

MARTS 2017  
NÆSTVED KOMMUNE

# VÅDOMRÅDEPROJEKT BJØRNEBÆKKEN

DETAILPROJEKT



Miljø- og Fødevareministeriet  
NaturErhvervstyrelsen

**COWI**



MARTS 2017  
NÆSTVED KOMMUNE

# VÅDOMRÅDEPROJEKT BJØRNEBÆKKEN

DETAILPROJEKT

Den Europæiske Landbrugsfond for Udvikling af Landdistrikterne:  
Danmark og Europa investerer i landdistrikterne



Miljø- og Fødevareministeriet  
NaturErhvervstyrelsen

**LDP 2020**



Den Europæiske Landbrugsfond  
for Udvikling af Landdistrikterne

PROJEKTNR.

A089351

DOKUMENTNR.

01

VERSION

05

UDGIVELSESDATO

29. mar. 2017

BESKRIVELSE

Detailprojekt

UDARBEJDET

BOC

KONTROLLERET

LOAA

GODKENDT

BOC



# INDHOLD

|   |    |
|---|----|
| Sammenfatning                             | 7  |
| 1 Indledning                              | 8  |
| 2 Området                                 | 9  |
| 3 Tekniske forundersøgelser               | 11 |
| 3.1 Afstrømning                           | 11 |
| 3.2 Regulativ                             | 13 |
| 3.3 Hydrogeologiske undersøgelser         | 14 |
| 3.4 Opmåling                              | 15 |
| 3.5 Tekniske anlæg                        | 16 |
| 4 Projektforslag                          | 18 |
| 4.1 Løsningsmuligheder                    | 18 |
| 4.2 Indløb til søen                       | 18 |
| 4.3 Spang over indløbet                   | 18 |
| 4.4 Afløb                                 | 19 |
| 4.5 Overkørsel                            | 20 |
| 4.6 Tilfyldning af Bjørnebækken           | 21 |
| 4.7 Nedlæggelse af pumpestation           | 21 |
| 4.8 Ændring af dræn, pumper og nedsivning | 22 |
| 4.9 Dige                                  | 23 |
| 4.10 Terrænregulering og jordbalance      | 24 |
| 4.11 Jordbalance                          | 26 |
| 4.12 Anlægsbudget                         | 27 |
| 4.13 Tidsplan                             | 27 |
| 5 Konsekvenser                            | 29 |
| 5.1 Vandspejle                            | 29 |
| 5.2 Betydningen af højvande               | 30 |

|      |                            |    |
|------|----------------------------|----|
| 5.3  | Afvandingsforhold          | 30 |
| 5.4  | Kvælstoffjernelse          | 31 |
| 5.5  | Fosfor                     | 32 |
| 5.6  | Okker                      | 34 |
| 5.7  | Vandhastighed              | 34 |
| 5.8  | Udsivning af vand fra søen | 34 |
| 5.9  | Småsøer                    | 35 |
| 5.10 | Tekniske anlæg             | 35 |
| 5.11 | Kultur                     | 37 |
| 5.12 | Planmæssige forhold        | 38 |
| 5.13 | Naturmæssige forhold       | 41 |
| 6    | Referencer                 | 44 |

## BILAG

|         |   |
|---------|---|
| Bilag A | Projektforslag                            |
| Bilag B | Vandspejle                                |
| Bilag C | Udbredelsen af søen                       |
| Bilag D | Afvandingsforhold                         |
| Bilag E | Geologiske undersøgelser                  |
| E.1     | Hydrogeologisk vurdering                  |
| E.2     | Jordbundsprofiler fra fosforundersøgelsen |
| Bilag F | Omlægning af dræn                         |
| Bilag G | Nye pumper                                |
| Bilag H | Pumpesumpe                                |
| Bilag I | Projektgrænse                             |

## Sammenfatning

Denne rapport beskriver resultaterne af tekniske undersøgelser af et vådområdeprojekt ved Bjørnebækken 8 km vest for Næstved by. Formålet med projektet er at reducere tilførslen af næringsstoffer til Smålandsfarvandet. Samtidig skal der tages hensyn til områdets naturværdi.

Bjørnebækken er inddiget og passerer før udløbet et landbrugsområde, der på begge sider af vandløbet er afvandet af pumper. Projektet nedlægger pumpestationen på østsiden af bækken, hvorved der opstår en sø på ca. 21 ha. Samtidig sløjfes dræn i et udlagt vådområde på ca. 20 ha øst for søen, således at drænvand fra de tilstødende marker overrisles i vådområdet i stedet for at blive udledt direkte til vandløbet. Desuden ekstensiveres den landbrugsmæssige drift i projektområdet.

Der er udarbejdet to forslag. I Forslag A friholdes en ejendom nord for søen med et dige. I Forslag B undlades diget. Det er beregnet, at projektet ved disse tiltag kan fjerne ca. 12 ton N pr. år svarende til 286-305 kg N/ha/år.

Projektet øger tillige områdets naturværdi væsentligt, idet der skabes en sø af stor landskabelig og naturmæssig værdi. Bestanden af brakvandsaborre får et nyt yngleområde, og fuglelivet tilgodeses ved skabelsen af sø og vådområde samt ved to små øer.

Detailprojektet er i hovedtræk det samme som det, der blev beskrevet i den tekniske forundersøgelse fra april 2011, men projektforslaget er justeret og rapporten inddrager supplerende undersøgelser. Rapporten er en samlet beskrivelse, der danner grundlag for myndighedsbehandlingen og for aftaler med lods-ejerne.

# 1 Indledning

Næstved Kommune har gennem flere år arbejdet med et forslag til et vådområ-  
deprojekt ved Bjørnebækken, der er et mindre vandløb, som løber ud i Små-  
landsfarvandet mellem Bisserup og Karrebæksminde.



Figur 1-1 Projektområdet ligger 8 km vest for Næstved by

Projektets formål er at reducere tilførslen af kvælstof til Smålandsfarvandet.  
Samtidig øges områdets naturværdi.

COWI har udført en teknisk forundersøgelse som blev rapporteret i april 2011.  
Siden er der udført supplerende fosforundersøgelser samt andre supplerende  
undersøgelser og justeringer af projektforslaget.

Dette detailprojekt sammenfatter forundersøgelsen og de supplerende undersø-  
gelser til en rapport, der kan danne samlet grundlag for projektets realisering,  
for myndighedsbehandlingen og for udarbejdelsen af udbudsmateriale. Hvor der  
ikke er sket ændringer, gentages dele af forundersøgelsen.



## 2 Området

Det foreslåede projekt omfatter de nederste ca. 1,2 km af Bjørnebækken. Møllerenden/Bjørnebækken er et 6,5 km langt offentligt vandløb, hvoraf Møllerenden udgør den øverste del og Bjørnebækken de nederste 3,4 km.

Bjørnebækken løber frem til et udløbsbygværk med højvandsklap og fortsætter de sidste 25 m som en del af udløbet fra pumpelaget Østermose. Strækningen er inddiget til begge sider og passerer marker, der nu ligger under havets overflade (Figur 2-1 og Figur 2-2).



Figur 2-1 *Bjørnebækken set i retning mod nord. Østermosen ligger til venstre for diget og projektområdet til højre*

Det pumpede område i projektområdet har sit eget udløb med højvandsklap.

Området ligger nu under havets overflade, men der er ikke på de historiske kort tegn på, at der har været en sø i nyere tid. Historiske kort opmålt i 1806<sup>1</sup> samt målebordsblade fra 1928-1940 viser således samstemmende, at projektområdet var eng eller mose indtil, der blev etableret en pumpestation. Herefter har dræningen betydet, at området har sat sig væsentligt.



Figur 2-2 Projektområdet ligger meget lavt. Blå farve viser arealer under havets overflade

Markant i landskabet er en stor bronzealderhøj øst for projektområdet bevokset med ældre markante ege og skovfyr. Højen er brændt af i løbet af de sidste par år og er domineret af draphavre. Markerne omkring højen har mange flintesten.

Umiddelbart sydøst for området ligger en remise omkring en mindre mergelgrav.

I den nordlige del af området er et beskyttet jorddige.

---

1

[http://arkiv.kms.dk/mpn/o2mapviewer.aspx?type=o2k\\_oekort&id=3953&mode=2&elav=0240956](http://arkiv.kms.dk/mpn/o2mapviewer.aspx?type=o2k_oekort&id=3953&mode=2&elav=0240956)

## 3 Tekniske forundersøgelser

### 3.1 Afstrømning

#### Hydrometri

Der foreligger hydrologiske data for perioden 1.1.1984 til 31.12.2007 for målestation nr. 57.49 (DMU nr. 570055), der er placeret i Saltø Å umiddelbart nedstrøms for udløbet af Harrested Å. De karakteristiske afstrømninger i Saltø Å er beregnet og angivet i Tabel 3-1.

Tabel 3-1 *Karakteristiske afstrømninger i Saltø Å på målestation nr. 57.49 for perioden 1984-2007 og tilsvarende vandføringer ved udløbet af Bjørnebækken beregnet ud fra oplandets størrelse*

| <b>Parameter</b>                          | <b>Saltø Å<br/>l s<sup>-1</sup> km<sup>-2</sup></b> | <b>Bjørnebækken<br/>l s<sup>-1</sup></b> |
|---|---|--|
| Sommermedian (maj-september)              | 0,64  | 12                                       |
| Sommermiddel (maj-september)              | 1,71  | 31                                       |
| Årsmedian                                 | 2,69  | 49                                       |
| Årsmiddel                                 | 6,89  | 127                                      |
| Vintermiddel                              | 10,60   | 195                                      |
| 95 % fraktil (hele året)                  | 30,00   | 551                                      |
| Medianmaksimum (median af årlige maksima) | 52,70   | 968                                      |
| Maksimum målt 1984-2007                   | 68,40   | 1256                                     |
| 10-årshændelse*                           | 68,30   | 1254                                     |
| 100-års hændelse*                         | 92  | 1689                                     |

*\*beregnet med Gumbelfordelingen*

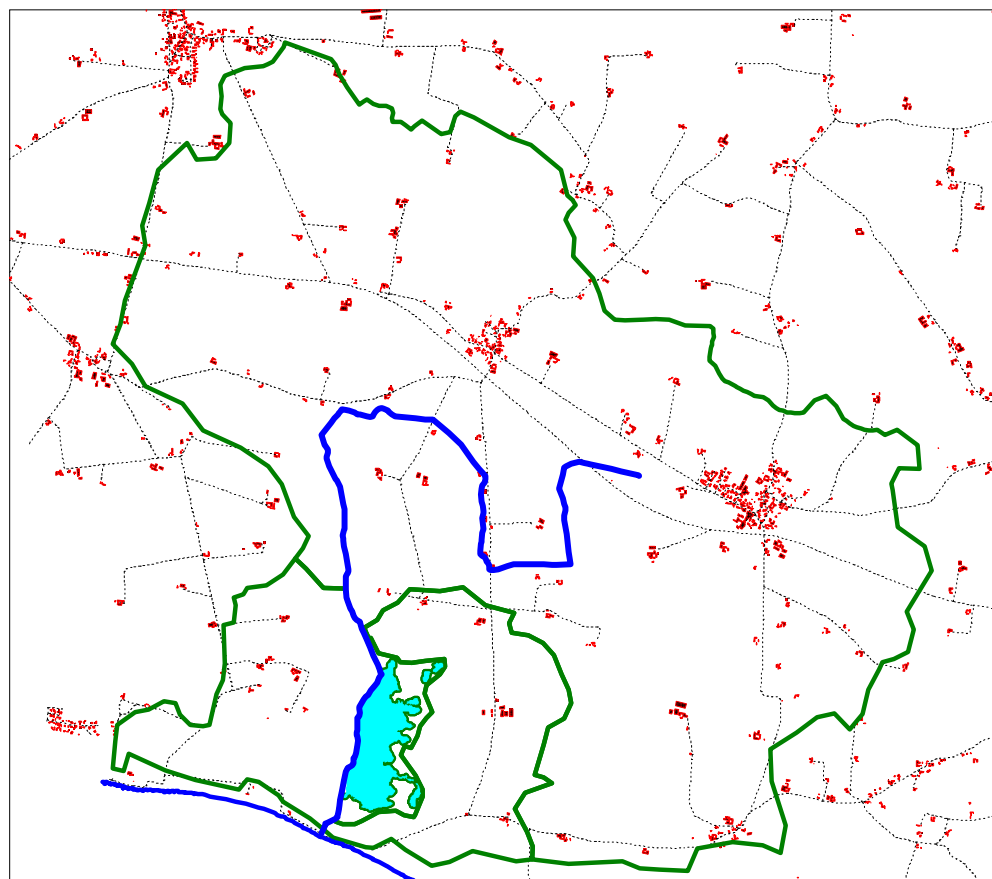
Oplandet til målestation nr. 57.49 i Saltø Å er 148,9 km<sup>2</sup>. Oplandet til Bjørnebækken er væsentligt mindre, 18,4 km<sup>2</sup>, hvilket betyder, at man må forvente større udsving i vandføringen i Bjørnebækken end i Saltø Å. På den anden side er en væsentlig del af oplandet til Bjørnebækken fladt, hvilket kan give en vis

udjævning i afstrømningsmønsteret. Vi vælger derfor at benytte afstrømningen fra Saltø Å som grundlag for beregningerne.

### Oplande

Oplandet til Bjørnebækken blev i forundersøgelsen afgrænset med udgangspunkt i Storstrøms Amts digitale oplandskort, den digitale højdemodel, 4 cm kortet og kort over dræn og vandløb. Afgrænsningen er verificeret med Scalgo Live på grundlag af 2014-højdemodellen (Figur 3-1).

Afgrænsningen af oplandet til Pumpelaget Østermose er foretaget på grundlag af interessegrænserne i Vedtægt for Pumpelaget Østermose dateret 30. juni 1999 i kombination med højdemodellen og drænkort.



Figur 3-1 Oplande til Bjørnebækken

Den foreslåede sø og vådområdet udgør tilsammen ca. 42 ha<sup>2</sup>. Det direkte, laterale opland til vådområdet er 158 ha. Arealerne af deloplandene fremgår af Tabel 3-2.

---

<sup>2</sup> Arealet afhænger af projektets udformning, herunder vandstanden i søen. Talene varierer derfor lidt.

Tabel 3-2 Arealer af deloplande til vådområdeprojekt Bjørnebækken

| Delopland                         | Areal (ha) |
|-----------------------------------|------------|
| 1: Opland opstrøms projektområdet | 1477       |
| 2: Direkte opland til vådområde   | 158        |
| 3: Projekteret vådområde          | 22         |
| 4: Projekteret sø                 | 20         |
| 5: Østermose (pumpeafvandet)      | 156        |
| I alt                             | 1833       |

## 3.2 Regulativ

Regulativet for Bjørnebækken omfatter en teoretisk geometrisk skikkelse. Regulativets krav er således overholdt, hvis den faktiske vandføringsevne ikke er ringere end forudsat med den geometriske skikkelse i regulativet beregnet ved en medianmaksimum-afstrømning på  $56 \text{ l s}^{-1} \text{ km}^{-2}$  og en vintermiddel-afstrømning på  $10 \text{ l s}^{-1} \text{ km}^{-2}$ .

Kravet til den geometriske skikkelse ifølge regulativet fremgår af Tabel 3-3 (koter er omregnet fra DNN til DVR90).

Tabel 3-3 Regulativmæssig skikkelse på nederste del af Bjørnebækken

| Station m | Bundkote cm DVR90 | Bundbredde cm | Fald %   | Anlæg (øvre del) | Bemærkning       |
|-----------|-------------------|---------------|----------|------------------|------------------|
| 4040      | 210/230           | X             | x<br>2,7 | x                |                  |
| 4420      | 107/127           | 60/150        | x<br>2,0 | 1,0              |                  |
| 4770      | 37/57             |               | x<br>0,9 |                  |                  |
| 4929      | 22/42             | X             | x        | x                | Bro<br>Bro       |
| 4932      | 22/42             | X             | x        | x                |                  |
| 5361      | 10                | 70/200        | 0,3      | 1,0              |                  |
|           |                   | X<br>140      | x        | x                |                  |
| 5558      | 2                 | X<br>190      | 0,4      | 1,0              |                  |
| 6168      | -22               | X<br>250      |          |                  |                  |
| 6558      | -38               | X             | x        | x                | Indløb i bygværk |

De afstrømninger, der er lagt til grund for regulativet, ligger meget tæt på de beregnede statistiske værdierne fra Saltø Å. Manningtallet er i regulativet antaget at være  $M = 20$  om vinteren.

Bjørnebækkens udløb sker gennem et bygværk med en tophængt højvandsklap i stål. Indløbet til bygværket er et Ø1000 rør med bund i målt kote -0,58 m.



Figur 3-2 Udløbsbygværk set fra indløbssiden

### 3.3 Hydrogeologiske undersøgelser

#### Geologi

Der er kun få geologiske oplysninger om området i GEUS' Jupiter-database, nemlig en enkelt ældre boring, samt DGU/GEUS' jordartskort i 1:25.000.

Der er foretaget en 22 m dyb boring i området i 1949 (DGU arkivnr. 220.188A). Borestedet er i den sydlige del af den projekterede sø. Boringen viste, at vandstanden da var 1,75 m DVR90. Hvis potentialet nu er det samme som i 1949, er der således et overtryk i grundvandsmagasinet. Da der er 10 m ler, er der imidlertid ingen opadrettet grundvandsbevægelse af betydning på dette sted.

Tabel 3-4 Boring 220.188A

| Top  | Bund | Beskrivelse og DGU-symbol           |
|------|------|-------------------------------------|
| 0    | 0,6  | muld - m                            |
| 0,6  | 8,8  | glacial smeltevandssand - ds        |
| 8,8  | 18,8 | glacial moræneler (leret till) - ml |
| 18,8 | 22   | danien bryozokalk, koralkalk - bk   |

#### Jordbundsforhold

Områdets jordbundsforhold fremgår af Figur 3-3, hvor de lysegrønne linjer afgrænser oplandene og den lyseblå linje projektområdet. Ifølge kortet består det meste af projektområdet af finsandet jord, mens oplandet overvejende er lerjord eller sandblandet lerjord.



