



# BOGENSE DIGER OG KLIMATILPASNING HÅNDBOG AF BAGVAND

MARTS 2022

Projekt navn	Bogense Diger og Klimatilpasning
Kunde	Nordfyns Kommune
Projektleder	Jesper Fog
Projektnummer	1311900146
Til	Nordfyns Kommune
Udarbejdet af	Anders Lund Jensen, Morten Engholm Larsen, Jørn Torp Pedersen, David Højgaard, Peter Emil Blok, Claus Goldberg, Erik Havmøller, Gitte Urhøj, Jeremy Dennis
Kvalitetssikret af	Jesper Fog
Godkendt af	Karina Bech
Version	01
Versionsdato	29-03-2022
Første udgivelsesdato	29-04-2022

# INDHOLD

<b>1</b>	<b>RESUMÉ .....</b>	<b>5</b>
<b>1.1</b>	<b>Formål.....</b>	<b>8</b>
<b>1.2</b>	<b>Området, eksisterende forhold .....</b>	<b>8</b>
<b>2</b>	<b>SAMMENLÆGNING AF FOGENSE ENGE OG BOGENSE VESTERENGE ....</b>	<b>10</b>
<b>2.1</b>	<b>Skitseforslaget.....</b>	<b>10</b>
2.1.1	Grundlag for skitseforslag .....	12
<b>2.2</b>	<b>Anlægsoverslag.....</b>	<b>16</b>
<b>2.3</b>	<b>Vurdering ift. beskyttet natur og vandløbsloven .....</b>	<b>17</b>
2.3.1	Vandløbsloven .....	17
2.3.2	Beskyttet natur.....	17
<b>3</b>	<b>KONSEKVENSBeregning ved UDPUMPNING I HAVNEBASSINER ....</b>	<b>19</b>
<b>3.1</b>	<b>Industrihavnen .....</b>	<b>20</b>
<b>3.2</b>	<b>Lystbådehavnen .....</b>	<b>21</b>
<b>3.3</b>	<b>Konklusion .....</b>	<b>21</b>
<b>4</b>	<b>HYDRAULISKE FORUDSÆTNINGER..</b>	<b>22</b>
<b>4.1</b>	<b>Vandløbsdata .....</b>	<b>22</b>
<b>4.2</b>	<b>Beregningsgrundlag .....</b>	<b>23</b>
<b>4.3</b>	<b> Servicemål.....</b>	<b>23</b>
<b>5</b>	<b>KAPACITET I EKSISTERENDE KANALER .....</b>	<b>24</b>
<b>5.1</b>	<b>Forudsætninger .....</b>	<b>24</b>
<b>5.2</b>	<b>Løsningsforslag 1 .....</b>	<b>24</b>
5.2.1	Hovedafvandingskanalen – Løsningsforslag 1 .....	25
5.2.2	Hovedlandkanalen – Løsningsforslag 1 .....	26
5.2.3	Bogense Bybæk – Løsningsforslag 1 .....	26
5.2.4	Kapacitet i løsningsforslag 1 .....	27
<b>5.3</b>	<b>Løsningsforslag 2 .....</b>	<b>29</b>
5.3.1	Hovedafvandingskanalen – løsningsforslag 2 .....	29
5.3.2	Hovedlandkanalen – løsningsforslag 2 .....	29

5.3.3	Bogense Bybæk – løsningsforslag 2.....	31
5.3.4	Kapacitet i løsningsforslag 2.....	31
<b>5.4</b>	<b>Løsningsforslag 3 .....</b>	<b>32</b>
5.4.1	Hovedafvandingskanalen – løsningsforslag 3 .....	33
5.4.2	Hovedlandkanalen – løsningsforslag 3 .....	33
5.4.3	Bogense Bybæk – løsningsforslag 3.....	33
5.4.4	Kapacitet i løsningsforslag 3.....	33
<b>5.5</b>	<b>Pumpekapacitet i de 3 løsningsforslag.....</b>	<b>34</b>
<b>6</b>	<b>LØSNINGSFORSLAG .....</b>	<b>35</b>
<b>6.1</b>	<b>Løsningsforslag 1 – Industrihavnen.....</b>	<b>36</b>
6.1.1	Pumpebehov .....	37
6.1.2	Ledningsarbejder.....	37
6.1.3	Anlægsøkonomi .....	39
6.1.4	Vurdering ift. Natura 2000 og anden beskyttet natur .....	39
<b>6.2</b>	<b>Løsningsforslag 2 – pumpe med havledning .....</b>	<b>40</b>
6.2.1	Pumpebehov .....	40
6.2.2	Ledningsarbejder.....	41
6.2.3	Anlægsøkonomi .....	42
6.2.4	Vurdering ift. Natura 2000 og anden beskyttet natur .....	42
<b>6.3</b>	<b>Løsningsforslag 3 – Lystbådehavnen .....</b>	<b>43</b>
6.3.1	Pumpebehov .....	43
6.3.2	Ledningsarbejder.....	44
6.3.3	Anlægsøkonomi .....	46
6.3.4	Vurdering ift. Natura 2000 og anden beskyttet natur .....	46

## BILAGSLISTE:

Bilag 1 –	Løsningsforslag 1
Bilag 2 –	Løsningsforslag 2
Bilag 3 –	Løsningsforslag 3
Bilag 4 –	Oversigtskort med markering af løsningsforslag
Bilag 5 –	LGD sammenlagt Fogense Enge og Bogense Vesteregne

# 1 RESUMÉ

Nærværende notat opsamler og beskriver bagvandshåndteringen omkring sikringen af Bogense og gennemgår de forskellige tiltag der skal til for at fremtidssikre området. Dette ift. eksempelvis omlægning af Fogense Enge, nedlægning/sammenlægning af pumpestationer. Der gives i resuméet en samlet anbefaling til en kommende pumpestation.



**Figur 1.1: Oversigtskort med eksisterende afvandingskanaler**

I dag afvandes baglandet gennem 4 hovedføringsveje. Som en del af projektet søges dette ændret til 3. I nord af Bogense Bybæk, der løber gennem Bogense by og har udløb i havnen. Vandføringen i Bybækken er defineret til en beregnet max. kapacitet på 900 l/s.

I syd afvandes området af Hovedafvandingskanalen, der har sit løb hvor Hovedafvandingskanalen pumpes op i den højere liggende Vestre Enges Landkanal ved Vestre Engvej 140. Landkanalen har sit løb fra Huggetvej og ud til kysten ved Storkenhøjvej og langs kysten til udløb i Bogense ved Bogense Bybæk. Hovedafvandingskanalen har beregnet en max. kapacitet på 900 l/s og Vestre Enges Landkanal har en beregnet max. kapacitet på 1.800 l/s

Den fjerde og sydligste føringsvej er afvandingskanalen ved Fogense Enge med eksisterende udløb (og pumpestation) øst for Storkenhøjvej 45. Afvandingskanalen er i nærværende notat, afsnit 2, beskrevet sammenlagt med Hovedafvandingskanalen). Fordelene ved sammenlægningen er:

- Nordfyns Kommune har oplyst, at den eksisterende pumpestation ved Storkenhøjvej 45, ikke fungerer optimalt, da udløb på stranden sander til.
- Nedlæggelse af pumpestation ved Storkenhøjvej 45 giver en samlet besparelse på fremtidig drift og vedligehold.
- Ved at føre vandet til Hovedlandkanalen kan man på sigt arbejde med muligheden for at skabe flere oversvømmede arealer til gavn for natur/fugleliv (dette har dog ikke været en del af nærværende opgave og er derfor ikke undersøgt nærmere).

I skitseforslaget for sammenlægning af Fogense Enge og Bogense Vesterenge er det sandsynliggjort at:

- Strømretningen i hovedkanalen i Fogense Enge skal vendes
- Kapacitet af nuværende kanaler på delstrækninger skal øges, særligt i Hovedafvandingskanalen nedstrøms den nye tilkobling fra Fogense.
- Enkelte rørbroer skal omlægges og omdimensioneres.
- Skitseforslag er en vandløbsregulering, der skal behandles efter Vandløbsloven og Bekendtgørelse om vandløbsregulering og -restauration m.v.
- Den nuværende tilstand i de beskyttede enge og overdrevet langs afvandingskanalerne ikke vil blive påvirket negativt ved projektet, da de nuværende vandstandsforhold i begge afvandingskanaler vil være uændrede.
- Sammenlægningen af Fogense Enge og Bogense Vesterenge inkl. korrektionsfaktor på dispositionsfor-slagsniveau (se evt. Figur 1.2) vil koste 1.7 – 2.95 mio. kr.
- Endelig projektering bør fastlægges i et detailprojekt.
- Det anbefales at sammenlægningen af Fogense Enge og Bogense Vesterenge udføres i sammenhæng med etablering af en ny pumpestation.
- Der det alternativ kan evt. kan undersøges om det er muligt, at man kan tilbageholde og forsinke van-det fra Fogense Enge-oplandet ved at skabe mere eller mindre permanente oversvømme arealer til gavn for natur- og dyreliv, inden vandet ledes ind videre ind mod Bogense via Hovedafvandingskana-len.

Konsekvens af udpumpning til hhv. Industrihavnen eller lystbådehavnen er beskrevet i afsnit 3. På baggrund af beregningerne vurderes det ikke, at en udpumpning til havnebassinerne vil medføre en forøget risiko for over-svømmelse af havnearealer ved stormflod. Således kan en placering af pumpestation være både med udløb til Lillebælt, Lystbådehavnen eller Industrihavnen.

Etablering af pumpestation er beskrevet i afsnit 6, der er beskrevet 3 mulige forslag til placering.

- Løsningsforslag 1 – (Industrihavnen) På det grønne areal ved Vestre Havnevej.
- Løsningsforslag 2 – (Udløbsledning til havet) Ved Landkanalens møde med Storkenhøjvej
- Løsningsforslag 3 – (Lystbådehavnen) På oplagspladsen ved Lystbådehavnen i sydøstligt hjørne.

Hvert forslag er vurderet ud fra flere kriterier. Sammenstillingen af kriterierne er vist i nedenstående Tabel 1.1, i vurderingen er en lav score bedst.

KRITERIE	LØSNINGSFORSLAG 1	LØSNINGSFORSLAG 2	LØSNINGSFORSLAG 3
Anlægsøkonomi	1	3	2
Æstetik / påvirkning af om-givelser	3	2	1
Anlæg i Natura 2000 områ-der	1	3	1
Driftsomkostninger	2	3	1
Ejerforhold	1 Matrikel 3o, er ejet af NFK	2 Matr. 37b er ejet af Bogense Vestre Digelag	1 Matrikel 3m, er ejet af NFK
Samlet	8	13	6

**Tabel 1.1: Sammenstillingen af kriterierne af de tre løsningsforslag**

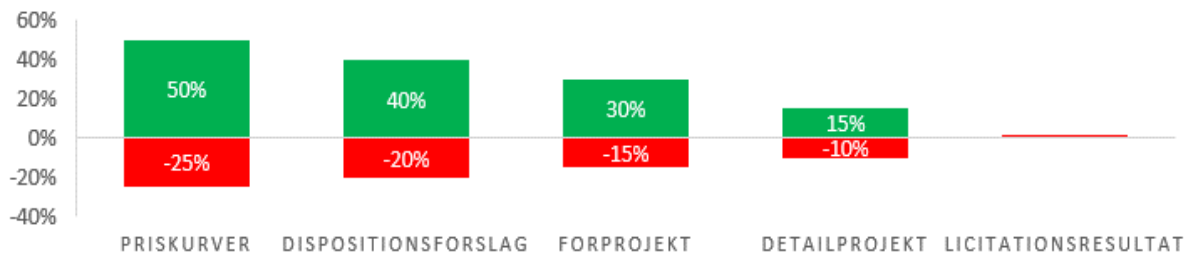
På baggrund af vurderingerne anbefales det at der arbejdes videre med Løsningsforslag 3, hvor pumpestationen placeres ved oplagspladsen i Lystbådehavnen og med trykledningerne ud i lystbådehavnen sydøstlige hjørne. Fordelene er ved den anbefalede løsning er:

- Pumpestationen kan erstatte den eks. pumpestation ved Vestre Engvej med yderligere driftbesparelse til følge (såfremt det også vælges at arbejde videre med sammenlægning af Fogense Enge og Bogense Vesterenge).
- Pumpestationen er placeret nær eks. infrastruktur, eks. elnet, og således kan tilslutningsomkostninger nedsættes. Endvidere er der gode / velfungerende adgangsveje for service mm.
- Placeringen påvirker ikke hverken sårbart bymiljø eller natura 2000 arealer.

## 1.1 FORMÅL

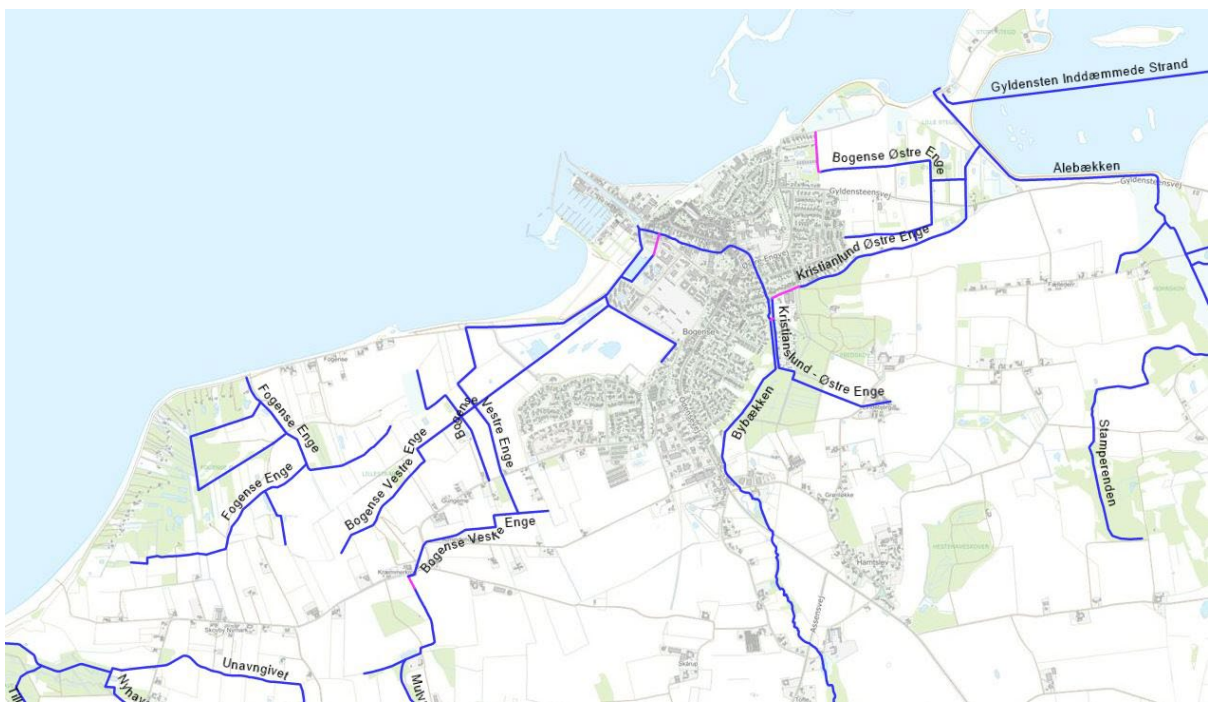
Notatets formål er at beskrive håndteringen af bagvandet bag diget i Fogense Enge og Bogense Vesterenge, samt komme med en anbefaling til placering af pumpestation.

