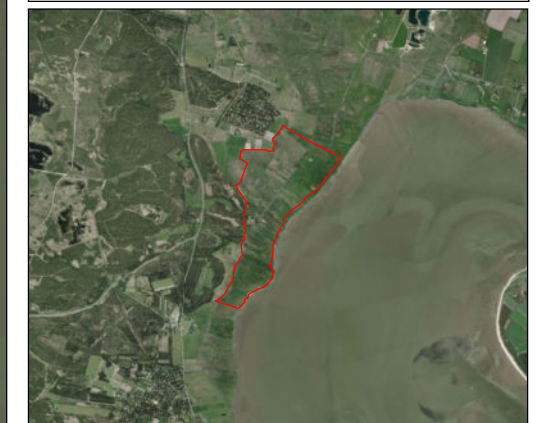


Højdemodel for undersøgelsesområdet

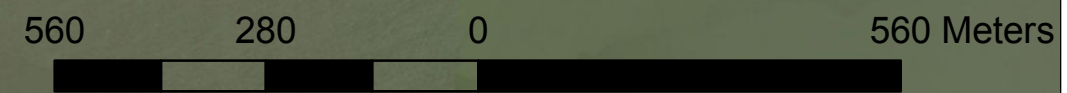
Signaturforklaring

- Undersøgelsesområde
- Højdemodel**
- Terrænhøjde (m)**
- High : 6,56
- Low : 0,11



Bilag 1

Sagsnummer		Målestok	Koordinatsystem
1431200037		1:10.000	DVR90
Udarbejdet	Kontrol	Dato	Rev
HMOL	BLPO	13-03-2013	1





Arealanvendelse i undersøgelsesområdet

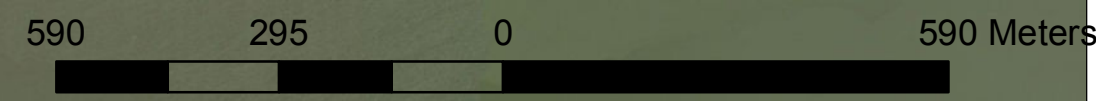
Signaturforklaring

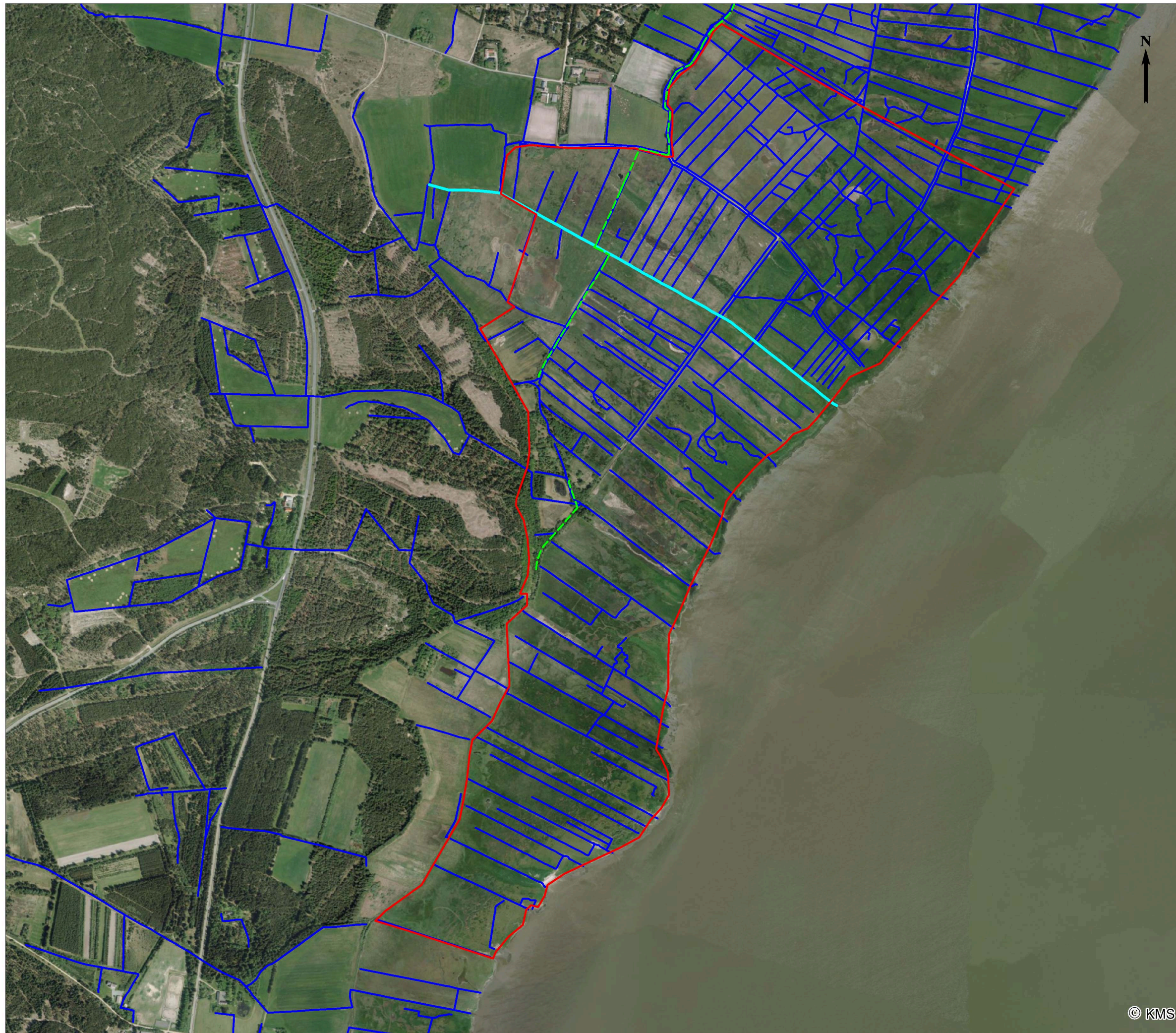
- Undersøgelsesområde
- Arealanvendelse**
- Vedvarende græs
- Natur



Bilag 2

Sagsnummer		Målestok	Koordinatsystem
1431200037		1:10.000	DVR90
Udarbejdet	Kontrol	Dato	Rev
HMOL	BLPO	16-10-2013	1





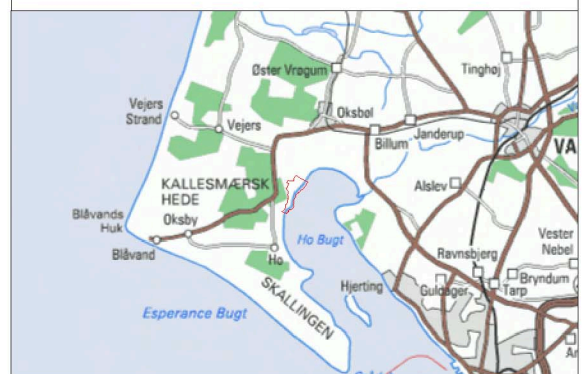
Natura 2000 - Naturlig hydrologi

Ho Bugt - Varde Kommune

Ledningsoplysninger

Signaturforklaring

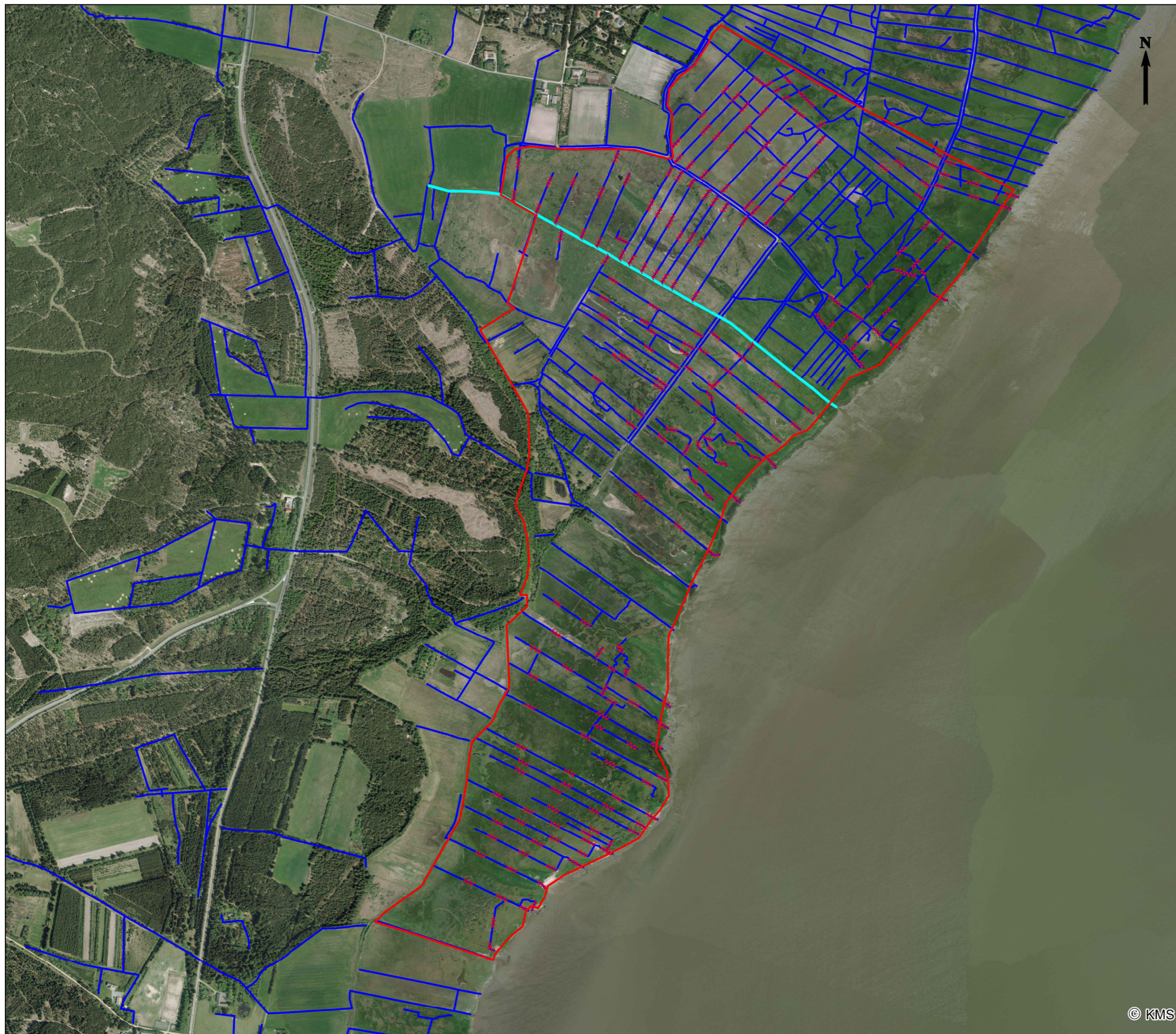
- Undersøgelsesområde
- Vejlgrøften
- FOT vandløb
- Telekabel, TDC



Bilag 3

Sagsnr. 1431200037	Målforshold 1:10.000	Kotesystem DVR90
Udarbejdet BLPO	Kontrol HMOL	Dato 17.10.2013





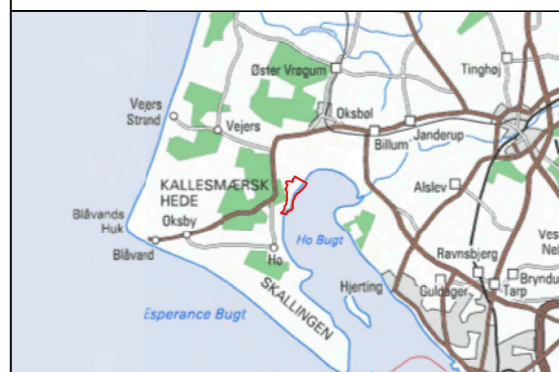
**Natura 2000 - Naturlig hydrologi**

Ho Bugt - Varde Kommune

Projekterede ændringer

Signaturforklaring

- Undersøgelsesområde
- Tilkastning af grøft
- Vejlgrøften
- FOT vandløb



**Bilag 4**

Sagsnr. 1431200037	Måltørhold 1:10.000	Kotesystem DVR90
Udarbejdet BLPO	Kontrol HMOL	Dato 16.10.2013



## NOTAT

<b>Projekt</b>	Ho Bugt
<b>Projektnummer</b>	1431200037
<b>Kundenavn</b>	Varde Kommune
<b>Emne</b>	Bilag 5: MIKE SHE – modelopstilling og beregninger
<b>Til</b>	Varde Kommune
<b>Fra</b>	Bo Kempel Christensen
<b>Projektleder</b>	Hans-Martin Olsen
<b>Kvalitetssikring</b>	Hans-Martin Olsen
<b>Revisionsnr.</b>	0
<b>Godkendt af</b>	Henrik Vest
<b>Udgivet</b>	30-10-2013

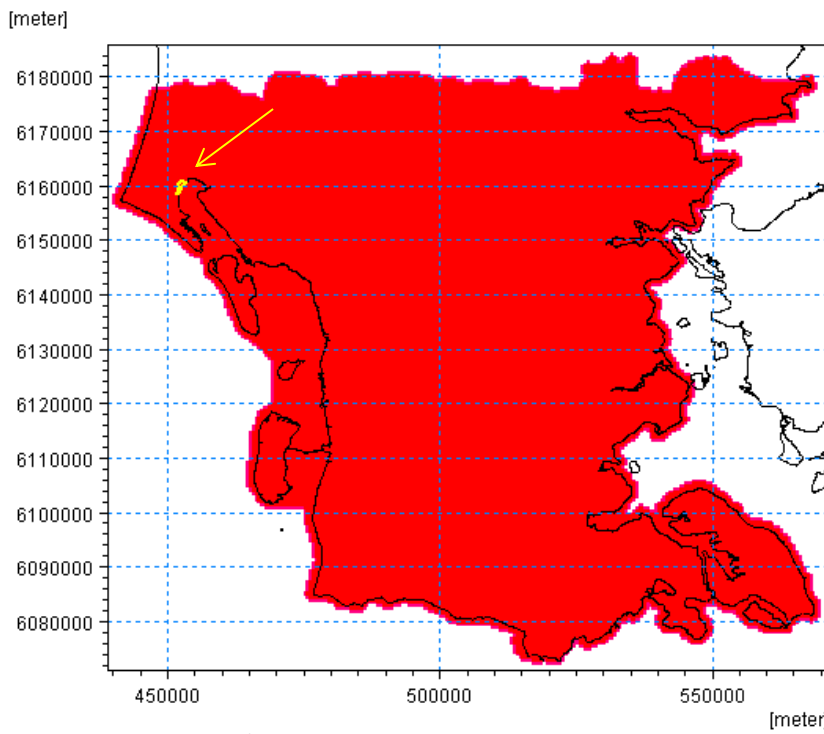
### Baggrund

Dette notat beskriver opstillingen af den hydrologiske model for Ho Bugt og beregninger udført med MIKE SHE. Formålet er at beregne den årlige variation i det terrænnære grundvandsspejl og dermed også afvandingsdybderne for området.

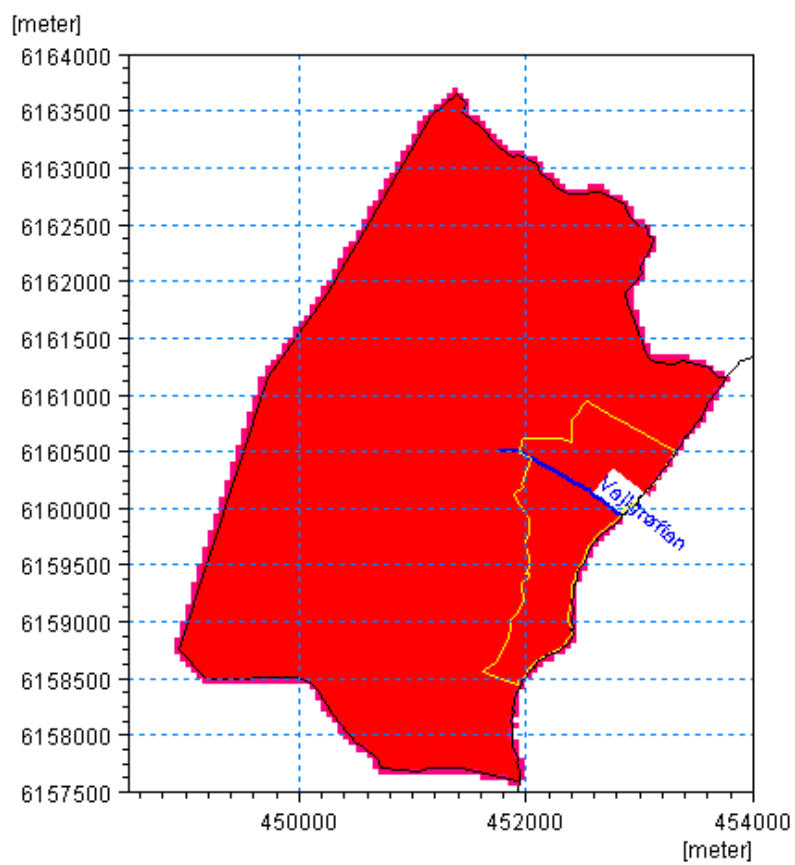
### Modelopstilling

#### *Modelområde og diskretisering*

Modellen er opstillet som en lokalmodel på baggrund af DK-modellen for subområde 4 (Sønderjylland), jf. Figur 1. Den regionale DK-model er opstillet af GEUS og anvender en diskretisering i horisontal retning på 500 x 500 m. Lokalmodellen for Ho Bugt benytter en diskretisering på 50 x 50 m, jf. Figur 2.