Figur 3-3 Jordbundsforhold

### Hydrogeologi

Etablering af den foreslåede sø vil betyde, at vandspejlet her bliver 0,40 m over havniveau, mens Østermose fortsat vil være afvandet ved pumpning til en drændybde ca. 2,5 m lavere.

En foreløbig vurdering viste, at der var en risiko for, at der kunne sive betydelige vandmængder fra den nye sø under diget til Pumpelaget Østermosens afvandsingsområde. Den foreløbige vurdering var baseret på jordbunds-kortet, som viser finsandet jord. I forundersøgelsen blev der derfor foretaget en grundigere undersøgelse med en række håndboringer, pejlinger og jordprøver som grundlag for en nærmere hydrogeologisk vurdering. Denne undersøgelse viste, at der er gytje under den projekterede sø, og at bunden derfor er lavpermeabel. Denne undersøgelse er resumeret i afsnit 5.8 og i Bilag E.

## 3.4 Opmåling

Projekteringen er baseret 2014-højdemodellen, der har en opløsning på 0,4 x 0,4 m og en vertikal nøjagtighed på 5 cm. Næstved Kommune og COWI har foretaget supplerende opmåling.

## 3.5 Tekniske anlæg

### 3.5.1 LER

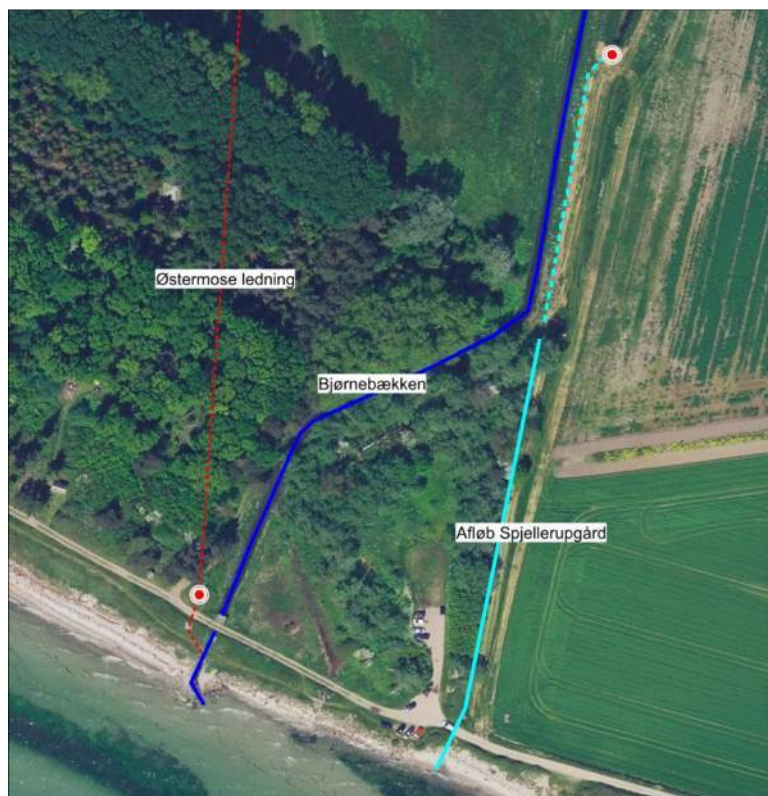
Der er i forundersøgelsen indhentet oplysninger om mulige ledningsanlæg i projektområdet fra Ledningsejerregisteret og herefter indhentet konkrete oplysninger fra

- > Bisserup vandværk
- > Hyllinge vandværk
- > SEAS/NVE (elforsyning)
- > TDC (tele)
- > NK forsyning (kloakforsyning)

De relevante ledninger er registreret i GIS og fremgår af Bilag A. De er nærmere beskrevet i afsnit 5.10.

### 3.5.2 Pumper

Pumpen, der afvander projektområdet, har ifølge oplysninger fra pumpelaget (Karsten Petersen) en ydelse på 120 l/s ved en løftehøjde på 3,2 m. Afløbet fra denne pumpe sker gennem et rør i det østlige dige til en 1 m bred grøft med afløb til kysten gennem et Ø800 rør. Næstved Kommune har målt indløbskoten til 0,28 og udløbskoten til 0,24 m DVR90. Udløbet er forsynet med en klap, der dog ikke fungerer længere.



Figur 3-4 Nuværende udløb



Østermose afvandes med en LM PR300/400-1/2 afvandingspumpe med en 7,5 kW motor. Pumpen er placeret nær kysten og har afløb gennem selve udløbsbygværket (Figur 3-4).

### 3.5.3 Vindmølle

Der er to vindmøller nord for den foreslåede sø. Den ene er tæt på søen. Vi har opmålt dens fundament til kote 1,41 m.



Figur 3-5 Vandingsanlæg for rullegræs samt den nordlige vindmølle

### 3.5.4 Vandingsanlæg

Der er et vandingsanlæg til rullegræs nord for den projekterede sø. Vandingsanlæggets tilslutning er indmålt til kote 2,06 m og det nærliggende terræn til kote 1,71 m.

### 3.5.5 Dræn

Der findes et detaljeret drænkort for Spjellerupgaard, som angiver koter på de vigtigste dræn. For de andre to matrikler er kortene mindre detaljerede. Hoveddrænen er digitaliseret af Næstved Kommune, og COWI har ligeledes georefereret drænkortet og tjekket det med opmåling af brønde.

De to drænkort passer nogenlunde sammen. Den nøjagtige placering af dræne-  
ne kan dog kun findes, når drænen graves fri i forbindelse med anlægsarbej-  
det. Det er også erfaringen fra andre projekter, at drænen ikke altid ligger,  
hvor de er projekterede på drænkortet.

## 4 Projektforslag

### 4.1 Løsningsmuligheder

Forundersøgelsen skitserede fire projektforslag, som alle skaber en sø og et vådområde, hvor drænvand fra tilstødende marker overrisles. I to af forslagene føres en del af vandet fra Bjørnebækken øst om søen, således at ørreder kan passere forbi søen. I de sidste to forslag ledes vandet fra Bjørnebækken gennem søen. Desuden blev mulighederne for at tilføre næringsrigt vand fra Østermose undersøgt.

Undersøgelserne viste, at kvælstofreduktionen er størst ved at lede alt vandet fra Bjørnebækken gennem søen, og at dette tillige er den billigste løsning. Omkostningseffektiviteten var derfor væsentlig højere ved denne løsning, som også er den mest naturlige. Næstved Kommune besluttede derfor at arbejde videre med denne løsning.

I detailprojektet beskrives to varianter af løsningen:

- > Forslag A, hvor matr. 10a nord for søen friholdes og
- > Forslag B, hvor en del af matr. 10a inddrages.

De fleste tiltag er de samme i de to forslag. Hvor der er forskelle, angives det i teksten.

De to forslag er vist på Bilag A.

### 4.2 Indløb til søen

Indløbet til søen er 30 m langt og udformes som det nuværende vandløb.

### 4.3 Spang over indløbet

Der etableres et spang over indløbet. Spanget får et spænd på ca. 6 m og en bredde på ca. 1,5 m.

## 4.4 Afløb

Søens størrelse og variationen i dens vandstand er bestemt af tilstrømningen og af afløbets dimensioner. Afløbet udformes som et stryg, der regulerer vandstanden i søen. Tilførslen af vand til søen varierer meget, som beskrevet i Tabel 3-1, hvilket igen betyder, at søens vandspejl vil svinge.

Afløbet udføres som et stryg med dobbelt-profil, således at der er en smal strømrønde til små vandføringer.

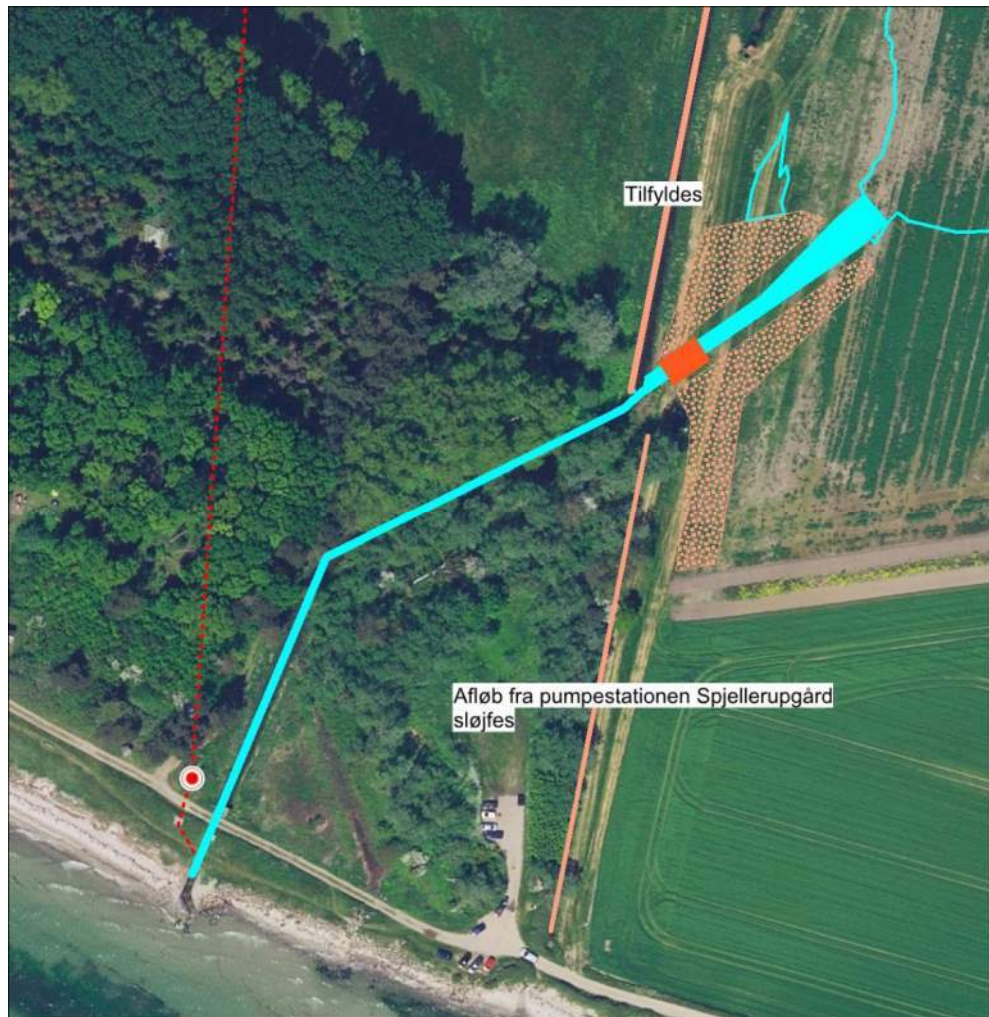
Søen uddybes foran indløbet til stryget, og der graves en dyb rende frem til stryget. Det projekterede afløb dimensioneres som angivet i Tabel 4-1.

Tabel 4-1 Projekteret afløb

| Station<br>m<br>ny (nu) | Bundkote<br>cm<br>DVR90 | Bundbredde<br>cm | Anlæg<br>(øvre del) | Bemærkning                        |
|-------------------------|-------------------------|------------------|---------------------|-----------------------------------|
| 6300                    | -50                     |                  |                     | Rende i søen                      |
|                         |                         | 300              | 3,0                 |                                   |
| 6400                    | 27/38                   |                  |                     | Indløb stryg                      |
|                         |                         | 40/800           | 3,0                 | Dobbeltprofil med nedre anlæg 1:1 |
| 6430                    | 15/25                   |                  |                     |                                   |
|                         |                         | 40/450           | 3,0                 | Dobbeltprofil med nedre anlæg 1:1 |
| 6450                    | 5                       |                  |                     |                                   |
|                         |                         | 300              | 3,0                 |                                   |
| 6460                    | 0                       |                  |                     |                                   |
|                         |                         | 250              | 1                   |                                   |
| 6470                    | -5                      |                  |                     |                                   |
|                         |                         | 250              | 1                   |                                   |
| 6628 (6558)             | -38                     |                  |                     | Indløb i bygværk                  |
| 6638                    | -58                     | Ø100             |                     |                                   |
| 6643                    |                         |                  |                     | Tilløb fra Østermose              |
| 6648                    | -58                     | Ø100             |                     | Udløb                             |

Strygets tværprofil er bestemt ved vandspejlsberegninger i vandløbsprogrammet VASP. Manningtallet er valgt til M=10 om sommeren og M=20 ved medianmaksimum (vandløbsregulativet regner som nævnt med M=20 om vinteren). Der er regnet med modstandsradius.

Stryget udformes, så afløbet gradvist nærmer sig det eksisterende vandløbsdimensioner. Ændringen af afløbet er vist på Figur 4-1.



Figur 4-1 Ændring af afløbet

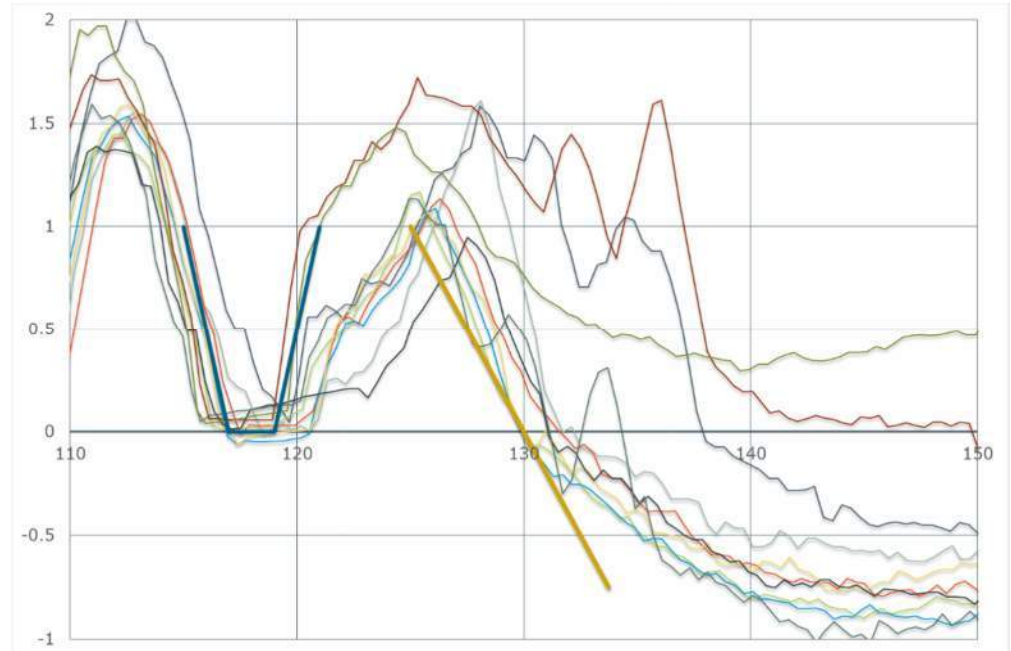
Det eksisterende afløb fra pumpestationen Spjellerupgård løber ud ved kysten gennem et  $\varnothing 800$  mm rør med indløb i kote 0,28 og udløb i 0,24 m. Da afløbet ligger så højt, har det ingen betydning ved normal vandføring. Ved ekstrem afstrømning vil der være meget opstuvning i Bjørnebækkens udløbsbygværk. Den mest ekstreme situation vi har beregnet vandstande ved er en 100-årshændelse med havvandspejl i kote 0. Ved denne ekstreme situation bliver vandspejlet lige neden for den nye røroverkørsel ved udløbet af søen ca. 0,75. I denne situation ville afløbet fra Spjellerupgård udlede ca. 200 l/s ud af den samlede vandføring ved 100-årshændelsen på ca. 1600 l/s. Det betyder, at afløbet fra Spjellerupgård kun har marginal betydning (det ville kun sænke søens vandspejl i den ekstreme situation med ca. 5 cm). Da afløbet har så ringe effekt, er der ingen grund til at vedligeholde det, og det sløjfes derfor.

## 4.5 Overkørsel

Ved udløbet af søen etableres en overkørsel med en bredde (ovenkant) på 2,5 m. Broen etableres af et 6 m langt stålrør med en højde på 1,55 m og en bredde på 2,10 m lagt med indvendig bund i kote -0,40 m. Med dæklag kommer den nye vejbro op i ca. kote 1,60 m, og der anlægges en ca. 15 m lang rampe fra det nuværende terræn, som nu er i kote 0,50 m, men reguleres til kote 1,0 m.

## 4.6 Tilfyldning af Bjørnebækken

Den overflødige del af Bjørnebækken sløjfes ved tilfyldning til kote 1,0 m. Desuden udjævnes det østlige dige. Tværsnit af vandløbet er vist på Figur 4-2.



*Figur 4-2 Tværsnit af vandløbet som 10 udtræk af højdemodellen fordelt jævnt over hele den aktuelle strækning. Den tykke blå linje viser den regulativmæssige skikkelse midt på strækningen. Den brune streg viser en linje med anlæg 1:5, hvilket svarer til det nuværende typiske anlæg mod øst. Anlægget mod øst ændres til ca. 1:10 ved tilfyldning på ydersiden.*

Tværsnittene viser, at det østlige dige de fleste steder kun ligger en smule over kote 1,0 m. Vi har derfor beregnet volumen til tilfyldning som vandløbets regulativmæssige tværsnit op til kote 1,0 m.

## 4.7 Nedlæggelse af pumpestation

Den nuværende pumpestation nedlægges, og kabler, pumper og andre installationer fjernes. Pumpesumpen fyldes op. Afløbet ændres som vist på Figur 4-1.



Figur 4-3 Pumpestationen

## 4.8 Ændring af dræn, pumper og nedsivning

En oversigt over forslag til ændringer af dræn er vist på Bilag A.

### Overrisling

Hvor terrænforholdene gør det muligt, afbrydes dræn ved grænsen til vådområdet og omlægges, så de overrisler vådområdet.

