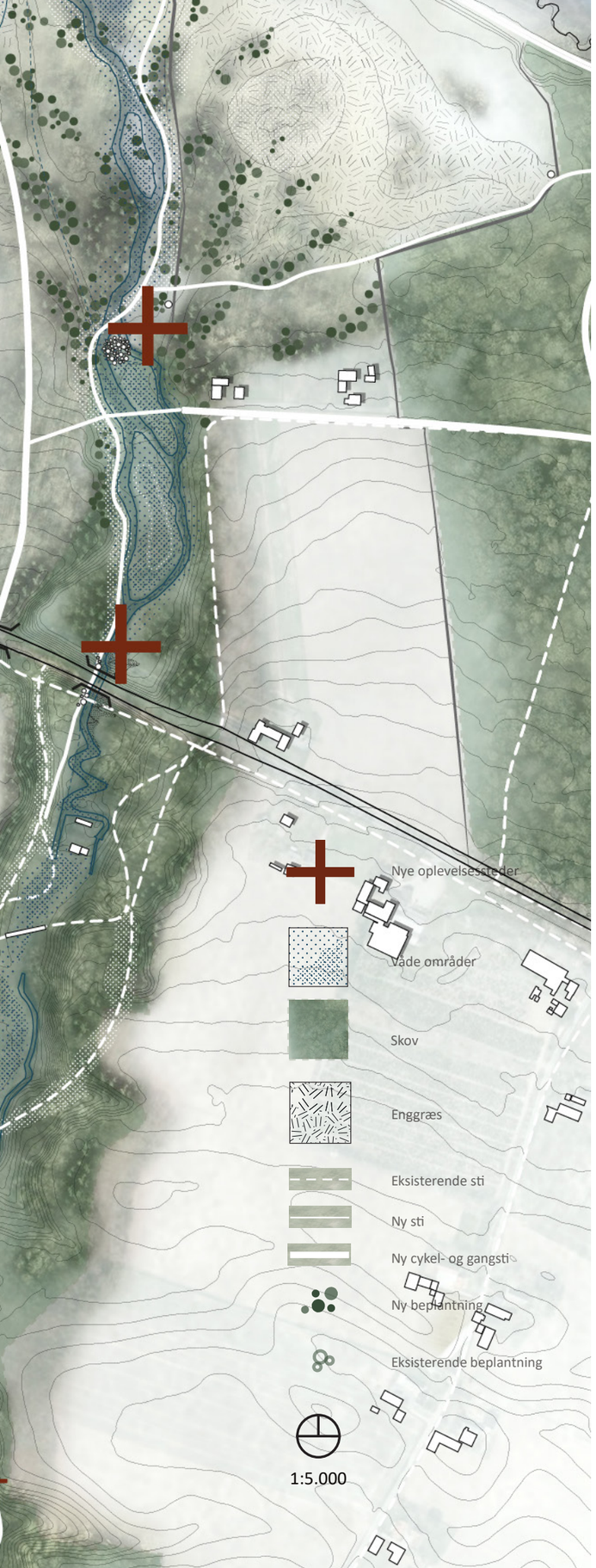



Foto af Fasaneriet i Boller Overskov


Foto af et opholdssted i Boller Overskov


Eksempel på et samlingssted i skoven med mulighed for at holde en pause


Eksempel på et samlings- og læringssted ved Boller Overskov


Eksempel på et rumligt forløb der lægger op til leg, mødested, madpakkespisning og mulighed for at holde en pause


Eksempel på en aktivitets-plads/naturlegeplads ved Boller Overskov

IDÉ TIL OPLEVELSESSTED

LYSNING OG LÆRINGSRUM I MOSEN

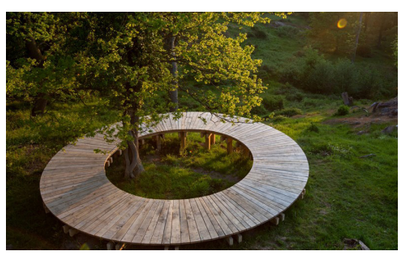
I skoven kan udvikles et område til mose. Mosen midt i skoven, bliver et helt særligt naturrum. Det kan danne rammen om spændende naturfortællinger og være en ”base” for skolernes brug af skoven og et flot opholdssted for familier på tur i skoven. Stedet kan blive et udendørs læringsrum, hvor mosen indrammes. Læringsrummet kan opbygges som et cirkulært dæk der svæver over vandspejlet og nænsomt indpasses mosens vegetation og dyreliv. Her bliver det muligt at komme tæt på vandet, tage prøver, løse opgaver, opholde sig og arbejde og lære med kroppen i naturen. Rummet kan forsynes med træbænke langs kanterne så en skoleklasse kan samles i et nærværende og tryg rum midt i naturen. Træer og planter gror både udenfor og i midten af cirklen. Mosens liv og kredsløb udgør rummets gulv og inviterer til at børn med fiskenet kan gå på opdagelse.



Eksempel på hvordan en konstruktion kan skabe rum



Eksempel på hvordan et trædæk integrerer beplantning og omgivelser



Eksempel på et trædæk der er hævet over fladen og danner et cirkulært forløb



Eksempel på hvordan et trædæk spiller sammen med det vildtvoksende græs- og planteliv

LYSNING OG LÆRINGSRUM I MOSEN

Her kan et hold spejdere eller en skoleklasse samles i et nærværende og trygt rum midt i naturen. Mosens liv og kredsløb gøres til et rum for læring og leg, og inviteres børn og voksne til gå på opdagelse i skoven og mosens natur.

SLUSETRAPPEN

Horsens Kommune

Møller & Grønborg