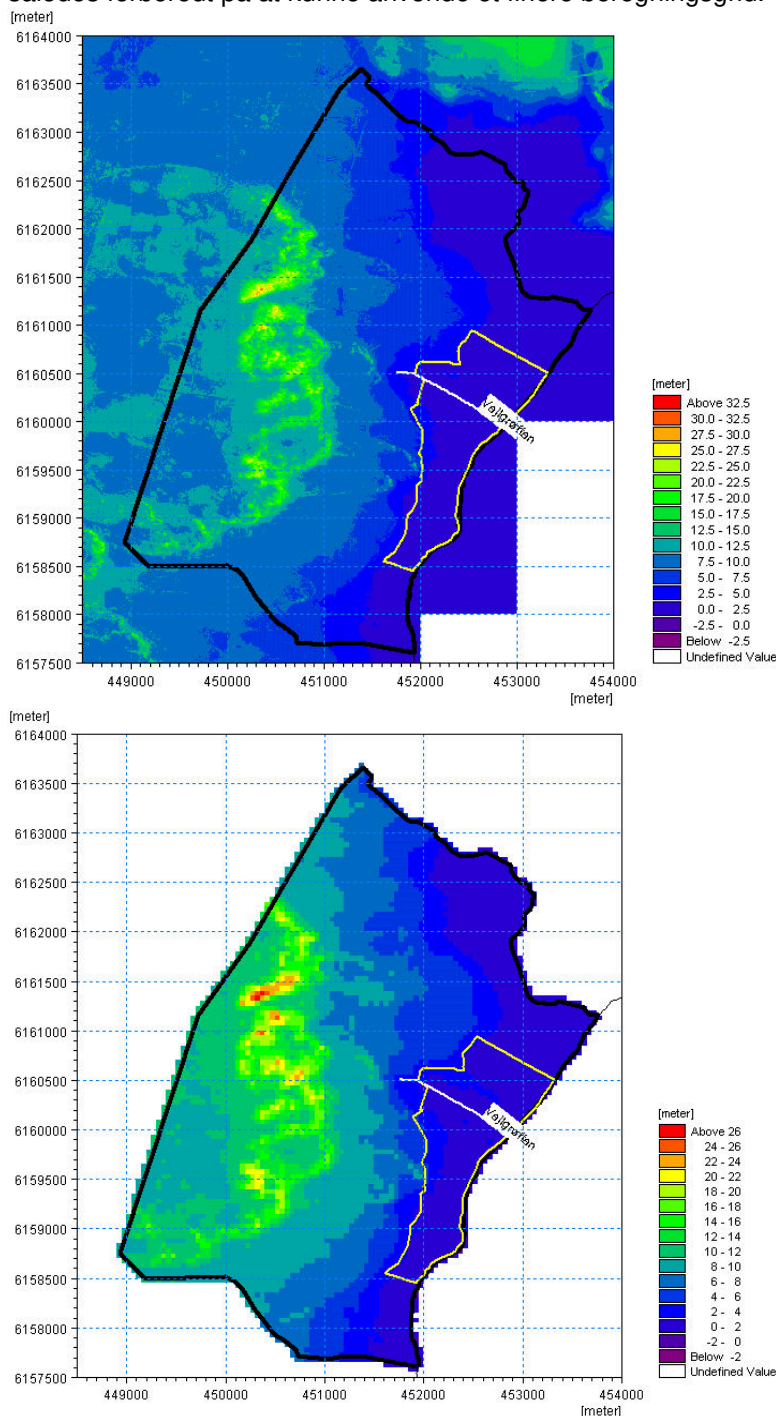
Figur 1 DK-model for område 4 (Sønderjylland) med Ho Bugt lokalmodel vist som gult polygon.



Figur 2 Ho bugt lokalmodel (50 x 50 m). Gult polygon angiver undersøgelsesområdet/projektområdet

### Topografi

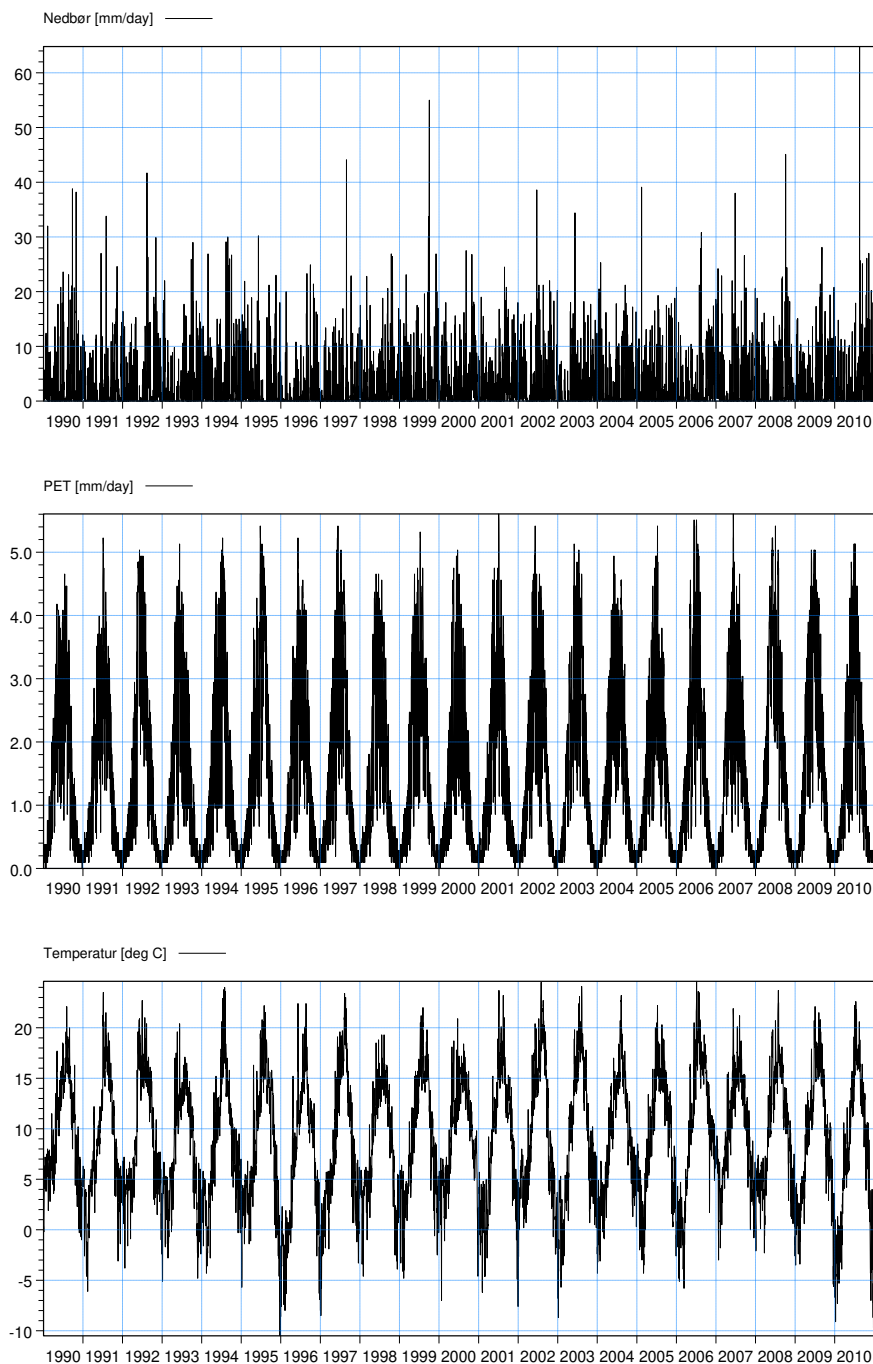
Der findes en digital terrænmodel for Ho Bugt fra geodatastyrelsen (udtræk 2013) med en diskretisering på 10 x 10 m, som anvendes i modellen, jf. Figur 3. Modellen midler imidlertid terrænkoten til beregningsgriddet på 50 x 50 m, men modellen er således forberedt på at kunne anvende et finere beregningsgrid.



Figur 3 Topografi. Øverst: Input i 10 x 10 m terrænmodel (Geodatastyrelsen, udtræk 2013). Nederst: Midlet terrænmodel anvendt i modellen i 50 x 50 m grid. Bemærk forskel i skalalen for koten i de to grids.

### Klimainput

MIKE SHE benytter dynamiske tidsserier af klimavariablerne nedbør, potentiel fordampning og lufttemperatur. Temperaturen anvendes til at bestemme om nedbøren falder som sne eller regn. Sne magasineres på overfladen, hvor det kan fordampe eller smelte, når temperaturen stiger til over 0 gr.

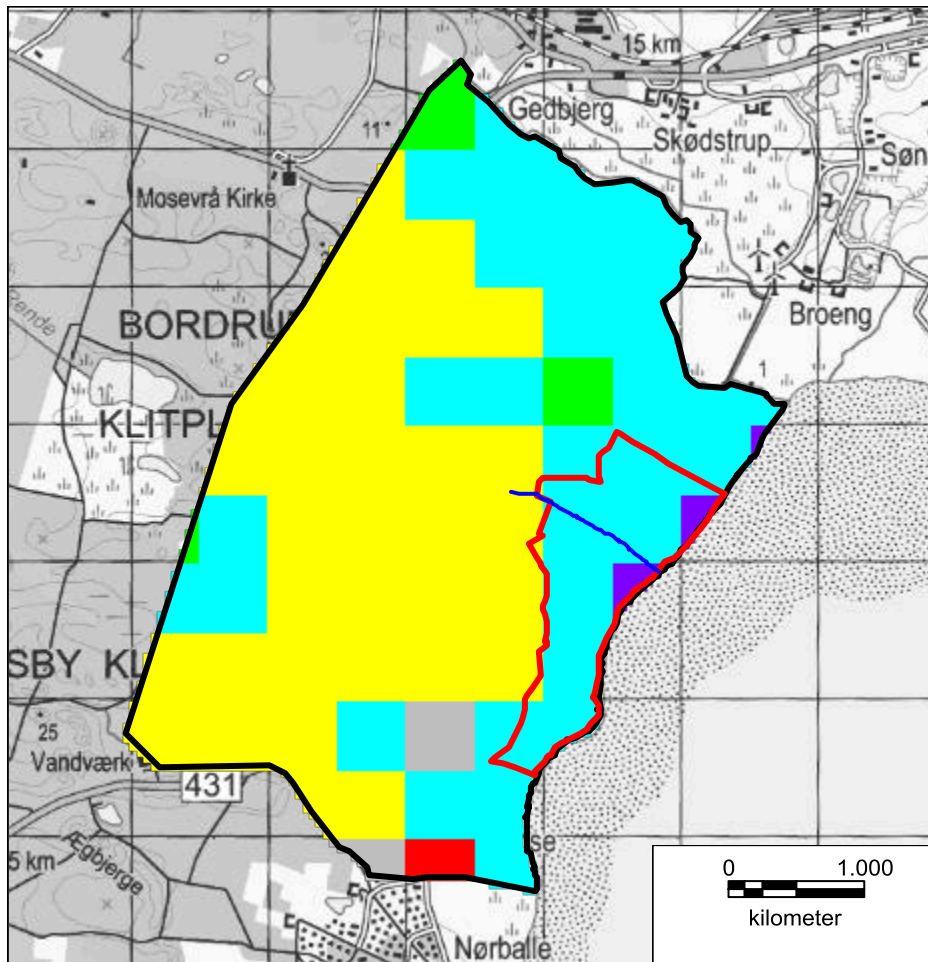


Figur 4 Klimainput til modellen. Øverst: nedbør (mm/dag). I midten: Potentiel fordampning (mm/dag). Nederst: Døgnmiddeltemperatur (gr. C).



### Arealanvendelse

I MIKE SHE er det muligt at definere en arealanvendelsestype i hvert enkelt grid. Arealanvendelsen er uændret i forhold til DK-modellen, og for området ved Ho Bugt anvendes nedenstående afgrødetyper, jf. Figur 5. Som det fremgår af figuren er kortet for arealanvendelse lavet i et 500 x 500 m grid.



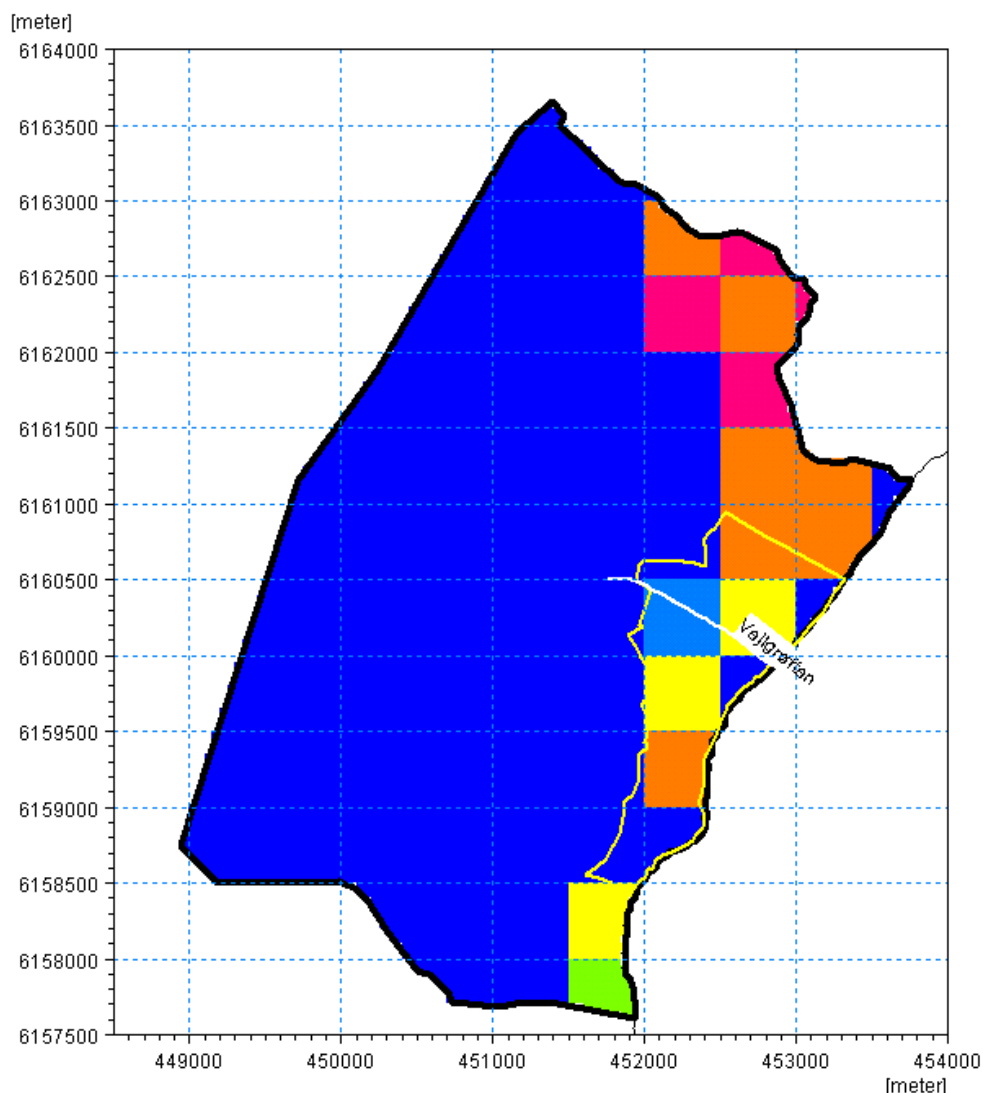
Figur 5 Arealanvendelse for Ho Bugt. Grå = græs som slås. Lilla = kyst. Lyse grøn = hede/ringe vegetation. Gul = Nåleskov. Lyse blå = græs som ikke slås.

### Overfladisk afstrømning

Den overfladiske afstrømning i modellen beskrives ved et Manningtal på  $M=10$ , svarende til en ru overflade – jo lavere Manningtal jo større ruhed. På overfladen benyttes en magasinering på 6 mm (detention storage), der bevirker, at vandet på overfladen først begynder at strømme, når der står mere end 6 mm vand på terrænet. Manningtal og magasinering er det samme som i DK-modellen.

### Umættet zone strømning

Den umættede zone beskrives ved en række forskellige jordtyper, der med unikke egenskaber definerer den vertikale strømning fra overfladen til grundvandsspejlet, dvs. den mættede zone. De forskellige jordtyper (JB-klassificering fra DJF) fremgår af Figur 6 og er uændret i forhold til DK-modellen.



Figur 6 Jordtyper i den umættede zone. Mørkeblå = JB1. Lyseblå = JB2. Grøn = JB6. Gul = JB7. Orange = JB8-11. Lyserrød = JB11.

### Mættet zone strømning

Strømningen i den mættede zone, dvs. under grundvandsspejlet foregår i 11 beregningslag med unikke magasinsegenskaber for de hydrauliske ledningsevner og magasinital. Der er ikke lavet ændringer i forhold til DK-modellen.

Normalt er dræning i MIKE SHE beskrevet ved et drænniveau (typisk 0,5-1,0 m under terræn) og en dræntidskonstant, der bestemmer hvor hurtigt vandet skal

strømme til nærmeste vandløb eller modelranden. I denne model for Ho Bugt er dræningen imidlertid udeladt i scenariet for de fremtidige forhold, idet drænene og grøfterne forudsættes at være sat ud af drift. I beregningen af de nuværende forhold er drændybden sat til 0,5 m under terræn. Desuden anvendes en dræntidskonstant på  $2,836e-7 \text{ sek}^{-1}$ , der angiver hvor hurtigt vandet dræner til modelranden.

MIKE SHE har desuden mulighed for at inkludere indvindingsboringer, men der er ingen i Ho Bugt lokalmodel.

#### *Randbetingelser*

Grundvandsspejlet i det øverste beregningslag ud mod Ho Bugt fastholdes til kote 0.08 mDVR90 (jf. rapport om middelvandstande i vadehavet). Det samme gør sig gældende for vandspejlet ved udløbet af Vejlgården i Ho Bugt. For randbetingelsen i grundvandsmodellen mod nord og syd inde i landet er anvendt en dynamisk randbetingelse af grundvandsstanden, som er udtrukket fra DK-modellen. Randbetingelse mod vest er placeret på et grundvandsskel og derfor anvendes en nul-flux randbetingelse.

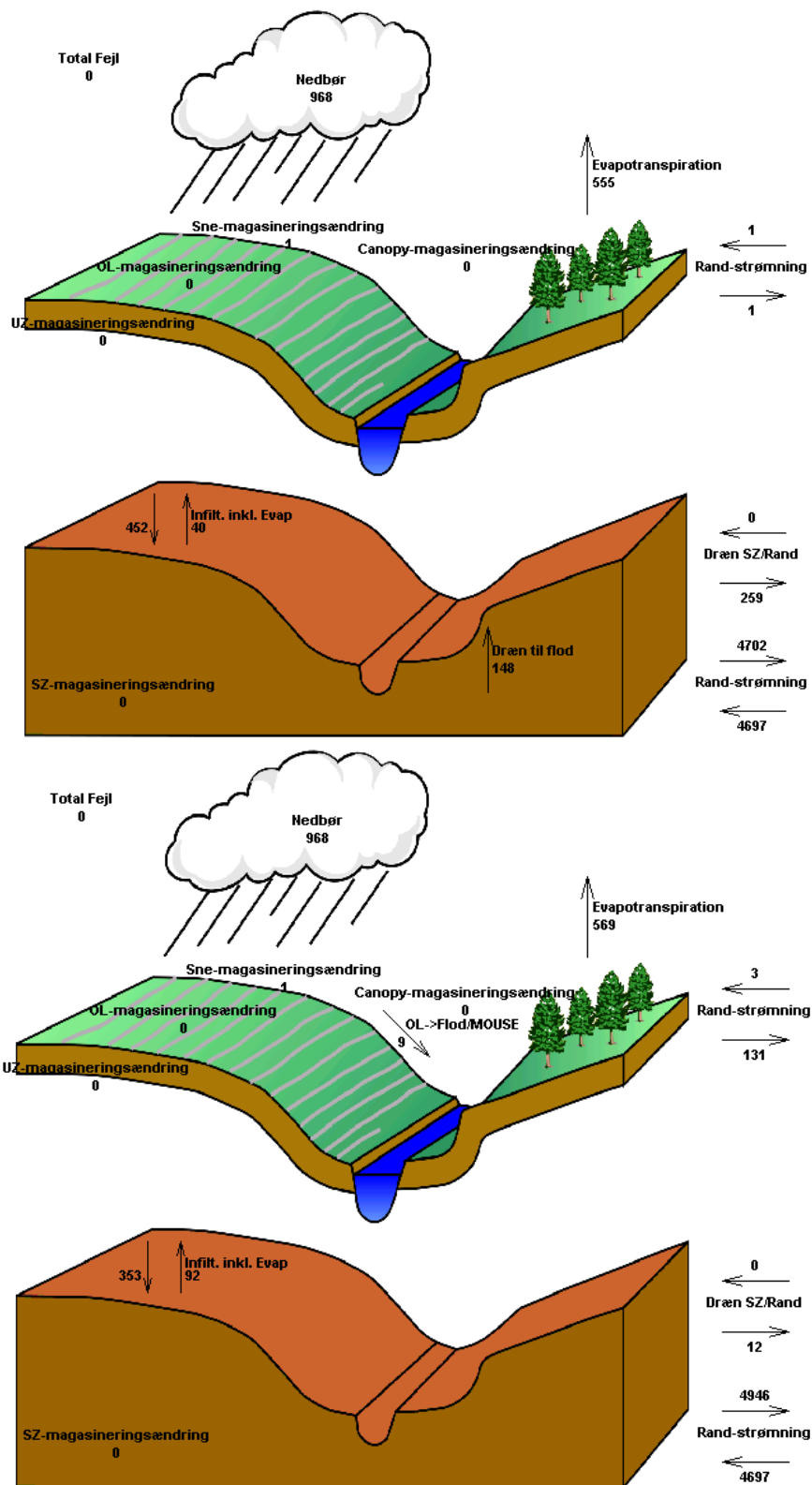
#### *Simuleringsperiode og tidsskridt*

Simuleringsperioden er 02-01-1990 til 30-12-2010, svarende til tidsserierne for klimainputtet. Tidsskridtet er 6 minutter for den overfladiske afstrømning (OL) og 6 minutter for strømmingen i den umættede zone (UZ) og 6 minutter for strømmingen i den mættede zone (SZ).