Der er i dag to hoveddræn gennem matr. 10b – dels et nord-syd dræn på langs af matriklen, dels et større dræn, der kommer fra øst og krydser over grunden for at fortsætte i et hoveddræn frem til den nuværende pumpe. Ved projektet omlægges begge ledninger, således at vandet i stedet ledes ud på terræn ved gravitation gennem en ny ledning til matr. 1a. Vandet skal således ikke længere pumpes, og kvælstofudledningen kan reduceres ved overrisling.

Syd for søen er det muligt at omlægge dræn fra to mindre oplande, så de udlødes på terræn.

Det samlede areal af disse oplande er ca. 57 ha. Ved udløbet af disse dræn etableres opstigningsbrønde med kuppelriste i lavninger i terrænet.

### Omlægning af dræn og nye pumper

Drænkortet viser imidlertid, at de fleste dræn ligger dybt og ikke kan overrisle vådområdet ved gravitation. For at sikre afvandingen af arealerne uden for projektområdet etableres to nye pumper, og der anlægges nye "afskærende" (tætte) ledninger langs projektgrænsen, således at de eksisterende dræn tilsluttes disse ledninger på opstrøms side, men afbrydes på nedstrøms side. De nye ledninger lægges i kote -1,0 - -1,5 m. Dimensionerne på de afskærende ledninger er angivet i Bilag F.

Ved vindmøllen lægges et dræn for at sikre pladsen ved møllen.

## Pumper og pumpesumpe

De afskærende ledninger løber direkte til to pumpebrønde eller til pumpesumpe, der anlægges ved projektgrænsen.

De to pumper dimensioneres begge med en kapacitet på ca.  $1 \text{ l s}^{-1} \text{ ha}^{-1}$ . De etableres med strømforsyning og automatisk styring. Detaljer om pumperne er angivet i Bilag G, og pumpesumpene er beskrevet i Bilag H.

## Nedsivning

Pumperne afleder til grøfter, der fører til to langstrakte bassiner, som anlægges mellem søen og projektgrænsen. Bassinerne bliver hver ca.  $350 \text{ m}^2$  og ca. 1 m dybe. Vandstanden i bassinerne bliver normalt højere end i søen, så vandet siver fra bassinerne til søen. Bassinerne forsynes med overløb til søen.

## 4.9 Dige

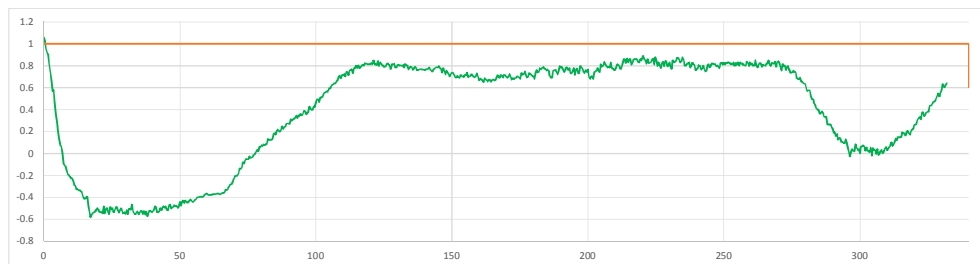
I Forslag A anlægges et dige lige syd for projektgrænsen mod nord. Diget opføres et par meter syd for det beskyttede jorddige.



*Figur 4-4 Dige (okker) med lerkerne (sort) ved Forslag A sikrer, at matr. 10a ikke oversvømmes. Den røde streg viser spanget over det nye indløb. Øst for diget er vist terrænregulering til samme højde som diget. Bredden af diget varierer med højden (ikke vist).*

Diget udføres i kote 1,0 m med en ovenbredde på 3,0 m og sider med anlæg 1:3. Diget tilsluttes terræn i kote 1,0 m. Hvor diget bliver højest, bliver højden 1,58 m og bredden ved terræn 12,20 m.

Digets samlede længde er 350 m. Ved medianvandstand vil der være vand ved foden af diget på en 130 m lang strækning. Den gennemsnitlige vanddybde på denne strækning vil være 0,48 m. Et længdeprofil af diget er vist som Figur 4-5.



Figur 4-5 Længdeprofil af diget fra vest mod øst (grøn=terræn, okker=dige)

På de strækninger, hvor diget bliver 0,50 m eller højere, udføres det med en 1 m tyk lerkernel, der føres ned til ler eller gytje eller mindst 1,0 m under eksisterende terræn og op til kote 0,65 m. Langs disse strækninger lægges et dræn nord for diget til at fjerne vand, der måtte sive gennem diget.

Der medgår 800 m<sup>3</sup> til at opbygge diget samt yderligere 350 m<sup>3</sup> til lerkernen (volumen af diget er således 1150 m<sup>3</sup>).

Ved Forslag B udelades diget.

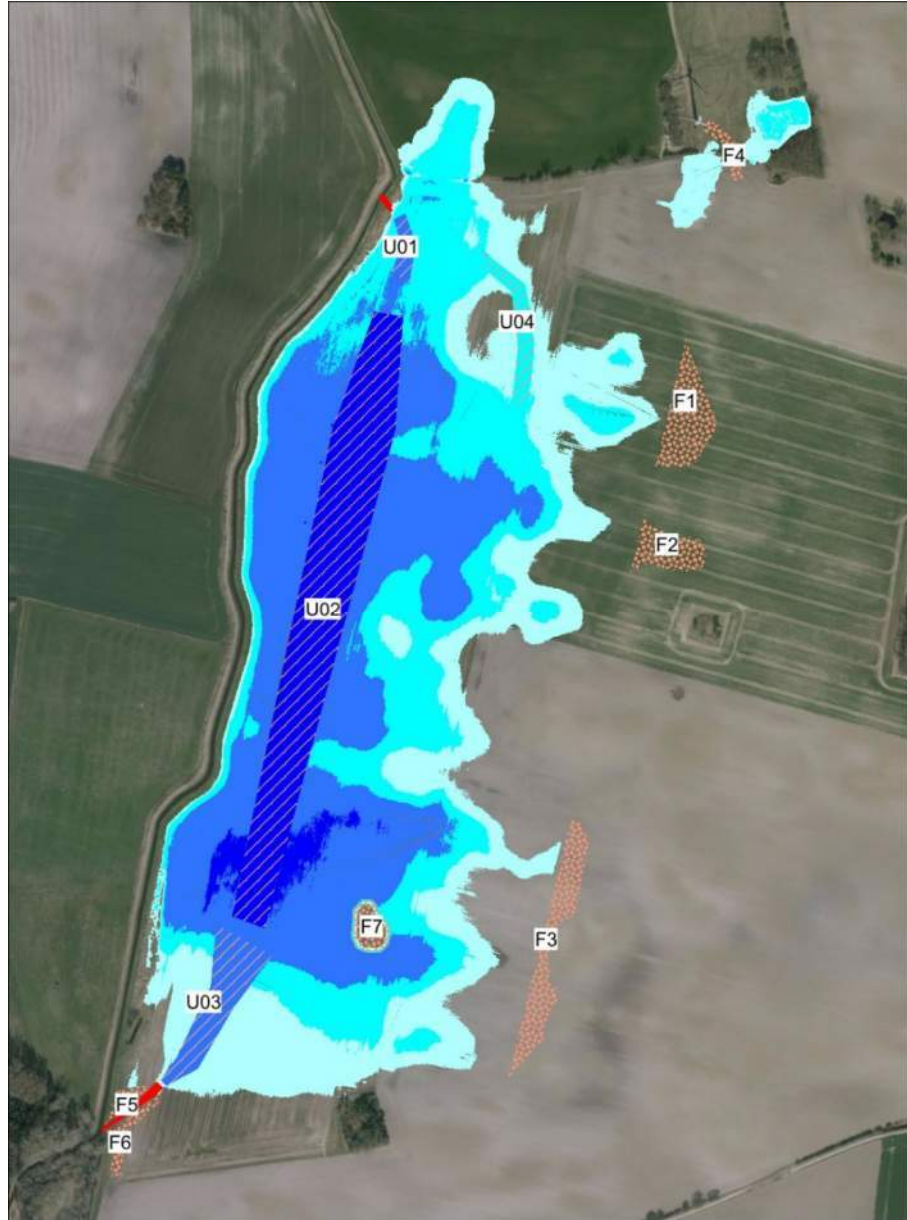
## 4.10 Terrænregulering og jordbalance

### Afgravning i søen

Der afgraves 11.700 m<sup>3</sup> i søens bund for at hente materiale til terrænregulering og dige samt øge søens volumen (og dermed opholdstid og kvælstoffjernelsen) samt mindske risikoen for frigivelse af fosfor i etableringsfasen. Samtidig mindskes risikoen for tilgroning. Det opgravede materiale anvendes til tilfyldning af vandløbet, diget, terrænregulering, beskyttelse af det nuværende dige mod vest og en fugleø.

Arealerne er vist på Figur 4-6 og mængderne angivet i Tabel 4-2.





Figur 4-6 Planlagt terrænregulering (se tekst). De blå farver viser projekteret dybde af sø efter terrænregulering (mørk blå=over 1,5 m, lys= 0-0,5 m).

Tabel 4-2 Afgravning i søens bund

| Område | Areal (m <sup>2</sup> ) | Kote (m DVR90) | Volumen m <sup>3</sup> |
|--------|-------------------------|----------------|------------------------|
| U1     | 980                     | -0,70          | 150                    |
| U2     | 29.000                  | -1,10          | 6.560                  |
| U3     | 5.200                   | -0,70          | 3.600                  |
| U4     | 2.500                   | -0,40          | 1.390                  |
| I alt  |                         |                | 11.700                 |

### Terrænregulering

Terrænet øst for søen (F1-F4) reguleres til kote 1,0 m. Volumen er beregnet ved opfyldning til kote 1,0 m plus et skønsmæssigt tillæg for afrunding af kanter (ca. 1 m<sup>3</sup> pr. m kant). Samtidig reguleres terrænet ved søens udløb til kote 1,0 m.

Der anlægges en fugleø i den sydlige ende af søen (F07). Øen udformes med en flad top i kote 0,60 m med et areal på 950 m<sup>2</sup>. Øens sider udføres med skråningsanlæg ikke stejlere end 1:5. Der vil skulle bruges 1250 m<sup>3</sup> jord til at danne øen. Øen er projekteret således, at hele øen bliver oversvømmet omtrent hvert andet år for at begrænse tilgroning og bestanden af rotter.

Tabel 4-3 Opfyldning

| Område | Volumen m <sup>3</sup> |
|--------|------------------------|
| F01    | 900                    |
| F02    | 580                    |
| F03    | 1.630                  |
| F04    | 340                    |
| F05    | 230                    |
| F06    | 400                    |
| F07    | 1.250                  |
| I alt  | 5.330                  |

I den nordlige ende af søen opstår en flad ø. For at forhindre ræves adgang til øen uddybes terrænet (U4) øst for øen.

### Regulering ved vindmøllen

For at sikre kranplads og arbejdsplads ved vindmøllen bliver der lagt jord/stabil på til kote 1 i en radius af 25 meter fra møllen. Derudover lægges der et dræn under kranpladsen. Drænet føres i en tæt ledning til den nordligste pumpe i den østlige side af vådområdet.

## 4.11 Jordbalance

Den samlede jordbalance er vist i Tabel 4-4.

Tabel 4-4 Jordbalance Forslag A (m<sup>3</sup>)

|                             | Afgraves | Tilfyldes | Bemærkning                   |
|-----------------------------|----------|-----------|------------------------------|
| Afgraves sø                 | 11.700   |           |                              |
| Tilfyldning af Bjørnebækken |          | 2.600     |                              |
| Vestside deponeres          |          | 5.020     | Ca. 7 m <sup>3</sup> /m bred |
| Indløb                      | 300      |           |                              |

|                                  | Afgraves | Tilfyldes | Bemærkning                      |
|----------------------------------|----------|-----------|---------------------------------|
| Udløb                            | 300      |           |                                 |
| Terrænregulering (F1-F7)         |          | 5.330     |                                 |
| Dige                             |          | 800       | Hertil kerne 350 m <sup>3</sup> |
| Pumpesump fyldes                 |          | 400       |                                 |
| Pumpesumpe (ny)                  | 400      |           |                                 |
| Drænbassiner                     | 1000     |           |                                 |
| Afløb fra pumpestationer (110 m) | 200      |           |                                 |
| Overløb fra bassiner (210 m)     | 300      |           |                                 |
| Rørbro rampe                     |          | 50        |                                 |
| I alt                            | 14.200   | 14.200    |                                 |

Ved forslag B udgår diget, men der skal bruges en mindre mængde ved stibro-en. Samlet skal afgraves ca. 400 m<sup>3</sup> mindre.

## 4.12 Anlægsbudget

Anlægsomkostningerne skønnes at udgøre de beløb, der er anført i Tabel 4-5 nedenfor.

Tabel 4-5 Skønnede anlægsomkostninger (Forslag A)

| Post  | Kr.           |
|---|---------------|
| Arbejdsplads  | 80.000        |
| Sløjfning af pumpestation                             | 30.000        |
| 2 pumpestationer med elinstallation                   | 450.000       |
| Dige, terrænregulering mv. 14.200 m <sup>3</sup>      | 690.000       |
| Omlægning af drænhovedledninger, 1060 m med samlinger | 500.000       |
| Afbrydelse af andre dræn, søgegrøfter                 | 50.000        |
| Ændring af drænbrønd                                  | 20.000        |
| Nye dræn, 200 m                                       | 50.000        |
| Udløb fra søen  | 60.000        |
| Rørbro over udløb                                     | 70.000        |
| Spang over tilløb                                     | <u>50.000</u> |
| I alt   | 2.050.000     |

Ved Forslag B reduceres omkostningerne med ca. 150.000 kr. (besparelse på dige og omlægning af dræn, merudgift til stibro).

## 4.13 Tidsplan

Anlægsarbejdet planlægges udført umiddelbart efter høst for at undgå skader på de omgivende marker.

Det vurderes, at anlægsarbejdet kan udføres på 3 måneder.

## 5 Konsekvenser

### 5.1 Vandspejle

Det beregnede stationære vandspejle ved karakteristiske vandføringer bliver som vist i Tabel 5-1 og som Bilag B.

Tabel 5-1 Projekterede vandspejle i m DVR90 ved forskellige afstrømninger.

| Situation          | Afstrømning<br>l s <sup>-1</sup> km <sup>-2</sup> | Sø<br>m | St. 5361<br>m | St. 4932<br>m |
|--------------------|---|---------|---------------|---------------|
| <b>Nuværende</b>   |   |         |               |               |
| Sommermedian       | 0,64  | -       | 0,22          | 0,39          |
| Årsmedian          | 2,69  | -       | 0,38          | 0,56          |
| Medianmaksimum     | 52,7  | -       | 0,98          | 1,18          |
| <b>Projekteret</b> |   |         |               |               |
| Sommermedian       | 0,64  | 0,34    | 0,34          | 0,40          |
| Årsmedian          | 2,69  | 0,40    | 0,40          | 0,56          |
| Medianmaksimum     | 52,7  | 0,68    | 0,70          | 1,12          |
| 10-års hændelse    | 68  | 0,78    | 0,80          | 1,22          |
| 100-års hændelse   | 92  | 0,87    | 0,93          | 1,31          |

Det fremgår af Tabel 5-1, at vandspejlet opstrøms for søen vil lave eller normale vandføringer vil være lidt højere end i den nuværende situation, men ved høje vandføringer vil vandspejlet blive lavere end nu. Det skyldes, at den hydrauliske modstand i søen er mindre end i vandløbet.

Hertil kommer, at vandet vil kunne brede sig ud over søen og ikke være begrænset til det nuværende kanal-lignende forløb.

Ved beregningerne er det taget hensyn til den projekterede rørbro ved udløbet af søen, og der er regnet med udløbsrørets dimensioner, men der er ikke taget hensyn til den hydraulisk modstand i klappen. Der er regnet med et Manningtal på 10 for lave vandføringer og 20 for store vandføringer.

Søens normale vandspejl vil være i kote 0,40 m, men vil falde til kote 0,34 m om sommeren og stige til kote 0,68 m ved de store vandføringer, der i gennemsnit indtræffer en gang hvert andet år (medianmaksimum).

Fugleøen vil ligge 20 cm over vandstanden ved årsmedianen, men den vil blive oversvømmet med 8 cm ved medianmaksimum.

Søens udbredelse ved de forskellige vandstande er vist som Bilag C.

Når vandspejlet stiger ved ekstreme afstrømninger, skyldes det især den hydrauliske modstand i udløbsbygværket. Man ville således kunne sænke vandspejlet i disse situationer ved at udvide vandløbet og udskifte udløbsbygværket.

Det har været overvejet at bibeholde det nuværende afløb fra Spjellerupgårds pumpestation, men afløbsrøret ligger højt (et ø800 mm rør med indløb i kote 0,28 og udløb i 0,24 m). Beregninger viser, at afløbet har meget ringe betydning, fordi udløbet ligger højt i forhold til søens vandstand, og afløbet sløjfes derfor.

I den nuværende situation er vandstandsstigningen ved ekstreme afstrømninger endnu større, men arealet er delvist beskyttet af digerne langs Bjørnebækken. Diget mod øst har ifølge højdemodellen en højde på 1,0-1,4 m, mens diget mod vest er omkring kote 1,4 m. Nærmere kysten er det vestlige dige i kote 1,2-1,3 m, men det er gennembrudt. I ekstreme situationer, hvor vandstanden overstiger den beregnede 100-årshændelse, vil der (som nu) kunne strømme vand over terræn gennem Kristianholms Plantage til Østermose. Terrænet i plantagen er her typisk under kote 1,0 m.

## 5.2 Betydningen af højvande

Vandspejlsberegningerne forudsætter, at havvandstanden er i kote 0, således at højvandsklappen er åben. I perioder med højvande, vil klappen lukke og vandstanden på klappens bagside vil stige, indtil vandstanden på indersiden er steget til over havniveau.