I økonomiafsnittene er anvendt nedenstående korrektionsfaktor på anlægsoverslag.



Figur 1.2: Korrektionsfaktor til anlægsoverslag baseret på projektniveau

## 1.2 OMRÅDET, EKSISTERENDE FORHOLD



Figur 1.1. Oversigtskort over vandløb omkring Bogense og Fogense. Blå linier er åbne vandløb og magenta er rørlagte vandløb. (kilde: Nordfyns kommunes webgis)

I dag afvandes baglandet gennem 4 hovedføringsveje. I vest afvander arealet omkring Fogense enge til grøfter og med eksisterende udløb (og pumpestation) øst for Storkenhøjvej 45.

Området Bogense Vestre Enge, afvandes af Hovedafvandingskanalen og den højere liggende Vestre Enges Landkanal. Hovedafvandingskanalen pumpes op i Landkanalen ved Pumpestationen beliggende Vestre Engvej 140. Landkanalen har sit løb fra Huggetvej (hvor Mulvad afløbet løber til Landkanalen) og ud til kysten ved



Storkenhøjvej og langs kysten til udløb i Bogense ved Bogense Bybæk. Hovedafvandingskanalen opsamler vandet fra engene vest for Bogense frem til pumpestationen.

Hovedafvandingskanalen har beregnet en max. kapacitet på 900 l/s og Vestre Enges Landkanal har en beregnet max. kapacitet på 1.800 l/s jf. **Figur 4.1**.

Igennem byen afvandes til Bogense Bybæk med udløb i havnen. Vandføringen i Bybækken er defineret til en beregnet max. kapacitet på 900 l/s jf. **Figur 4.1**.

Bybækken har et overløb ved grænsen til byen, hvor vandet kan ledes via grøfter/kanaler (Kristianslund Østre Enge og Bogense Østre Enge) til udløb i Ålebækken.

## 2 SAMMENLÆGNING AF FOGENSE ENGE OG BOGENSE VESTERENGE

Pumpestationen ved Storkehøjvej 45, der afvander området Fogense Enge påtænkes nedlagt. I den forbindelse skal der etableres foranstaltninger til at sikre den fortsatte afvanding af området. Hovedafvandingskanalen, der afvander Bogense Vesterenge og løber til pumpestationen ved Vestre Engvej 140, skærer det sydøstlige hjørne af Fogense Enge og er vurderet egnet til at modtage drænvand fra Fogense Enge.

Vandstanden i hovedafvandingskanalen er på niveau med eller lavere end det nuværende pumpeniveau ved den eksisterende gamle pumpestation i Fogense Enge, hvorfor afvandingsforholdene vil være uændrede under normale afstrømningsforhold.

### 2.1 SKITSEFORSLAGET

For at sammenlægge Fogense Enge og Bogense Vesterenge skal strømretningen i hovedkanalen i Fogense Enge vendes jf. Figur 2.1 og der skal graves en ca. 225 meter lang grøft mellem Fogense Enge og Bogense Vesterenge jf. Figur 2.1, Figur 2.2 og Figur 2.3.

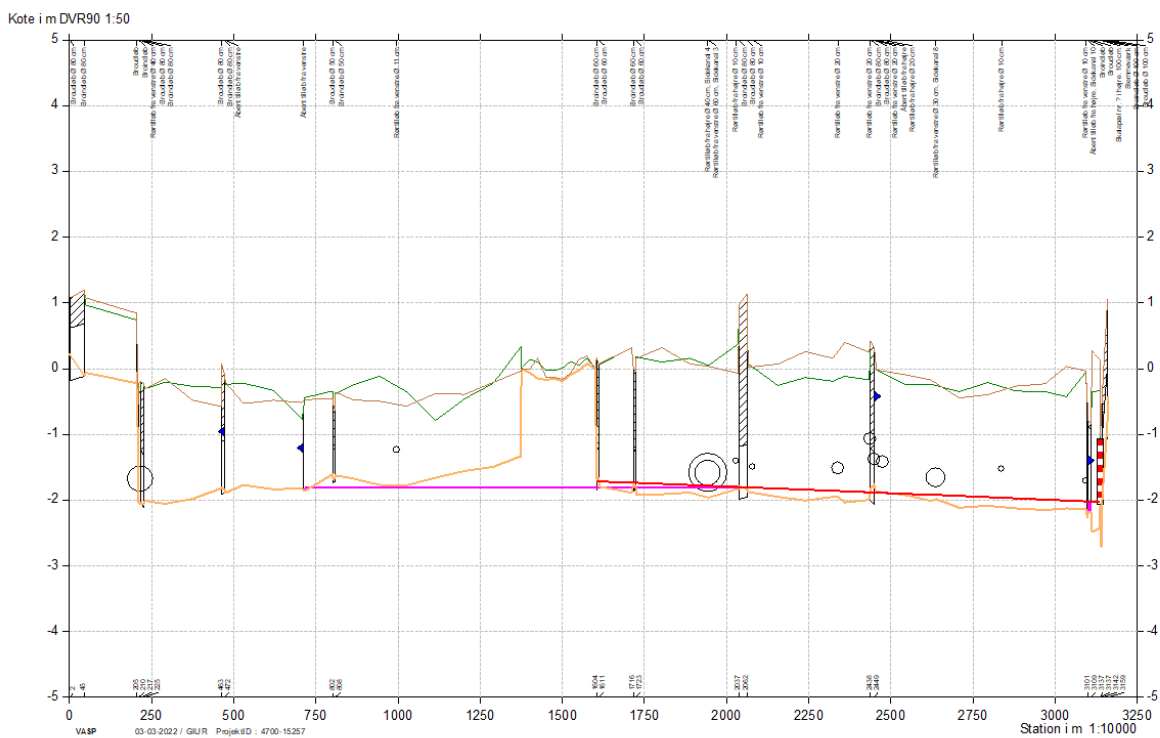
Desuden skal kapacitet af nuværende kanaler på delstrækninger øges, særligt i Hovedafvandingskanalen nedstrøms den nye tilkobling fra Fogense. Enkelte rørbroer skal også omlægges og omdimensioneres.



**Figur 2.1** Oversigt. Blå streger: Eksisterende Hovedkanal i Fogense Enge og Hovedafvandingskanalen i Bogense Vesterenge. Grøn streg: Hovedlandkanal i Bogense Vesterenge. Pink streg: Ny linie med gennemløb fra Fogense Enge til Bogense Vesterenge, inkl. stationering.



**Figur 2.2** Nyt gennemløb mellem Fogense Enge og Bogense Vesterenge. Røde firkanter er eksisterende rørbroer, som skal omlægges. Desuden planlægges en ekstra rørbro på strækningen for at sikre tilgængelighed.



**Figur 2.3** Længdeprofilplot. Pink: Forslag til nyt gennemløb og nyt bundniveau. Rød: Gældende vedtægt for Hovedafvandingskanalen. Orange: Dybeste bundpunkt opmålt i 2021 (Fogense Hovedkanal) og 2014/15 (Hovedafvandingskanalen).

Skitseforslaget omfatter i grove træk følgende:

- Tre rørbroer udskiftes til en dimension på Ø120 cm. (st. 802-808, st. 1604-1611, st. 1716-1723)
- Ny rørbro (Ø120) på ny strækning for at sikre tilgængelighed efter nyt gennemløb.
- Fra st. 808 til 1375 udgraves i Fogense Hovedkanal til bundkote -1,8 m dvr90 i en bredde på 120 cm, anlæg 1- 1,2.
- Fra st. 1375 til 1600 (fra Fogense Enge til Bogense Vesterenge) graves en ny forbindelseskanal på ca. 225 m. Kanalen graves til bundkote ca. -1,8 m, dvr90, bundbredde på 1,2 m og anlæg 1- 1,2.
- Fra st. 1600 til 1943 m udvides eksisterende Hovedafvandingskanal fra en bundbredde på 0,6 m (jfr. vedtægter) til 1,2 m, og bundkoten sænkes op til ca. 7 cm (jfr. vedtægter) i øvre ende.
- Fra st. 1943 til 2620 udvides eksisterende Hovedafvandingskanal fra en bundbredde på 1 m (jfr. vedtægter) til 1,2 m. Bundkoten ligger i niveau med gældende vedtægter.
- Fra st. 2620 til 3.098 udvides eksisterende Hovedafvandingskanal fra en bundbrede på 1,2 m (jfr. vedtægter) til 1,8 m.

Endelig projektering bør fastlægges i et detailprojekt.

Såfremt at der ikke etableres én af de tre løsningsforslag til en ny pumpestation, som beskrevet i afsnit **6 Løsningsforslag**, vil sammenlægningen af Fogense Enge og Bogense Vesterenge medføre en øget sandsynlighed for oversvømmelser og dermed også øget risiko for skadevoldende oversvømmelser i de bynære områder ved Bogense Enge.

Allerede i dag forekommer der overløb fra både Hovedafvandingskanalen samt Vestre Enges Landkanal, når højvandsklappen i havnen er lukket i længerevarende højvandsituationer evt. kombineret med stor afstrømning fra oplandet og/eller kraftig- eller længerevarende regnhændelser.

Derfor anbefales det, at sammenlægningen af Fogense Enge og Bogense Vesterenge udføres i sammenhæng med etablering af en ny pumpestation.

Alternativ kan det evt. undersøges om det er muligt, at man kan tilbageholde og forsinke vandet fra Fogense Enge-oplandet ved at skabe mere eller mindre permanente oversvømme arealer til gavn for natur- og dyreliv inden vandet ledes ind videre ind mod Bogense via Hovedafvandingskanalen.

---

### 2.1.1 GRUNDLAG FOR SKITSEFORSLAG

Som grundlag for skitseforslagets dimensioner er der udført vandspejlsberegninger i det hydrauliske beregningssprogram VASP.

Der er anvendt følgende datagrundlag:

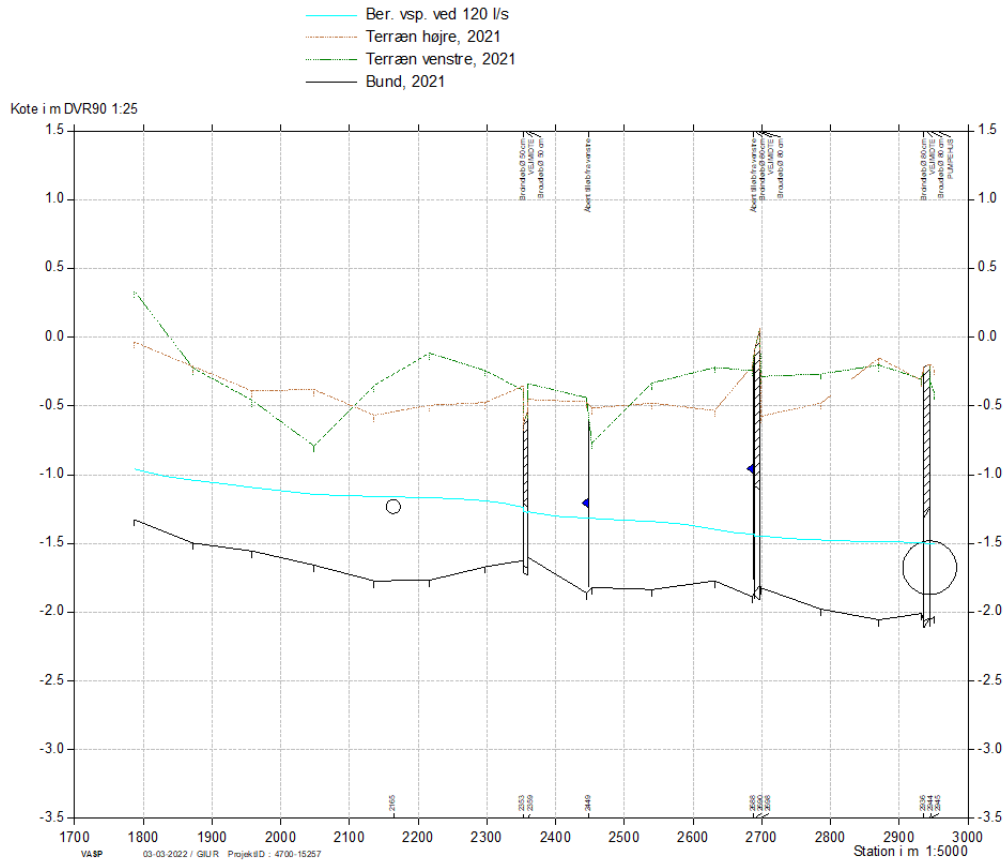
Fysiske længdeprofiler:

1. Opmåling af Fogense Hovedkanal fra 2021
2. Opmåling af Hovedafvandingskanal i Bogense Vesterenge fra 2014/15
3. Dimensioner for Hovedafvandingskanalen (gældende vedtægt for Bogense Vester Enge, 5-12-79) + opmålte broer 2014/15.

Manningtal: 25

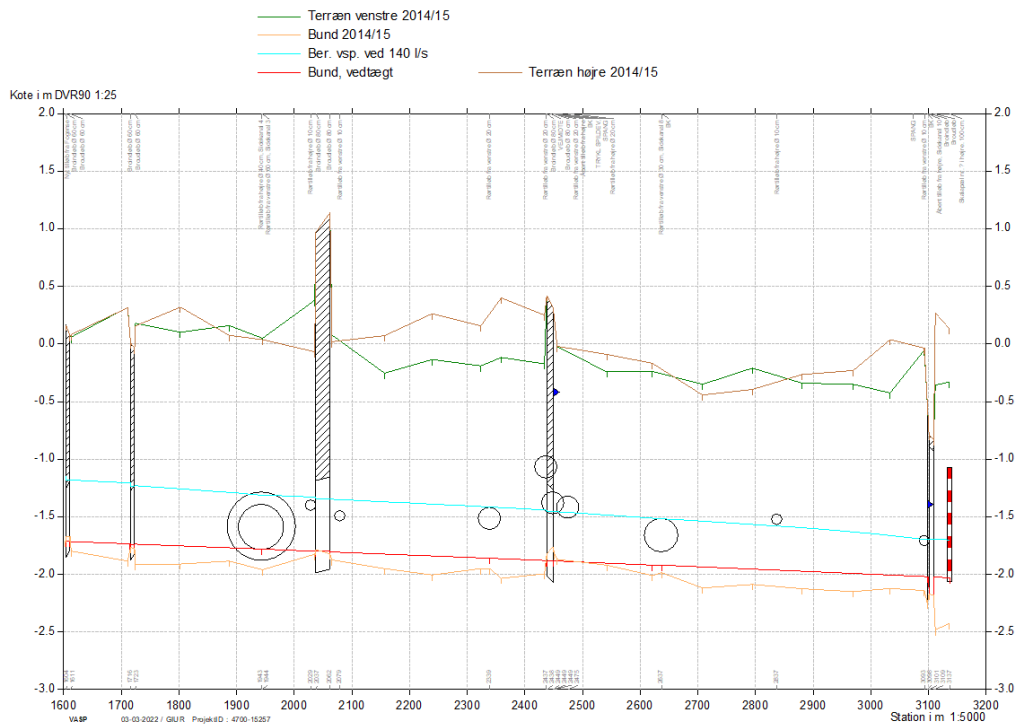
Ud fra beregninger på de eksisterende opmålte forhold i Fogense Enge (nr. 1) og dimensioner fra vedtægt Bogense Vesterenge (nr. 3), er der en større afstrømning, som dog ikke som ikke giver anledning til opstuvninger ved broer, estimeret.