Resultater for grundvandsspejlet samt grundvandsfluxen (grundvandsstrømning i horisontal og vertikal retning) gemmes hver uge.

#### **Resultater**

På baggrund af beregningen for perioden 1990-2010 er der lavet en vandbalance for perioden 1991-2010, hvilket er vist på Figur 7. Vandbalancen viser, at nedbøren i gennemsnit er 968 mm/år, mens fordampningen vil stige fra 555 til 569 mm/år ved de fremtidige forhold. Dette reducerer nettonedbøren fra 413 til 399 mm/år. På overfladen forøges randstrømningen fra 0 til 128 mm/år ud af undersøgelsesområdet ved de nuværende til fremtidige forhold. I grundvandszonen ændres nettostrømningen fra +5 til +249 mm/år i område 2 (pos. ud af området). Vandbalancen i tabelform fremgår af Tabel 1.



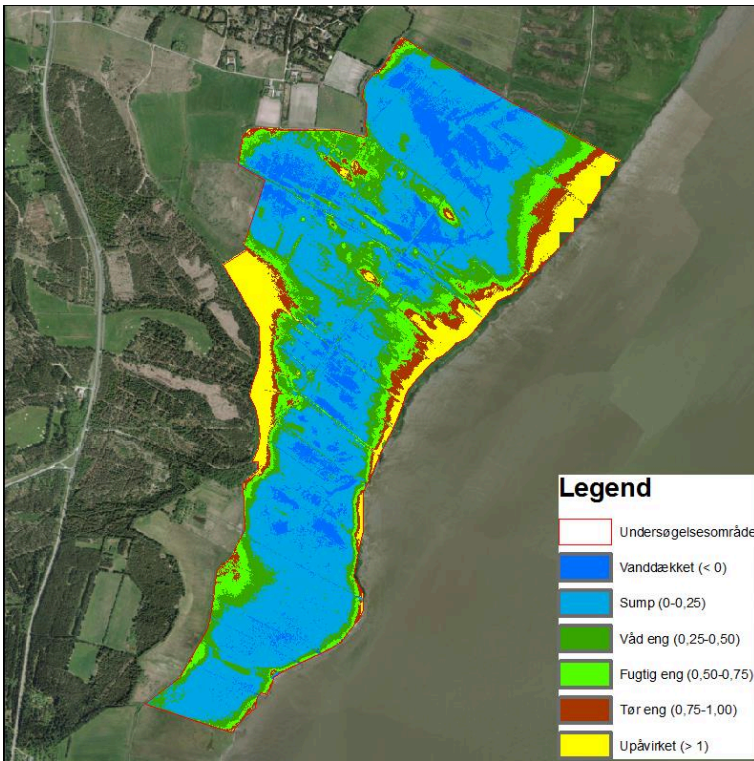
Figur 7 Vandbalance for projektområde Ho Bugt lokalmodel. Øverst: Nuværende forhold. Nederst: Fremtidige forhold. Enheden er mm/år og tallene repræsenterer et gennemsnit for perioden 1991-2010.

Tabel 1 Vandbalance (mm/år) for de nuværende og fremtidige forhold

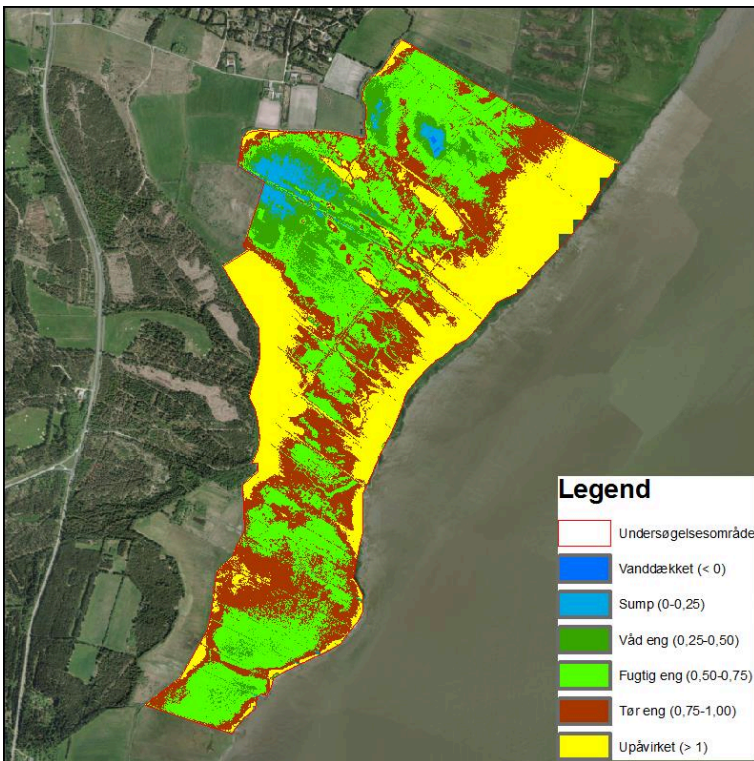
Parameter	Nuværende forhold	Fremtidige forhold
Nedbør	968	968
Fordampning	555	569
Nettonedbør	413	399
Randstrømning (pos. ud)	0	128
GV-strømning (pos. ud)	5	249
Dræn til rand	259	12
Dræn til vandløb	148	0
Overfladestrømning til grøft	0	9
Magasinering	1	1
Vandbalancefejl	0	0

Ud over vandbalancen er der beregnet konsekvenskort for vandstanden i området. Der er beregnet konsekvenskort for hver måned, dvs. i alt 12 kort, som er et gennemsnit af alle dagene i den pågældende måned og alle år i beregningsperioden 1990-2010. Dog er det første år 1990 i beregningsperioden udeladt i de statistiske beregninger, idet modellen har brug for en "opvarmningsperiode" før resultaterne afspejler de reelle forhold. Konsekvenskortet er defineret som dybden til grundvandsspejlet og er fundet ved at trække grundvandsspejlet fra terrænkoten. På Figur 8 og Figur 9 ses konsekvenskortet for en våd situation (middelværdi for februar) og en tør situation (middelværdi for august).

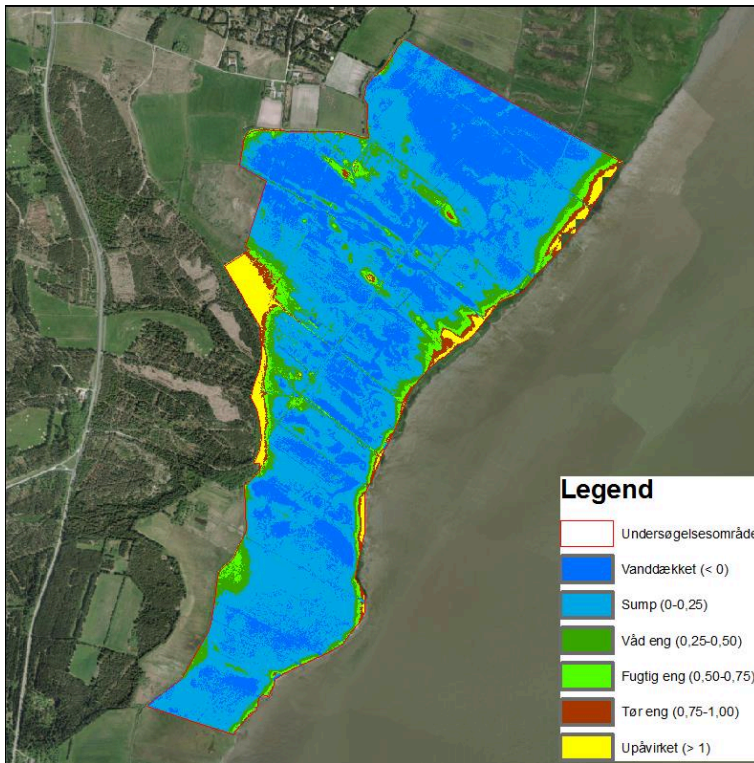
Desuden er der udtrukket et grundvandsspejl for de mest ekstreme situationer, dvs. det højeste og laveste grundvandsspejl i hele simuleringsperioden 1991-2010, jf. Figur 10 og Figur 11. Disse kort viser således den maksimale og minimale dybde til grundvandsspejlet (eller over terræn, når vandet står højere end terrænkoten) i de enkelte beregningsceller, og er således ikke udtryk for et bestemt tidspunkt.



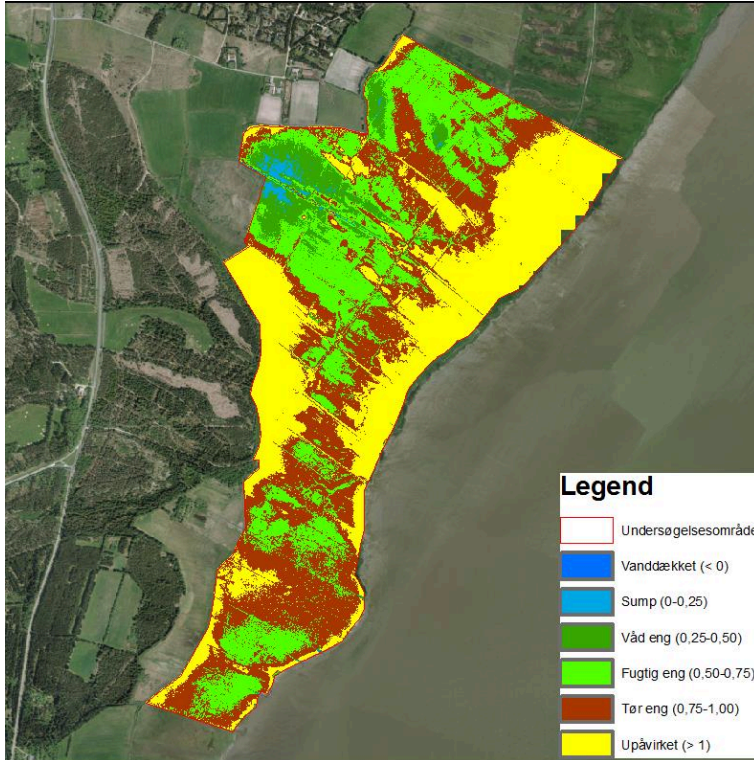
Figur 8 Konsekvenskort for februar (middel).



Figur 9 Konsekvenskort for august (middel).

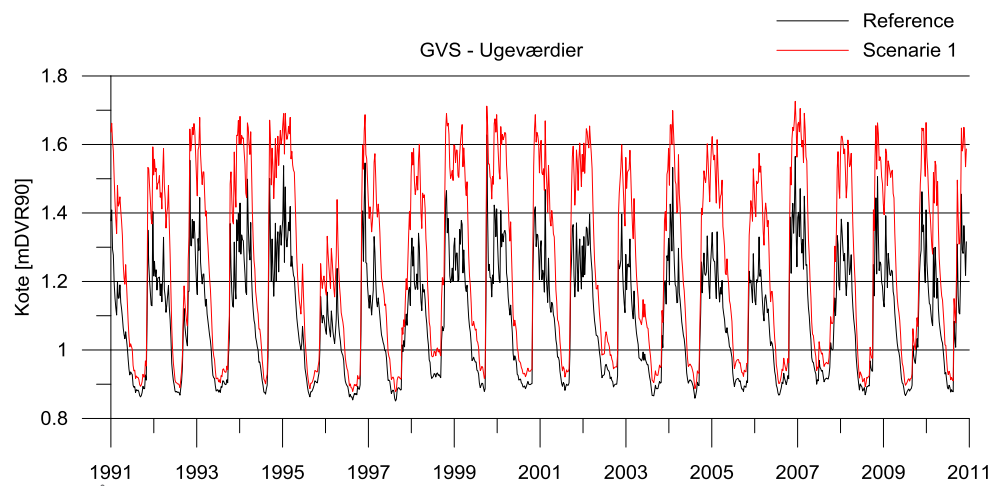


Figur 10 Konsekvenskort for det højeste grundvandsspejl.



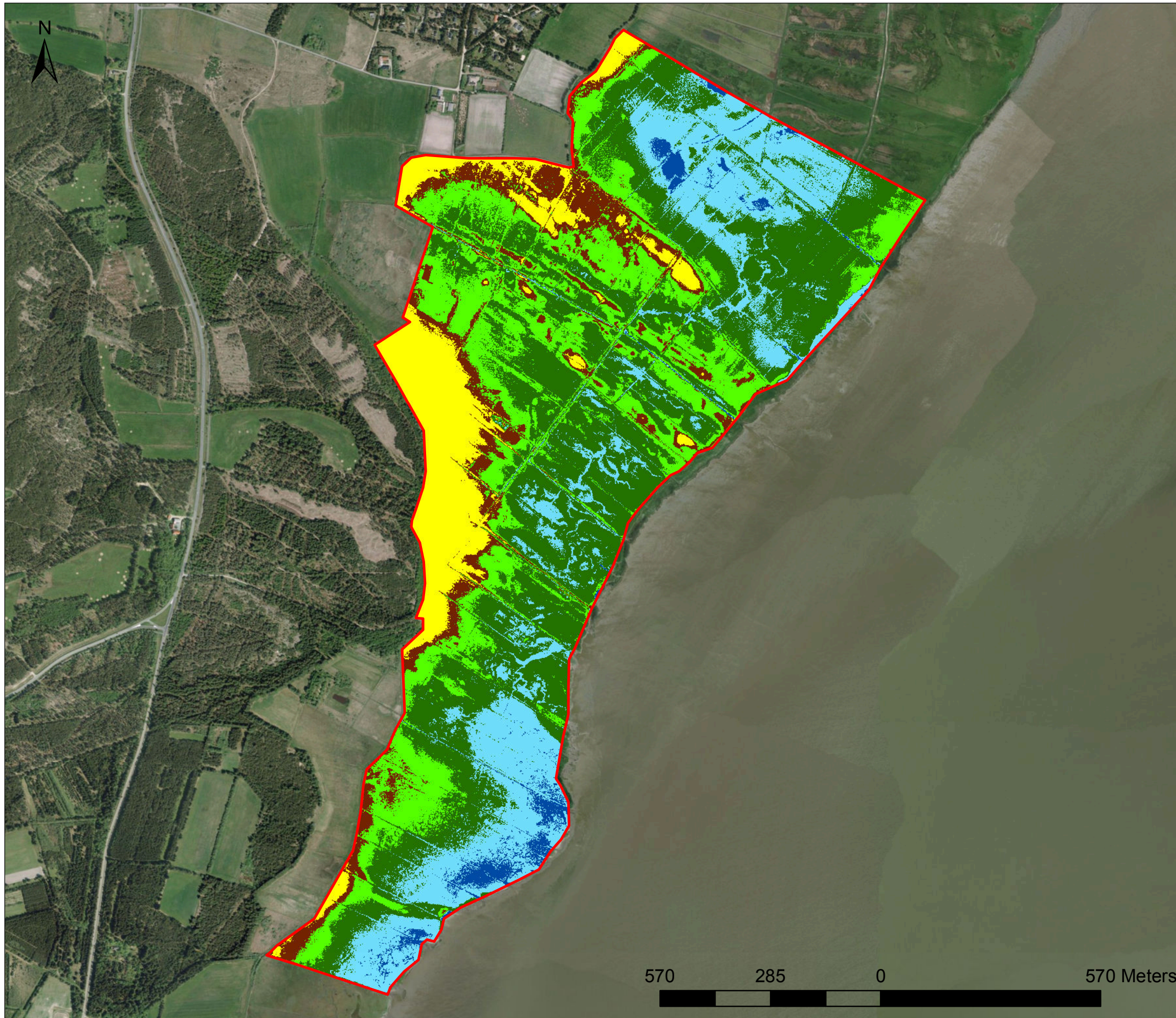
Figur 11 Konsekvenskort for det laveste grundvandsspejl.

År til år variationen i grundvandsspejlet er undersøgt ved at tage middelværdien af alle beregningsceller indenfor undersøgelsesområdet. Igen er år 1990 udeladt, da modellen ikke giver realistiske resultater, mens den "varmer op". Resultatet af år til år variationen fremgår af Figur 12, og viser at grundvandsspejlet i gennemsnit er 20 cm højere ved de fremtidige forhold (sce. 1) end ved de nuværende forhold (ref.). Den største forskel ses om sommeren (op til ca. 25 cm højere grundvandsspejl), mens forskellen er mindre om vinteren (mindre end 5 cm).



Figur 12 År til år variation af grundvandsspejlet (middel for projektområdet).