Under de nuværende forhold vil vandstanden i Bjørnebækken stige, og når den når over ca. 1,10 m vil vandet løbet over diget mod øst. Det vestlige dige er højere, så Østermosen er bedre beskyttet på disse strækninger. Vandet vil dog løbe over diget i Kristiansholms plantage, hvor diget er omkring kote 1,0 m og ind i Østermosen. Situationen her er uændret i forhold til de nuværende forhold.

Projektet vil betyde, at stigningen i vandstanden opstrøms for søen blive mindre end nu, fordi vandet kan brede sig ud i søen. Hvis klappen er lukket ved medianmaksimumafstrømning, vil vandstanden i søen stige med ca. 40 cm på et døgn.

Højvandshændelser varer typisk i få døgn og sandsynligheden for, at ekstremt højvande falder sammen med ekstrem afstrømning er meget ringe.

## 5.3 Afvandingsforhold

Bilag D viser den teoretiske afvandingsdybde ved den projekterede sø i årsmedian.

Arealerne er klassificeret som vist i Tabel 5-2 for Forslag A og Tabel 5-3 for Forslag B. Forslag A vedrører kun matr. 1a. Arealet er en smule mindre end ved Forslag B, fordi diget tager plads.

Tabel 5-2 *Klassifikation af arealer efter teoretisk drændybde (ha) ved Forslag A*

| Drændybde | Type       | 1a    | 10b  | I alt |
|-----------|------------|-------|------|-------|
| Vand      | Sø         | 21,21 | 0,20 | 21,41 |
| 0,00-0,25 | Sump       | 4,85  | 0,12 | 4,97  |
| 0,25-0,50 | Våd eng    | 5,78  | 0,12 | 5,90  |
| 0,50-0,75 | Fugtig eng | 2,81  | 0,11 | 2,92  |
| 0,75-1,00 | Tør eng    | 0,80  | 0,08 | 0,88  |
| I alt     |            | 35,45 | 0,63 | 36,08 |

Tabel 5-3 *Klassifikation af arealer efter teoretisk drændybde (ha) ved Forslag B*

| Drændybde | Type       | 1a    | 10a  | 10b  | Areal (ha) |
|-----------|------------|-------|------|------|------------|
| Vand      | Sø         | 21,30 | 0,51 | 0,20 | 22,01      |
| 0,00-0,25 | Sump       | 4,89  | 0,24 | 0,12 | 5,25       |
| 0,25-0,50 | Våd eng    | 6,11  | 1,21 | 0,12 | 7,44       |
| 0,50-0,75 | Fugtig eng | 3,11  | 0,73 | 0,11 | 3,95       |
| 0,75-1,00 | Tør eng    | 0,88  | 0,39 | 0,08 | 1,35       |
| I alt     |            | 36,29 | 3,08 | 0,63 | 40,00      |

## 5.4 Kvælstoffjernelse

Kvælstofberegningerne i forundersøgelsen viste en samlet kvælstoffjernelse på 11,2 t N/år. Projektændringerne betyder, at tallet øges til ca. 12 t N/år. Nøgletallene er samlet i Tabel 5-4

Tabel 5-4 *Kvælstoffjernelse*

|  | Forundersøgelse | Forslag A | Forslag B |
|--|-----------------|-----------|-----------|
| <b>Sø</b>                                      |                 |           |           |
| Vandspejl m                                    | 0,13            | 0,40      | 0,40      |
| Opholdstid (dage)                              | 15,5            | 20,4      | 20,9      |
| Reduktion (%)                                  | 17,7            | 19,8      | 20,0      |
| Reduktion i sø (kg N/år)                       | 7.307           | 8.182     | 8.245     |
| <b>Direkte opland</b> (50% af 4001 kg tilført) | 2.001           | 2.001     | 2.001     |
| Projektareal (ha)                              | 44              | 38,8      | 42,1      |

|                                  | Forundersøgelse | Forslag A     | Forslag B     |
|----------------------------------|-----------------|---------------|---------------|
| <b>Ekstensivering</b> (kg N/år)  | 1.856           | 1.637         | 1.776         |
| <b>Reduktion i alt (kg N/år)</b> | <b>11.164</b>   | <b>11.820</b> | <b>12.022</b> |
| Effektivitet (Kg N / ha)         | 254             | 305           | 286           |

## 5.5 Fosfor

### Tidligere undersøgelser

Forundersøgelsen indeholdt en kvalitativ vurdering af risikoen for frigivelse af fosfor. Efterfølgende stillede Naturstyrelsen krav om mere detaljerede fosforundersøgelser, og COWI udførte supplerende undersøgelser i området i maj 2013 efter Naturstyrelsens daværende anvisning. Med denne anvisning blev det på baggrund af 10 prøver beregnet, at projektet ville udlede ca. 4000 kg P årligt. På grundlag af disse resultater og efter indstilling fra DCE stillede Naturstyrelsen vådområdeprojektet i bero.

Beregningsmetoden fra 2011 blev imidlertid opgivet i 2012, og i efteråret 2013 kom en ny anvisning (DCE, 2013). Næstved Kommune bad herefter COWI vurdere, om det er sandsynligt, at en fornyet vurdering efter Naturstyrelsens seneste anvisning ville give et andet resultat end undersøgelserne fra maj 2013. COWIs udarbejdede et notat dateret 3. marts 2014, som konkluderede, at projektet ville medføre en nettofrigivelse på 49 kg P/år. Vurderingen var dog usikker, og den var baseret på de tidligere prøver, som ikke var udtaget efter den nye anvisning.

I september 2015 udførte COWI en ny undersøgelse med 28 prøvefelter i henhold til seneste anvisning (DCE, 2014) med tilhørende regneark dateret februar 2015. Denne undersøgelse konkluderede projektet samlet ville tilbageholde 43 kg/P.

### Vådområdet

Frigivelsen af fosfor fra vådområdet beregnes i anvisningen på grundlag af det målte fosforindhold og vandgennemstrømningen. Vandgennemstrømningen beregnes ud fra nettonedbør, oplandets størrelse og jordbund, afstanden til vandspejlet i prøvefeltet, drænitensitet og permeabilitet.

Projektet er ændret i forhold til september 2015-undersøgelsen, idet projektområdet er reduceret fra 44,2 ha til 42 ha (38,8 ha ved Forslag A) og vådområdet fra 24 ha til 17 ha (14,6 ha ved Forslag A), altså 29-41%. Det betyder, at udledningen reduceres tilsvarende.

### Søen

En del af den fosfor, der transporteres i vandløbet som opslemmet partikulært fosfor, vil blive deponeret og tilbageholdt i søen. I de tidligere undersøgelser har vi beregnet tilbageholdelsen af fosfor i søen med Vollenweiders empiriske model



fra 1976:  $P_{sø} = P_{indløb} / (1 + TW^{0,5})$ . Koncentration af fosfor i vandløbet kendes ikke, men 0,18 mg/l blev brugt som en typisk værdi (DMU, 2007). Beregningen giver en tilbageholdelse på 97 kg P/år.

I tilfældet med Bjørnebækken er der en nedadrettet grundvandsbevægelse i det øvre magasin under søen, da vandstanden i de tilstødende arealer er holdt nede ved pumpning og det primære magasin er dækket af et tykt lerlag. Der frigives således ikke fosfor med en konvektiv bevægelse gennem søbunden, men kun fra sediment, der opslemmes i søen. Denne risiko er i projektet mindsket gennem afgravning af materiale i bunden af søen.

Der frigives derfor udelukkende fosfor ved diffusion og gennem biologiske processer. Denne frigivelsesrate er langt mindre end i grundvandsfødte søer. Ud over de i anvisningen nævnte faktorer afhænger frigivelsen af fosfor fra sediment i søer af bl.a. resuspension, pH, biologisk aktivitet i sedimentet (gange med myggelarver m.v.), mineralisering, mikrobiologisk aktivitet og undervandsplanter. Anvisningen nævner, at beregningen ikke kan anvendes for søer uden grundvandstilstrømning. Der skal ifølge anvisningen anvendes en reduktionsfaktor, som fastsættes for det enkelte projekt, men der er ikke angivet retningslinjer herfor.

I forurenede søer kan den interne belastning være meget stor. I Søbygård Sø (Søndergaard, 2003) er indholdet af Total-P i sedimentet i nogle dybder således 7-12 mg/g tørstof (middel for de øverste 30 cm er ca. 5 mg/g), hvilket er langt højere end den vægtede gennemsnitskoncentration i "sedimentet" af den projekterede sø, som er 0,15 mg  $P_{BD}/g$ .

DCE har undersøgt fosfortilbageholdelse og frigivelse i seks lavvandede søer som er fulgt intensivt i perioden 1989-2009 (DCE, 2012). DCE konkluderer, at der ikke er nogen enkel vej til at kvantificere betydningen af den interne fosforbelastning for søers vandkvalitet. Der kræves ofte komplekse dynamiske og sø-specifikke modeller før sediment kan bidrage effektivt, som forklarende variable for vandkvaliteten.

Der er således ikke grundlag for at beregne fosforfrigivelsen fra den projekterede sø, men i betragtning af, at fosforkoncentrationen i den projekterede søs bund er af samme størrelsesorden som i en "normal, ikke forurenede" dansk sø, regnes ikke med nettofrigivelse fra sedimentet - ud over den ovenfor nævnte konvektive proces.

For nye søer er det vanskeligt at forudsige, hvordan fosforbalancen vil være. Erfaringer fra etablering af nye engsøer viser, at der i nogle år sker en meget stor tilbageholdelse af fosfor i søerne, mens søerne i andre år frigiver fosfor (Pedersen & Sand-Jensen, 2005). Ved dannelse af en ny sø vil forholdene således være ustabile i flere år, idet der både frigøres næringsstoffer fra det oversvømmede areal og sker en sedimentation af tilført partikulært materiale.

Tilbageholdelsen i søen på 97 kg / år må derfor betragtes som effekten på langt sigt. DCEs seneste regneark (juni 2016) medregner ikke tilbageholdelse af fosfor i søer.

Den forøgede opholdstid i den større sø betyder større tilbageholdelse i søen.

### Samlet frigivelse

I forhold til forundersøgelsen mindskes risikoen for frigivelse af fosfor lidt på grund af reduktionen i vådområde og større tilbageholdelse i søen.

Vådområdet er lidt mindre end i forundersøgelsen. Samtidig er der inddraget et lille areal ind, hvor der ikke har været taget jordprøver. Dette nye areal bliver ikke gjort vådt og er kun indtaget i projektområdet af hensyn til arronderingen af de tilstødende markarealer. Da arealet ikke gøres vådt, påvirker det ikke fosforberegningen.

## 5.6 Okker

Området er ikke okkerklassificeret. Det forventes ikke, at projektet giver anledning til frigivelse af okker.

## 5.7 Vandhastighed

Beregningerne i VASP viser, at vandhastigheden mellem St. 4040 og 5400 ved årsmedianen er 0,12-0,17 m/s, og mellem den projekterede sø og afløbet er den 0,04-0,17 m/s.

Til sammenligning oplyser Peter Noe Markmann (Vand & Miljø 2/1984 s. 21-25), at voksne middelstore aborrer har en "rejsehastighed" på 0 - 0,6 m/s og en forceret svømmehastighed på 0,6 til 1,2 m/s med mulighed for at spurte endnu hurtigere i få sekunder.

Vandhastigheden i afløbet er således ikke et problem i forhold til aborre.

## 5.8 Udsivning af vand fra søen

Etablering af søen vil betyde, at vandspejlet ved årsmedian bliver 0,4 m over havniveau, mens Østermose fortsat vil være afvandet ved pumpning til en drænybde, der er ca. 2,5 m lavere end søen.

Vi har foretaget en hydrogeologisk undersøgelse af jordbundsforholdene og beregnet, hvor meget vand man kan forventes vil strømme under den eksisterende dæmning mod Østermose. Denne undersøgelse er beskrevet i Bilag E. Det er fundet, at den mest sandsynlige mængde kun vil være på ca. 1 l/s på hele strækningen. Det ringe gennemstrømning skyldes, at der er gytje langs hele strækningen. Gytjen ligger tæt på terræn, ofte direkte under muldlaget. Gytje er lavpermeabelt og reducerer således den hydrauliske kontakt mellem søen og grundvandet og dermed strømmingen fra søen til drænsystemet vest for bækken.

## 5.9 Små søer

I områdets nordøstlige udkant ligger tre små søer uden synlige afløb, hvoraf de to vestlige ligger ved siden af hinanden på hhv. matr. 10b og 1a. Den østlige sø ligger uden for projektområdet og berøres ikke. Højdemodellen viser, at vandspejlet var ca. 0,45 m i både de vestlige og den østlige sø. Vandstanden er indmålt i 28. september 2016 til -0,28 m i de vestlige søer og -0,48 m i den østlige. Søerne er således tørret meget ud på grund af fordampning og dræning i den tørre sommer. Søerne ville have fordel af en mere stabil og højere vandstand.

De vestlige søer påvirkes af projektet, da dræningerne afbrydes ved søerne, hvilket vil være positivt for søerne.

Umiddelbart vest for de to søer er en lavning, der på kortet er vist som en ny sø. Vandstanden vil være lav, og vandstanden vil være bestemt af helt lokale forhold, herunder tilskud af vand fra den projekterede omlægning af dræn på matr. 10b. Søen forsynes med overløb til den store sø som en 130 m lang gravet rende med bundkote 0,40 m, bundbredde 1,0 m og anlæg 1:3.

Med projektet forsynes søen på matr. 10b med et regulerbart afløb, der er forbundet med den nye sø. Hvis afløbet ikke kunne reguleres, ville vandstanden være den samme som i den nye sø på matr. 1a. Uden forbindelse mellem søerne forventer vi, at vandstanden i de små søer på grund af dræningen af de tilstødende marker vil være lavere end i den nye sø. Den regulerbare forbindelse kan bruges til at sikre, at vandspejlet i de små søer ikke bliver højere end i den nye sø. Det anbefales ikke at bruge forbindelsen til at lede vand fra den nye sø til de eksisterende små søer, da dette vand vil være næringsrigt.

## 5.10 Tekniske anlæg

### 5.10.1 El-forsyning

Som det fremgår af Bilag 1 krydses Bjørnebækken af et elforsyningskabel 2 steder på strækningen. Den ene krydsning er ca. 72 m opstrøms for pumpestationen. Kablet anvendes som strømforsyning til den pumpestation, som nedlægges ved projektets gennemførelse. Kablet kan derfor afbrydes og nedlægges.

Det andet elkabel krydser bækken i den nordlige del af projektområdet. På en længere strækning ligger elkablet langs østsiden af bækken.

Ved anlægsarbejdet skal man naturligvis undgå at beskadige ledningerne i området, herunder ledningerne ved den nordlige ende af søen.

SEAS-NVE er blevet bedt om en udtalelse med hensyn til projektets konsekvenser for deres anlæg. For så vidt angår selve kablet, har SEAS-NVE oplyst, at vanddækningen er uden betydning. SEAS-NVEs forbehold vedrører således mulig oversvømmelse af transformatorerne ved vindmøllen (SEAS nr. 7228, Figur 5-1) og nær Pumpelaget Østermose (SEAS nr. 968).

### 5.10.2 Vindmølle

Vindmøllen nord for søen er en Micon 750 kW mølle som ifølge brochuremateriale har en vægt på tårn ca. 42-55 t, møllehat ca. 23,5 t og rotor ca. 16 t. Møllen har nr. 13374 og har sagsnr. 97-4-11 NEG. Den er rejst i 1998. Vestas har oplyst, at man ikke har oplysninger om møllens fundament i arkivet. Næstved Kommune har heller ikke oplysninger herom i byggearkivet, men har fremskaffet en rapport for en geoteknisk undersøgelse udført af Skude og Jacobsen forud for opførelsen. Heri anføres, at styrkekravet for anvendelse af et Micon-standardfundament (enten for lav eller for - mere kritisk - højt grundvandsstand) er opfyldt, og at der ved udførelse og valg af løsning skal tages hensyn til grundvandsforholdene. Samtidig har Næstved Kommune fremsendt en tegning af et Micon standard F2 fundament, og man må formode, at dette fundament er brugt. F2 er ifølge Micons tegning dimensioneret til vandspejl i terræn.

Næstved Kommune har den 28. marts 2011 opmålt transformerens fundament til kote 1,25 m DVR90 og vindmøllefundamentets overkant til 1,45 m DVR90. COWI har i 2016 målt vindmøllefundamentet til kote 1,41 m (forskellen mellem de to målinger svarer til usikkerheden).



Figur 5-1 Vindmølle og transformer (foto: Steen Jensen, SEAS-NVE)

### 5.10.3 Vandingsanlæg på matr.nr 10a

Dette vandingsanlæg er indmålt. Tilslutningen er indmålt til kote 2,05 m og terrænet nær ved til 1,70 m. Anlægget påvirkes således ikke af projektet.

## 5.11 Kultur

Næstved Museum er blevet anmodet om en udtalelse jf. Museumslovens § 25. Museet har foretaget en arkivalisk kontrol på arealet og har 11. januar 2011 fremsendt en udtalelse, som danner grundlag for vurderingen nedenfor.

Øst for søen ligger den fredede gravhøj Lindesgård, fredningsnr. 382320, [www.kulturarv.dk/fundogfortidsminder](http://www.kulturarv.dk/fundogfortidsminder), 040509-15. Anlæg af sø kan risikere at berøre 100 meter beskyttelseszonen for den fredede gravhøj (rød skravering på nedenstående kort).

Lige vest for den fredede gravhøj er registreret en overpløjet gravhøj, Lunghøj, 050509-16 (se Figur 5-2 og [www.kulturarv.dk/fundogfortidsminder](http://www.kulturarv.dk/fundogfortidsminder)). Hvis denne gravhøj berøres, skal den udgraves for bygherres regning, før anlægsarbejdet udføres. Denne gravhøj ligger på projektgrænsen. Nærmeste anlægsarbejde er omlægning af et dræn 40 m nord herfor.