For Hovedkanal i Fogense er det således estimeret, at en afstrømning på 120 l/s ikke giver anledning til opstuvninger. Beregningen ses af figur nedenfor.



**Figur 2.4 Beregnede vandspejl for Hovedkanal i Fogense ved 120 l/s. Giver ikke anledning til opstuvninger.**

På samme vis er der for Hovedafvandingskanalen i Bogense Vesterenge estimeret, at en afstrømning 140 l/s ikke giver anledning til opstuvning. Se figur nedenfor.



**Figur 2.5 Beregnede vandspjæl for Hovedafvandingskanal i Bogense Vesterenge ved 140 l/s. Giver ikke anledning til opstuvninger.**

Det skal pointeres, at begge beregninger er grove estimater.

Summen af de to estimater (260 l/s) er herefter brugt til dimensionering af det nye forløb af Føgenese-Bogense forbindelsen.

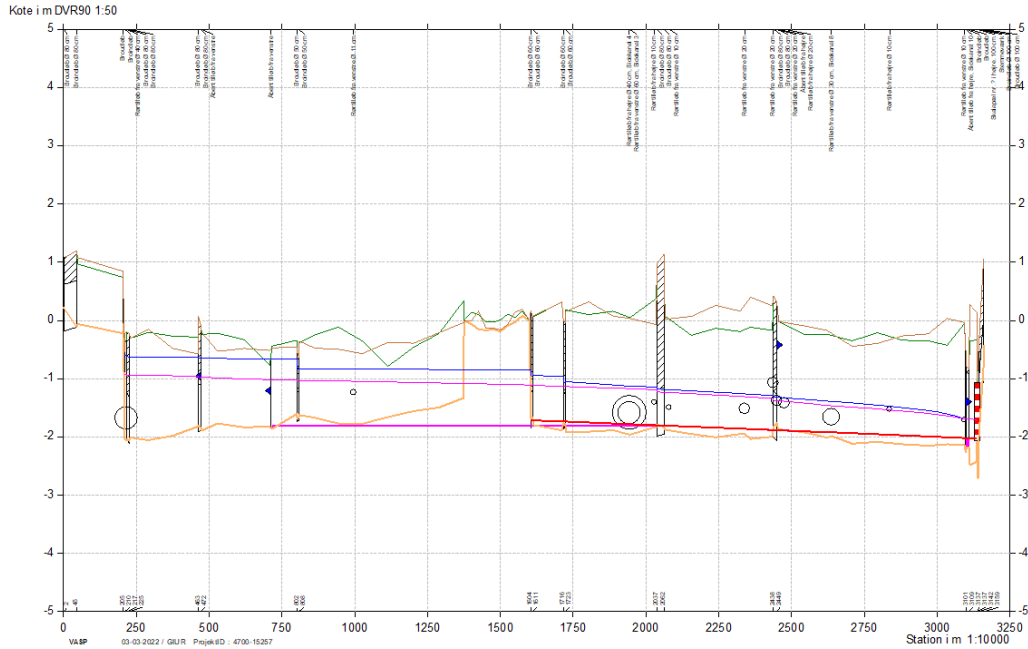
Nedenfor ses beregning på Føgenese-Bogense forbindelsen med gældende vedtægtsdimensioner og nuværende opmålte broer, samt beregning på nyt forslag til forbindelsen jfr. omtalte skitseforslag.

## Hovedafvandingskanalen

Fogense Regulering

Vandspejle beregnet ved 260 l/s

- Terrain højre, Opmålt
- Terrain venstre, Opmålt
- Bund, Opmålt
- Plan ny bund
- Ber. vsp. skitseforslag
- Ber. vsp. gennemløb med gældende vedtægter mv
- Gældende vedtægt



**Figur 2.6** Beregning på hhv. Fogense-Bogense forbindelsen med gældende vedtægtsdimensioner og nuværende opmålte broer, samt på nyt forslag til forbindelsen jfr. omtalte skitseforslag.



## 2.2 ANLÆGSOVERSLAG

Der er estimeret et groft anlægsoverslag på skitseprojektet. Det skal pointeres, at der i forbindelse med en senere detailprojektering laves et mere præcist anlægsoverslag.

I Tabel 2.1 fremgår anlægsoverslag for ny forbindelse Fogense og Bogense Enge inkl. forventet erstatning for arealer til udvidelse af eksisterende kanal og etablering af ny kanal.

POST	MÆNGDE	ENHED	ENHEDSPRIS	PRISOVERSLAG
<b>Udgifter ud over byggeplads</b>				
Køreplader	1000	m	300	300.000
Øvrige sikringsarbejder	1	sum	50.000	50.000
<b>Jordarbejder</b>				
Regulering af eksisterende kanal og udgravning af 225 m ny kanal. Ingen nyttiggørelse i nærheden af projekt (bortkørsel op til 5 km)	6.000	m <sup>3</sup>	120	720.000
Diverse erosionssikring	100	m <sup>3</sup>	1.000	100.000
Diverse drænomlægning	1	sum	75.000	75.000
<b>Øvrigt</b>				
Ø120 cm rørbroer	4	stk.	25.000	100.000
Erstatning	1	ha	125.000	125.000
<b>Samlet sum anlægsarbejde</b>				<b>1.445.000</b>
<b>Byggeplads</b>	10	%		<b>144.500</b>
Delsum				<b>1.589.500</b>
<b>Projektering og fagtilsyn</b>	15	%		<b>238.425</b>
Delsum				<b>1.827.925</b>
<b>Uforudseelige udgifter</b>	15	%		<b>274.189</b>
<b>Samlet anlægssum</b>				<b>2.102.114</b>
<b>Usikkerhed, Korrektionsfaktor</b>	+40	%		2.942.959
	-20	%		1.681.691
Anlægsramme inkl. korrektionstillæg (-20% / +40%)				<b>1.7 – 2.95 mio. kr.</b>

**Tabel 2.1 Anlægsramme inkl. korrektionstillæg (-20% / +40%), alle priser er ekskl. Moms.**



---

## 2.3 VURDERING IFT. BESKYTTET NATUR OG VANDLØBSLOVEN

---

### 2.3.1 VANDLØBSLOVEN

Det omtalte skitseforslag vedr. ændring af vandløbsretningen for hovedkanalen i Fogense Enge, etablering af nyt gennemløb til hovedafvandingskanalen i Bogense Vesterenge, samt udvidelse af nuværende kanaler på delstrækninger er en vandløbsregulering.

Vandløbsreguleringer skal behandles efter Vandløbsloven og Bekendtgørelse om vandløbsregulering og -restaurering m.v.

Forslag til reguleringsprojekt skal indeholde

- 1) en redegørelse om formålet med og en begrundelse for projektet,
- 2) fornødent oversigtskort og detailplaner,
- 3) oversigt over de af projektet omfattede ejendomme med fortegnelse over de grundejere og brugere, der ønskes inddraget i projektet,
- 4) overslag over udgifterne med forslag til fordeling af disse, og
- 5) en tidsplan for arbejdets udførelse.

Udgiften til reguleringsprojektet afholdes, jfr. vandløbsloven, af de grundejere, der skønnes at have nytte af projektet.

Forslag til reguleringsprojekt skal indsendes til Nordfyns Kommune, som er vandløbsmyndighed.

Vandløbsmyndigheden kan beslutte, at der skal afholdes offentligt møde om sagen, som skal indkaldes med mindst 4 ugers frist.

Der er 4 ugers høringsperiode og 4 ugers klagefrist.

---

### 2.3.2 BESKYTTET NATUR

Afvandingskanalen i Fogense Enge og hovedafvandingskanal Bogense Enge er ikke beskyttede efter § 3 i naturbeskyttelsesloven.

Ved de nuværende forhold er der beskyttede enge langs begge afvandingskanaler, se Figur 2-7 Oversigt over beskyttet natur langs afvandingskanalen i Fogense Enge og hovedafvandingskanalen i Bogense Vester Enge. Der er vist det planlagte nye afløb af øvre del af afvandingskanalen i Fogense Enge til hovedkanalen (rød streg). Langs hovedafvandingskanal Bogense Enge er der ligeledes beskyttedes enge samt et overdrev.

Langs den øvre ende af afvandingskanalen i Fogense Enge er et beskyttet engareal på kanalens nordlige side. Den nye forbindelse fra afvandingskanal i Fogense Enge til afvandingskanalen i Bogense Eng vil gennemskære en eksisterende beskyttet eng.



**Figur 2.7 Oversigt over beskyttet natur langs afvandingskanalen i Fogense Enge og hovedafvandingskanalen i Bogense Vester Enge. Der er vist det planlagte nye afløb af øvre del af afvandingskanalen i Fogense Enge til hovedkanalen (rød streg).**

Ved de nuværende forhold sker udløbet af vand fra hovedafvandingskanalen i Bogense Enge gennem en pumpe. Ved gennemførelse af projektet vil pumpedriften være uændret. Det vurderes derfor, at den nuværende tilstand i de beskyttede enge og overdrevet langs afvandingskanalerne ikke vil blive påvirket negativt ved projektet, da de nuværende vandstandsforhold i begge afvandingskanaler vil være uændrede.

### 3 KONSEKVENSBEREGNING VED UDPUMPNING I HAVNEBASSINER

For at undersøge om udpumpning i den inderste del af hhv. Industrihavnen eller Lystbådehavnen giver anledning til yderligere opstuvning af vand (udover det stormfloden i sig selv medfører) er der opstillet en simpel stationær MIKE11 model til at beregne, hvilken trykgradient der skal til for at føre vand fra den inderste del af havnebassinene til udløbet.

Modelgrundlaget er dels en digitalisering af afstanden fra den inderste del af havnebassinene til udløbet (se Figur 3-1), og dels et dybdekort for havnen udtrukket fra Krak til søs (se Figur 3-2, link: [tilsos.krak.dk](http://tilsos.krak.dk)).



Figur 3.1. Digitalisering af afstande i hhv. Industrihavnen (gul) og Lystbådehavnen (grøn)



**Figur 3.2. Bathymetriske forhold i Bogense Havn (fra krak til søs)**

Langs traceerne i **Figur 3-1** er der etableret tværprofiler pba dybdeforholdene i **Figur 3-2**. Der er udtrykket tværsnit hver gang bredden af havnen og/eller dybderne ændres.

Modellen tilføres en konstant vandføring på  $2,0 \text{ m}^3/\text{s}$  i den opstrøms ende. Der regnes med en vandstand på  $1,0 \text{ m}$  i udløbet, svarende til en mindre stormflodshændelse. Der er kørt simuleringer med to forskellige manningtal til beskrivelse af ruheden i havnen – del  $M=32$  (svarende til standardværdien for bundsedimenter i modellen) og dels et konservativt manningtal på  $M=10$  svarende til forhold med meget vegetation/store sten i havnen, der mindsker vandføringsevnen.

### 3.1 INDUSTRIHAVNEN

Beregningerne viser, at de steder hvor tværsnittet gennem industrihavnen er mindst, vil der skulle en strømshastighed på omkring  $4,5 \text{ cm/s}$  til, for at kunne lede  $2 \text{ m}^3/\text{s}$  gennem tværsnittet. Det er en lav strømshastighed, og det er en tilsvarende lavt vandspejlsfald der skal til, for at kunne drive denne strømning.

Både ved beregningen med Manningtal 32 og ved Manningtal 10 er vandspejlsfaldet fra den inderste del af industrihavnen til udløbet i størrelsesordenen  $< 2 \text{ mm}$ . Det vil sige, at der som følge af en udpumpning på  $2,0 \text{ m}^3$  vil være en vandstandsforøgelse i inder-industrihavnen på op til  $2 \text{ mm}$ . Dette er vandstandsforøgelsen ALENE som funktion af de udledte vandmængder. Hertil skal lægges selve stormflodshøjden og evt. vindstuvning i havnen, som vil være der uanset om der pumpes bagvand ud i havnen eller ej.

---

## 3.2 LYSTBÅDEHAVNEN

Beregningerne viser, at de steder hvor tværsnittet gennem industrihavnen er mindst, vil der skulle en strømhastighed på omkring 3,0 cm/s til, for at kunne lede 2 m<sup>3</sup>/s gennem tværsnittet. Det er en lav strømhastighed, og det er en tilsvarende lavt vandspejlsfald der skal til, for at kunne drive denne strømning.

Både ved beregningen med Manningtal 32 og ved Manningtal 10 er vandspejlsfaldet fra den inderste del af Lystbådehavnen til udløbet i størrelsesordenen < 2 mm. Det vil sige, at der som følge af en udpumpning på 2,0 m<sup>3</sup> vil være en vandstandsforøgelse i inder-Lystbådehavnen på op til 2 mm. Dette er vandstandsforøgelsen ALENE som funktion af de udledte vandmængder. Hertil skal lægges selve stormflodshøjden og evt. vindstuvning i havnen, som vil være der uanset om der pumpes bagvand ud i havnen eller ej.

---

## 3.3 KONKLUSION

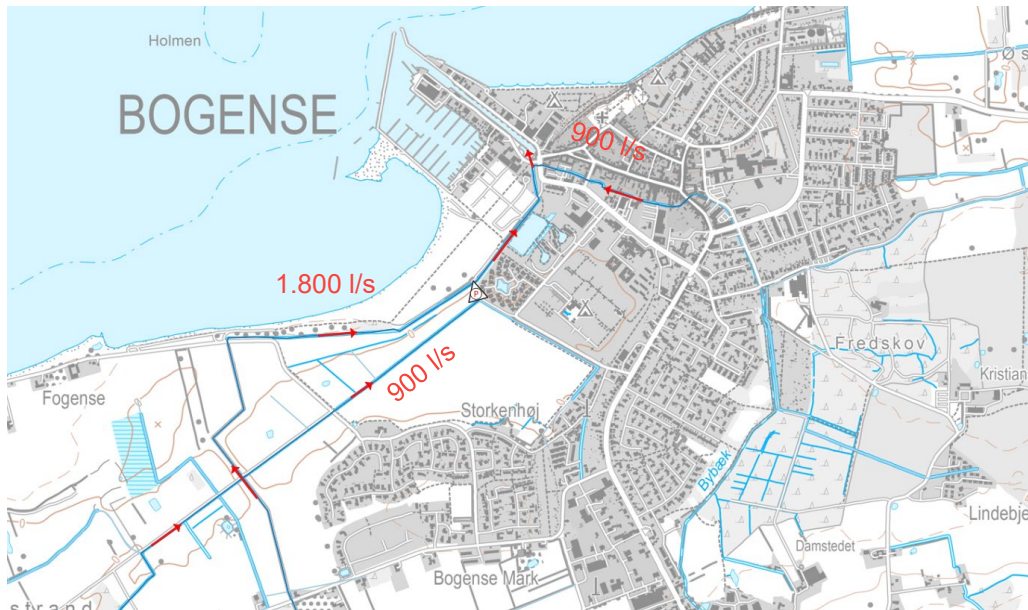
De beregnede vandspejlsfald der skal til for at drive en strømning gennem havneløbene på 2,0 m<sup>3</sup>/s er i størrelsesordenen millimeter. Det vurderes derfor ikke, at en udpumpning til havnebassinerne vil medføre en forøget risiko for oversvømmelse af havnearealer ved stormflod.