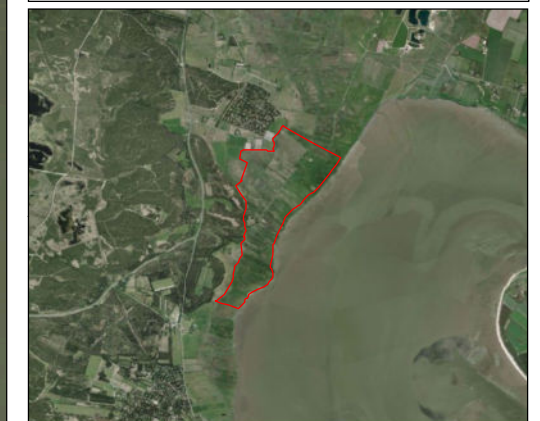


Afvandingstilstand i vandmættet tilstand (tærskler i grøfterne 1,25 m DVR90)

Signaturforklaring

**Afvandingstilstand**

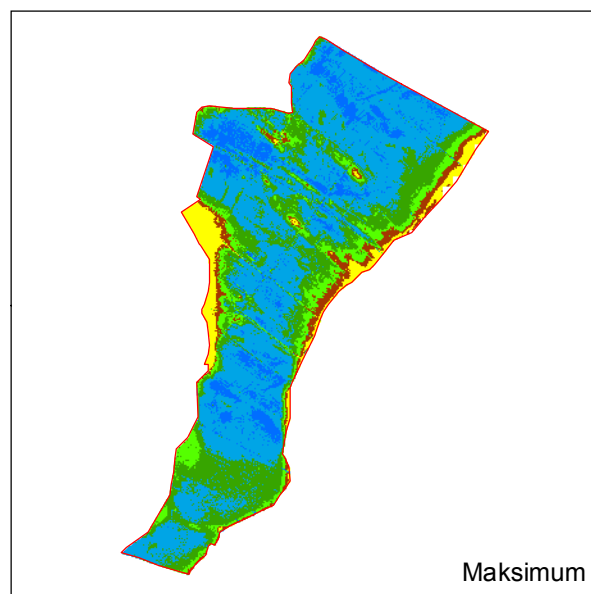
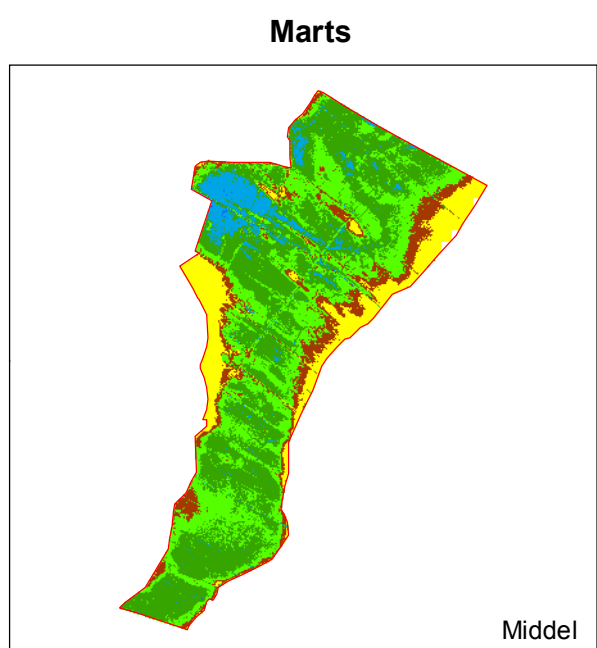
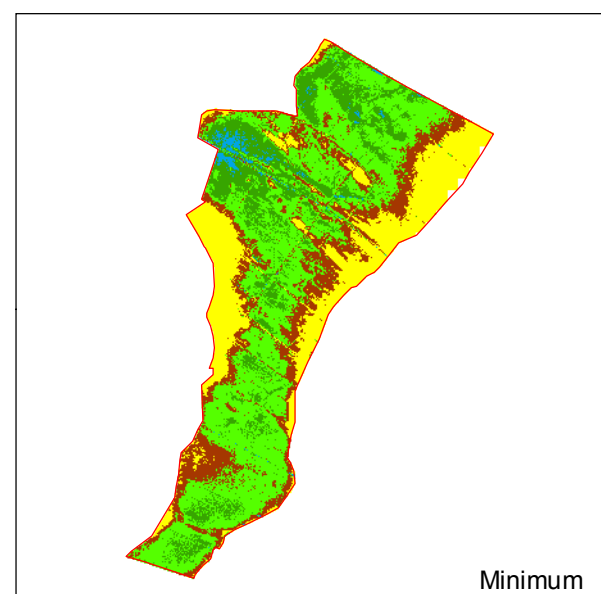
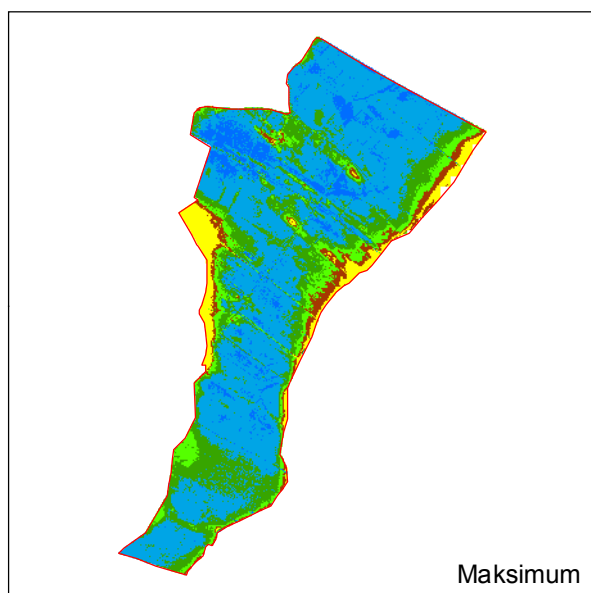
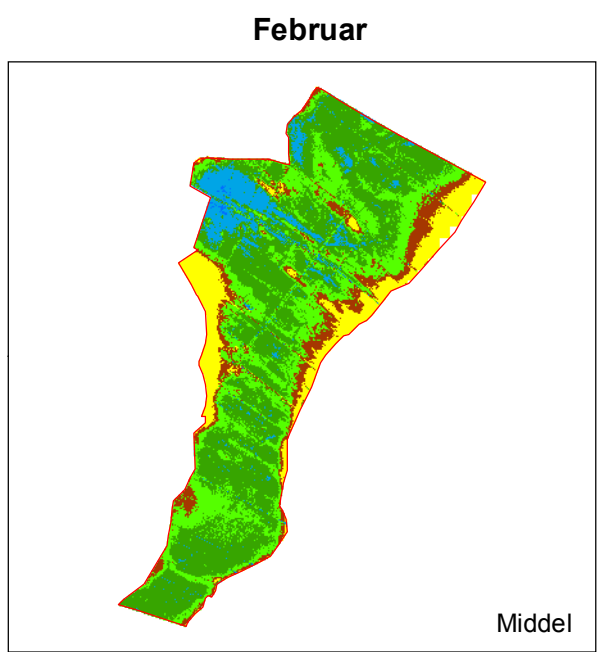
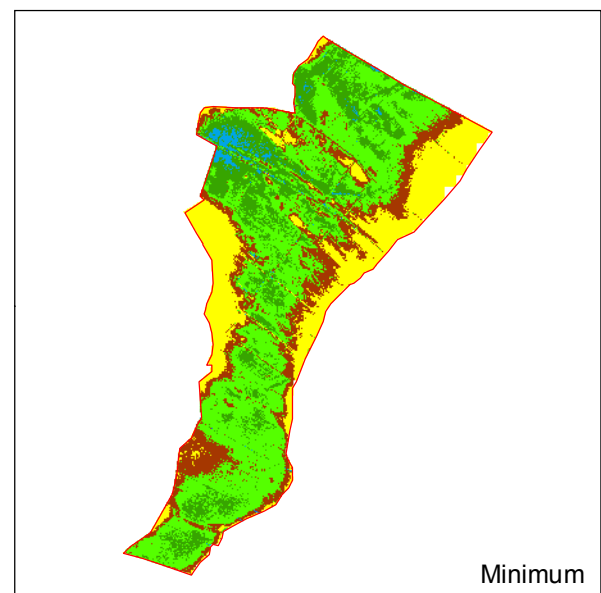
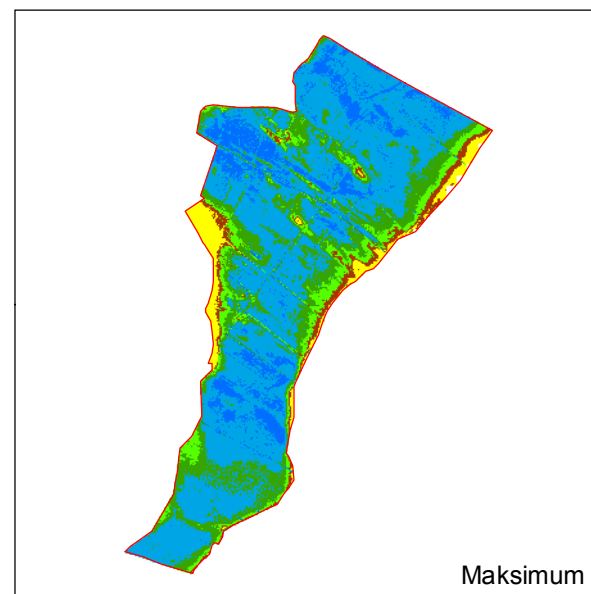
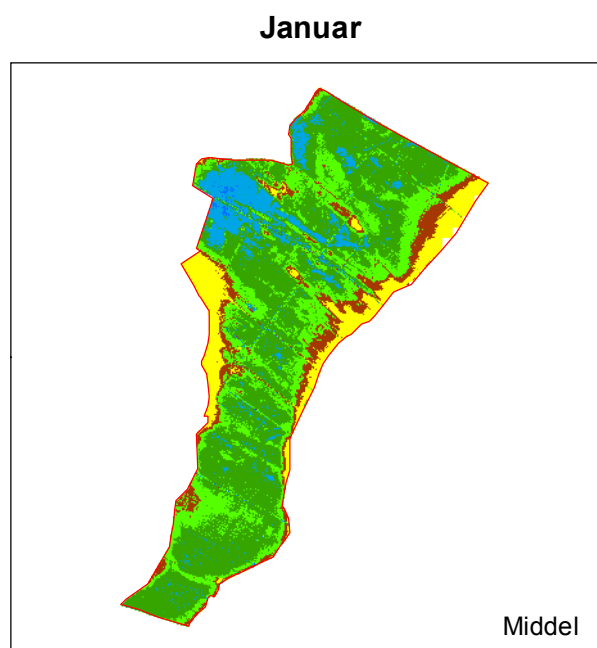
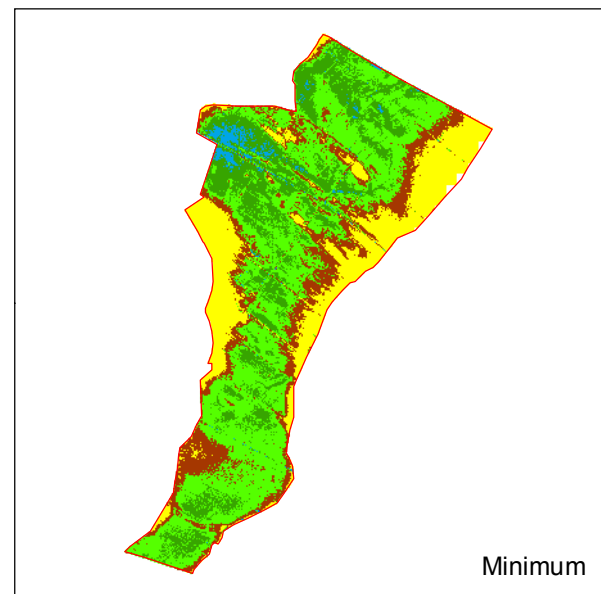
- Vanddækket (<0)
- Sump (0-0,25)
- Våd eng (0,25-0,5)
- Fugtig eng (0,5-0,75)
- Tør eng (0,75-1)
- Upåvirket (> 1)
- Undersøgelsesområde



**Bilag 6**

Sagsnummer		Målestok	Koordinat
1431200037		1:10.000	DVR90
Udarbejdet	Kontrol	Dato	Rev
HMOL	BLPO	13-03-2013	1



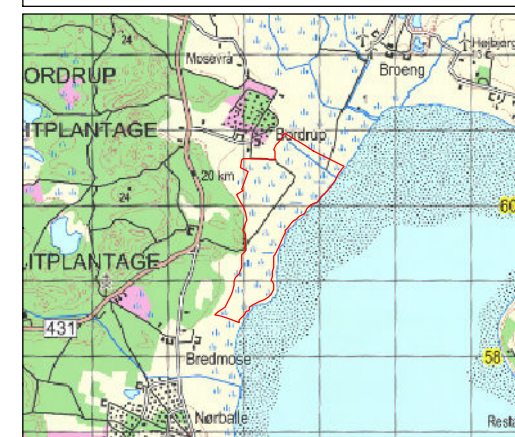


Eksisterende forhold januar kvartal Ho Bugt


Signaturforklaring

**Afvandingstilstand**

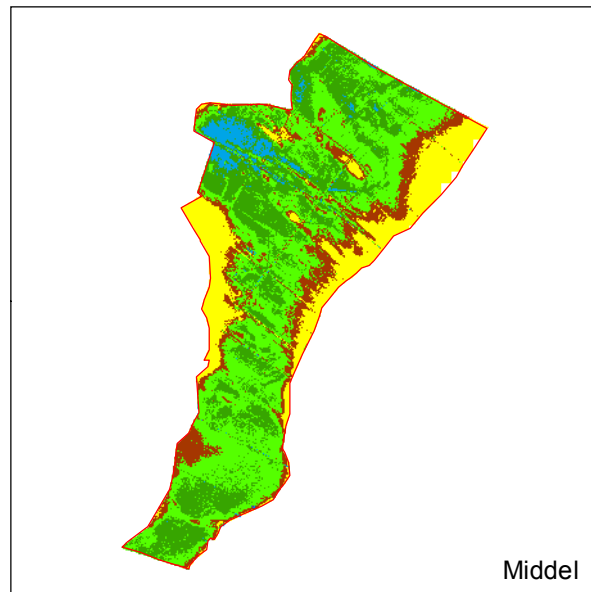
- Vandmættet (< 0)
- Sump (0-0,25)
- Våd eng (0,25-0,5)
- Fugtig eng (0,5-0,75)
- Tør eng (0,75-1,00)
- Upåvirket (> 1)
- Undersøgelsesområde



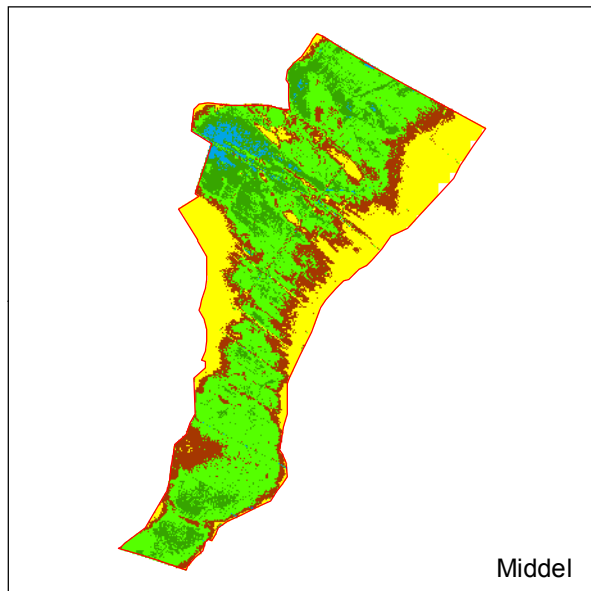
**Bilag 7.1**

Sagsnummer 1431200037		Målestok 1:35.000	Koordinatsystem DVR90	 <b>ORBICON</b>
Udarbejdet HMOL	Kontrol HMOL	Dato 7-03 2013	Rev 1	

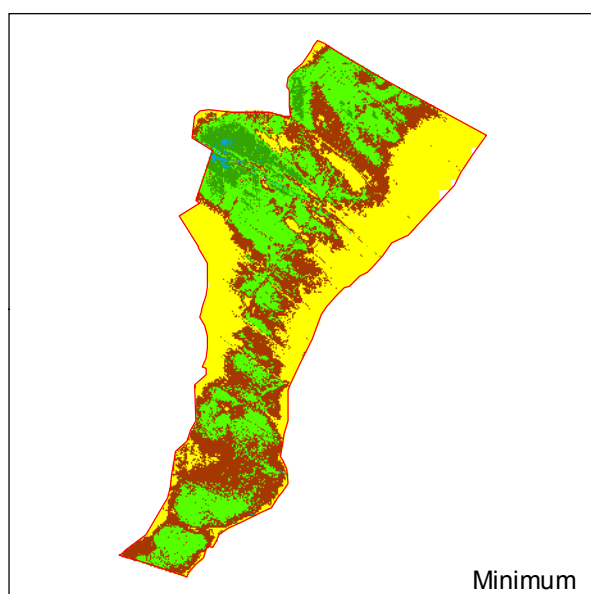
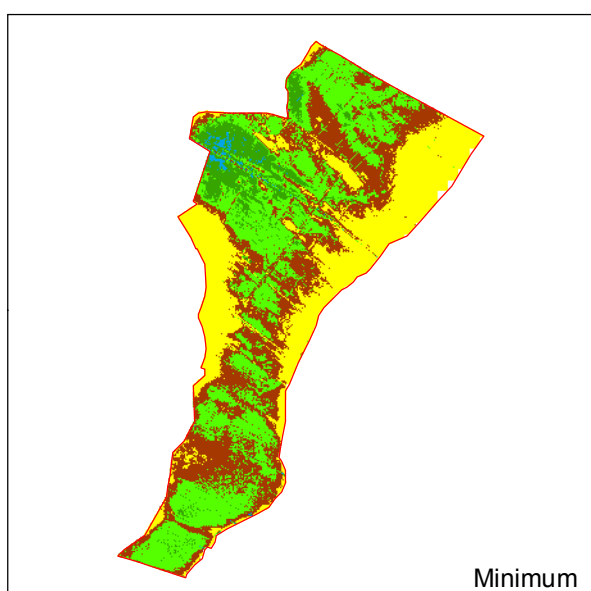
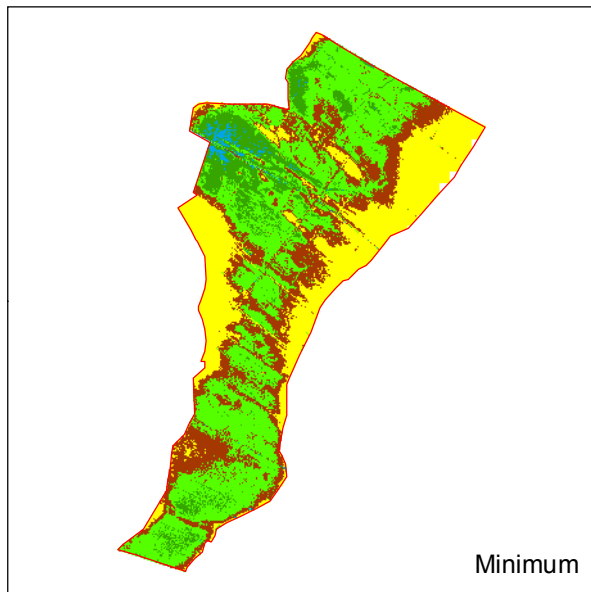
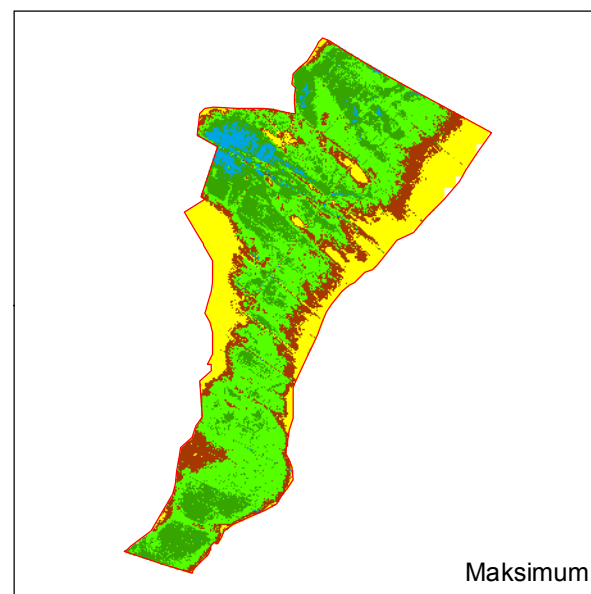
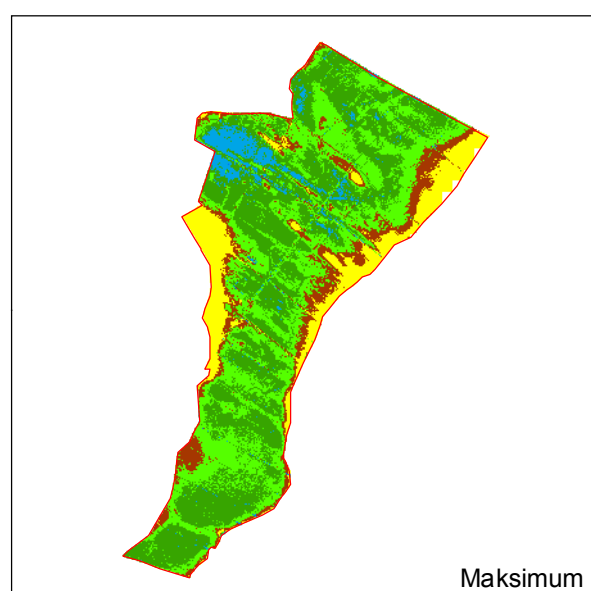
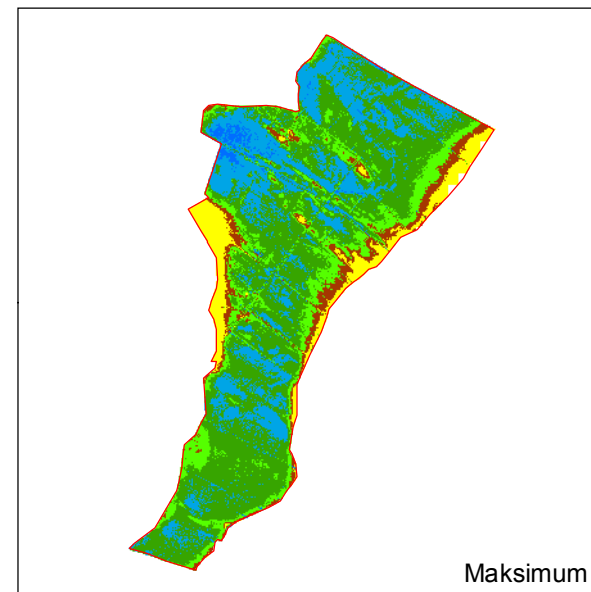
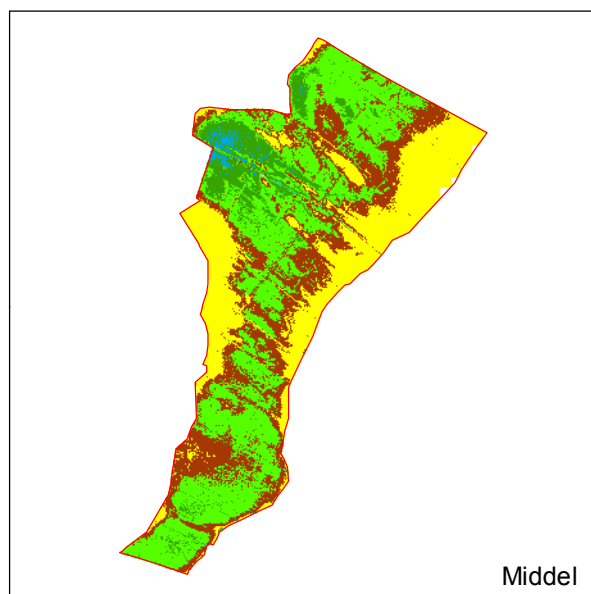
April