Figur 5-2 Fredede gravhøje (røde) og overpløjede gravhøje (blå) (udsnit af kort fra Næstved Museums udtalelse)

Lige syd for den fredede høj ses en anden overpløjet gravhøj, Lindegård, 040509-17 (blå prik). Der er derfor flere registrerede gravhøje til stede i området, og da de ofte ligger i grupper, har der højst sandsynligt været flere. Samtidig ligger der ofte andre begravelser fra oldtiden i nærheden af gravhøjene.

Der er derfor risiko for at påtræffe og beskadige oldtidsanlæg i området ved gravearbejder. Museet anbefaler frivillige forundersøgelser og overvågninger, som skal bekostes af byherre.



Figur 5-3 Gravhøje og dige (kortudsnit fra Næstved Museums udtalelse)

Søen vil i Forslag B påvirke et dige nord for søen (markeret med brun streg på Figur 5-3). Diget er beskyttet i henhold til museumslovens § 29a. I forbindelse med naturundersøgelsen i 2010 blev det ved besigtigelse konstateret, at der ikke er et beskyttet dige på de første knap 100 m fra Bjørnebækken og mod øst, dvs. der hvor der i forbindelse med vådområdet etableres en sø. For at ændre diget kræves dispensation fra Næstved Kommune. Dispensationen skal i 4 ugers høring.

## 5.12 Planmæssige forhold

Ændret arealanvendelse i det åbne land kræver landzonetilladelse efter planlovens §35. Dette gælder den nye sø og de vandhuller, der påvirkes.

Området er ikke omfattet af kommuneplanrammer eller lokalplaner. Projektet ligger i landzone. Området er udpeget som lavbundsområde og muligt vådområde.

### 5.12.1 Naturbeskyttelsesloven

#### Beskyttet natur

Bjørnebækken er beskyttet i medfør af naturbeskyttelseslovens §3 mod tilstandsændringer. Etablering af søen og ændringen af Bjørnebækken vil kræve en dispensation fra § 3. Kommunen er myndighed.

I den nordøstlige udkant af projektområdet (på sydsiden af diget i skellet mellem matr.nr. 1a og 10b) findes en lille sø (ca. 260 m<sup>2</sup>), som er omfattet af § 3. Søen har nu meget lav vandstand om sommeren. Vandstanden forventes at blive højere med projektet, da den nuværende afvanding med dræn reduceres. Dette vil være til gavn for søen.



Figur 5-4 Udpegede §3 områder (lys grøn) sammenholdt med nye søer. Stibro, spang og terrænregulering er vist.

Ved Bjørnebækkens udløb ligger et mindre stykke med sumpskov og rørsump. Området er ikke vejledende § 3 registreret, men Næstved Kommune har i forbindelse med en besigtigelse vurderet, at området er omfattet af § 3. Området er næringsrigt og kulturpåvirket og derfor med lav naturmæssig værdi. Området bliver ikke påvirket af projektet.

Umiddelbart øst for Bjørnebækken findes et udyrket areal. Der tages årligt slæt på arealet, men vegetationen består af kulturgræsser og er ensartet og høj og uden botaniske værdier. Området er ikke omfattet af § 3 (vurderet af Næstved Kommune).

Der er ikke andre § 3 områder, der vurderes at kunne påvirkes af projektet.

I forbindelse med projektet forventes der at blive skabt nye § 3 områder. Dels den nye sø og dels omkringliggende arealer, der bliver vådere og forventes at blive til eng og evt. mose.

### Beskyttelseslinjer

Den sydlige del af projektområdet ligger inden for strandbeskyttelseslinjen på 300 meter. Der må jf. § 15 i naturbeskyttelsesloven ikke foretages tilstandsændringer indenfor denne. Da den sydlige ende af den nyetablerede sø, afløbet fra denne samt de enge, der ligger inde for den, ligger inden for strandbeskyttelseslinjen, vurderes det, at der skal søges dispensation i forbindelse med projektet. Kystdirektoratet er myndighed.

Den sydlige del af projektområdet ligger indenfor skovbyggelinjen på 300 meter omkring Kristiansholm Plantage, som ligger vest for Bjørnebækkens udløb. Der må jf. naturbeskyttelseslovens § 17 ikke placeres bebyggelse, campingvogne og lignende inden for en afstand af 300 m fra skove. Det vurderes ikke, at der er konflikt mellem beskyttelsen og projektet. Kommunen er myndighed.

### 5.12.2 Skovloven

Kristiansholm Plantage umiddelbart vest for projektområdet er omfattet af fredskovsloven. Der vurderes ikke at ske en påvirkning af skoven eller skulle fældes træer i forbindelse med projektet.

### 5.12.3 Natura 2000

Selve projektområdet er ikke del af Natura 2000 (hverken habitat- eller fuglebeskyttelsesområde), men kysten og havområdet umiddelbart mod syd, som Bjørnebækken leder til, er en del af habitatområdet "Skælskør Fjord og havet og kysten mellem Agersø og Glænø" og fuglebeskyttelsesområdet "Farvandet mellem Skælskør Fjord og Glænø" (Natura 2000 område nr. 162 - Habitatområde nr. 143, fuglebeskyttelsesområdet nr. 96).

Udpegningsgrundlaget for habitatområdet er bl.a. 24 naturtyper, heraf en del marine naturtyper som lagune (1150) og bugt (1160), og to arter, stor vandsalamander og klokkefrø.

I området er der ud for kysten kortlagt naturtypen sandbanke (1110). Herudover findes naturtypen rev (1170). Projektet vurderes at ville forbedre vandkvaliteten i Smålandsfarvandet og dermed påvirke naturtypernes bevaringsstatus positivt.

Udpegningsgrundlaget for fuglebeskyttelsesområdet er 8 ynglefugle og 11 rastende fugle. Disse vurderes ikke at kunne blive negativt påvirket af projektet.

### 5.12.4 Vandområdeplanen

#### Vandløbet

Bjørnebækken er i vandområdeplan 2015-2021 udpeget som stærkt modificeret på hele projektstrækningen og 50 m længere opstrøms. Opstrøms herfor er Bjørnebækken vurderet til "ringe økologisk tilstand". Målsætningen er hhv. godt økologisk potentiale og god økologisk tilstand, men tidsfristen for opnåelse af god økologisk tilstand er udskudt til efter 2021.

#### Smålandsfarvandet

I hovedvandopland Smålandsfarvandet skal der i planperioden 2015-2021 gennemføres vådområdeprojekter, der nedbringer N-belastningen med 71 tons samt lavbundsprojekter, der nedbringer N-belastningen med 17 tons. Derudover videreføres en indsats fra første planperiode, hvor projekterne endnu ikke er afsluttede. Den videreførte indsats skal nedbringe den årlige kvælstofbelastning fra hovedvandoplandet med 67 tons kvælstof. Minivådområder forventes at nedbringe den årlige kvælstofbelastning fra hovedvandoplandet med 95 tons kvælstof. En kommende målrettet regulering forventes at nedbringe den årlige kvælstofbelastning fra hovedvandoplandet med 252 tons kvælstof. Miljøfokusområder forventes at nedbringe den årlige kvælstofbelastning fra hovedvandoplandet med 75 tons kvælstof. Vandområdeplanens samlede reduktion i hovedvandopland Smålandsfarvandet angives til 533 ton/år, hvor den åbne del af Smålands-



farvandet (delvandopland 206) udgør 54 tons. Dette projekt bidrag med en reduktion på 12 tons/år.

### 5.12.5 Vandløbsloven

Ændringen af vandløbet kræver en godkendelse i henhold til vandløbsloven. Kommunen er myndighed.

### 5.12.6 Forurenede jord

Der er ikke registreret forurenede jord (V1, V2 eller områdeklassificering) i eller i umiddelbar nærhed af området.

## 5.13 Naturmæssige forhold

### 5.13.1 Besigtigelser

Ud for kysten er der lavet vinterfugletællinger af DMU i 2004. Her er der blevet registreret hhv. en og fem knopsvaner ved de to punkter, der ligger ud for projektområdet.

I forbindelse med projektet har Næstved Kommune besøgt de arealer, som forventes påvirket. Kommunens besigtigelse er beskrevet i notatet: "Naturnotat Bjørnebækken" dateret 15. november 2010. Her findes en nærmere beskrivelse af områderne. I forbindelse med kommunens besigtigelse er der ikke konstateret væsentlige naturmæssige interesser, som vil kunne blive negativt påvirket af projektet.

### 5.13.2 Bilag IV arter

De bilag IV arter, der vides at have en udbredelse, som dækker projektområdet er: vandflagermus, sydflagermus, brunflagermus, dværgflagermus, langøret flagermus, markfirben, stor vandsalamander, spidssnudet frø, springfrø, eremit og grøn mosaikgoldsmed.

Der er ikke registreret fund af arterne i projektområdet på naturdata.dk. På hjemmesiden fugleognatur.dk findes lokalitet Bisserup Strand, som er kysten syd for projektområdet. Her er bl.a. fundet markfirben i september 2006. Der er ingen øvrige lokaliteter i nærheden på fugleognatur.dk. Ligeledes er der ingen lokaliteter for fugle i det direkte berørte område på dofbasen.dk. Nærmeste lokaliteter er Kristiansholm Plantage, Klinteby og Menstrup, som alle ligger mere end 1 km fra projektområdet.

Det vurderes som usandsynligt, at der er levesteder for markfirben i projektområdet, da de kræver tørre områder med løs jord og soleksponering. Digerne i området er i forbindelse med en besigtigelse af kommunen vurderet uegnede for arten.

Flagermusene vurderes ikke at kunne blive påvirket af projektet. Det skyldes bl.a. at der ikke er træer (som evt. kunne være raste- eller yngleområde) i området, der bliver oversvømmet. Evt. vil der være en positiv effekt, da skabelse af et vådområde kan skabe større insektproduktion og dermed et nyt fødesøgningsområde.

De nævnte paddearter er ikke kendt fra området, men det kan ikke udelukkes, at de findes. Projektet berører mulige ynglevandhuller for stor vandsalamander, idet vandhullet mod nordøst er en mulig lokalitet for arten. Den ændrede vandstand fjerner ikke vandhuller, og oprettelsen af et vådområde vurderes generelt at gavne arterne, særligt spidssnudet frø, som evt. vil kunne indvandre til området.

### 5.13.3 Rødlistede arter

I forbindelse med kommunens besigtigelse af projektområdet blev der observeret otte harer. Arten er for nyligt blevet rødlisteret i kategorien sårbar (VU) især pga. tilbagegang i Jylland, mens bestandstætheden på øerne er højere. Projektet vurderes ikke at have en negativ indflydelse på arten.

Der er ikke kendskab til forekomst af øvrige rødlisterede arter i projektområdet. Det vurderes som usandsynligt, at de findes, da størstedelen af projektområdet er landbrugsjord i dag. En påvirkning vurderes derfor at kunne udelukkes.

### 5.13.4 Brakvandsaborre

Brakvandsaborrer lever i vand med et saltindhold på op til 7-10 promille, men gyder i ferskvand. En undersøgelse i Guldborgsund viste, at aborrerne i perioden september-april vandrer op i åen og derfra ind i nogle tørvegrave. Her opholder aborrerne sig indtil gydningen, som foregår i april-maj ved vandtemperaturer på 6-16°C. Kort efter gydningen trækker aborrerne atter ud i brakvand, hvor de har deres fødeområder. Efter 15-35 dage klækker æggene, og hovedparten af ynglen drifter kort efter fra tørvegravene ud i åen og derfra ud i Guldborgsund. Her æder aborrerne sig tykke og fede, indtil de efter 1-3 år vender tilbage til åen for at gyde (Olsen, 2002).

Næstved Kommune har oplyst, at der er en vigtig bestand af brakvandsaborre ved Klinteby umiddelbart øst for projektområdet.

Søen vil give brakvandsaborre et nyt yngleområde. Brakvandsaborre har længe været et fokusområde for Fishing Zealand og Danmarks Sportsfiskerforbund, og DTU Aqua er i færd med at undersøge mulighederne for at forbedre forholdene for brakvandsaborrer i Sydsjælland (Sivebæk, 2015).

### 5.13.5 Fugleliv

Ved kommunens besigtigelse rastede en flok hjejler (ca. 150) og viber (ca. 100) på den åbne lave del af projektområdet. 4 storspover rastede på det udyrkede areal langs med åen og en tårnfalk holdt til i området. Det er sandsynligt, at en-

kelte viber forsøger at yngle i området – sandsynligvis uden ynglesucces pga. de hastigt opvoksede afgrøder på marken og behandlingen af dem.

Det foreslåede vådområde vil skabe gode betingelser for fugle, der er tilknyttet vand. Det gælder både ynglende og rastende vandfugle som vadefugle, ænder, gæs, svaner, vandhøns samt småfugle som gul vipstjert m.m.

Områdets værdi for fuglelivet øges yderligere af de ynglemuligheder, den foreslåede fugleø vil give.

### 5.13.6 Landskab

Områdets landskabelige værdi vil blive øget betydeligt ved skabelsen af en sø samt et vådområde.

### 5.13.7 Arealanvendelse

Vådområdet bør plejes ved afgræsning eller slæt, så det bevares lysåbent.

Tagrør vil vokse på en del af området, men det er vanskeligt at sige, hvor stort et areal de vil dække. Tagrør er meget vandkrævende og forekommer i områder, hvor drænybden er højst 25 cm, dvs. "sump". I søer vokser de normalt ud til en halv meters vanddybde, men det afhænger af vandets sigtedybde og vindeksponering. Afgræsning med køer er meget effektivt til at holde tagrør nede. Søen uddybes til en vanddybde på 1,5 m på den dybeste del.

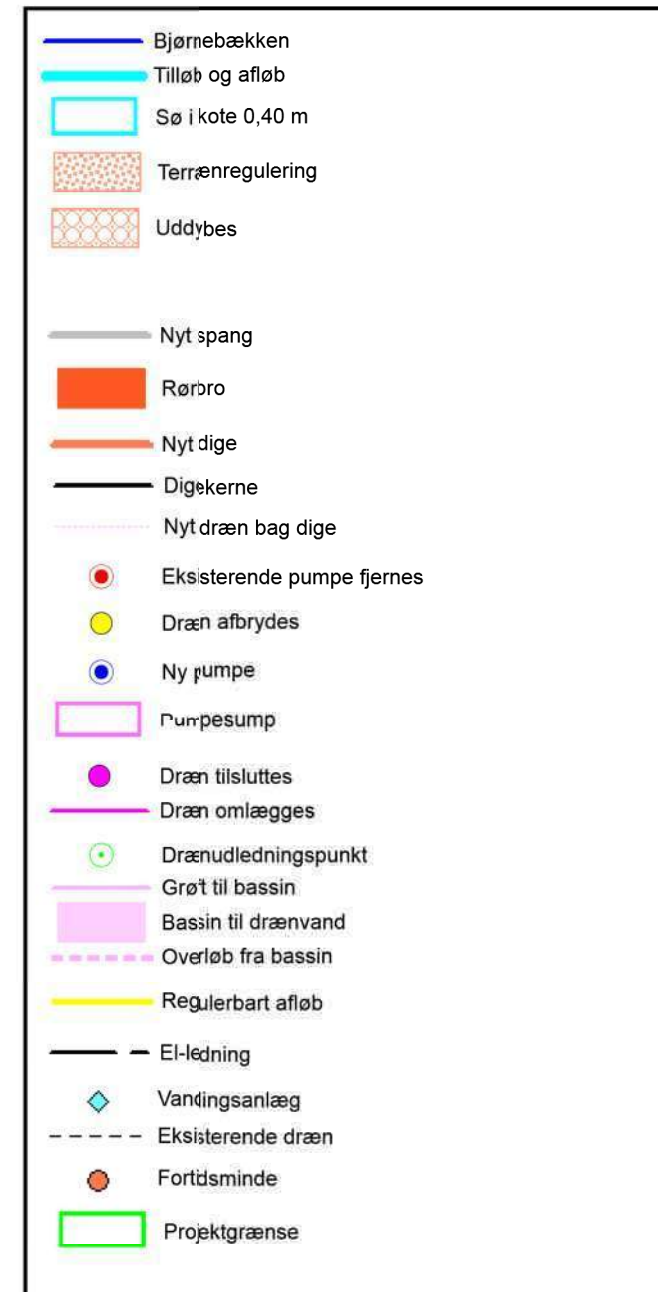
### 5.13.8 Friluftsliv

Kysten syd for projektområdet er et populært udflugtsmål, og der er offentlig parkeringsplads ved udløbet af Bjørnebækken. Det er muligt at opføre et fugletårn nær ved parkeringspladsen, og herfra vil der blive fin udsigt til søen, fugleøer og gravhøjen.

## 6 Referencer

- DCE. (2012). *Søer 2011. NOVANA, Aarhus Universitet.* . Hentet fra [www.dmu.dk/pub/SR33.pdf](http://www.dmu.dk/pub/SR33.pdf)
- DCE. (2013). *Kvantificering af fosfortab fra N og P vådområder, DCE. Rev. 16. oktober 2013.*
- DCE. (2014). *Kvantificering af fosfortab fra N og P vådområder, DCE. Rev. 26. juni 2014.*
- DMU. (2007). *Virkemidler til realisering af målene i EUs Vandramme-direktiv. Faglig rapport fra DMU nr. 625.*
- Olsen, J. S. (2002). *Vækst, migration og reproduktion hos en dansk population af brakvandsaborrer (Perca fluviatilis L.).* Hentet fra <http://site.vordingborg.dk/Everest/Publications/Afdelinger/Fagsekretariat%20Natur/20080310142639/CurrentVersion/Brakvandsaborre%20speciale.pdf>
- Pedersen, N., & Sand-Jensen, K. (2005). Indskudte søer i vandløb øger stofomsætningen. *Vand og Jord 12(2)*, 54-57.
- Sivebæk, F. (2015). *Nye moser til brakvandsaborrer i Sydsjælland.* Hentet fra <http://www.fiskepleje.dk/Nyheder/2015/01/Brakvandsaborre-sydsjaelland>
- Søndergaard, M. m. (2003). Role of sediment and internal loading of phosphorus in shallow lakes. *Hydrobiologia*, 135-145.