## 4 HYDRAULISKE FORUDSÆTNINGER

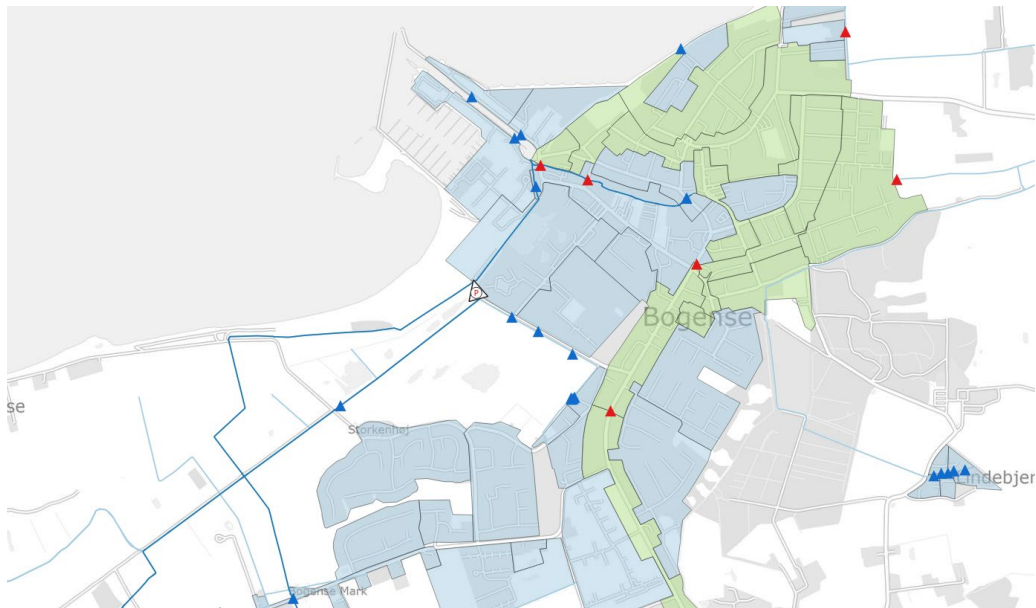
### 4.1 VANDLØBSDATA

Afvandingen af Bogense by og vandløbsoplandet foregår gennem tre primære vandløb, der omfatter Bogense Bybæk, Hovedlandkanalen og Hovedafvandingskanalen. De tre vandløb fremgår på Figur 4.1.



**Figur 4.1: De tre primære vandløb som afvander Bogense by og vandløbsoplandet.**

Bogense Bybæk løber gennem Bogense by og har udløb i havnen. Umiddelbart opstrøms byen er der lavet et overløb til Østre Enge Landkanal, som sikrer, at der kun ledes 0,2 m<sup>3</sup>/s gennem byen. Jf. spildevandsplanen modtager Bybækken vand fra 4 regnbetingede udløb nedstrøms overløbet til Østre Enge Landkanal; 2 overløb fra fælleskloakken og 2 udløb fra regnvandskloakken, se Figur 4.2. Det samlede opland til Bogense Bybæk nedstrøms overløbet er på ca. 20 ha, hvoraf ca. 7 ha er befæstet.



**Figur 4.2: Spildevandplan for Bogense. Grønne områder angiver fælleskloakerede oplande mens blå områder angiver separatkloakerede oplande. Røde trekantede angiver overløb fra fælleskloakken mens blå trekantede angiver udløb fra de separatkloakerede områder.**

Hovedafvandingskanalen afvander Bogense Enge og den vestlige del af Bogense by. Der findes 16 regnbetingede udløb til Hovedafvandingskanalen; 2 overløb fra fælleskloakken og 14 udløb fra regnvandskloakken. Det samlede opland til Hovedafvandingskanalen er estimeret til 340 ha, hvoraf ca. 40 ha er befæstede. Hovedafvandingskanalen pumpes op i Hovedlandkanalen. Pumpestationen i Hovedafvandingskanalen har en kapacitet på 0,9 m<sup>3</sup>/s.

Hovedlandkanalen afvander et vandløbsopland på omkring 7,4 km<sup>2</sup> og modtager foruden den overpumpede vandmængde fra Hovedafvandingskanalen vand fra 3 regnbetingede udløb fra separatkloakerede opland. Hovedlandkanalen har udløb i havnen sammen med Bogense Bybæk.

## 4.2 BEREGNINGSGRUNDLAG

I undersøgelsen er der lavet beregninger på baggrund vandløbsopmålinger. Opmålingerne af alle tre vandløb er foretaget af WSP i 2014 og 2015.

## 4.3 SERVICEMÅL

Der er ikke defineret noget servicemål for de tre vandløb.

## 5 KAPACITET I EKSISTERENDE KANALER

Mulighederne for afvanding af de kystnære og lavtliggende områder er afhængige af havvandstanden. Sammenfaldende hændelser af høj havvandstand og behovet for afvanding af de bagvedliggende områder kan føre til oversvømmelser. Oversvømmelsesrisikoen vil med klimaforandringerne forøges.

I projektet er der undersøgt tre løsningsforslag for afvanding af Bogense by og vandløbsoplandet ved højvande. I de tre løsningsforslag er det forudsat, at der etableres en kontraklap eller anden form for højvandslukke ved det nuværende udløb fra Bogense Bybæk og Hovedlandkanalen i industrihavnen.

I perioder, hvor højvandslukket er åbent, vil afvandingen foregå som under de nuværende forhold angivet på Figur 4-1. I perioder, hvor højvandslukket er lukket, vil afvandingen foregå ved, at vandet fra Bogense Bybæk og Hovedlandkanalen pumpes ud i havnen eller direkte til Kattegat ved kysten.

I de tre løsningsforslag er der foretaget undersøgelser af forskellige mulige placeringer af pumpestationen. I de tre løsningsforslag vil vandet blive ført til pumpestationen fra Hovedafvandingskanalen til Hovedlandkanalen samt gennem Bogense Bybæk. Derfor er kapaciteten i vandløbene afgørende for, hvor store vandmængder der kan ledes til pumpestationen. I det følgende er de tre løsningsforslag præsenteret og kapaciteten i vandløbene er undersøgt i forhold til pumpernes placering.

---

### 5.1 FORUDSÆTNINGER

Beregningerne af kapaciteten i vandløbene i de tre løsningsforslag er foretaget på baggrund af vandløbsopmålingerne. Der er regnet direkte på opmålingerne og således ikke regnet med, at der f.eks. foretages oprensninger af vandløbene og rørbroer i.h.t. regulativerne.

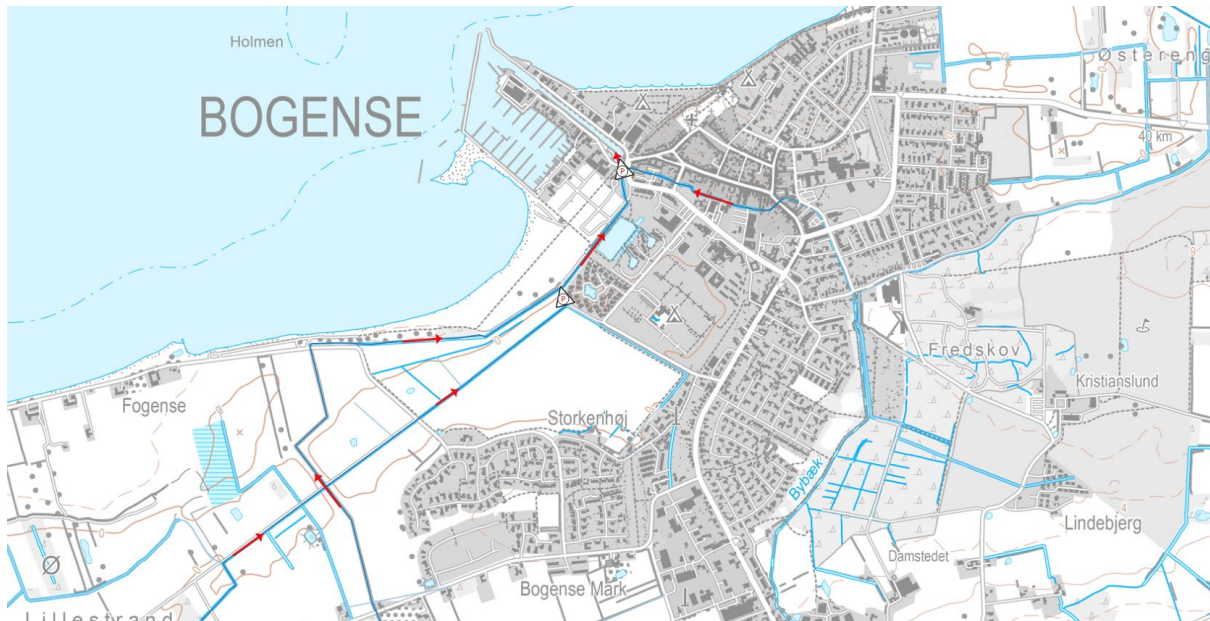
I beregningerne er der anvendt et manningtal på  $m=25$  til beskrivelse af modstanden i vandløbene.

---

### 5.2 LØSNINGSFORSLAG 1

I Løsningsforslag 1 placeres pumpestationen ved det nuværende udløb i industrihavnen, se Figur 5-1: Placering af pumpestationen i løsningsforslag 1 samt strømningsretninger i vandløbene.



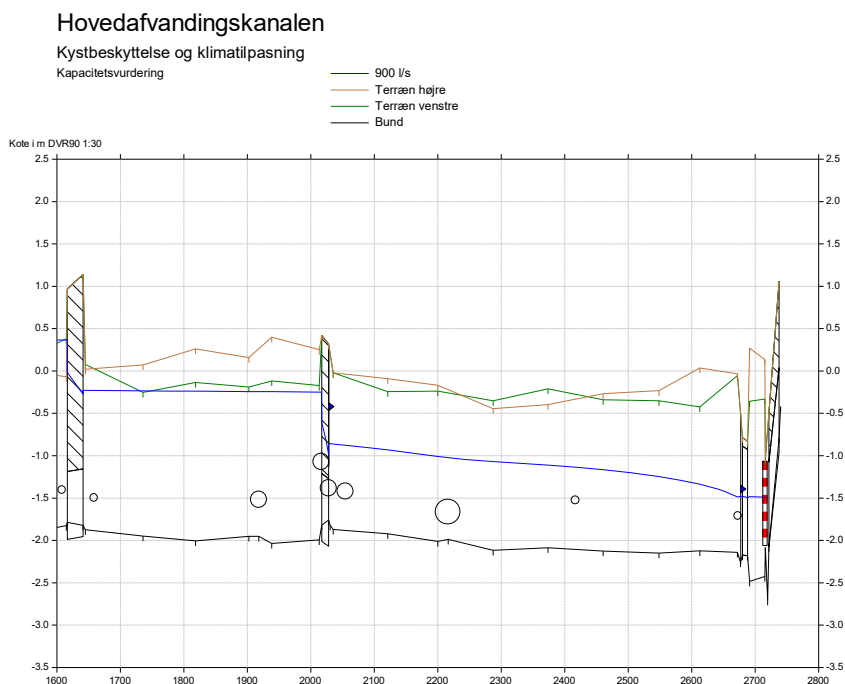


**Figur 5.1: Placering af pumpestationen i løsningsforslag 1 samt strømningssretninger i vandløbene**

Med placeringen af pumpestationen i løsningsforslag 1 ændres der ikke på strømningssretningerne i vandløbene i forhold til den nuværende afvanding.

### 5.2.1 HOVEDAFVANDINGSKANALEN – LØSNINGSFORSLAG 1

Kapaciteten i Hovedafvandingskanalen i Løsningsforslag 1 er beregnet til 0,9 m<sup>3</sup>/s, hvilket er angivet med vandstanden på nedenstående længdeprofil, se Figur 5-2.



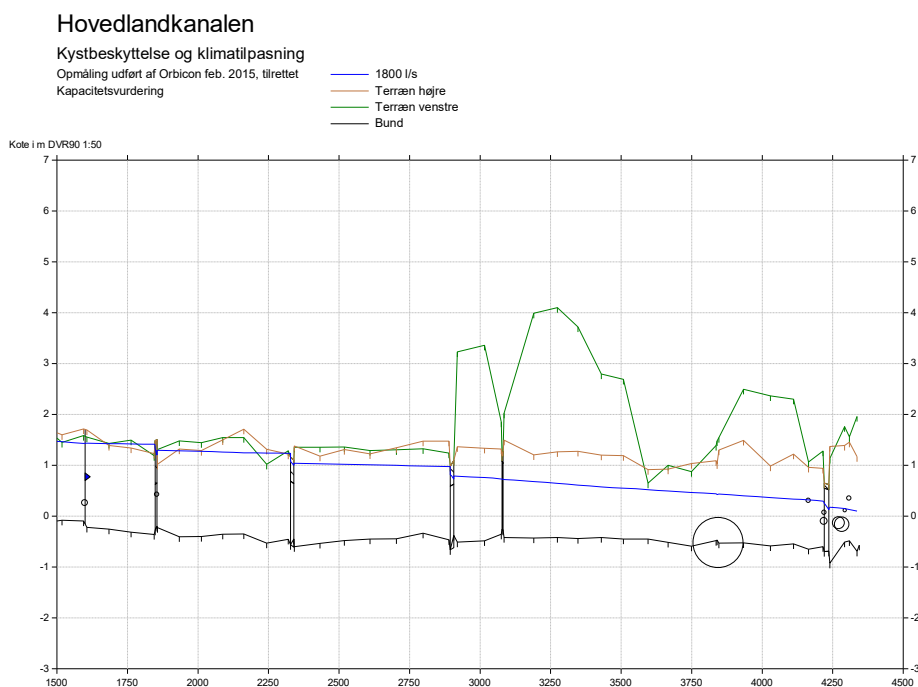
**Figur 5.2: Kapacitet i Hovedafvandingskanalen i Løsningsforslag 1.**

Længdeprofilen viser, at kapaciteten i Hovedafvandingskanalen er begrænset af strækningen fra ”akvædukten” for Hovedlandkanalen omkring st. 1.600 til rørbroen omkring st. 2.000, hvor vandløbet er brinkfyldt. Opstrøms st. 1.600 vil der være oversvømmelser i Bogense Enge ved en vandføring på ca. 0,9 m<sup>3</sup>/s.

Den beregnede maksimale kapacitet i Hovedafvandingskanalen er i fin overensstemmelse med, at pumpekapa-  
teten fra Hovedafvandingskanalen til Hovedkanalen er på 0,9 m<sup>3</sup>/s.

### 5.2.2 HOVEDLANDKANALEN – LØSNINGSFORSLAG 1

Kapaciteten i Hovedlandkanalen i Løsningsforslag 1 er beregnet til 1,8 m<sup>3</sup>/s, hvilket er angivet med vandstanden på nedenstående længdeprofil, se Figur 5-3.



**Figur 5.3: Kapacitet i Hovedlandkanalen i løsningsforslag 1.**

Længdeprofilen viser, at vandløbet er brinkfyldt opstrøms st. 2.300 ved en vandføring på 1,8 m<sup>3</sup>/s. Bidraget fra Hovedafvandingskanalen via pumpestationen i st. 3.800 er på 0,9 m<sup>3</sup>/s. Dermed er der en restkapacitet på ca. 0,9 m<sup>3</sup>/s til afledning af vandet fra vandløbsoplandet til Hovedlandkanalen.