Maj








Juni

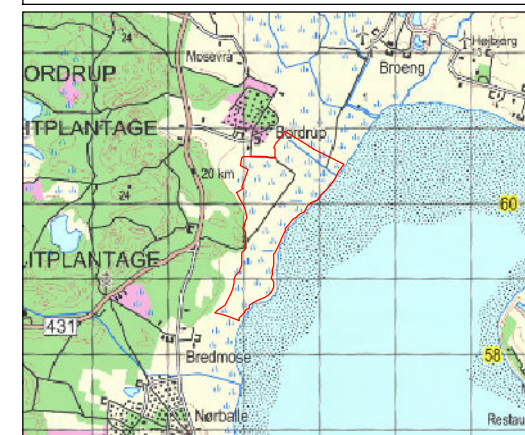


Eksisterende forhold april kvartal Ho Bugt

Signaturforklaring

**Afvandingstilstand**

-  Vanddækket (< 0)
-  Sump (0 - 0.25)
-  Våd eng (0.25 - 0.5)
-  Fugtig eng (0.5 - 0.75)
-  Tør eng (0.75 - 1)
-  Opåvirket (> 1)
-  Undersøgelsesområde

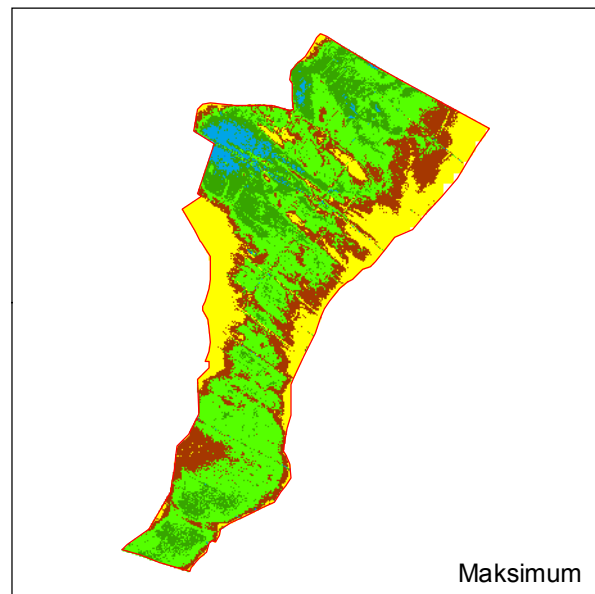
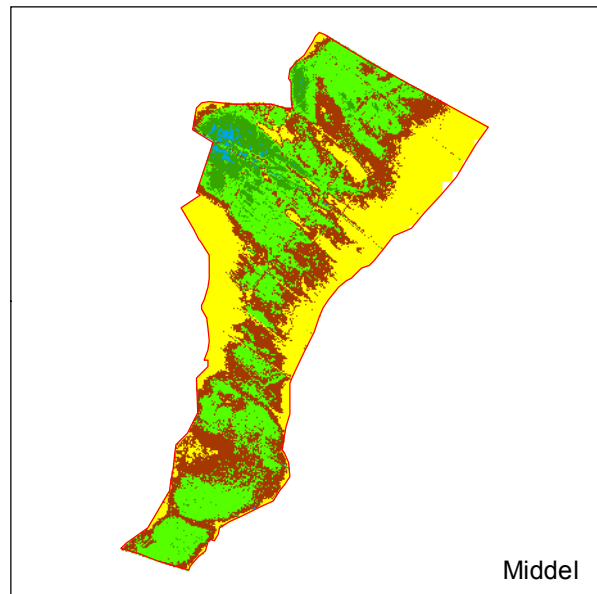
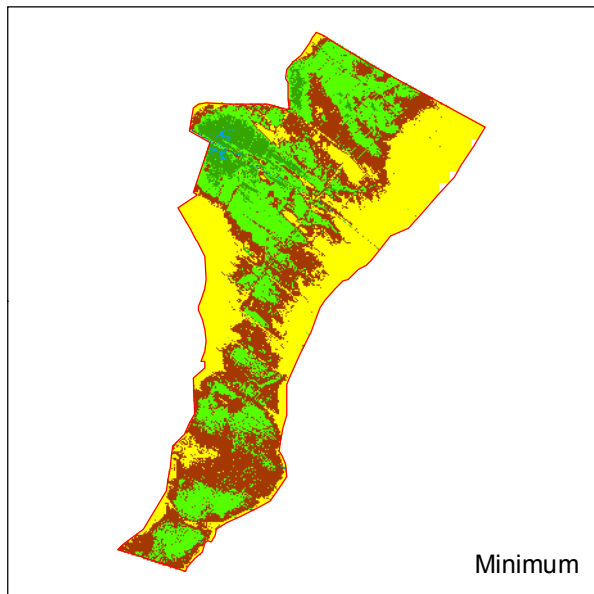


**Bilag 7.2**

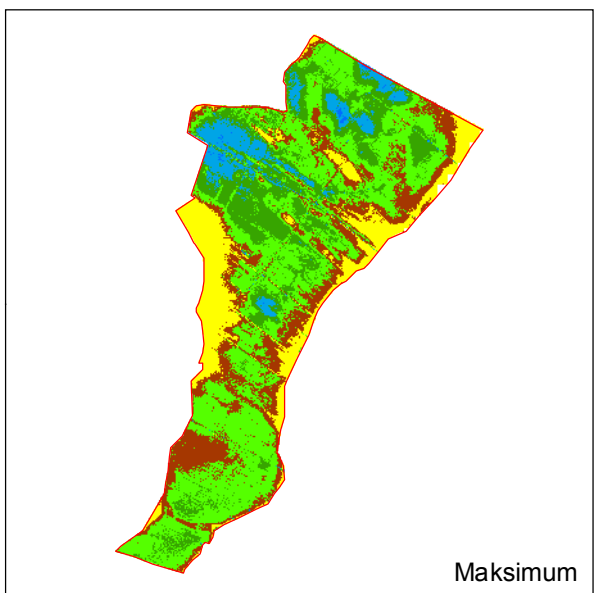
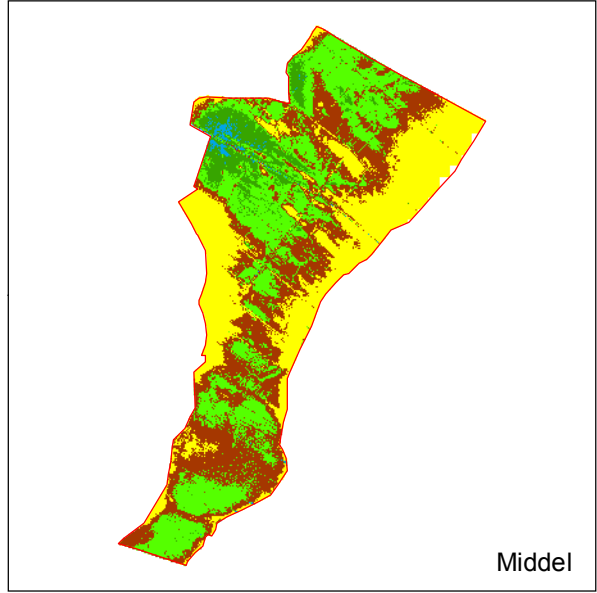
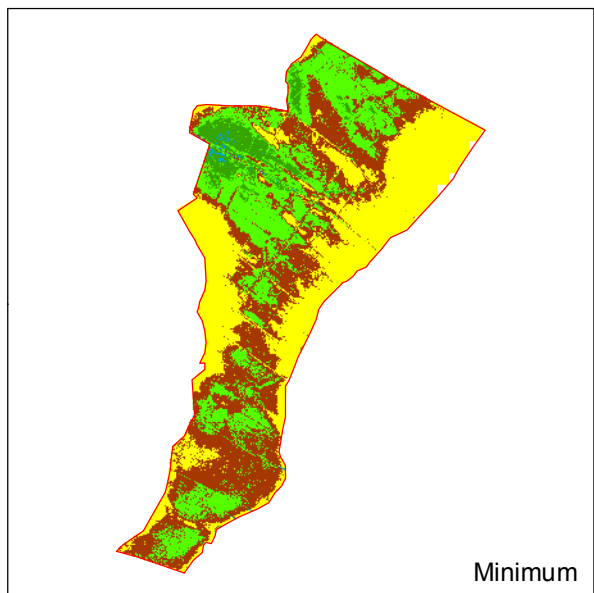
Sagsnummer 1431200037		Målestok 1:35.000	Kortsystem DVR90
Udarbejdet HMOL	Kontrol HMOL	Dato 7-03 2013	Rev 1



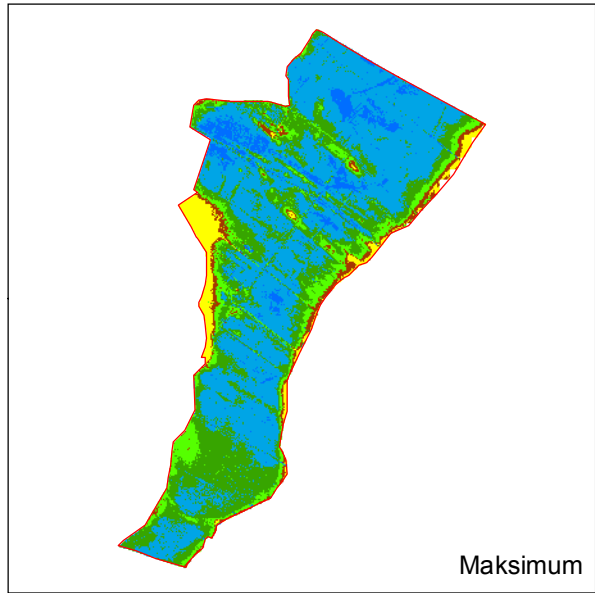
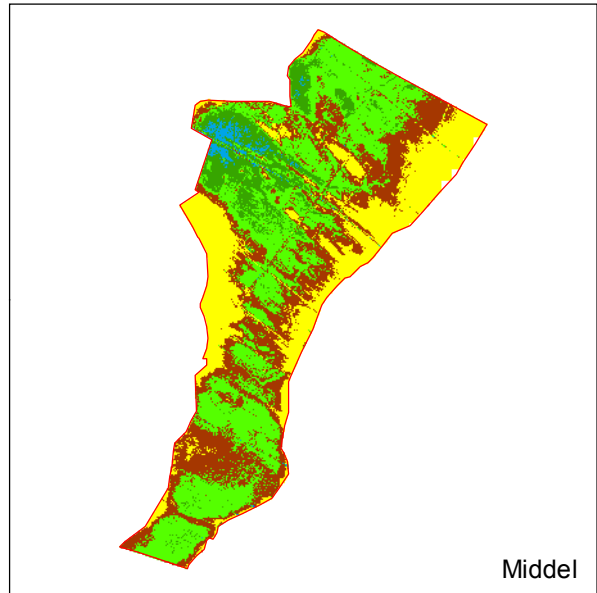
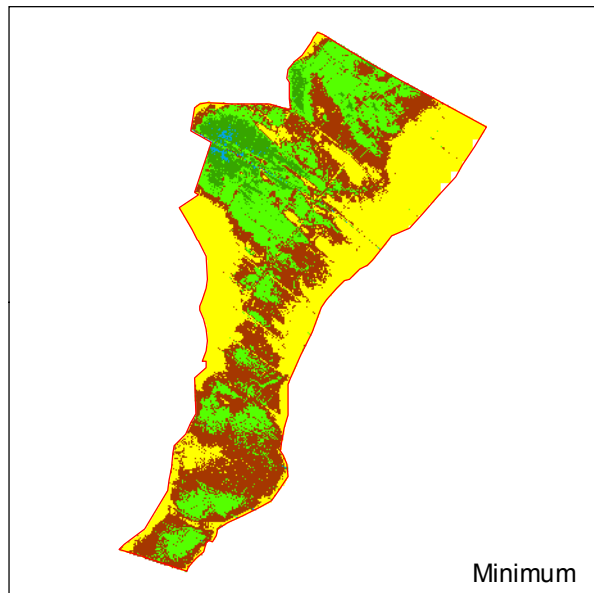
Juli



August










September

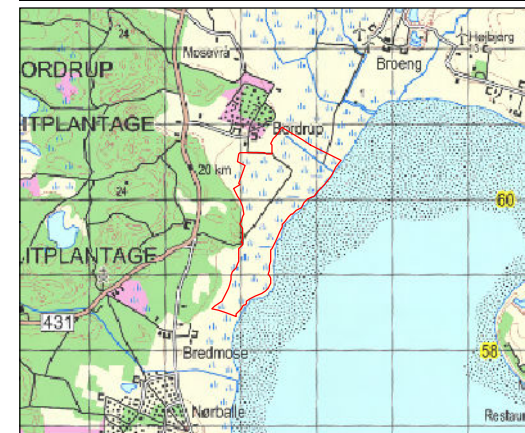


Eksisterende forhold juli kvartal Ho Bugt

Signaturforklaring

**Afvandingstilstand**

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

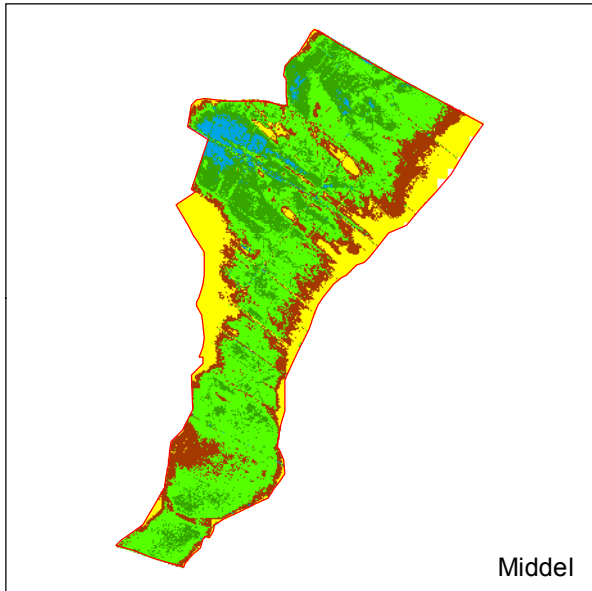


**Bilag 7.3**

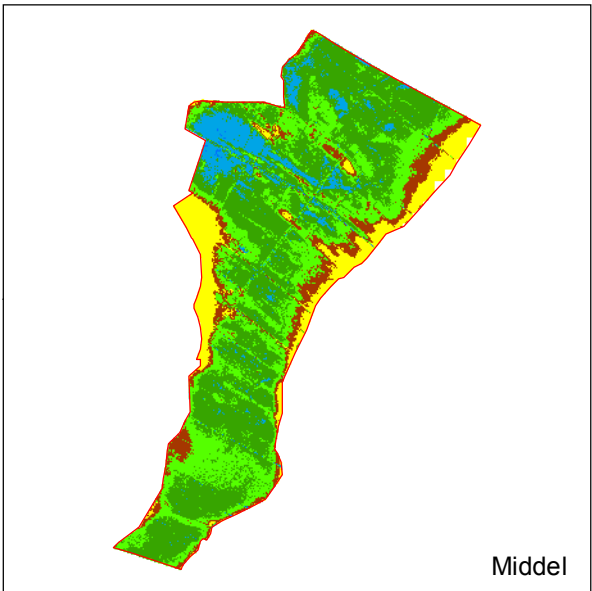
Sagsnummer 1431200037		Målestok 1:35.000	Kortsystem DVR90
Udarbejdet HMOL	Kontrol HMOL	Dato 7-03 2013	Rev 1