# Bilag A    Projektforslag



Vådområdeprojekt Bjørnebækken  
 Projektforslag A

**COWI**

Dato: 18.1.2016 | Bilag til dokument nr.:

Bilag nr. A1



Vådområdeprojekt Bjørnebækken  
 Projektforslag B

## Bilag B Vandspejle



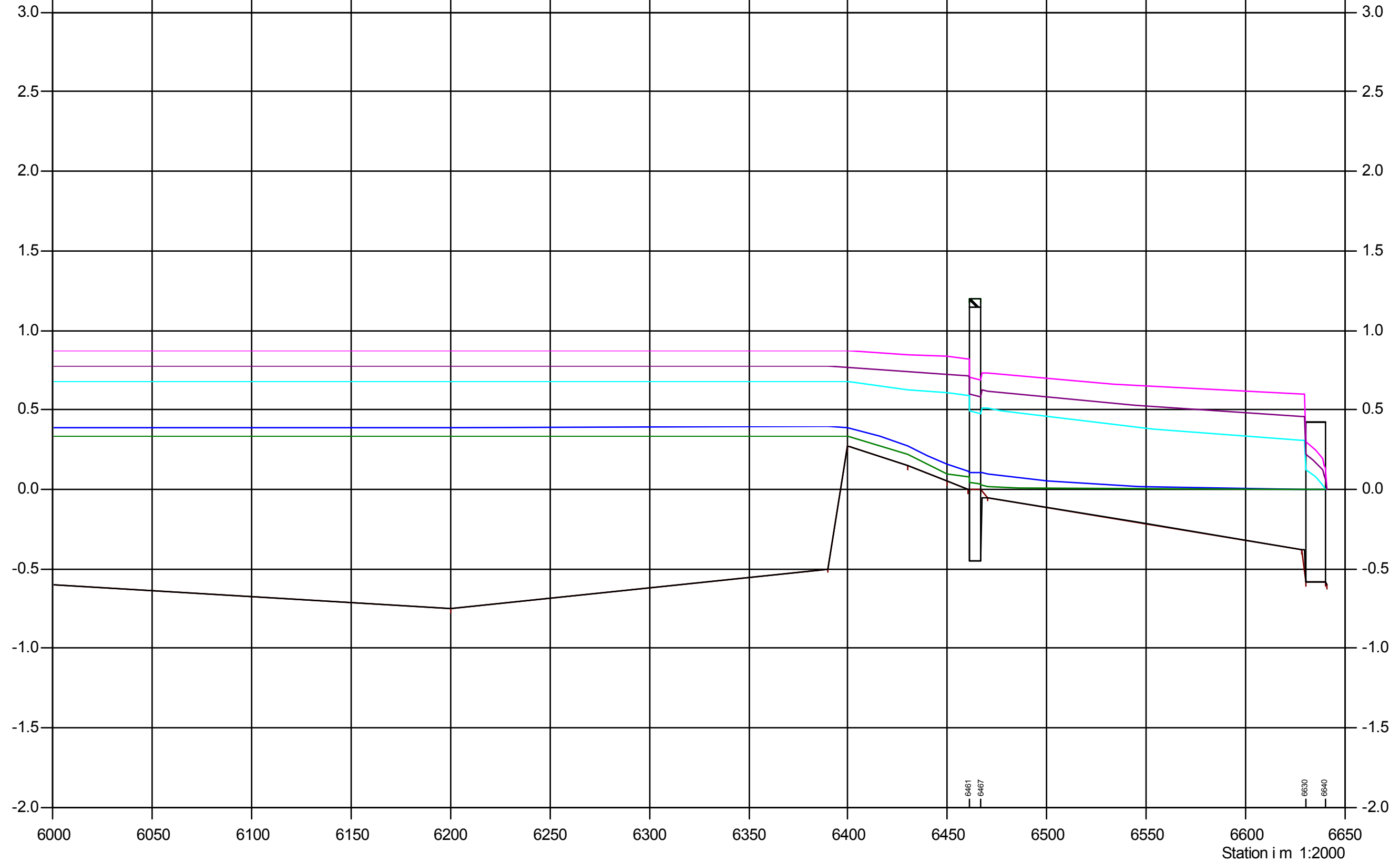
# Bjørnebækken

VASP 

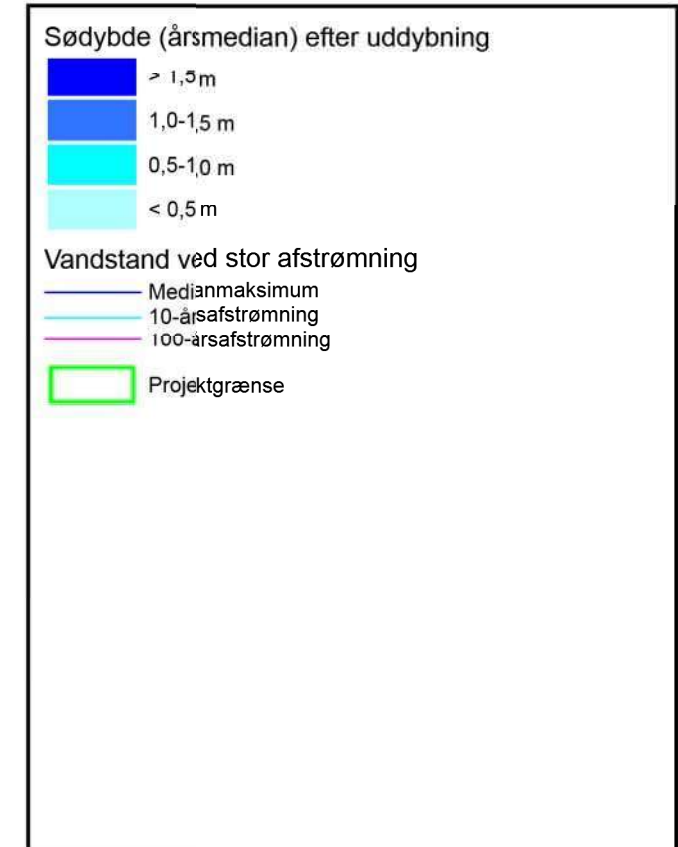
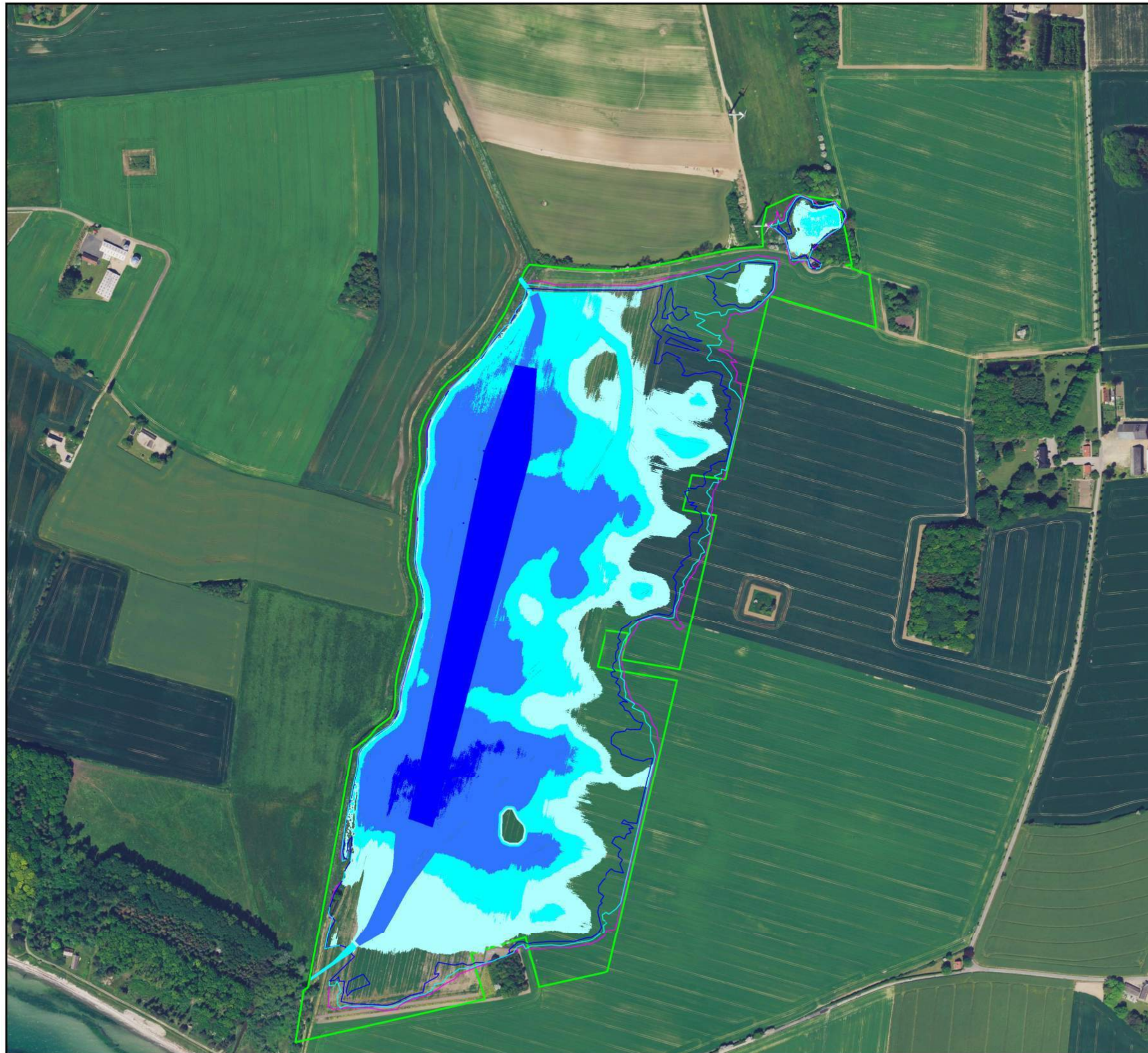
Bjørnebækken med ny sø 0.4

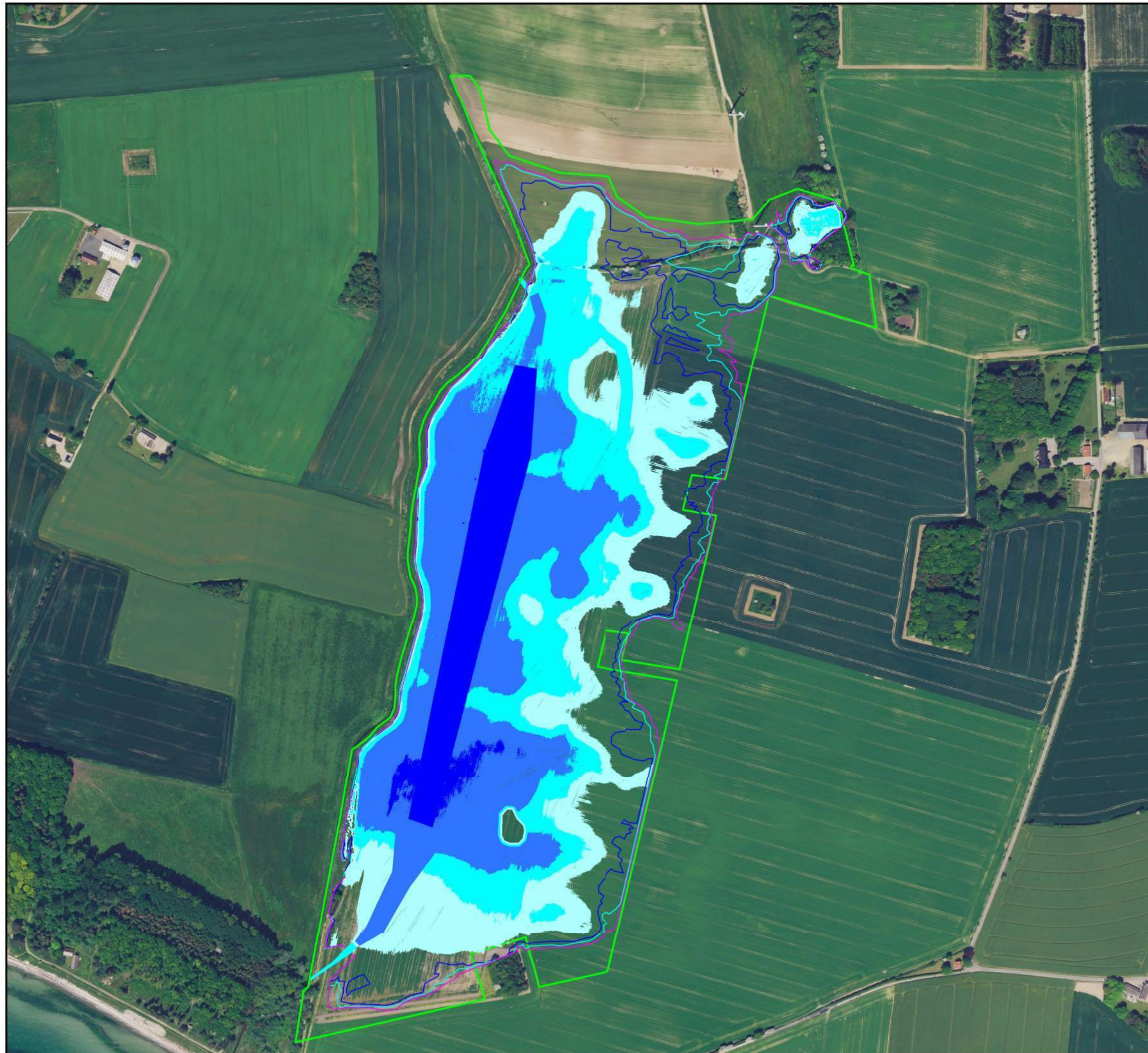
- Medianmaksimum
- Årsmedian
- Terræn i venstre side
- Terræn i højre side
- Dybeste punkt i tværprofilet
- Beregningsmæssig bund
- 10-års hændelse
- Sommermedian
- 100-års hændelse

Kote i m 1:25

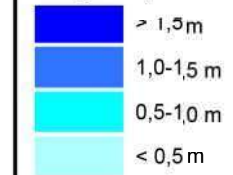


## Bilag C Udbredelsen af søen





Sødybde (årsmedian) efter uddybning



Vandstand ved stor afstrømning



## Bilag D Afvandingsforhold



**Teoretisk afvanding**  
afstand til grundvand i m

- Vanddækket
- Sump (0-0,25)
- Våd eng (0,25-0,50)
- Fugtig eng (0,50-0,75)
- Tør eng (0,75-1,00)



**Vådområdeprojekt Bjørnebækken**  
**Afvanding ved Forslag A**



**NÆSTVED**



Teoretisk afvanding  
afstand til grundvand i m

- Vanddækket
- Sump (0-0,25)
- Våd eng (0,25-0,50)
- Fugtig eng (0,50-0,75)
- Tør eng (0,75-1,00)



Vådområdeprojekt Bjørnebækken  
Afvanding ved Forslag B

## Bilag E Geologiske undersøgelser

### E.1 Hydrogeologisk vurdering

Dette bilag indeholder den hydrogeologiske vurdering, der blev udført i forbindelse med forundersøgelsen. Formålet med at undersøgelser var at vurdere ud-sivning af vand fra søen under diget til Østermosen. Undersøgelsen konkluderede, at dette ikke var et problem, fordi der var et lag af gytje under søen.

#### Baggrund

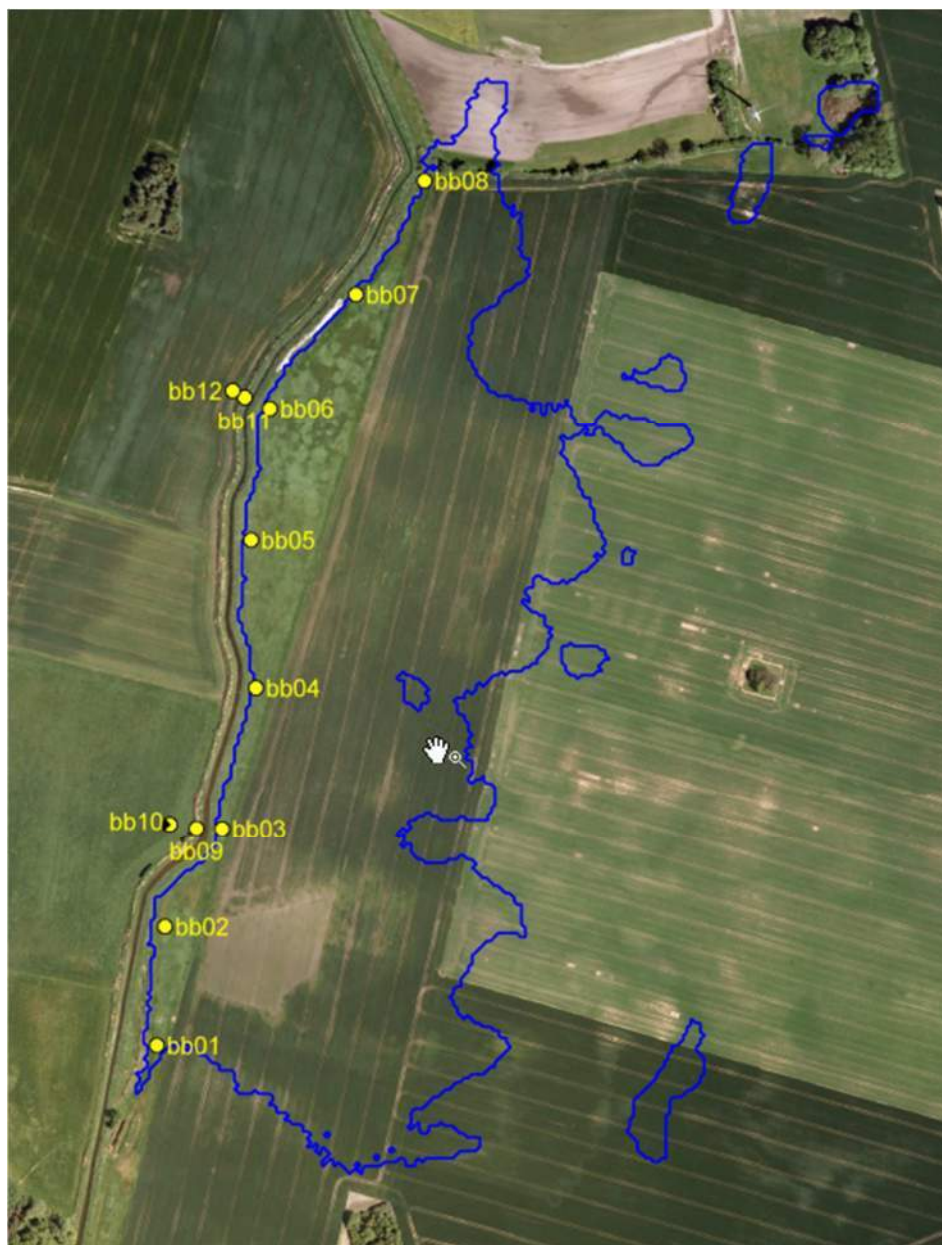
I en indledende fase blev det vurderet, hvor meget vandtilførslen til drænsystemet vest for bækken vil øges efter søen etableres. Resultatet viste en øget tilstrømning på 5-25 l/s, hvilket ikke var acceptabelt. Vurderingen var usikker, da den var baseret på eksisterende data fra jordartskort, enkelte boringer i området samt antagelser om vandspejl i drænniveau på begge sider af bækken.