### 5.2.3 BOGENSE BYBÆK – LØSNINGSFORSLAG 1

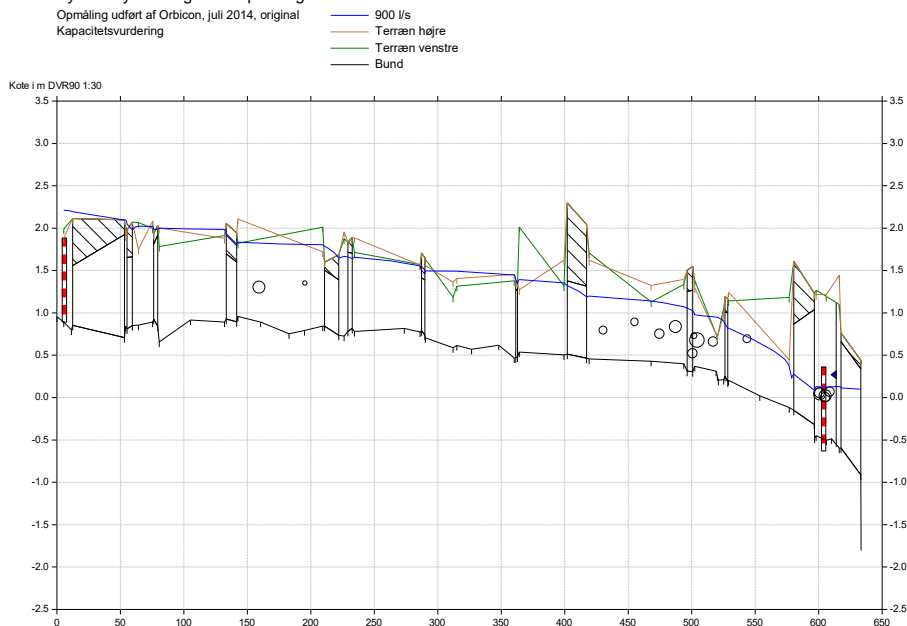
Kapaciteten i Bogense Bybæk i Løsningsforslag 1 er beregnet til 0,9 m<sup>3</sup>/s, hvilket er angivet med vandstanden på nedenstående længdeprofil, Figur 5-4.

## Bogense Bybæk

Kystbeskyttelse og klimatilpasning

Opmåling udført af Orbicon, juli 2014, original

Kapacitetsvurdering



**Figur 5.4: Kapacitet i Bogense Bybæk i Løsningsforlag 1.**

Længdeprofil af Bogense Bybæk viser, at vandløbet er brinkfyldt på det meste af strækningen ved en vandføring på  $0,9 \text{ m}^3/\text{s}$ .

### 5.2.4 KAPACITET I LØSNINGSFORSLAG 1

Ud fra kapacitetsberegninger af vandløbene i Løsningsforlag 1 er der lavet en beregning af hyppigheden for at vandføringerne forekommer. Hyppigheden er angivet i forhold til gentagelsesperioden i Tabel 5.1. Hyppigheden er både beregnet i forhold til den naturlige afstrømning fra vandløbsoplandet og regnvandsudledningerne fra de regnbetingede udløb.

**Tabel 5.1: Angivelse af beregnet kapacitet i vandløbene samt hyppighed for forekomst i forhold til nedbør og afstrømning**

LØSNINGSFORSLAG 1	MAKSIMAL KAPACITET	NEDBØRS-HÆNDELSE I BYEN	AFSTRØMNINGS-HÆNDELSE FRA OPLANDET
Hovedafvandingskanalen	$0,9 \text{ m}^3/\text{s}$	T0,5	> T100
Hovedlandkanalen	$1,8 \text{ m}^3/\text{s}$	Meget lille byopland > T100	> T100
Bogense Bybæk	$0,9 \text{ m}^3/\text{s}$	T20	> T100 ved overløb til Østre Enge Landkanal

Som det fremgår af tabellen, er der tilstrækkelig kapacitet i vandløbene på de undersøgte strækninger til afvanding af en afstrømningshændelse fra vandløbsoplandet svarende til en 100 årshændelse.

For nedbørshændelserne ses det, at der er en begrænset kapacitet i Hovedafvandingskanalen svarende til, at der statistisk set vil forekomme oversvømmelser omkring pumpestationen to gange om året som følge af regnbetingede udledninger fra byen. Beregningerne af bidraget fra de regnbetingede udledninger til Hovedafvandingskanalen fremgår af Tabel 5.2.

**Tabel 5.2: Nedbørsbetinget afstrømning til Hovedafvandingskanalen ved en nedbørshændelse som statistisk set forekommer 2 gange om året.**

	NEDBØR	FRADRAG	VARIGHED [MIN]	AREAL	Q [L/S]
Rørbidrag fra separatkloak	T0,5	Ingen fradrag	60	40 ha red.	1.090
Rørbidrag fra fælleskloak	T0,5	T2 til renseanlæg	60	3,5 ha red	0
Overfladebidrag fra separatkloakerede opl.	T0,5	T5 til rør	60	40 ha red.	0
Overfladebidrag fra fælleskloakerede opl.	T0,5	T10 til rør	60	3,8 ha red.	0
Overfladebidrag fra ubefæstet	T0,5	30.000 m3 initialtab 100.000 m3 lavningstab	60	300 ha	0
<b>Sum</b>					<b>1.090</b>

Såfremt kapaciteten i Hovedafvandingskanalen og pumpestationen øges for at nedsætte hyppigheden af oversvømmelser er der kapacitet i Hovedlandkanalen til at modtage vandet.

Tabel 5.1 viser, at kapaciteten i Bogense Bybæk svarer til en nedbørshændelse med en statistisk gentagelsesperiode på 20 år. Beregningerne af bidraget fra de regnbetingede udledninger til Bogense Bybæk fremgår af Tabel 5.3.

**Tabel 5.3: Nedbørsbetinget afstrømning til Hovedafvandingskanalen ved en nedbørshændelse som statistisk set forekommer hvert 20. år.**

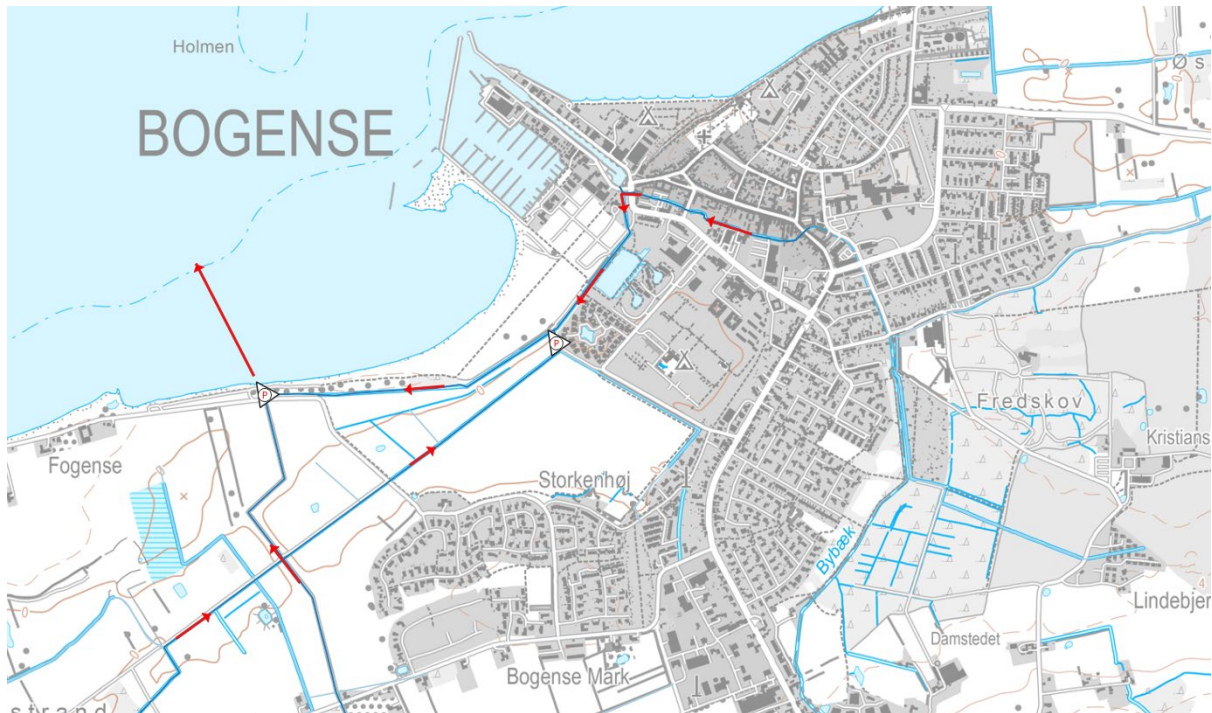
	NEDBØR	FRADRAG	VARIGHED [MIN]	AREAL	Q [L/S]
Rørbidrag fra separatkloak	T5	Ingen fradrag	20	2 ha red.	220
Rørbidrag fra fælleskloak	T10	T2 til renseanlæg	20	1,5 ha red	70
Overfladebidrag fra separatkloakerede opl.	T20	T5 til rør	20	3,5 ha red.	170
Overfladebidrag fra fælleskloakerede opl.	T20	T10 til rør	20	3,7 ha red.	100
Overfladebidrag fra ubefæstet	T20	1.350 m3 initialtab 1.200 m3 lavningstab	20	13,5 ha	180
<b>Sum</b>					<b>740</b>

Tabellen for de nedbørsbetingede udledninger til Bogense Bybæk viser, at det samlede bidrag er på ca. 0,7 m<sup>3</sup>/s. Jf. kapacitetsanalysen er der en kapacitet i Bogense Bybæk på 0,9 m<sup>3</sup>/s. I Bogense Bybæk er der opstrøms den undersøgte strækning et overløb til Østre Enge Landkanal. Overløbet forekommer ved vandføringer større end

0,2 m<sup>3</sup>/s. Derfor forudsættes det, at der vil være en basis vandføring i Bogense Bybæk på 0,2 m<sup>3</sup>/s og restkapacitet er på 0,7 m<sup>3</sup>/s.

## 5.3 LØSNINGSFORSLAG 2

I løsningsforslag 2 placeres pumpestationen vest for Bogense by i forbindelse med Hovedlandkanalen, se Figur 5-5.



**Figur 5.5: Placering af pumpestationen i løsningsforslag 2 samt strømningretninger i vandløbene**

Med placeringen af pumpestationen i løsningsforslag 2 ændres strømningretningen i Hovedlandkanalen, når kontraklappen ved det nuværende udløb i industrihavnen er lukket og pumpen er i drift.

### 5.3.1 HOVEDAFVANDINGSKANALEN – LØSNINGSFORSLAG 2

Kapaciteten i Hovedafvandingskanalen i løsningsforslag 2 er uændret i forhold til i løsningsforslag 1, se afsnit 5.2.1, hvor den er beregnet til 0,9 m<sup>3</sup>/s.

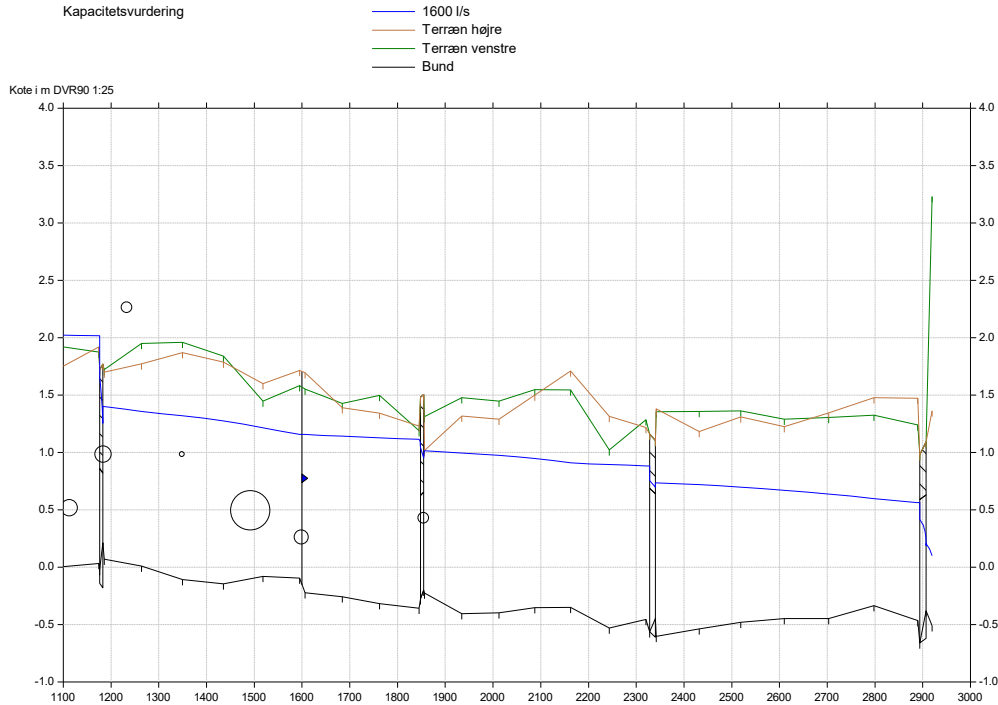
### 5.3.2 HOVEDLANDKANALEN – LØSNINGSFORSLAG 2

Kapaciteten i Hovedlandkanalen i løsningsforslag 2 på den øvre del, som afvander vandløbsoplandet, er beregnet til 1,6 m<sup>3</sup>/s. Det er angivet med vandstanden på nedenstående længdeprofil, se Figur 5-6.

## Hovedlandkanalen

Kystbeskyttelse og klimatilpasning

Kapacitetsvurdering



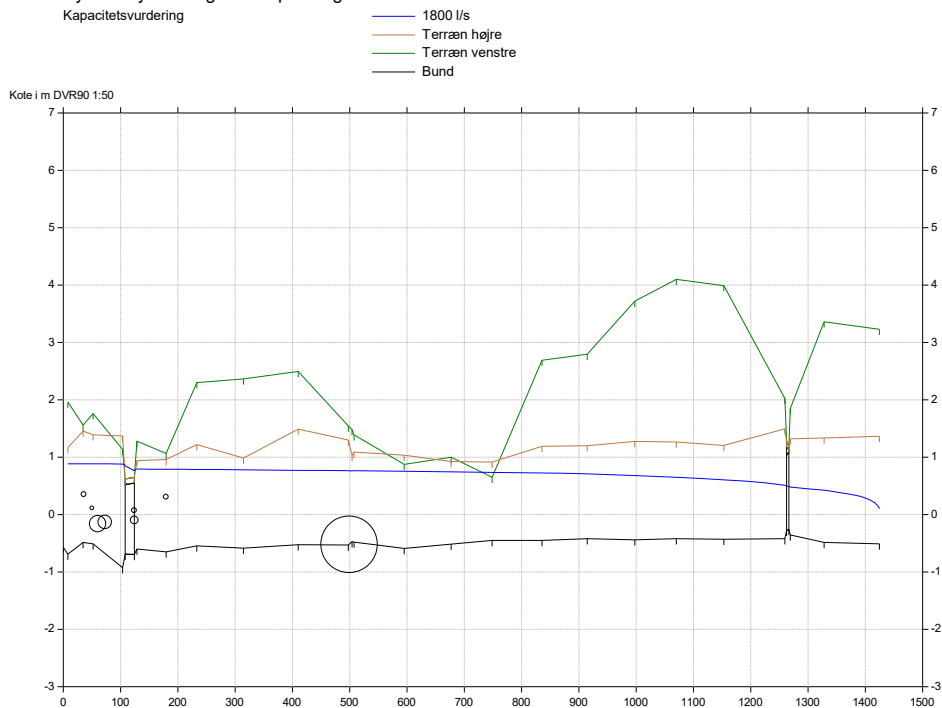
**Figur 5.6: Kapacitet i den øvre del af Hovedlandkanalen i løsningsforslag 2.**

Kapaciteten i Hovedlandkanalen i løsningsforslag 2 på den nedre del, som afvander byen, er beregnet til 1,8 m<sup>3</sup>/s. Det er angivet med vandstanden på nedenstående længdeprofil, se Figur 5-7.