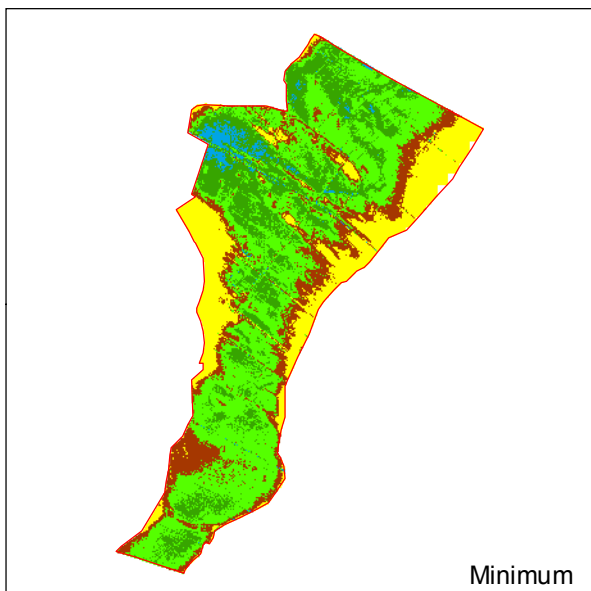
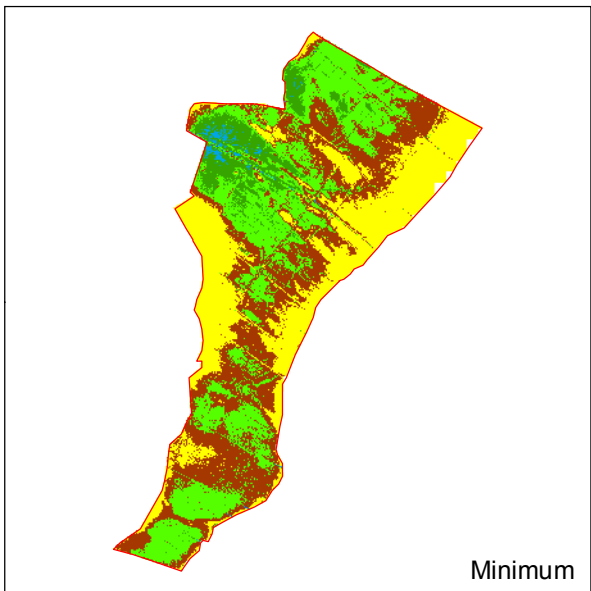
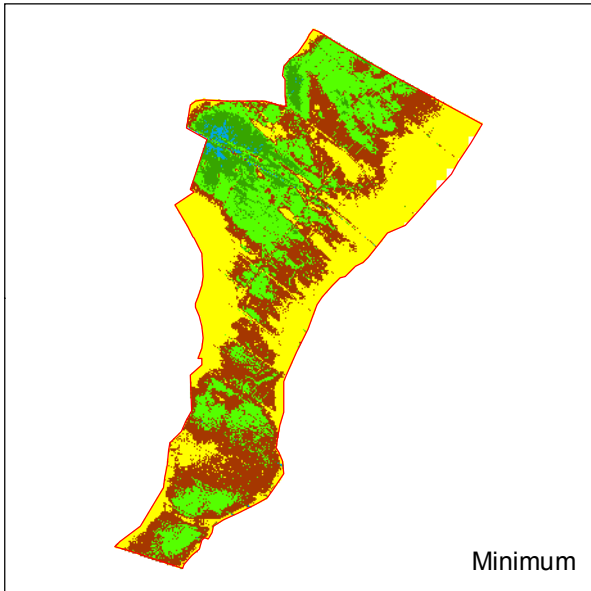
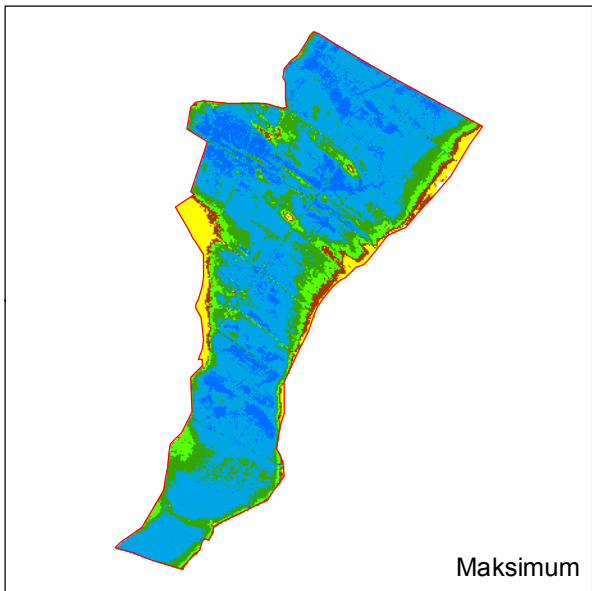
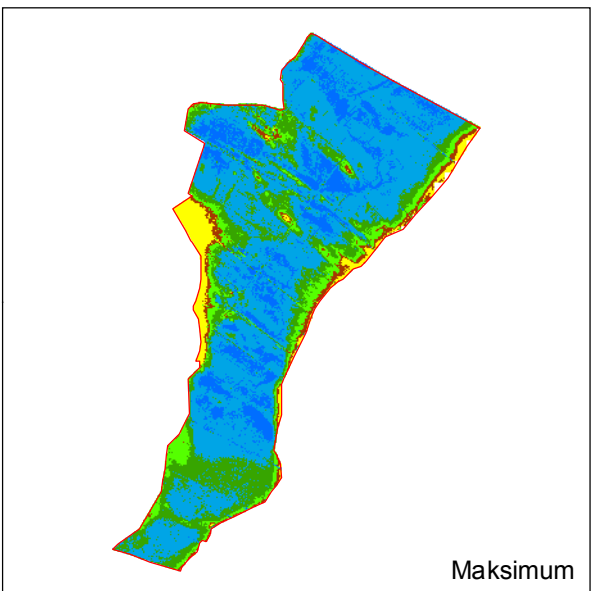
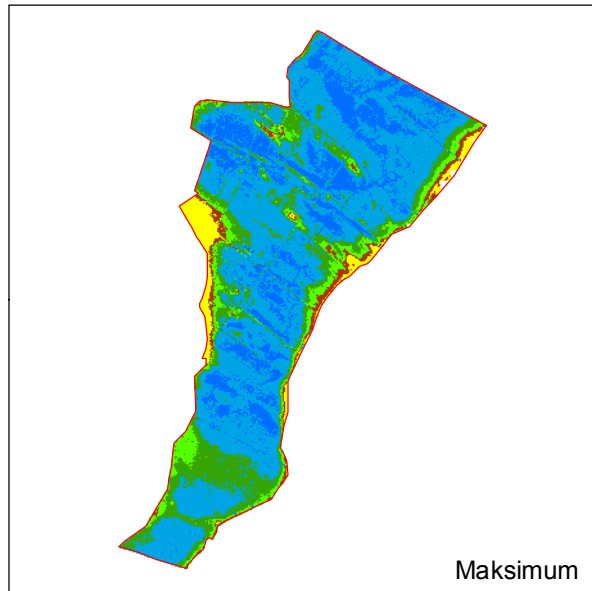
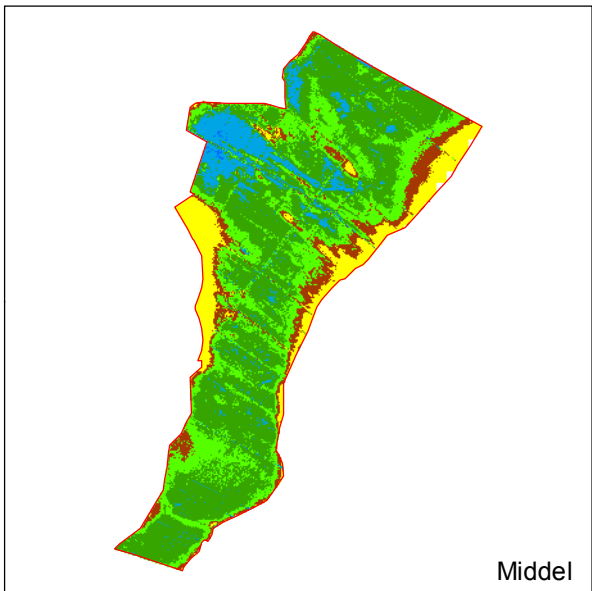
Oktober



November



December

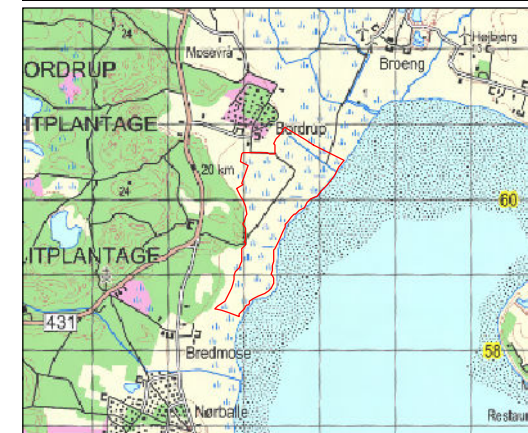


Eksisterende forhold oktober kvartal Ho Bugt

Signaturforklaring

**Afvandingstilstand**

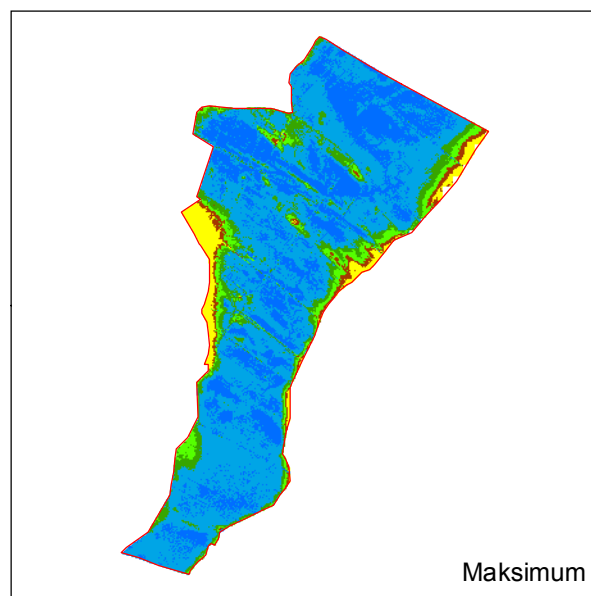
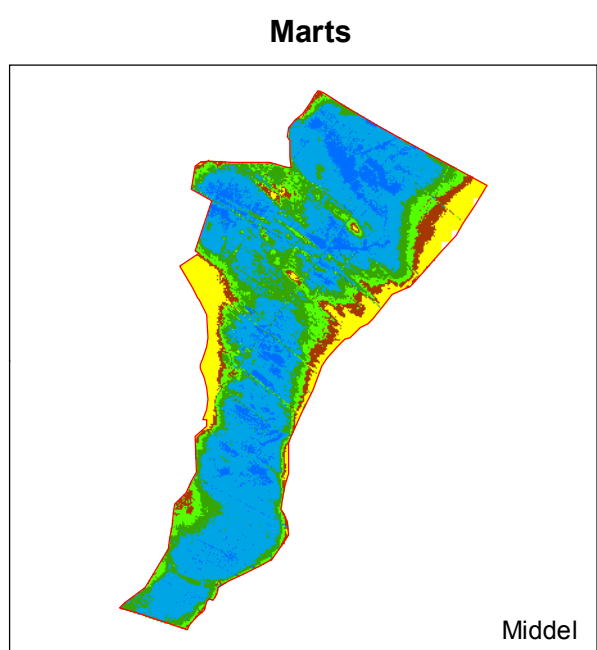
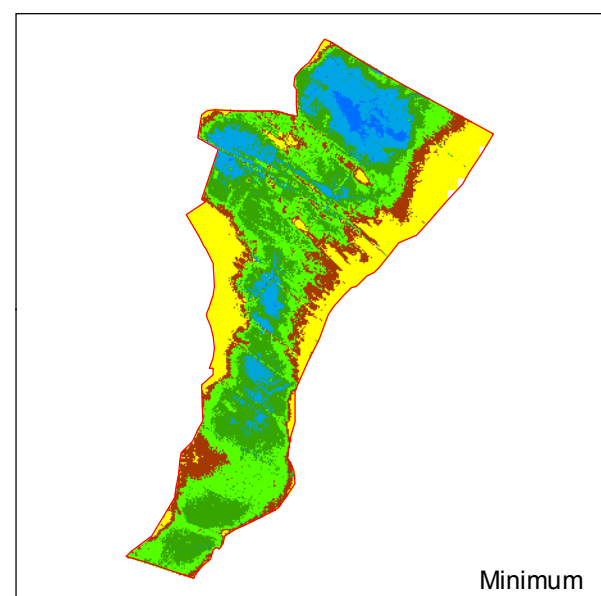
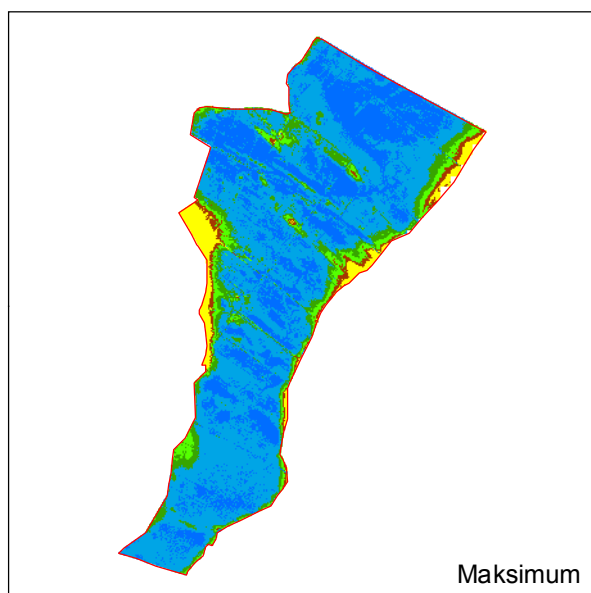
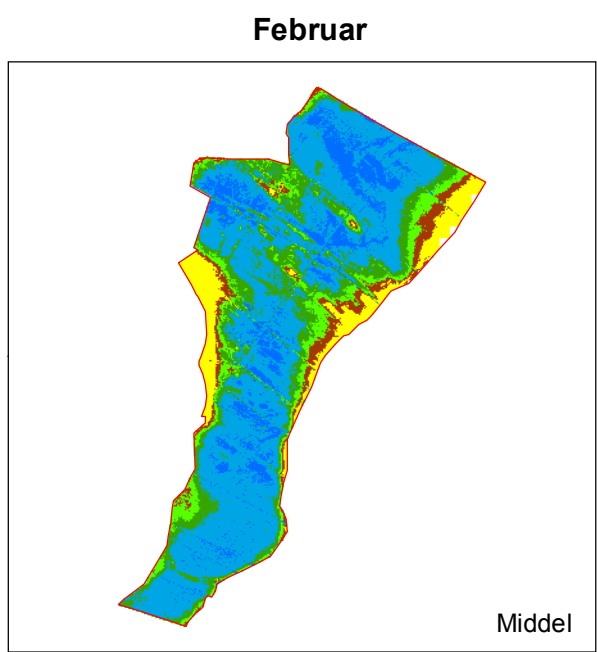
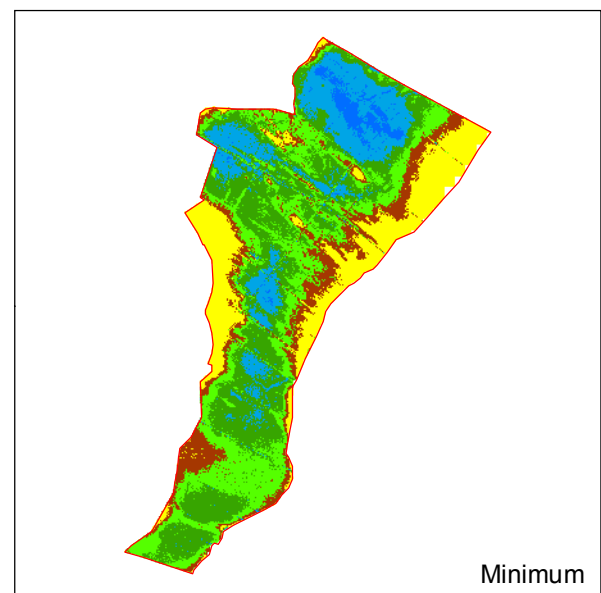
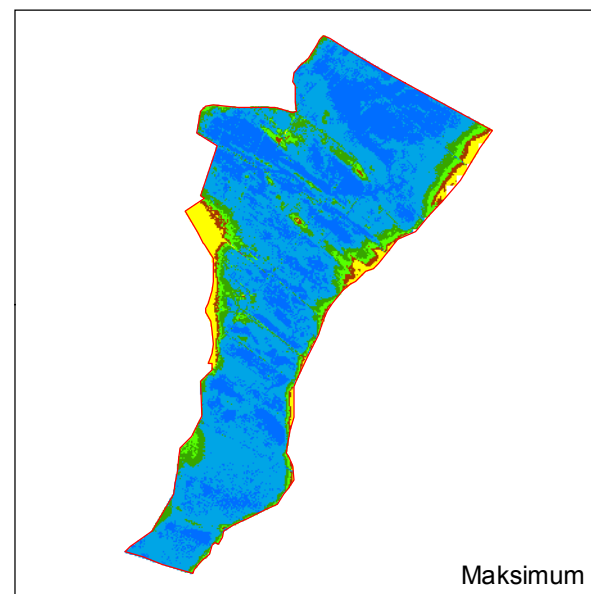
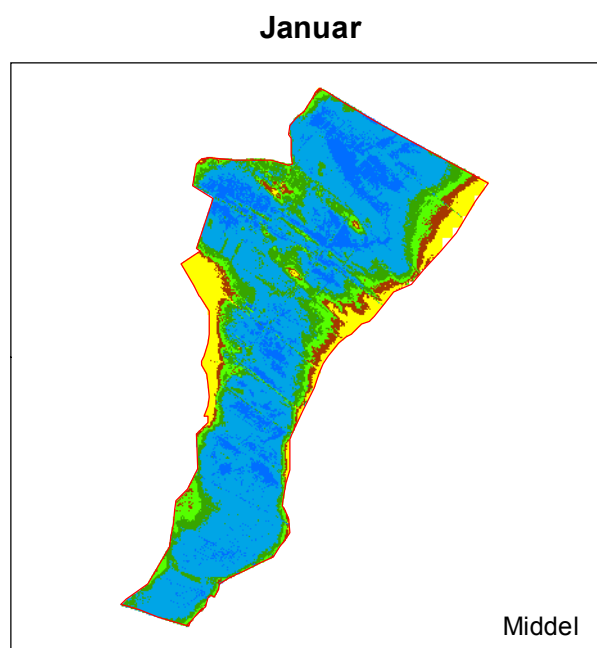
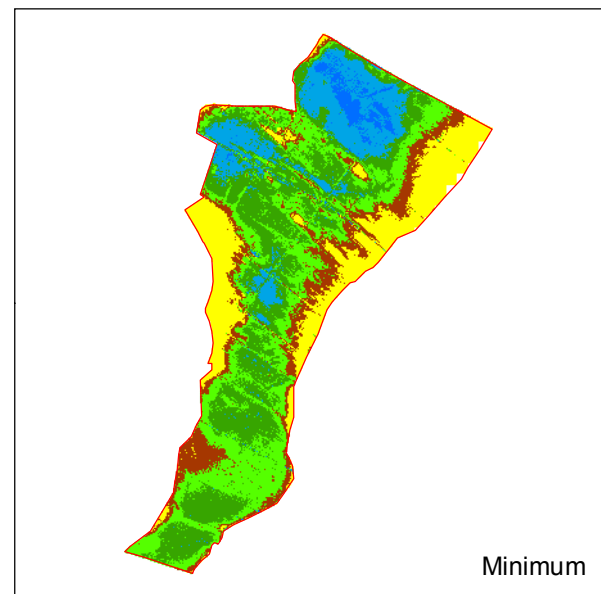
- Vanddækket (<0)
- Sump (0-0,25)
- Våd eng (0,25-0,50)
- Fugtig eng (0,50-0,75)
- Tør eng (0,75-1,00)
- Upåvirket (> 1)
- Undersøgelsesområde