#### Undersøgelser

For at opnå et mere sikkert estimat af den øgede vandtilførslen til drænsystemet vest for bækken, er der foretaget feltundersøgelser langs bækken. Formålet har været at bestemme geologien langs bækken samt udtage prøver til bestemmelse af hydraulisk ledningsevne via sigteanalyser af sandprøverne samt kortlægge vandspejlsniveauet.

Forundersøgelserne bestod af etablering af 12 korte boringer. Boringerne blev udført med håndbor, og det opgravede materiale blev beskrevet geologisk. Boringerne blev udført til 2,5 meters dybde, eller til der blev fundet moræneler. Pejlerør blev installeret, og vandstanden blev pejlet dagen efter etablering. Boringerne er blevet indmålt af Næstved Kommune.





Figur 6-1 Placering af boringer

Boringerne er placeret langs bækken. På den østlige side, hvor søen skal etableres, er der lavet 8 boringer med 100-130 meters mellemrum. Derudover er der lavet to korte tværprofiler, ét mod syd og ét mod nord, der hver består af tre boringer placeret på tværs af bækken. Placeringen af boringerne fremgår af Figur 6-1. I forundersøgelsen er optegnet geologiske profilsnit og de geologiske lag samt de pejlede vandstande er beskrevet.

Der blev udtaget prøver og 8 af disse er analyseret ved sigteanalyser og evt. hydrometeranalyser. Tre prøver er analyseret for glødetab. Udvalgte resultater er præsenteret nedenfor.

#### Resultater af forundersøgelserne

De øvre geologiske lag langs bækken er nu kortlagt mere detaljeret, hvilket giver en langt mere sikker vurdering af den forventede gennemstrømning generet

fra den kommende sø øst for bækken. Der er ikke fundet overensstemmelse med det tidligere anvendte jordartskort (1:200.000), der viste finsandede aflejringer langs bækken.

Resultaterne fra forundersøgelsen viser, at hele den relevante strækning langs bækken indeholder fra 30 cm op til knapt 2 m tykke lag af gytje. Gytjen træffes oftest direkte under muldlaget. Enkelte steder træffes inorganiske aflejringer af sand og/eller ler over gytjen (Boring 1, 8 og 10). De to boringer, der er foretaget i det forhøjede terræn omkring bækken, viser, at der er lerede og sandede aflejringer indtil niveauet for det lave terræn på begge sider af bækken. Analyser af prøver fra disse boringer viser, at materialet består af muld, inorganisk sand og ler samt fyldmateriale. I begge boringer er materialerne lerede og dermed ganske tætte, hvilket også er forventet, idet vandspejlskoten i vandløbet ligger mellem 0,7 og 1,5 m over vandspejlsniveauet i de drænedede områder på hver side af bækken. Hvis ikke vandløbsbunden var tæt ville vandet i bækken infiltrere og bækken tørre ud. Resultaterne fra laboratorieanalyserne er vist i Tabel 6-1 og Tabel 6-2.

Tabel 6-1 Glødetab

| Boring   | Prøve | Analyse  | Geologi        | Organisk indhold (%) |
|----------|-------|----------|----------------|----------------------|
| Boring 2 | 35885 | Glødetab | Gytje          | 12,5                 |
| Boring 5 | 35880 | Glødetab | Omdannet gytje | 8,6                  |
| Boring 6 | 35883 | Glødetab | Omsat tørv     | 9,2                  |

Der er udtaget tre prøver, hvor glødetabet er bestemt. Herved bliver det muligt at bestemme om der er tale om tørv eller gytje aflejringer. Der er stor forskel på den hydrauliske ledningsevne for disse to jordarter, idet ledningsevnen for gytje er 2-3 dekader mindre end ledningsevnen for tørv. Som det fremgår af Tabel 6-1 er der tale om aflejringer med organisk indhold på 8,6 - 12,5 % hvilket vidner om, at der i alle tre tilfælde er tale om gytje-aflejringer og ikke tørv. Tørv har et væsentlig højere organisk indhold, typisk 50 - 100 %, hvorimod gytje har glødetab på 4 - 20 %. Alle de fundne organiske jorde er således lavpermeable og vil hindre gennemstrømning fra søen til de vestlige dræn.

Generelt er de udtagne prøver meget lerede. Således har fem af de 8 prøver også været omfattet af en hydrometeranalyse. For mange af kornkurverne har det ikke været muligt at bestemme 10%-fraktilen ( $d_{10}$ ), som er nødvendig for at omregne til en estimeret ledningsevne. Der er dog skønnet en værdi, hvilket dog medfører større usikkerhed på den beregnede ledningsevne.

Den estimerede ledningsevne i Tabel 6-2 er baseret på en simpel relation fra Dansk Standard (DS415, 1984) udtrykt som:

$$K = 0,01 d_{10}^2$$

Tabel 6-2 Sigte- og hydrometeranalyser samt ledningsevne

| Boring | Prøve | Analyse             | Geologi        | d <sub>10</sub> (mm) | d <sub>60</sub> (mm) | U     | Estim. K (m/s)     |
|--------|-------|---------------------|----------------|----------------------|----------------------|-------|--------------------|
| 9      | 35896 | Sigte og hydrometer | Gråt sand/silt | ~ 0,002              | 0,14                 | NA    | < 10 <sup>-7</sup> |
| 6      | 35876 | Sigte og hydrometer | Gråt sand      | 0,0035               | 0,14                 | 53    | 10 <sup>-7</sup>   |
| 11     | 35891 | Sigte og hydrometer | Gråt sand/grus | ~ 0,001              | 0,14                 | NA    | < 10 <sup>-7</sup> |
| 9      | 35897 | Sigte og hydrometer | Fyldjord       | ~ 0,002              | 0,23                 | NA    | < 10 <sup>-7</sup> |
| 2      | 35882 | Sigte og hydrometer | Moræneler      | 0,0015               | 0,08                 | 49    | < 10 <sup>-7</sup> |
| 1      | 35879 | Sigteanalyse        | Fint sand      | 0,09                 | 0,18                 | 2,1   | 8·10 <sup>-5</sup> |
| 10     | 35894 | Sigteanalyse        | Gråt sand      | ~ 0,05               | 0,47                 | ~ 100 | 2·10 <sup>-5</sup> |
| 11     | 35899 | Sigteanalyse        | Lysebrunt sand | ~ 0,006              | 0,19                 | ~ 3   | 4·10 <sup>-5</sup> |

Pejlingerne af vandstanden i de 12 borerer viser, at vandstanden lige omkring bækken ligger højt i forhold til de drænede områder på begge sider. Vandspejlet i det drænede områder ligger på samme niveau, men der er en gradient fra nord til syd, ned mod havet. Længst mod nord ligger vandspejlet i kote -0,35 m. Herfra falder niveauet næsten lineært til boring 2, hvor der er målt det laveste vandspejl i kote -1,71 m. På den sidste strækning ned til boring 1 stiger vandspejlet igen til kote -1,03 m. Der er således en markant gradient fra syd mod nord på den sydlige del af strækningen.

Det er usikkert, hvorfor vandspejlet ligger lavest ved boring 2. Af luftfotoet kan det ses, at der lige øst for boring 2 synes at være et område, som ikke er dyrket, og som sandsynligvis er ganske vådt. Der er således mulighed for en øget fordampning lokalt ved boring 2. Ligeledes har boring 2 som den eneste fyld over muld-laget. Terrænet har således oprindeligt været lavest her.

### Nye beregninger

Vandgennemstrømningen til de vestlige dræn beregnes igen ved at anvende Darcy's ligning, hvor vandmængden (Q) afhænger af trykforskellen (dh) mellem vandspejlet i søen og grundvandspejlet i borerer på den vestlige side af bækken (Boring 10 og Boring 12), jordens evne til at lede vandet (K), tykkelsen af det vandførende lag (H) samt afstanden mellem søen og drænen vest for bækken (dx), Det svarer til bredden af bækkens forhøjede strækning. Det samlede bidrag findes ved at beregne gennemstrømningen for de 8 delstrækninger, der hver repræsenteres af en boring.

Ligningen skrives med de angivne symboler:

$$Q = L * K * H * dh/dx$$

I forundersøgelsens Bilag 5 er beregninger for de enkelte delstrækninger vist. Her fremgår det også hvilke parametre der er anvendt i beregningen. Parametrene er bestemt således at magasintykkelsen er vurderet via de geologiske profiler, trykforskellen er bestemt via pejlinger af vandstanden og endelig er ledningsevnen estimeret fra sigteanalyserne.

Nedenfor er der opstillet en tabel, der viser den beregnede gennemstrømning for hver delstrækning samt den totale gennemstrømning ved anvendelse af typiske værdier for de indgående parametre, samt maksimal og minimumsværdier.

*Tabel: Beregnet gennemstrømning*

| Strækning | Gennemstrømning, Q (l/s) |      |         |
|-----------|--------------------------|------|---------|
|           | Max                      | Min  | Skønnet |
| Boring 1  | 0,67                     | 0,03 | 0,36    |
| Boring 2  | 0,07                     | 0,00 | 0,02    |
| Boring 3  | 0,09                     | 0,00 | 0,03    |
| Boring 4  | 0,10                     | 0,00 | 0,03    |
| Boring 5  | 0,07                     | 0,00 | 0,02    |
| Boring 6  | 1,04                     | 0,05 | 0,36    |
| Boring 7  | 0,86                     | 0,00 | 0,06    |
| Boring 8  | 0,35                     | 0,00 | 0,02    |
| I alt     | 3,2                      | 0,1  | 0,9     |

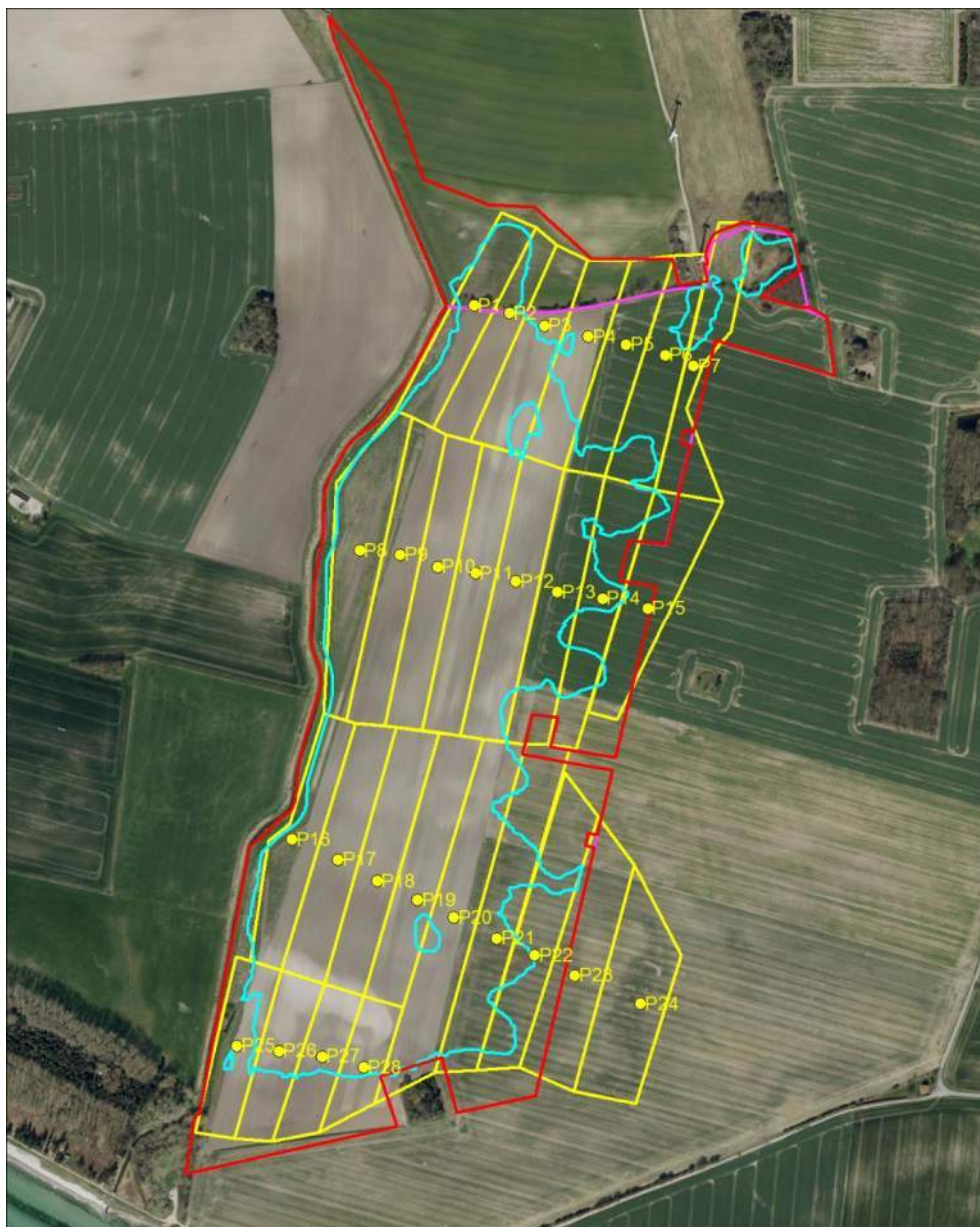
### Konklusion

Den beregnede vandgennemstrømning forventes at være noget reduceret i forhold til det første estimat. Tilstrømningen til dræneene mod vest vurderes højst at stige med 3 l/s, men den mest sandsynlige mængde vil være på ca. 1 l/s.

Når skønnet er reduceret i forhold til den første vurdering, skyldes det fund af gytje langs hele strækningen. Gytjen ligger tæt på terræn, ofte direkte under muldlaget og reducerer således den hydrauliske kontakt. Gytje er lavpermeabelt og vil hindre strømningen fra søen til drænsystemet vest for bækken.

## E.2 Jordbundsprofiler fra fosforundersøgelsen

I forbindelse med fosforundersøgelsen i september 2015 blev der udtaget jordprøver som angivet i tabellen nedenfor. Placeringen er vist på figuren nedenfor.