## Hovedlandkanalen

Kystbeskyttelse og klimatilpasning

Kapacitetsvurdering

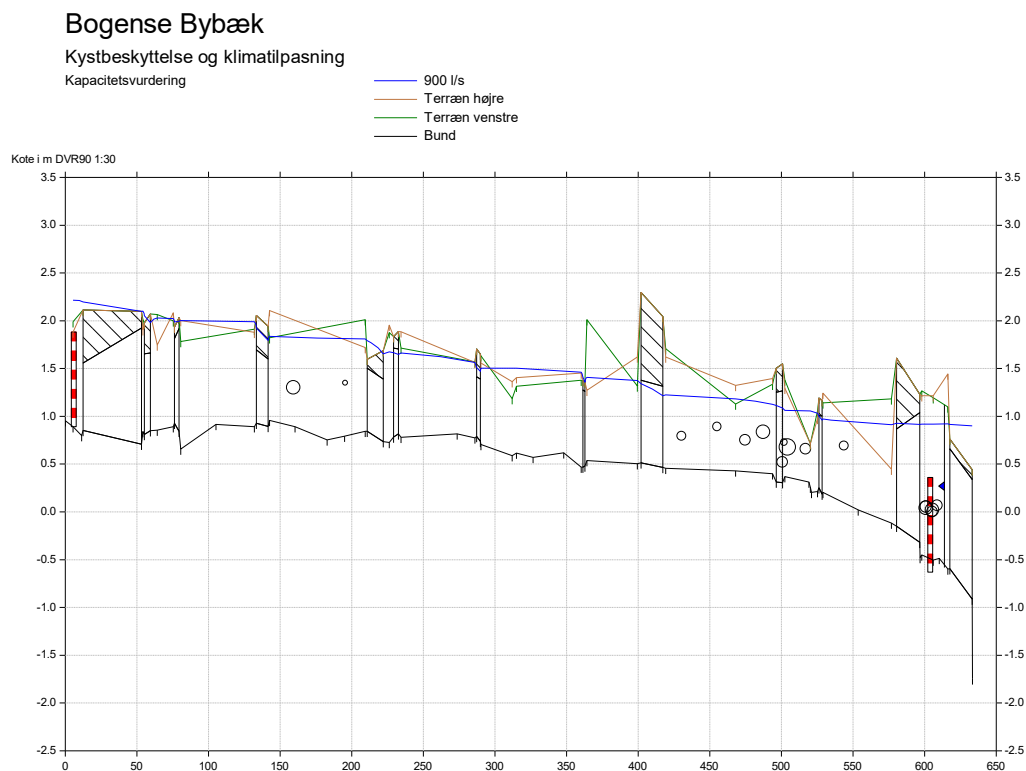


**Figur 5.7: Kapacitet i den nedre del af Hovedlandkanalen i løsningsforslag 2.**

Længdeprofilen viser, at vandløbet er brinkfyldt opstrøms st. 0 ved en vandføring på 1,8 m<sup>3</sup>/s. Bidraget fra Hovedafvandningskanalen via pumpestationen i st. 500 er på 0,9 m<sup>3</sup>/s. Dermed er der en restkapacitet på ca. 0,9 m<sup>3</sup>/s til afledning af vandet fra Bogense Bybæk.

### 5.3.3 BOGENSE BYBÆK – LØSNINGSFORSLAG 2

Kapaciteten i Bogense Bybæk i løsningsforslag 2 er beregnet til 0,9 m<sup>3</sup>/s, hvilket er angivet med vandstanden på nedenstående længdeprofil, Figur 5-8.



**Figur 5.8: Kapacitet i Bogense Bybæk i løsningsforslag 2.**

Længdeprofilen af Bogense Bybæk viser, at vandløbet er brinkfyldt på det meste af strækningen ved en vandføring på 0,9 m<sup>3</sup>/s.

### 5.3.4 KAPACITET I LØSNINGSFORSLAG 2

Ud fra kapacitetsberegninger af vandløbene i løsningsforslag 2 er der lavet en beregning af hyppigheden for at vandføringerne forekommer. Hyppigheden er angivet i forhold til gentagelsesperioden i Tabel 5.4. Hyppigheden er både beregnet i forhold til den naturlige afstrømning fra vandløbsområdet og regnvandsudledningerne fra de regnbetingede udløb.



**Tabel 5.4: Angivelse af beregnet kapacitet i vandløbene samt hyppighed for forekomst i forhold til nedbør og afstrømning**

LØSNINGSFORSLAG 2	MAKSIMAL KAPACITET	NEDBØRS-HÆNDELSE I BYEN	AFSTRØMNINGS-HÆNDELSE FRA OPLANDET
Hovedafvandingskanalen	0,9 m <sup>3</sup> /s	T0,5	> T100
Hovedlandkanalen fra vandløbsoplandet	1,6 m <sup>3</sup> /s	Meget lille byopland > T100	> T100
Bogense Bybæk	0,9 m <sup>3</sup> /s	T20	> T100 ved overløb til Østre Enge Landkanal
Hovedlandkanalen fra byen	1,8 m <sup>3</sup> /s	T20	> T100

Tilsvarende beregninger i løsningsforslag 1 har Hovedafvandingskanalen og Bogense Bybæk en kapacitet svarende til nedbørshændelser med gentagelsesperioder på hhv. 0,5 og 20 år i løsningsforslag 2.

Kapaciteten på den nedre del af Hovedlandkanalen svarer til bidraget fra Bogense Bybæk og pumpen i Hovedafvandingskanalen. En forøgelse af kapaciteten i Bogense Bybæk eller Hovedafvandingskanalen for at nedsætte oversvømmelseshyppigheden vil kræve en forøgelse af kapaciteten i den nedre del af Hovedlandkanalen.

## 5.4 LØSNINGSFORSLAG 3

I løsningsforslag 3 placeres pumpestationen i forbindelse med Hovedlandkanalen ca. 500 m opstrøms det nuværende udløb. Pumpestationen etableres med udløb i lystbådehavnen, se Figur 5-9. Fra Hovedafvandingskanalen til pumpestationen etableres der en ledning, således at pumpestationen både kan bortpumpe vandet fra Hovedafvandingskanalen og Hovedlandkanalen og den nuværende pumpestation nedlægges.



**Figur 5.9: Placering af pumpestationen i løsningsforslag 3 samt strømningssretninger i vandløbene**

Med placeringen af pumpestationen i løsningsforslag 3 ændres strømningssretningen i Hovedlandkanalen, når kontraklappen ved det nuværende udløb i industrihavnen er lukket og pumpen er i drift.



#### 5.4.1 HOVEDAFVANDINGSKANALEN – LØSNINGSFORSLAG 3

Kapaciteten i Hovedafvandingskanalen i løsningsforslag 3 er uændret i forhold til i løsningsforslag 1, se afsnit 5.2.1, hvor den er beregnet til 0,9 m<sup>3</sup>/s.

#### 5.4.2 HOVEDLANDKANALEN – LØSNINGSFORSLAG 3

Kapaciteten i Hovedlandkanalen i løsningsforslag 3 er uændret i forhold til i løsningsforslag 2, se afsnit 5.3.2, hvor den er beregnet til 1,6 m<sup>3</sup>/s.

#### 5.4.3 BOGENSE BYBÆK – LØSNINGSFORSLAG 3

Kapaciteten i Bogense Bybæk i løsningsforslag 3 er uændret i forhold til i løsningsforslag 2, se afsnit 5.3.3, hvor den er beregnet til 0,9 m<sup>3</sup>/s.

#### 5.4.4 KAPACITET I LØSNINGSFORSLAG 3

Ud fra kapacitetsberegninger af vandløbene i løsningsforslag 3 der er lavet en beregning af hyppigheden for at vandføringerne forekommer. Hyppigheden er angivet i forhold til gentagelsesperioden i Tabel 5.5. Hyppigheden er både beregnet i forhold til den naturlige afstrømning fra vandløbsoplandet og regnvandsudledningerne fra de regnbetingede udløb.

**Tabel 5.5: Angivelse af beregnet kapacitet i vandløbene samt hyppighed for forekomst i forhold til nedbør og afstrømning**

LØSNINGSFORSLAG 3	MAKSIMAL KAPACITET	NEDBØRS-HÆNDELSE I BYEN	AFSTRØMNINGS-HÆNDELSE FRA OPLANDET
Hovedafvandingskanalen	0,9 m <sup>3</sup> /s	T0,5	> T100
Hovedlandkanalen fra vandløbsoplandet	1,6 m <sup>3</sup> /s	Meget lille byopland > T100	> T100
Bogense Bybæk	0,9 m <sup>3</sup> /s	T20	> T100 ved overløb til Østre Enge Landkanal
Hovedlandkanalen fra byen	1,8 m <sup>3</sup> /s	T20	> T100

Tilsvarende beregningerne i løsningsforslag 1 og 2 har Hovedafvandingskanalen og Bogense Bybæk i løsningsforslag 3 en kapacitet svarende til nedbørshændelser med gentagelsesperioder på hhv. 0,5 og 20 år.

Kapaciteten på den nedre del af Hovedlandkanalen svarer til bidraget fra Bogense Bybæk og pumpen i Hovedafvandingskanalen. En forøgelse af kapaciteten i Bogense Bybæk eller Hovedafvandingskanalen for at nedsætte oversvømmelseshyppigheden, vil kræve en forøgelse af kapaciteten i den nedre del af Hovedlandkanalen.

## 5.5 PUMPEKAPACITET I DE 3 LØSNINGSFORSLAG

Ud fra de beregnede kapaciteter i vandløbene i de tre løsningsforslag er der i Tabel 5.6 lavet en oversigt over, hvor meget vand, det er muligt at lede frem til en ny pumpestation.

**Tabel 5.6 Maksimale vandføringer der kan ledes til pumpestationen i vandløbene i de 3 løsningsforslag**

MAKSIMAL KAPACITET I VANDLØB	
Løsningsforslag 1	2,7 m <sup>3</sup> /s
Løsningsforslag 2	3,4 m <sup>3</sup> /s
Løsningsforslag 3	4,3 m <sup>3</sup> /s

Såfremt kapaciteten i vandløbene ikke ændres i de 3 løsningsforslag, bør kapaciteten i pumpebestykningsen ikke overstige vandføringerne angivet i tabellen. Dette er alene vurderet ud fra beregningerne af, hvor meget vand der kan tilføres pumpestationen i de 3 løsningsforslag.

For at vurdere størrelserne på de beregnede maksimale kapaciteter i vandløbene i forhold til sandsynligheden for deres forekomst er den nødvendige pumpekapacitet estimeret i 6 scenarier. De 6 scenarier består af kombinerede afstrømnings- og nedbørshændelser, som forudsættes at forekomme samtidig med, at det er højvande og kontraklappen ved industrihavnen er lukket.

**Tabel 5.7 Nødvendig pumpekapacitet i 6 scenarier med kombinerede afstrømnings- og nedbørshændelser under forudsætning af høj havvandstand og kontraklappen ved industrihavnen er lukket**

SCENARIO	AFSTRØMNING	NEDBØR	NØDVENDIG PUMPEKAPACITET
1	Median maksimum	T = 0,5 år	1,6 m <sup>3</sup> /s
2	Median maksimum	T = 5 år	1,8 m <sup>3</sup> /s
3	Median maksimum	T = 20 år	2,3 m <sup>3</sup> /s
4	T = 5 år	T = 5 år	2,1 m <sup>3</sup> /s
5	T = 10 år	T = 0,5 år	2,1 m <sup>3</sup> /s
6	T = 10 år	T = 5 år	2,3 m <sup>3</sup> /s

Den estimerede nødvendige pumpekapacitet i Tabel 5.7 sammenholdt med kapaciteten i vandløbene i Tabel 5.6 viser overordnet, at der samlet set er tilstrækkelig kapacitet i vandløbene til at bortlede vandføringerne i de 6 scenarier. Denne vurdering er baseret på, at der maksimalt skal være afledning fra Hovedafvandingskanalen svarende til den nuværende pumpekapacitet på 0,9 m<sup>3</sup>/s. Ønskes en forøgelse af kapaciteten for afvandingen af Hovedafvandingskanalen skal den nødvendige pumpekapacitet angivet i Tabel 5.7 forøges tilsvarende. Dette kan være et ønske i forhold til afvandingen fra befæstede områder, hvor de gennemførte vurderinger viser, at kapaciteten er begrænset svarende til en gentagelsesperiode til T=0,5 år for nedbør.

Der er ikke gennemført yderligere undersøgelser af samtidigheden mellem afstrømning, nedbør og havvandstand ligesom klimaforandringernes samlede påvirkning ikke er indregnet. Vurderet alene på baggrund af generelle betragtninger vurderes det, at sandsynligheden for sammenfald mellem store nedbørshændelser samt høj havvandstand og stor afstrømning fra det naturlige afstrømningsopland er lille. Det skyldes, at høj havvandstand (storm) og stor naturlig afstrømning (tøbrud) generelt er relateret til vinterperioden, mens store nedbørshændelser (skybrud) generelt er relateret til sommerperioden. På baggrund heraf foreslås, det at pumpen som udgangspunkt dimensioneres til 2,1 – 2,3 m<sup>3</sup>/s. Herved kan den jf. Tabel 5.7 både håndtere store afstrømningshændelser fra det naturlige afstrømningsopland samt store nedbørshændelser uden samtidighed, mens den kan håndtere større kombinerede afstrømning og nedbørshændelser under de givne forudsætninger. Herudover foreslås, det, at der indtænkes mulighed for at kapaciteten kan forøges med ca. 30 % som følge af klimaforandringernes påvirkning.

## 6 LØSNINGSFORSLAG

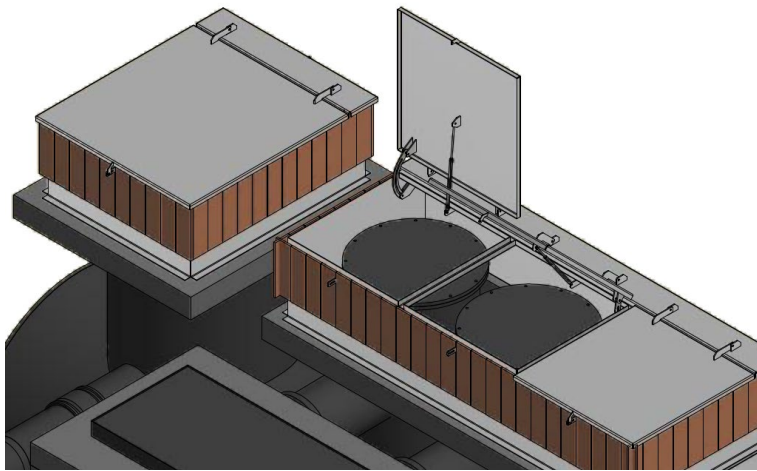
I afsnittet er beskrevet tre forskellige forslag til placering af en ny pumpestation, placeringen er vist på Figur 5.5.1. Fælles for forslagene er at der etableres et betonbygværk under terræn på ca.  $8 \times 10$  m med mindre overbygninger til inspektion og service. En illustration heraf kan ses på Figur 5.5.2. Ved Løsningsforslag 1 og 2 vil den eksisterende pumpestation, der løfter vandet fra Hovedafvandingskanalen til Hovedlandkanalen fortsat skulle være i drift. For Løsningsforslag 3 er foreslået at eksisterende pumpestation nedlægges og der etableres gravitationsledning fra Hovedlandkanalen og Hovedafvandingskanalen til den nye pumpestation.