**Bilag 7.4**

Sagsnummer 1431200037		Målestok 1:35.000	Kortsystem DVR90
Udarbejdet HMOL	Kontrol HMOL	Dato 7-03 2013	Rev 1



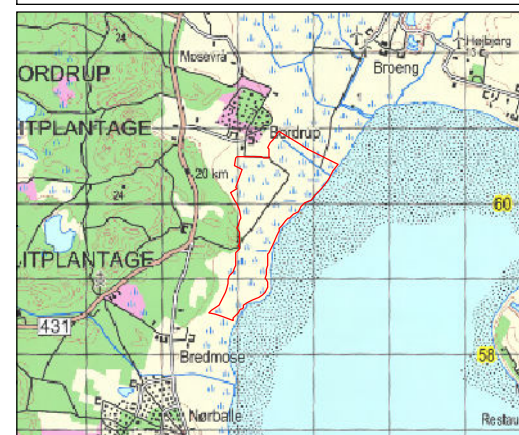


Fremtidige forhold  
januar kvartal  
Ho Bugt

Signaturforklaring

**Afvandingstilstand**

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

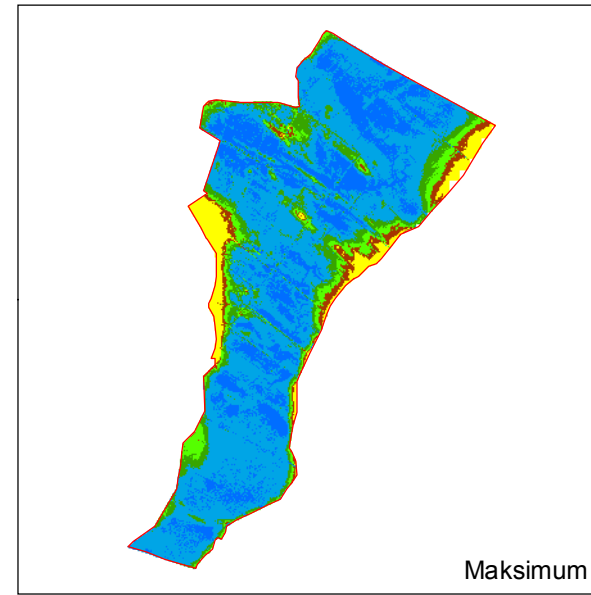
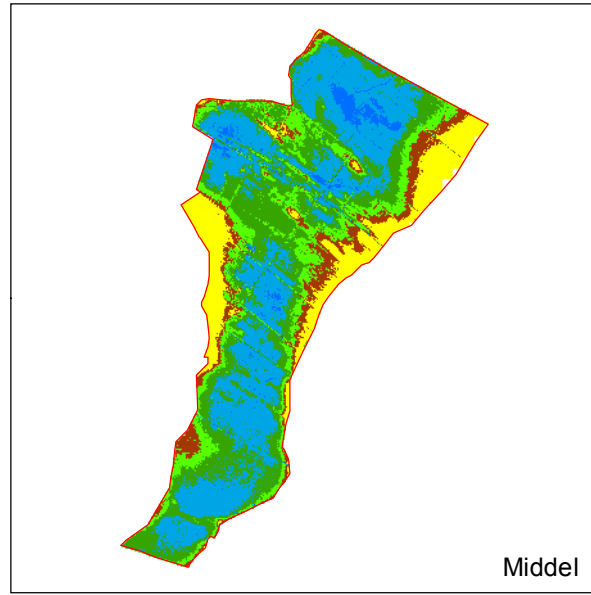


**Bilag 8.1**

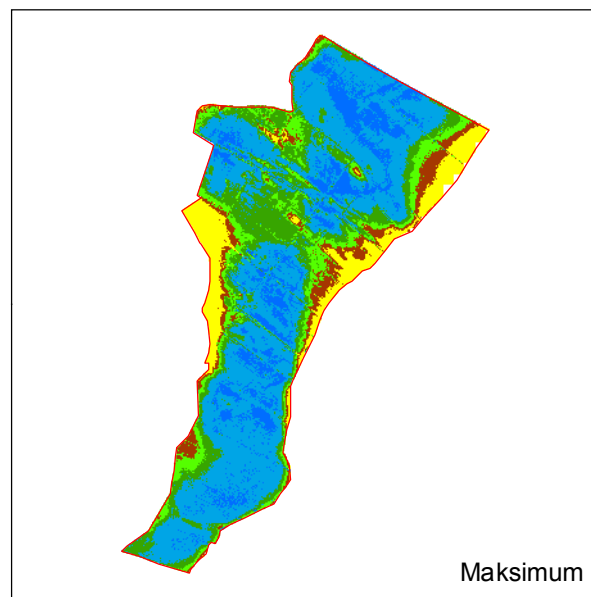
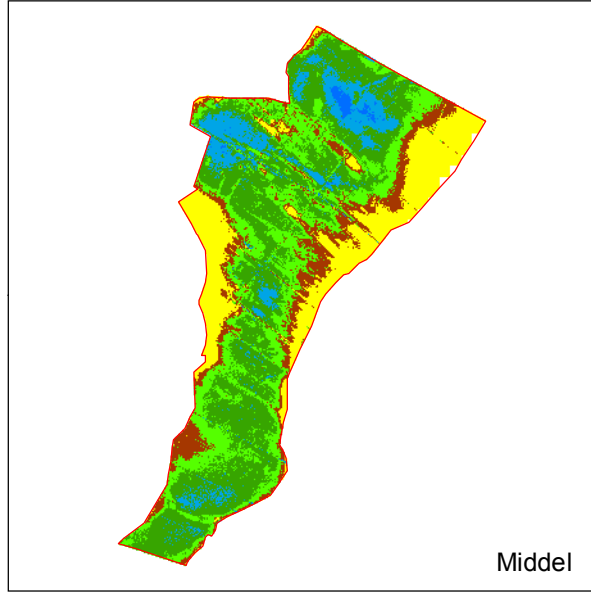
Sagsnummer 1431200037		Målestok 1:35.000	Kortsystem DVR90
Udarbejdet HMOL	Kontrol HMOL	Dato 7-03 2013	Rev 1



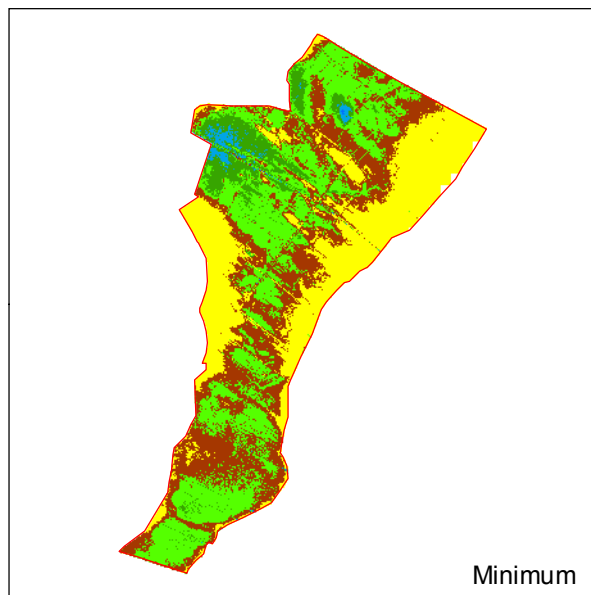
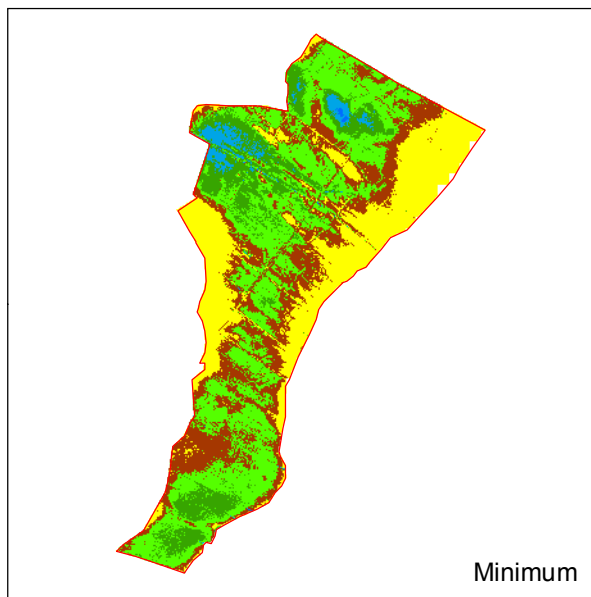
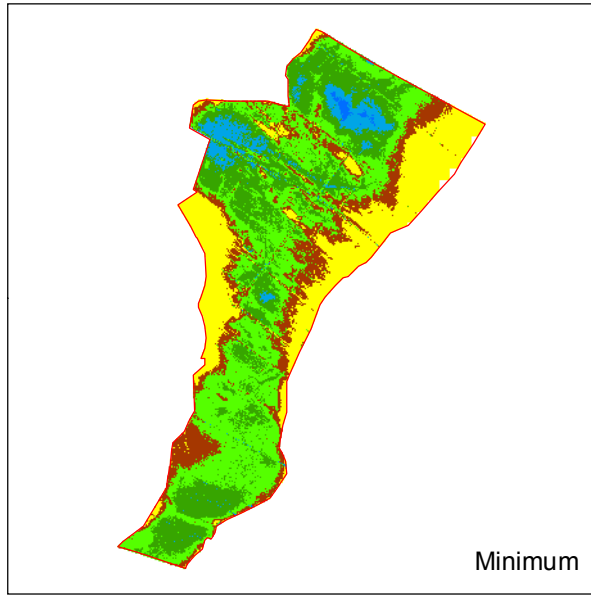
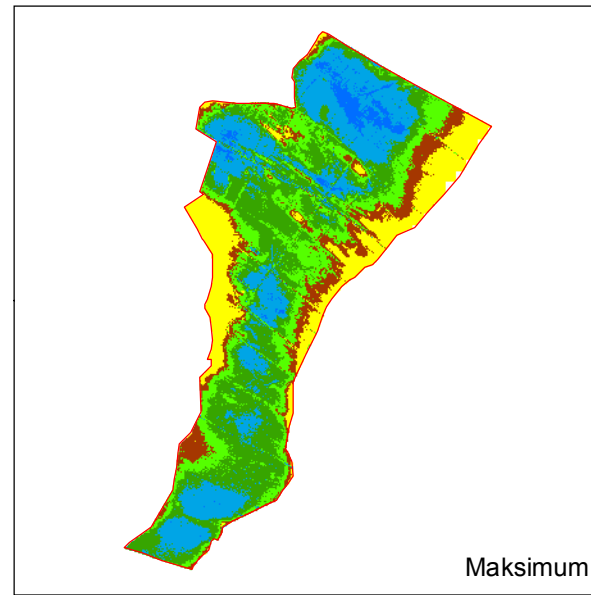
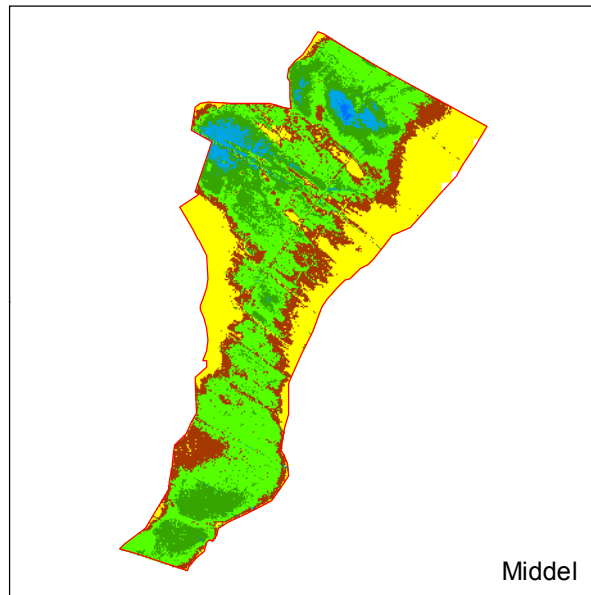
April