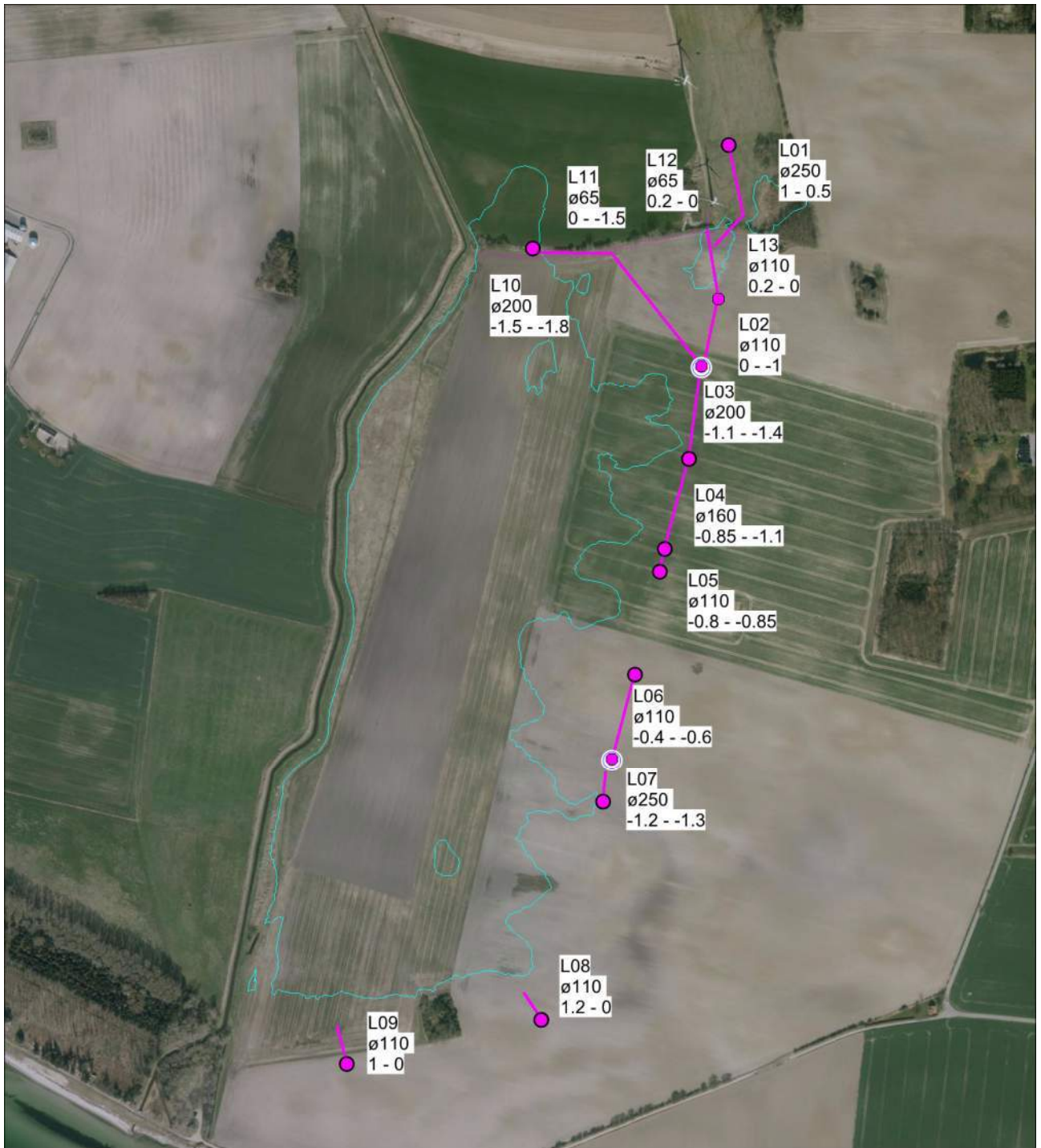
| Prøve | Dybde                  | Lag  |
|-------|------------------------|--|
| P1    | 0-30<br>30-80<br>80-90 | Muld st. sandet<br>Sand<br>Tørv                                |
| P2    | 0-30<br>30-60<br>60-80 | Muld st. sandet<br>Sand st. muldet<br>Sand lys brun Fe holdigt |

| Prøve | Dybde                           | Lag  |
|-------|---------------------------------|--|
| P3    | 0-30<br>30-50<br>50-70          | Muld st. sandet<br>Sand gulbrun, Fe-holdigt<br>Ler st. sandet Fe holdigt                   |
| P4    | 0-30<br>30-65                   | Muld st. sandet<br>Sand, lys grå, Fe-holdigt.  |
| P5    | 0-20<br>20-70                   | Sand st. sandet<br>Ler Lys brun stenet   |
| P6    | 0-24<br>24-31<br>31-60          | Muld st. sandet<br>Sand fint, lys grå<br>Ml. Fe holdigt Gulbrun                            |
| P7    | 0-35<br>35-40<br>40-60          | Muld<br>Sand fint, lys grå<br>Ler, lys grå   |
| P8    | 0-30<br>30-50<br>50-80          | Muld<br>Sand st. muldet<br>Gytje grågrøn kalkholdigt                                       |
| P9    | 0-25<br>25-42<br>42-55<br>55-75 | Muld<br>Sand st. muldet<br>Gytje kalkholdigt<br>Gytje gråsort                              |
| P10   | 0-30<br>30-63<br>63-80          | Muld stærkt sandet<br>Sand St. muldet<br>Gytje gråsort                                     |
| P11   | 0-40<br>40-55<br>55-70          | Muld<br>Muld st. sandet mørkegrå<br>Gytje gråsort  |
| P12   | 0-25<br>25-50<br>30-40<br>40-55 | Muld<br>Sand lys brun, Fe-holddigt<br>Sand Fe holdigt mørkegrå<br>Sand lys grå, Fe holdigt |
| P13   | 0-40<br>40-53<br>53-60<br>60-70 | Muld stærkt sandt<br>Sand mørkegrå<br>Sand lys grå<br>Tørv                                 |
| P14   | 0-40<br>40-70                   | Muld<br>Sand fint, lys brun  |
| P15   | 0-30<br>30-70                   | Muld<br>Ler grågul kalkholdigt   |
| P16   | 0-34<br>34-50<br>50-80          | Muld st. sandet<br>Gytje grågrøn med indlejrede skaller<br>Gytje mørkegrå                  |
| P17   | 0-30<br>30-57<br>57-80          | Muld st. Sandet<br>Sand st. muldet<br>Gytje mørkebrun                                      |
| P18   | 0-30                            | Muld St. Sandet  |

| Prøve | Dybde                           | Lag  |
|-------|---------------------------------|--|
|       | 30-50<br>50-64<br>64-72         | Sand st. muldet<br>Gytje grågrøn med indlejrede skaller<br>Gytje brun  |
| P19   | 0-34<br>34-50<br>50-70          | Muld<br>Sand Røddbrun Fe Holdigt<br>Sand Lys grå                       |
| P20   | 0-34<br>34-65                   | Muld St. Sandet<br>Ler blågrå. Fe holdigt                              |
| P21   | 0-24<br>24-60                   | Muld<br>Ler lys grå Fe holdigt.  |
| P22   | 0-30<br>30-43<br>43-58<br>58-70 | Muld<br>Sand lys brun<br>Ler brun<br>Sand, lysgrå, vådt.               |
| P23   | 0-25<br>25-35                   | Muld<br>Ler, lys brun. Stop pga. sten                                  |
| P24   | 0-30<br>30-45<br>45-60          | Muld<br>Sand st. muldet brun<br>Ler rødbrun                            |
| P25   | 0-38<br>38-65<br>65-75          | Muld st. sandet<br>Sand fint lys brun<br>Sand fint rødbrun Fe holdigt  |
| P26   | 0-30<br>30-40<br>40-75          | Muld st. sandet<br>Sand fint lys brunt<br>Sand fint rødbrun Fe holdigt |
| P27   | 0-30<br>30-35<br>35-70          | Muld st. sandet<br>Sand brunt<br>Sand fint lys brun Fe holdigt         |
| P28   | 0-30<br>30-50<br>50-80          | Muld st. sandet<br>Sand mørkebrunt<br>Sand fint lys brun               |

## Bilag F Omlægning af dræn

Kortet nedenfor viser de afskærende ledninger og nye dræn.



Ledning L10 og drænet L11 udføres kun, hvis matr.nr. 10a ikke indgår i projektet. Label angiver ledningsdiameter samt forventet start- og slutkote. Koterne kan først fastlægges endeligt ved frilægning af de eksisterende dræn.

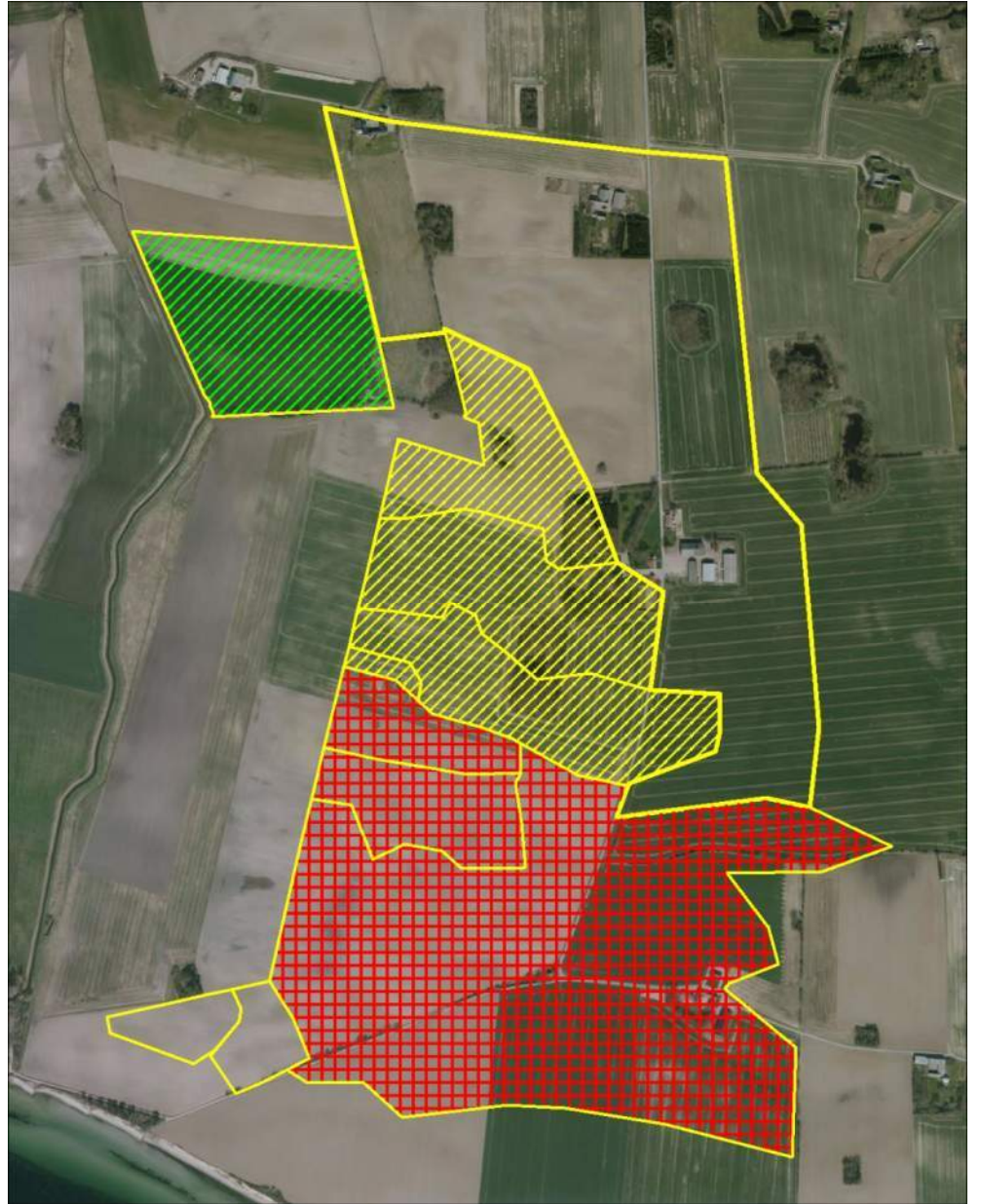


Dimensionerne er samlet i nedenstående tabel:

| Ledn.nr. | Startkote | Slutkote | Diam. | Længde | Fald ‰ | Opl. ha** |
|----------|-----------|----------|-------|--------|--------|-----------|
| 1        | 1         | 0.5      | 250   | 137    | 3.6    | 42.2      |
| 2        | 0         | -1       | 110   | 81     | 12.3   | 7.0       |
| 3        | -1.1      | -1.4     | 200   | 112    | 2.7    | 17.4      |
| 4        | -0.85     | -1.1     | 160   | 113    | 2.2    | 8.6       |
| 5        | -0.8      | -0.85    | 110   | 28     | 1.8    | 0.5       |
| 6        | -0.4      | -0.6     | 110   | 107    | 1.9    | 3.2       |
| 7        | -1.2      | -1.3     | 250   | 34     | 2.9    | 40.1      |
| 8        | 1.2       | 0        | 110   | 38     | 31.6   | 1.7       |
| 9        | 1         | 0        | 110   | 45     | 22.2   | 1.6       |
| 10       | -1.5      | -1.8     | 200   | 270    | 1.1    | 9.5       |
| 11       | 0         | -1.5     | 65*   | 320    | 4.7    | -         |
| 12       | 0.2       | 0        | 65*   | 27     | 7.4    | -         |
| 13       | 0.2       | 0        | 110   | 85     | 2.4    | -         |

\*dræn. Øvrige ledninger er tætte rør. \*\*akkumuleret

De to pumpestationer får oplande på hhv. 24 ha (evt. yderligere 9,5 ha fra matr. nr. 10a) plus 47,8 ha (syd). Oplandene er afgrænset som vist på nedenstående kort. De oplande, der ikke er skraverede, leder ud på terræn ved gravitation.



## Bilag G Nye pumper

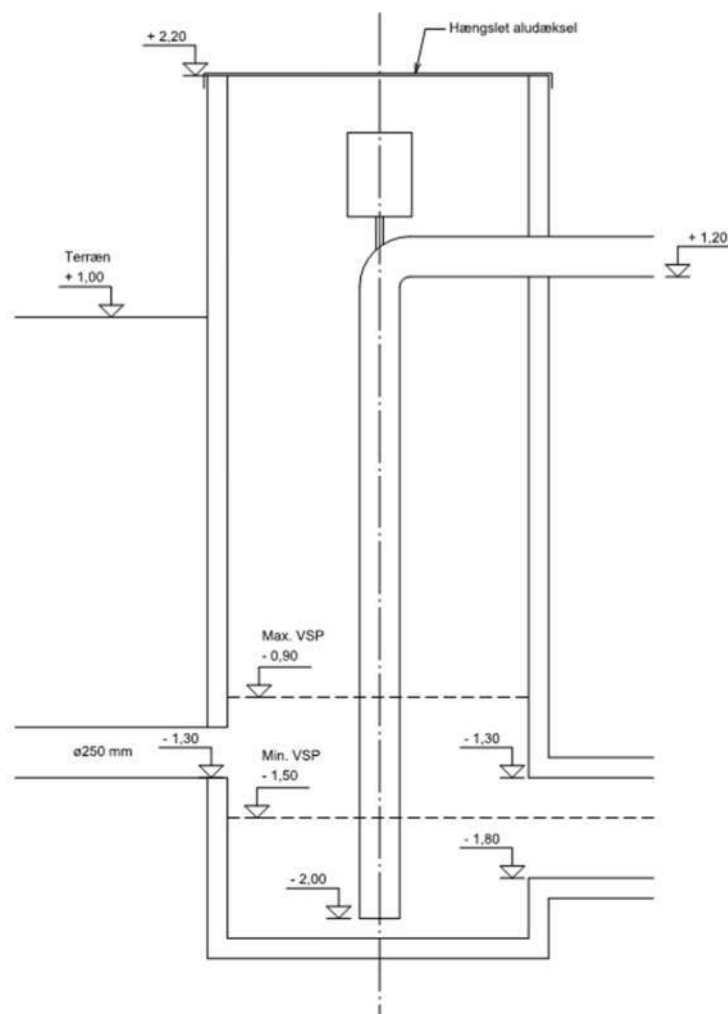
De to nye pumper dimensioneres til en afstrømning på ca.  $1 \text{ l s}^{-1} \text{ ha}^{-1}$ , dvs. 25 (eller 35) l/s for den nordlige pumpestation og 50 l/s for den sydlige.

| Pumpe   | Ydelse l/s | Dræn indløb | Min vsp** | Max vsp | Afløb | Løftehøjde |
|---------|------------|-------------|-----------|---------|-------|------------|
| Nord A* | 35         | -1,80       | -2,00     | -1,50   | 1,20  | 3,20       |
| Nord B* | 25         | -1,40       | -1,60     | -1,10   | 1,20  | 2,80       |
| Syd     | 50         | -1,30       | -1,50     | -1,00   | 1,20  | 2,70       |

\* endnu ikke afklaret, hvilken løsning der realiseres. \*\* pumpeump indløb

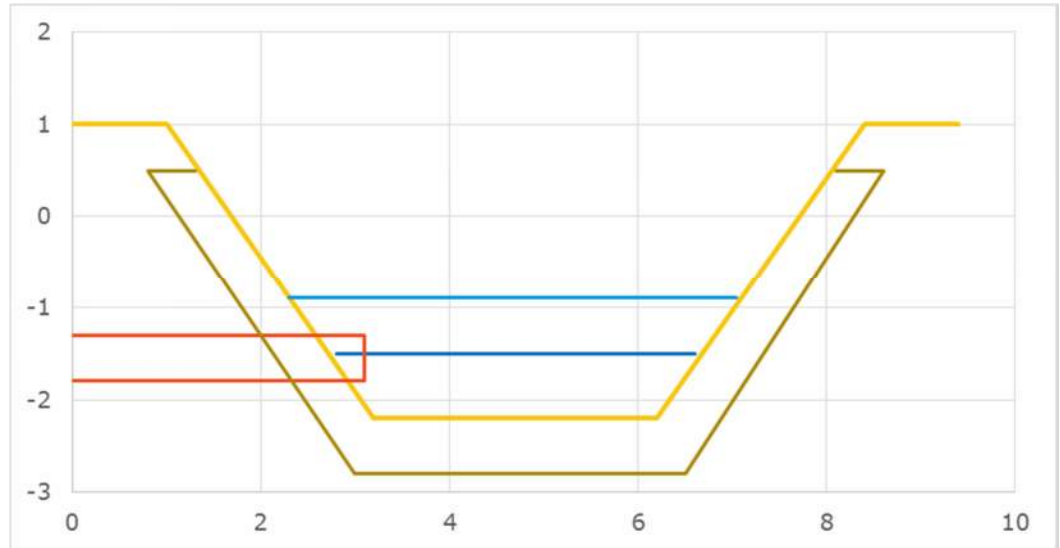
Pumperne monteret i 1 m brønde og udføres som skitseret nedenfor.

Pumpestation Syd 1:20



## Bilag H Pumpesumpe

Pumpebrøndene er forbundet med pumpesumpe med et vandspejl, der falder 0,60 m med en driftstid på 4 minutter. Siderne får anlæg 1:1. Et tværsnit af den sydlige pumpesump er vist nedenfor.



Figur 6-2 Tværsnit af den sydlige pumpesump. Pumpesumpen fores med ler. Lys blå = højeste vandspejl

Dimensionerne er angivet nedenfor:

| Pumpe-<br>sump | Bund  | Bundrør | Bundbr | Bundlgd. | Ovenbr. | Ovenlgd. | Vol* |
|----------------|-------|---------|--------|----------|---------|----------|------|
| Nord A         | -2,70 | -2,30   | 2,00   | 3,00     | 8,60    | 9,60     | 122  |
| Nord B         | -2,30 | -1,90   | 2,00   | 3,00     | 7,80    | 8,80     | 92   |
| Syd            | -2,20 | -1,80   | 3,00   | 4,00     | 8,60    | 9,60     | 118  |

\*volumen udgraves i m<sup>3</sup> beregnet som pyramidestub. Hertil kommer eventuelt ca. 50 m<sup>3</sup> til foring med ler i tykkelse 0,5 m.

## Bilag I Projektgrænse