Til alle løsningsforslag skal etableres et teknikhus / -skur. Konstruktionen er et let bygværk på ca.  $2,5 \times 3,0$  m. Bygværket kan gives en arkitektonisk behandling, så det indpasser sig i det område hvor det placeres. Teknikhuset rummer styretavle, forsyningstavle, frekvensomformere mm.

Der skal til hvert forslag fremføres den fornødne strøm og hertil evt. egen transformerstation, hvor der skal betales et tilslutningsbidrag til Elnet. Ved Løsningsforslag 2 skal der forventeligt også etableres ledninger ud til området, hvilket er en ekstra omkostning til denne placering. I alle forslag arbejdes med, at der etableres frekvensomformere for at kunne regulere udpumpningsmængden. Der flere fordele ved dette, blandt andet mindskes belastningen af pumperne og samtidig nedbringer det også tilslutningsbidraget, da der ikke skal bruges så stor effekt til pumperne. Elnet skal på baggrund af et konkret løsningsforslag udarbejde projekt til fremføring af el og ect. placering af transformerstation



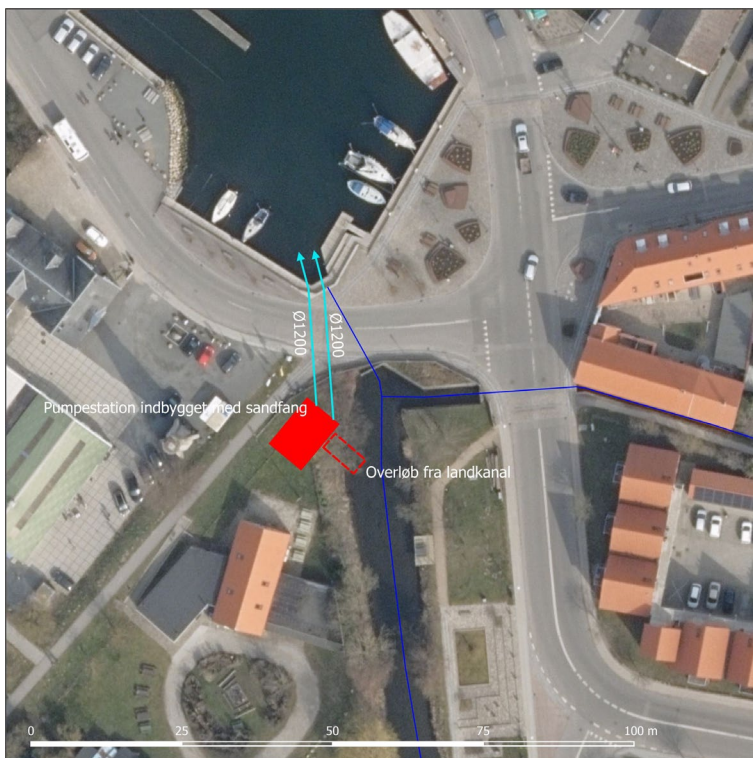
Figur 6.1 Oversigtskort med placering af de tre løsningsforslag



Figur 6.2 Eksempel på inspektionskasse

## 6.1 LØSNINGSFORSLAG 1 – INDUSTRIHAVNEN

Bygværk er tænkt som et betonbygværk under terræn på ca.  $8 \times 10$  m med bundkote i ca.  $-3,5$ m. Bygværket er tænkt med placering på den vestlige side af Hovedlandkanalen ved det nuværende udløb til industrihavnen jf. Figur 6.1.1 . Ved at placere bygværket her, opnår man et nemt tilløb fra Hovedlandkanalen, som kan laves som enten en åben kanal eller en lukket kanal.



Figur 6.3 Placering af pumpebygværk løsningsforslag 1

Oven på bygværket bliver der placerede inspektions-/servicekasser, som sikrer nem adgang til pumperne og de instrumenter som er placeret i pumpeumpen. Inspektionskasserne kan fremstilles så de indgår som en integreret del af områdets arkitektoniske og rekreative helhed. Et eksempel på dette kunne være en inspektionskasse ca. 500 mm høje, beklædt med hårdtræ på siderne og med en rustfri dørklade på toppen jf. Figur 5.5.2

I forbindelse med pumpebygværket skal der bygges et mindre bygværk over terræn, for de elektriske installationer der er forbundet med et sådant bygværk. Dette indbefatter, styretavler, forsyningstavle og frekvensomformer. Det vurderes at et hus på ca.  $2,5 \times 3,0$  m tæt placeret på pumpebygværket vil være tilstrækkeligt. Ligeledes skal der angiveligt opstilles en transformestation i umiddelbar nærhed af pumpestationen.

---

### 6.1.1 PUMPEBEHOV

Som beskrevet ovenfor er bygværket tænkt som et betonbygværk under terræn, med inspektionskasser ovenpå bygværket. Inde i selve bygværket er der tænkt en pumpeinstallation med 3 stk. løftepumper, samt forberedt til en 4 løftepumpe for fremtidig udvidelse af pumpekapaciteten. Alle pumperne forsynes fra frekvensomformere, som sikrer en jævn opstart af pumperne, samt muliggør en enkelt regulering af pumperne for optimal pumpeeffekten, i forbindelse med varierende nedbørsmængder, og dermed varierende udpumpnings mængder.

Ved indløbet fra Hovedafvandingskanalen laves der et sandfang, som opsamler sand, sten og andre tunge genstande som måtte blive suget med vandet ind når pumperne er i drift. For at reducere omfanget af servicebesøg hvor sandfanget skal tømmes, kan der evt. installeres en simpel spildevandspumpe/slampumpe, som med et fastlagt interval pumper sand og slam ud af sandfanget.

På indløbet fra Hovedafvandingskanalen monteres der en rist, for at hindre større uønsket materiale i at komme ind i pumpestationen, samt sikre at der ikke opstår farlige situationer for dyr og mennesker, som evt. trækkes med vand ind i pumpestationen. Indløbsristen kan være en simpel rist som jævnligt tilses for fanget ristegods som efterfølgende fjernes, eller en mekanisk ristanordning som efter et nærmere fastlagt interval automatisk fjerner fanget ristegods. Mængden af uønskede emner i vandet samt ønskede riste løsninger, fastlægges nærmere i detailprojekteringen af pumpestationen.

#### Installation

Et forslag til en pumpeinstallation kunne være som følgende:

1 stk. løftepumpe 300 l/s for grundlastafledning fra Hovedafvandingskanalen – (18,5 kW)

2 stk. løftepumpe 900 l/s for nuværende afledning fra Hovedafvandingskanalen – (2x45 kW)

1 stk. dykket spildevandspumpe ca. 10m<sup>3</sup>/h, for fjernelse af slam i sandfanget – (0,9 kW)

Samlet flow:  $300 + 2 \times 900 = 2.100$  l/s.

Indløbsrist med mekanisk rens (estimat 2,5-5,0 kW)

#### Option/fremtidig udvidelse

1 stk. løftepumpe 900 l/s – fremtidigt flow  $2.100 + 900 = 3.000$  l/s – Hvis grundlastpumpen tages ud af drift medfører det  $3 \times 900 = 2.700$  l/s.

Et estimat på den samlede effekt med 4 stk. løftepumper monteret i bygværket: **160 kW**.

Ved at vælge optionen med 3 stk. løftepumper og 1 stk. grundlastpumpe, vil man på nuværende tidspunkt have 1 stk. pumpe i standby, som sikkerhed ved evt. nedbrud eller service på en pumpe.

I et efterfølgende detailprojekt skal det endelige design af pumpestationen udfærdiges, samt den endelige dimensionering af pumpene udføres.

Næsten identisk bygning og maskininstallation som løsningsforslag 2 og 3, dog skal bygværket tilpasses grunden og tilkørselsforhold hertil.

---

### 6.1.2 LEDNINGSARBEJDER

Løsningsforslag 1 medfører at den eksisterende løftepumpestation, der løfter bagvand fra den nedre kanal op i landkanalen bevares.

Anlægsarbejderne der vedrørende ledningsarbejder (afløb) omfatter i grove træk:

- Overløbsbygværk fra landkanal (inklusive rist mv.), herunder overpumpning
- Udløbsledninger fra pumpestation til industrihavnen (2 x Ø1200 PE PN10 rør)



- Krydsning og omlægning af eksisterende ledninger og kabler i vej
- Etablering af udløb (inklusive riste), gennembrydning af spuns/kajanlæg, herunder midlertidig inddæmning af arbejdsområde.
- Grundvandshåndtering

### **Overløbsbygværk**

Funktions- og driftskrav til overløbsbygværket fra landkanalen til pumpestationen er ikke defineret på nuværende tidspunkt.

Overløbet kan enten udformes meget simpelt, uden nogen form for styring eller regulering – eller det kan udformes med mulighed for styring og regulering (fx sænkning og hævnning af overløbskant eller med mulighed for at lukke overløbet med regulerbart spjæld).

På samme måde kan risteordeningen der skal forhindre blokering af overløb og indløb til pumpestationen udformes simpelt, så ristene løbende skal renses manuelt – eller det kan udformes med riste med automatiske rensesprocedurer.

Det er ikke muligt at vurdere, i hvilket omfang overløbsbygværkets elementer kan udføres med standard ”hyldevarer” og i hvilket omfang bygværket skal udføres af specielt designede elementer eller in situ støbte elementer. Omfanget vil have betydelig indflydelse på anlægskostningerne.

Såfremt der skal tilføjes mulighed for justering og regulering af overløbskant, regulerbart spjæld eller særlige driftsfunktioner på riste vil omkostningerne øges.

### **Udløbsledninger**

Der skal udføres 2 stk. Ø1200 PE (PN10) rør på en kort strækning, ca. 35 m. Strækningen omfatter krydsning af Vestre Havnevej, som kan være svært at lukke for trafik.

Mulighederne for no-dig løsninger (styret boring) skal afklares nærmere, da der forventes at ligge ledninger og kabler i vejen, og tracéet for udløbsledningerne ligger tæt på afvandingskassen/udløbsledningen fra kanalen.

Som udgangspunkt på det forventes at udløbsledningerne skal udføres ved traditionel gravning.

### **Udløb**

Det antages at udløbsledningerne etableres ved gennembrydning i eksisterende spuns ved gennemboring og montering af link seals eller tilsvarende for tæt gennemføring af rør. Der monteres riste på udløbsrørene for.

For at gennemføre arbejdet, vil der være behov for midlertidig inddæmning af arbejdsområdet omkring udløbene i havnen.

### **Grundvandshåndtering**

Det antages at midlertidig grundvandssænkning vil være nødvendig under hele anlægsfasen – og/eller at ledningsarbejdet udføres i spunsede ledningsgrave med behov for grundforstærkning under ledninger.

### 6.1.3 ANLÆGSØKONOMI

Anlægsoverslag for etablering af højvandssikring som løsningsforslag 1 fremgår af nedenstående Tabel 6.1.1.

POST	PRISOVERSLAG
<b>Sum Ledningsarbejde</b>	<b>4.960.000</b>
<b>Sum Pumper</b>	<b>495.000</b>
<b>Sum Installation i hus/sump</b>	<b>1.560.000</b>
<b>Sum EI og styring</b>	<b>880.000</b>
<b>Sum Bygværk pumpestation</b>	<b>8.800.000</b>
<b>Samlet sum anlægsarbejde</b>	<b>16.695.000</b>
<b>Byggeplads 10%</b>	<b>1.669.500</b>
Delsum	18.364.500
<b>Projektering og fagtilsyn 15%</b>	<b>2.754.675</b>
Delsum	21.119.175
<b>Uforudsigelige forhold 15%</b>	<b>3.167.876</b>
<b>Samlet anlægssum</b>	<b>24.287.051</b>
<b>Usikkerhed, korrektionsfaktor</b>	
<b>+ 40 % afrundet</b>	<b>34.500.000</b>
<b>- 20 % afrundet</b>	<b>19.500.000</b>

**Tabel 6.1 Anlægsoverslag for etablering af løsningsforslag 1**

### 6.1.4 VURDERING IFT. NATURA 2000 OG ANDEN BESKYTTET NATUR

Løsningsforslag 1 vil ikke medføre at der sker udledning af bortpumpet vand direkte ud i det udpegede Natura 2000 område 108 ”Æbelø, havet syd for og Nærrå Strand”. Det beskyttede område er afgrænset udenfor havnearealet, så det udpumpede vand til industrihavnen vil først efter fortynding og opblanding komme ind i beskyttelsesområdet. Der vil hverken ved pumpen, der etableres, eller ved rørledningen være behov for tilladelse efter naturbeskyttelseslovens bestemmelser omkring beskyttede naturtyper, strandbeskyttelseslinje eller ske inddragelse af fredede eller arealer med kulturhistoriske interesser. Det vurderes umiddelbart ikke, at der vil være behov for udarbejdelse af en Natura 2000 væsentlighedsvurdering, hvor det skal vurderes om den tilførte vandmængde og de indholdsstoffer, der vil være i vandet, vil kunne medføre en væsentlig påvirkning af de naturtyper, der indgår i udpegningsgrundlaget for beskyttelsesområdet.

## 6.2 LØSNINGSFORSLAG 2 – PUMPE MED HAVLEDNING

Bygværk er tænkt som et betonbygværk under terræn på ca. 8×10m med bundkote i ca. -4,5m. Bygværket er tænkt placeret hvor Hovedafvandingskanalen krydser Storkenhøjvej jf. Figur 6.2.1. Ved at placere bygværket her, opnår man et nemt tilløb fra Hovedlandkanalen, som kan laves som enten en åben kanal eller en lukket kanal.



Figur 6.4 Placering af pumpebygværk Løsningsforslag 2

Oven på bygværket bliver der placerede inspektions-/servicekasser, som sikrer nem adgang til pumperne og de instrumenter som er placeret i pumpeumpen. Inspektionskasserne kan fremstilles så de indgår som en integreret del af områdets naturskønne rekreative helhed. Et eksempel på dette kunne være inspektionskasser ca. 500 mm høje, beklædt med hårdtræ på siderne og med en rustfri dørplade på toppen jf. Figur 5.5.2 Eksempel på inspektionskasse

I forbindelse med pumpebygværket skal der bygges et mindre bygværk over terræn, for de elektriske installationer der er forbundet med et sådant bygværk. Dette indbefatter, styretavler, forsyningsstavle og frekvensomformere. Det vurderes at et hus på ca. 2,5 × 3,0 m tæt placeret på pumpebygværket vil være tilstrækkeligt. Ligeledes skal der angiveligt opstilles en transformerstation i umiddelbar nærhed af pumpestationen.

### 6.2.1 PUMPEBEHOV

Som beskrevet ovenfor er bygværket tænkt som et betonbygværk under terræn, med inspektionskasser ovenpå bygværket. Inde i selve bygværket er der tænkt en pumpe-løsning med 3 stk. løftepumper, samt forberedt til en 4 løftepumpe for fremtidig udvidelse af pumpekapaciteten. Alle pumperne forsynes fra frekvensomformere, som sikrer en jævn opstart af pumperne, samt muliggør en enkelt regulering af pumperne for optimal pumpe-driften, i forbindelse med varierende nedbørsmængder, og dermed varierende udpumpnings mængder.