Maj



Juni

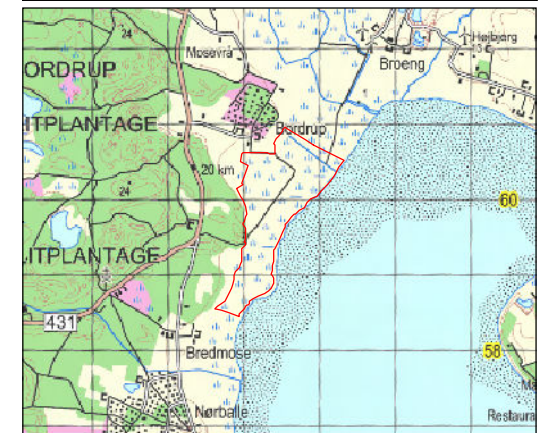


Fremtidige forhold  
april kvartal  
Ho Bugt

Signaturforklaring

**Afvandingsforhold**

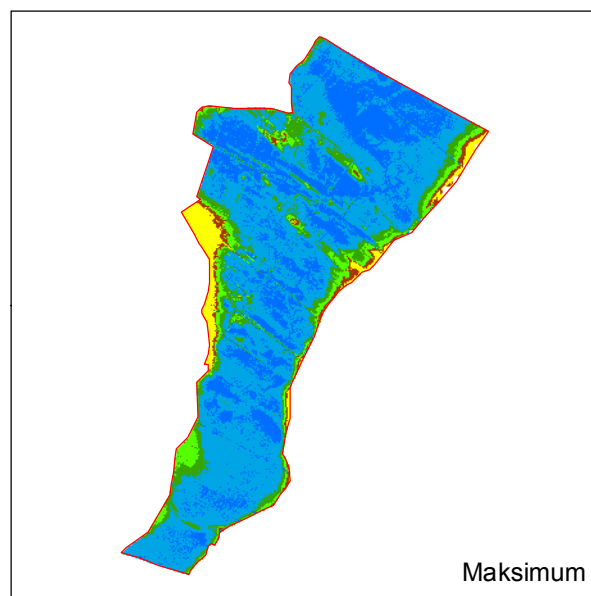
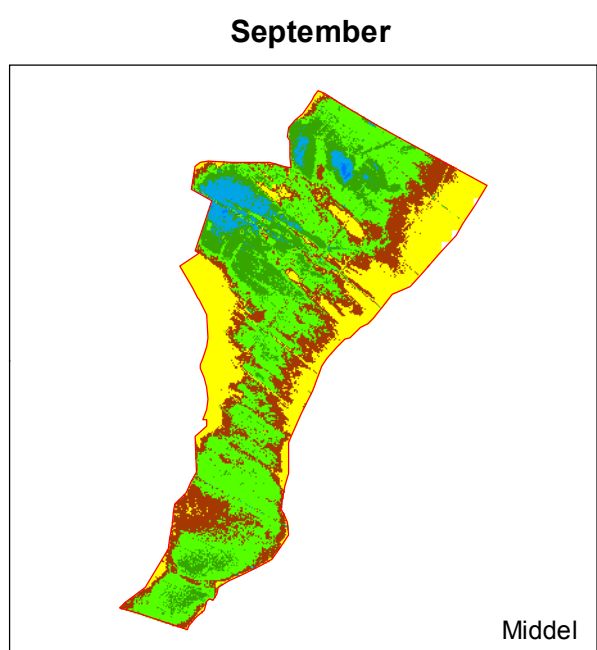
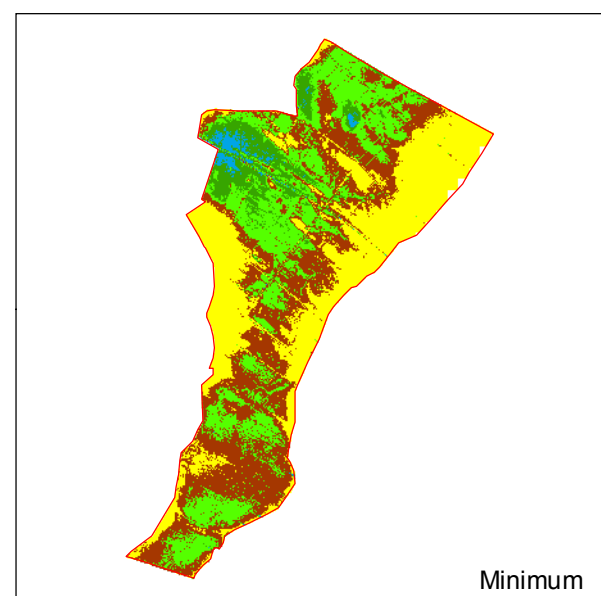
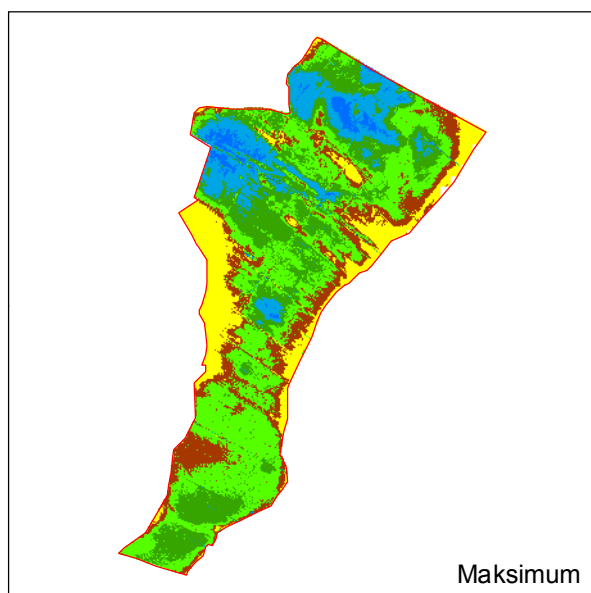
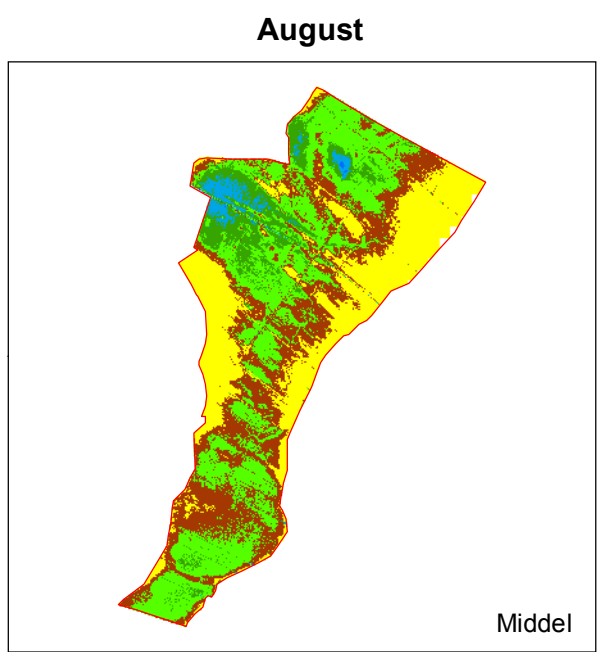
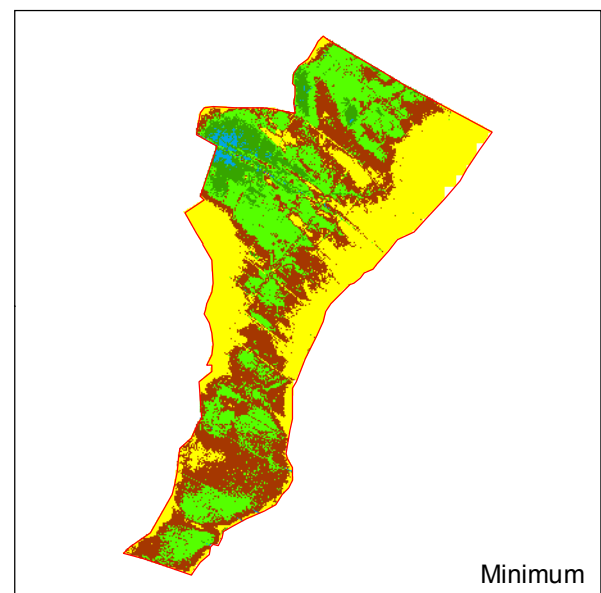
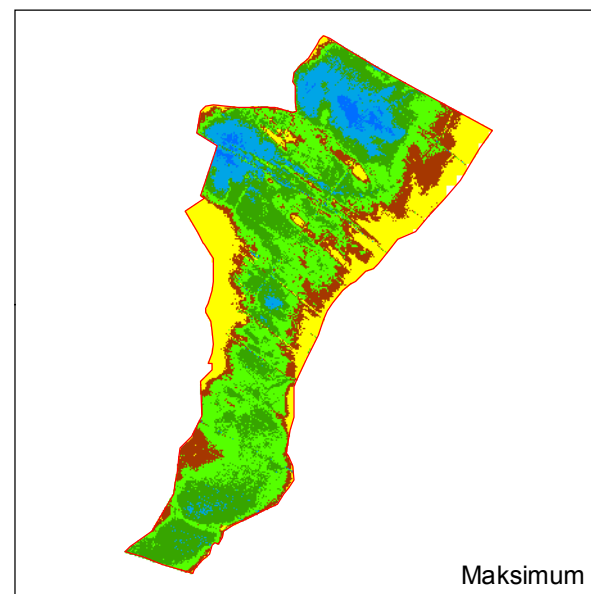
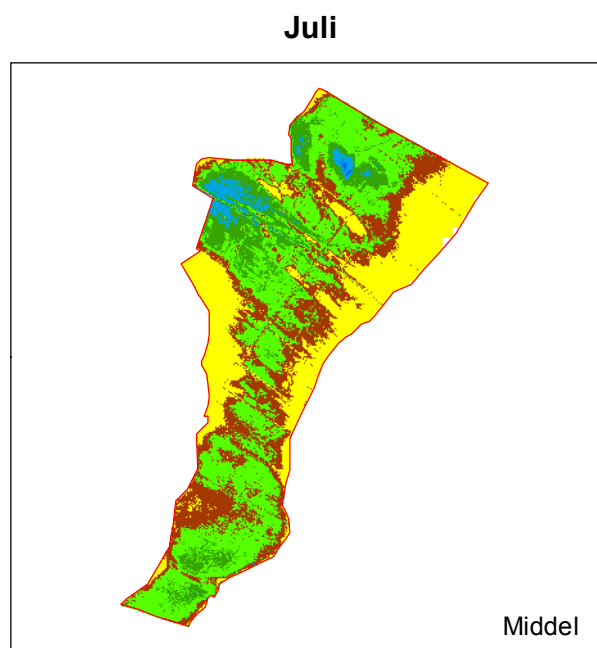
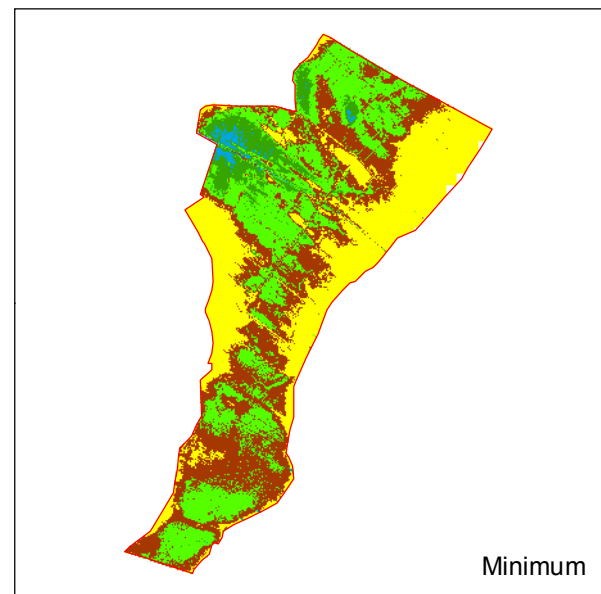
- Vanddækket (< 0)
- Sump (0-0,25)
- Våd eng (0,25-0,50)
- Fugtig eng (0,50-0,75)
- Tør eng (0,75-1,00)
- Upåvirket (> 1)
- Undersøgelsesområde



**Bilag 8.2**

Sagsnummer 1431200037		Målestok 1:35.000	Kortsystem DVR90
Udarbejdet HMOL	Kontrol HMOL	Dato 7-03 2013	Rev 1



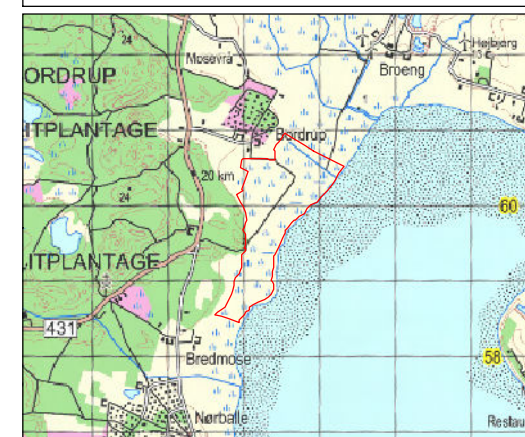


Fremtidige forhold juli kvartal Ho Bugt

Signaturforklaring

**Afvandingstilstand**

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



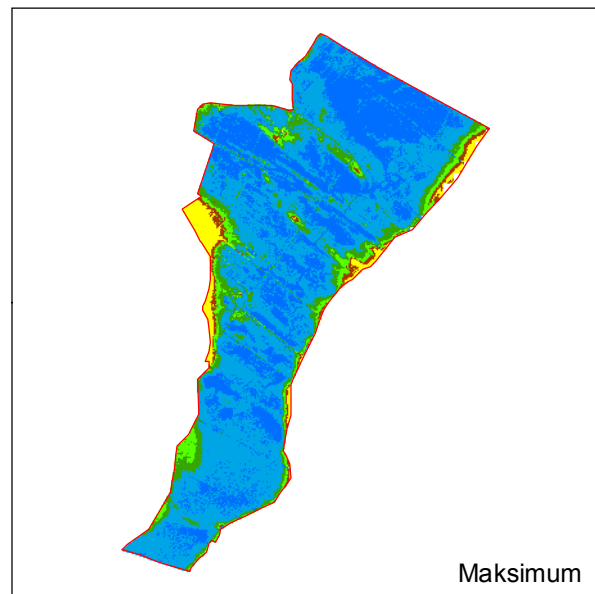
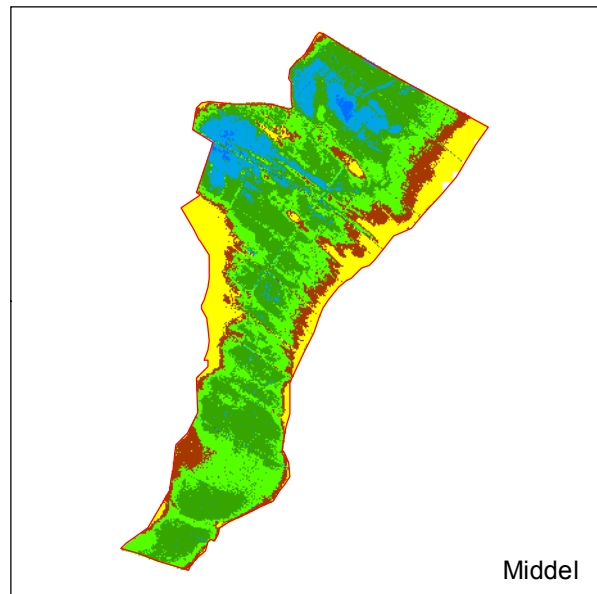
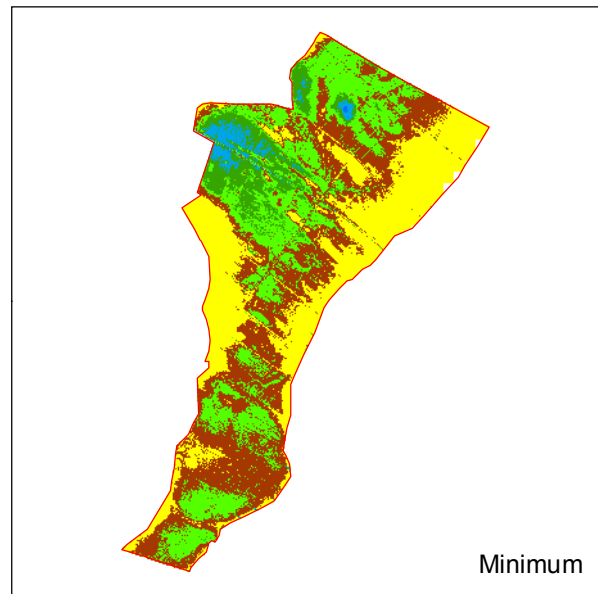
**Bilag 8.3**

Sagsnummer 1431200037		Målestok 1:35.000	Kortsystem DVR90
Udarbejdet HMOL	Kontrol HMOL	Dato 7-03 2013	Rev 1

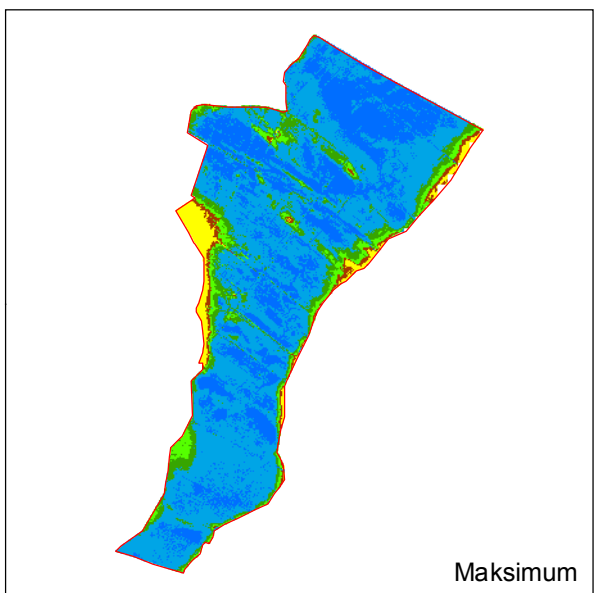
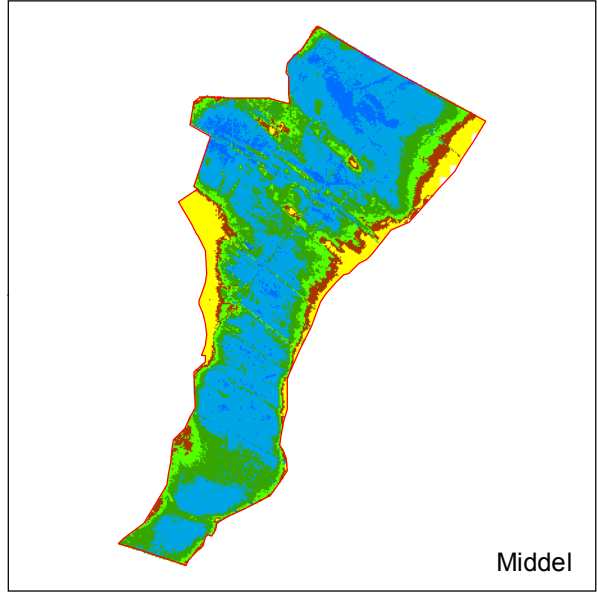
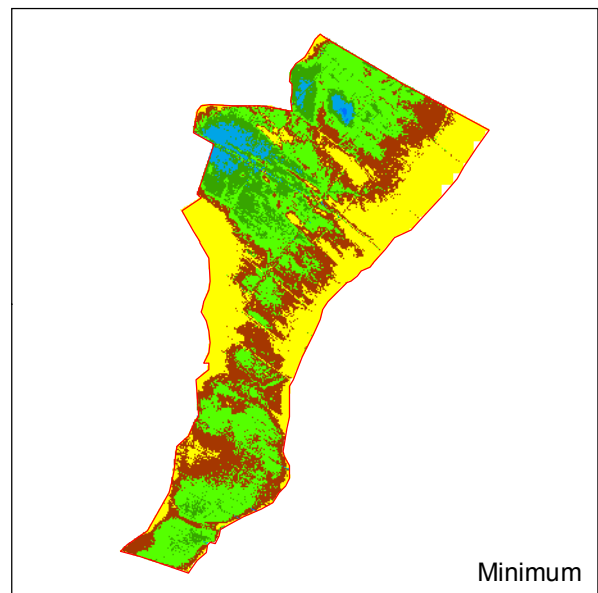




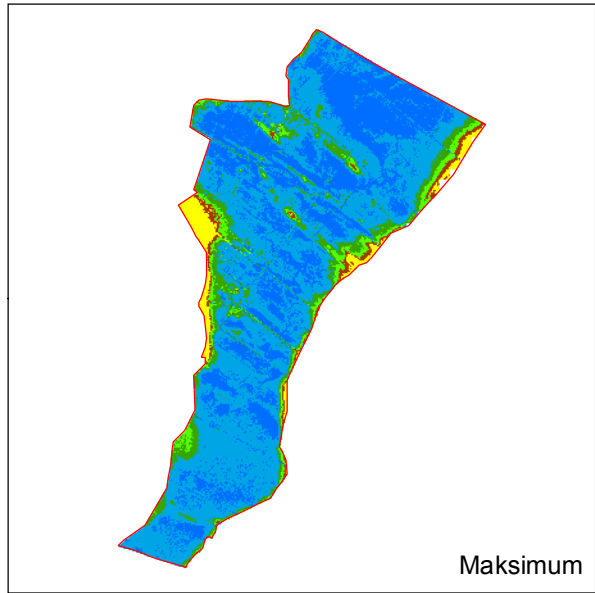
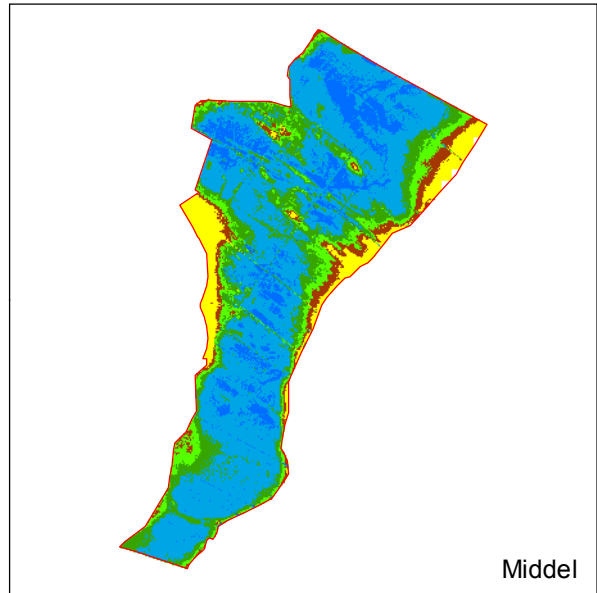
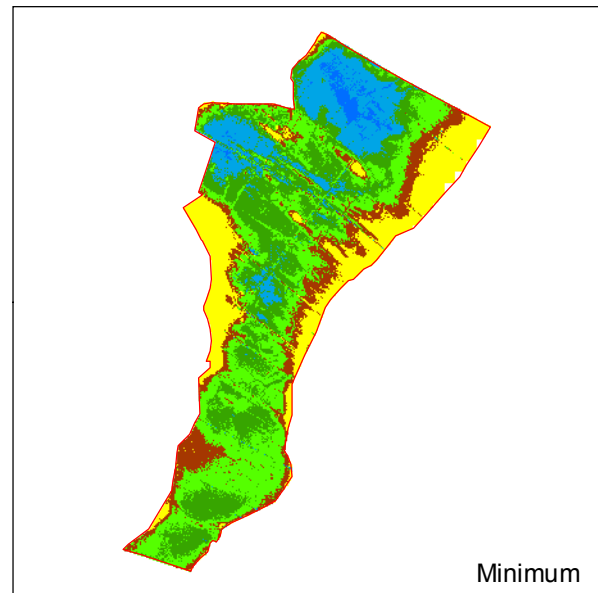
Oktober



November



December

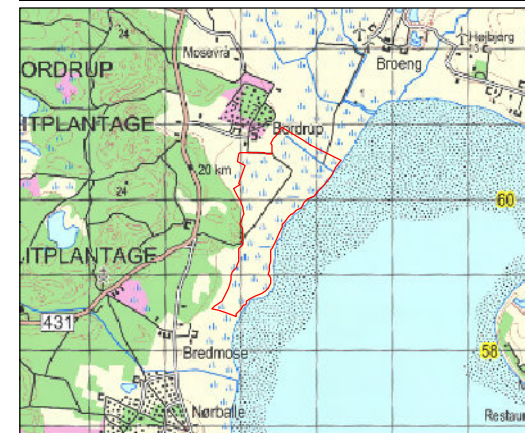


Fremtidige forhold  
oktober kvartal  
Ho Bugt

Signaturforklaring

**Afvandingsstilstand**

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



**Bilag 8.4**

Sagsnummer 1431200037		Målestok 1:35.000	Kortsystem DVR90
Udarbejdet HMOL	Kontrol HMOL	Dato 7-03 2013	Rev 1