Ved indløbet fra Hovedafvandingskanalen laves der et sandfang, som opsamler sand, sten og andre tunge genstande som måtte blive suget med vandet ind når pumperne er i drift. For at reducere omfanget af servicebesøg hvor sandfanget skal tømmes, kan der evt. installeres en simpel spildevandspumpe/slampumpe, som med et fastlagt interval pumper sand og slam ud af sandfanget.

På indløbet fra Hovedafvandingskanalen monteres der en rist, for at hindre større uønsket materiale i at komme ind i pumpeumpen, samt sikre at der ikke opstår farlige situationer for dyr og mennesker, som evt. trækkes med vandet ind i pumpeumpen. Indløbsristen kan være en simpel rist som jævnligt tilses for fanget ristegods som efterfølgende fjernes, eller en mekanisk riste-anordning som efter et nærmere fastlagt interval automatisk fjerner fanget ristegods. Mængden af uønskede emner i vandet samt ønskede riste-løsning, fastlægges nærmere i detailprojekteringen af pumpestationen.



### Installation:

Et forslag til en pumpeinstallation kunne være som følgende:

1 stk. løftepumpe 300 l/s for grundlastafledning fra Hovedafvandingskanalen – (30 kW)

2 stk. løftepumpe 900 l/s for nuværende afledning fra Hovedafvandingskanalen – (2x90 kW)

1 stk. dykket spildevandspumpe ca. 10m<sup>3</sup>/h, for fjernelse af slam i sandfanget – (0,9 kW)

Samlet flow:  $300 + 2 \times 900 = \underline{2.100}$  l/s.

Indløbsrist med mekanisk rens (estimat 2,5-5,0 kW)

### Option/fremtidig udvidelse

1 stk. løftepumpe 900 l/s – fremtidigt flow  $2.100 + 900 = \underline{3.000}$  l/s – Hvis grundlastpumpen tages ud af drift medfører det  $3 \times 900 = \underline{2.700}$  l/s.

Et estimat på den samlede effekt med 4 stk. løftepumper monteret i bygværket: **306 kW**

Ved at vælge optionen med 3 stk. løftepumper og 1 stk. grundlastpumpe, vil man på nuværende tidspunkt have 1 stk. pumpe i standby, som sikkerhed ved evt. nedbrud eller service på en pumpe.

I et efterfølgende detailprojekt skal det endelige design af pumpestationen udfærdiges, samt den endelige dimensionering af pumpene og udløbsledningerne udføres.

## 6.2.2 LEDNING SARBEJDER

Løsningsforslag 2 medfører at den eksisterende løftepumpestation, der løfter bagvand fra den nedre kanal op i landkanalen bevares.

Anlægsarbejderne der vedrørende ledningsarbejder (afløb) omfatter i grove træk:

- Overløbsbygværk fra landkanal (inklusive rist mv.)
- Udløbsledninger fra pumpestation til havet – ca. 400 meter (2 x Ø1200 PE PN10 rør)
- Grundvandshåndtering

### Overløbsbygværk

Der henvises til beskrivelsen under afsnit 6.1.2 for overløbsbygværk

### Udløbsledninger

Udløbsledningerne fra pumpestationen udføres som havledninger (2 x Ø1200, PE100-PN10). Ledningerne føres fra pumpestation ca. 400 m til udløb i Lillebælt. Placeringen af rørføringen kan ses på figur 6.2.1, som viser et ledningstrace med udløb i Lillebælt

### Grundvandshåndtering

Det må antages at der vil være behov for midlertidig grundvandssænkning og spunset udgravning ved etablering af pumpestation.

### 6.2.3 ANLÆGSØKONOMI

Anlægsoverslag for etablering af højvandssikring som løsningsforslag 2 fremgår af Tabel 6.2.1

POST	PRISOVERSLAG
<b>Sum Ledningsarbejde</b>	<b>21.150.000</b>
<b>Sum Pumper</b>	<b>585.000</b>
<b>Sum Installation i hus/sump</b>	<b>1.560.000</b>
<b>Sum El og styring</b>	<b>2.120.000</b>
<b>Sum Bygværk pumpestation</b>	<b>8.800.000</b>
<b>Samlet sum anlægsarbejde</b>	<b>34.215.000</b>
<b>Byggeplads 10%</b>	<b>3.421.500</b>
Delsum	37.636.500
<b>Projektering og fagtilsyn 15%</b>	<b>5.645.475</b>
Delsum	43.281.975
<b>Uforudsigelige forhold 15%</b>	<b>6.492.296</b>
<b>Samlet anlægssum</b>	<b>49.774.271</b>
<b>Usikkerhed, korrektionsfaktor</b>	
<b>+ 40 % afrundet</b>	<b>70.000.000</b>
<b>- 20 % afrundet</b>	<b>40.000.000</b>

Tabel 6.2 Anlægsoverslag for etablering af løsningsforslag 2

### 6.2.4 VURDERING IFT. NATURA 2000 OG ANDEN BESKYTTET NATUR

Løsningsforslag 2 vil medføre at der sker udledning af bortpumpet vand direkte ud i det udpegede Natura 2000 område 108 ”Æbelø, havet syd for og Nærrå Strand”. Der vil desuden ved pumpen der etableres og ved rørledningen være behov for tilladelse efter naturbeskyttelseslovens bestemmelser omkring beskyttede naturtyper og strandbeskyttelseslinje. Der vil ikke ske inddragelse af fredede områder eller arealer med kulturhistoriske interesser. Det vurderes at der vil være behov for udarbejdelse af en Natura 2000 væsentlighedsvurdering, hvor det skal vurderes om den tilførte vandmængde og de indholdsstoffer der vil være i vandet vil kunne medføre en væsentlig påvirkning af de naturtyper, der indgår i udpegningsgrundlaget for beskyttelsesområdet. Udledningen vil ske hvor der er afgrænset naturtyperne 1110 Sandbanker og 1140 Mudder og sandflader.

## 6.3 LØSNINGSFORSLAG 3 – LYSTBÅDEHAVNEN

Bygværk er tænkt som et betonbygværk under terræn på ca. 8×10m med bundkote i ca. -4,5m. Bygværket er tænkt placeret på oplagspladsen ved lystbådehavnen, som ligger op af Hovedlandkanalen jf. Figur 6.3.1.

Ved at placere bygværket her, opnår man et nemt tilløb fra Hovedlandkanalen, som kan laves som enten en åben kanal eller en lukket kanal.



Figur 6.5 Anlægsoverslag for etablering af løsningsforslag 3

Oven på bygværket bliver der placerede inspektions/service kasser, som sikre nem adgang til pumperne og de instrumenter som er placeret i pumpeumpen. Inspektionskasserne kan fremstilles så de indgår som en integreret del af områdets arkitektoniske rekreative helhed. Et eksempel på dette kunne være inspektionskasser ca. 500mm høje, beklædt med hårdtræ på siderne og med en rustfri dørklade på toppen. (se figur 6.3.2).

I forbindelse med pumpebygværket skal der bygges et mindre bygværk over terræn, for de elektriske installationer der er forbundet med et sådant bygværk. Dette indbefatter, styretavler, forsyningsstavle og frekvensomformere. Det vurderes at et hus på ca. 2,5 × 3,0 m tæt placeret på pumpebygværket vil være tilstrækkeligt. Ligeledes skal der angivelig opstilles en transformestation i umiddelbar nærhed af pumpestationen.

### 6.3.1 PUMPEBEHOV

Som beskrevet ovenfor er bygværket tænkt som et betonbygværk under terræn, med inspektionskasser ovenpå bygværket. Inde i selve bygværket er der tænke en pumpe-løsning med 3 stk. løftepumper, samt forberedt til en 4 løftepumpe for fremtidig udvidelse af pumpekapaciteten. Alle pumperne forsynes fra frekvensomformere, som sikrer en jævn opstart af pumperne, samt muliggør en enkelt regulering af pumperne for optimal pumpe-driften, i forbindelse med varierende nedbørsmængder, og dermed varierende udpumpnings mængder.

Ved indløbet fra Hovedafvandingskanalen laves der et sandfang, som opsamler sand, sten og andre tunge genstande som måtte blive suget med vandet ind når pumperne er i drift. For at reducere omfanget af servicebesøg hvor sandfanget skal tømmes, kan der evt. installeres en simpel spildevandspumpe/slampumpe, som med et fastlagt interval pumper sand og slam ud af sandfanget.

På indløbet fra Hovedafvandingskanalen monteres der en rist, for at hindre større uønsket materiale i at komme ind i pumpeumpen, samt sikre at der ikke opstår farlige situationer for dyr og mennesker, som evt. trækkes med vand ind i pumpeumpen. Indløbsristen kan være en simpel rist som jævnligt tilses for fanget ristegods som efterfølgende fjernes, eller en mekanisk riste-anordning som efter et nærmere fastlagt interval automatisk fjerner fanget ristegods. Mængden af uønskede emner i vandet samt ønskede riste-løsning, fastlægges nærmere i detailprojekteringen af pumpestationen.

### Installation:

Et forslag til en pumpeinstallation kunne være som følgende:

1 stk. løftepumpe 300 l/s for grundlastafledning fra Hovedafvandingskanalen – (18,5 kW)

2 stk. løftepumpe 900 l/s for nuværende afledning fra Hovedafvandingskanalen – (2x55 kW)

1 stk. dykket spildevandspumpe ca. 10m<sup>3</sup>/h, for fjernelse af slam i sandfanget – (0,9 kW)

Samlet flow:  $300 + 2 \times 900 = \underline{2.100}$  l/s.

Indløbsrist med mekanisk rens (estimat 2,5-5,0 kW)

### Option/fremtidig udvidelse

1 stk. løftepumpe 900 l/s – fremtidigt flow  $2.100 + 900 = \underline{3.000}$  l/s – Hvis grundlastpumpen tages ud af drift medfører det  $3 \times 900 = \underline{2.700}$  l/s.

Et estimat på den samlede effekt med 4 stk. løftepumper monteret i bygværket: **190 kW**

Ved at vælge optionen med 3 stk. løftepumper og 1 stk. grundlastpumpe, vil man på nuværende tidspunkt have 1 stk. pumpe i standby, som sikkerhed ved evt. nedbrud eller service på en pumpe.

I et efterfølgende detailprojekt skal det endelige design af pumpestationen udfærdiges, samt den endelige dimensionering af pumpene udføres.

## 6.3.2 LEDNING SARBEJDER

Løsningsforslag 3 omfatter nedlæggelse af den eksisterende løftepumpestation, der løfter bagvand fra den nedre kanal op i landkanalen. Der er således kalkuleret med tillægsomkostninger vedr. nedlæggelse af denne.

Anlægsarbejderne der vedrørende ledningsarbejder (afløb) omfatter i grove træk:

- Nedlægning af eksisterende løftepumpestation, herunder midlertidig overpumpning
- Etablering af gravitationsledning for nedre kanal til pumpestation
- Overløbsbygværk fra landkanal (inklusive rist mv.), herunder overpumpning
- Udløbsledninger fra pumpestation til lystbådehavnen (2 x Ø1200 PE PN10 rør)
- Etablering af udløb (inklusive riste), herunder midlertidig inddæmning af arbejdsområde
- Grundvandshåndtering

### Nedlægning af eksisterende løftepumpestation

På nuværende tidspunkt er omfanget for nedlægning af eksisterende pumpestation ikke kendt. Der afsættes et budgetbeløb på kr. 100.000 kr. til nedrivning af pumpehus og afmontering af pumper og øvrige installationer. Beløbet skal kvalificeres bedre, når ønsket omfang er kendt.

Det forudsættes at eksisterende ristanlæg for indløb til pumpestationen bibeholdes. Såfremt ristanlægget ønskes forbedret, vil der også tilgå omkostninger til riste.

Nedlægning af den eksisterende løftepumpestation omfatter desuden etablering af et afløbsrør, ca. 250 lm, (Ø900, svarende til et vurderet flow på 900 l/s) som krydser landkanalen og tilsluttes gravitationsledningen på modsatte side af landkanalen.

### **Etablering af gravitationsledning til nedre kanal til pumpestation**

Der skal udføres 250 m Ø900 mm rørledning (beton eller PE med indvendig diameter på 900 mm), med en gennemsnitsdybde på 4,5 meter.

Det antages at der etableres 3 stk. rense- og inspektionsbrønde (Ø1250 mm) på transportvejen frem til sandfangsbrønd før indløb til pumpestationen.

### **Overløbsbygværk**

Der henvises til afsnit 6.1.2

### **Udløbsledninger til lystbådehavn**

Der skal udføres 2 stk. Ø1200 PE (PN10) rør på en strækning på ca. 170 m fra pumpestation til udløbet i lystbådehavnen. Placeringen af rørføringen kan ses på Figur 6.3.1, som viser et ledningstrace der følger oplagspladsen med udløb i lystbådehavnen.

### **Etablering af udløb**

Det antages at udløb etableres ved etablering af in situ støbt beton repos hvor udløbsledningerne støbes ind. Der monteres riste på udløbsrørene.

For at gennemføre arbejdet, vil der være behov for midlertidig inddæmning af arbejdsområdet omkring udløbene i havnen.

### **Grundvandshåndtering**

Det antages at midlertidig grundvandssænkning vil være nødvendig under hele anlægsfasen – og/eller at ledningsarbejdet udføres i spunsede ledningsgrave med behov for grundforstærkning under ledninger.

### 6.3.3 ANLÆGSØKONOMI

Anlægsoverslag for etablering af højvandssikring som løsningsforslag 2 fremgår af Tabel 6.2.1

POST	PRISOVERSLAG
<b>Sum Ledningsarbejde</b>	<b>8.610.000</b>
<b>Sum Pumper</b>	<b>495.000</b>
<b>Sum Installation i hus/sump</b>	<b>1.560.000</b>
<b>Sum EI og styring</b>	<b>940.000</b>
<b>Sum Bygværk pumpestation</b>	<b>9.600.000</b>
<b>Samlet sum anlægsarbejde</b>	<b>21.805.000</b>
<b>Byggeplads 10%</b>	<b>2.180.500</b>
Delsum	23.985.500
<b>Projektering og fagtilsyn 15%</b>	<b>3.597.825</b>
Delsum	27.583.325
<b>Uforudsigelige forhold 15%</b>	<b>4.137.499</b>
<b>Samlet anlægssum</b>	<b>31.720.824</b>
<b>Usikkerhed, korrektionsfaktor</b>	
<b>+ 40 % afrundet</b>	<b>44.500.000</b>
<b>- 20 % afrundet</b>	<b>25.500.000</b>

### 6.3.4 VURDERING IFT. NATURA 2000 OG ANDEN BESKYTTET NATUR

Løsningsforslag 3 vil ikke medføre at der sker udledning af bortpumpet vand direkte ud i det udpegede Natura 2000 område 108 ”Æbelø, havet syd for og Nærå Strand”. Det beskyttede område er afgrænset udenfor havnearealet, så det udpumpede vand til lystbådehavnen vil først efter fortynding og opblanding komme ind i beskyttelsesområdet. Der vil hverken ved pumpen, der etableres, eller ved rørledningen være behov for tilladelse efter naturbeskyttelseslovens bestemmelser omkring beskyttede naturtyper, strandbeskyttelseslinje eller ske inddragelse af fredede områder eller arealer med kulturhistoriske interesser. Det vurderes umiddelbart ikke, at der vil være behov for udarbejdelse af en Natura 2000 væsentlighedsvurdering, hvor det skal vurderes om den tilførte vandmængde og de indholdsstoffer, der vil være i vandet, vil kunne medføre en væsentlig påvirkning af de naturtyper, der indgår i udpegningsgrundlaget for beskyttelsesområdet.