

Grundvands- og overfladevandsmodel for Vasby Mose og Sengeløse Mose, Høje-Taastrup Kommune

RigKilde-LIFE, LIFE 14NAT/DK/000606, Aktion A1,
December 2017

Jacob Kidmose & Bertel Nilsson

DE NATIONALE GEOLOGISKE UNDERSØGELSER
FOR DANMARK OG GRØNLAND,
ENERGI-, FORSYNINGS- OG KLIMAMINISTERIET



GEUS

Grundvands- og overfladevandsmodel for Vasby Mose og Sengeløse Mose, Høje-Taastrup Kommune

RigKilde-LIFE, LIFE 14 NAT/DK/000606, Aktion A1,
December 2017

Jacob Kidmose & Bertel Nilsson



Grundvands- og overfladevandmodel for Vasby Mose og Sengeløse Mose Høje-Taastrup Kommune

RigKilde-LIFE
LIFE 14 NAT/DK/000606
Aktion A1
December 2017



**Høje-Taastrup
Kommune**

Forfattere: Jacob B Kidmose, De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland, jbki@geus.dk. Bertel Nilsson, De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland

Kvalitetssikring: Torben O Sonnenborg, De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland

Ordliste: *Trykniveau*, anvendes ofte med samme betydning som grundvandsspejl. I moserne er trykniveauet for det meste det samme som mosens vandspejl (når grundvandsspejlet i mættet del af jorden ikke er spændt, dvs. der er et frit grundvandsspejl). *Moh* er meter over havniveau (reference DVR90). *Drænrør* bruges om et rør med små åbninger, eller slidser, hvor vandet fra jorden kan sive ind i drænrøret og løbe igennem røret til en å.

Indhold

1. Resume	4
2. Baggrund og formål	5
3. EU RigKilde-LIFE projektet og dette projektområde	6
4. Opstilling af en lokal geologisk model (Geoscene 3D)	7
5. Forudgående analyser, opstilling og kalibrering af Rigkilde modellen.....	9
5.1 Analyse af den tidlige og rumlige grundvandsdynamik	10
5.2 Vandstrømmen i åløbene	11
5.3 Modelopsætning og kalibrering	11
5.4 Validering	16
5.5 Historisk tidsserie	18
6. Scenarier og resultater	19
Scenarie 1 og 2 (dræns scenarier).....	20
Sengeløse dræns scenarie.....	21
Vasby Mose dræns scenarie	23
Scenarie 3	24
Scenarie 4	26
Scenarie 5	26
Scenarie 6	29
Scenarie 7	31
7. Konklusioner og anbefalinger	33
Referencer	37

1. Resume

I nærværende undersøgelse er opstillet en detaljeret grundvands-overfladevandsmodel (benævnes Riggilde modellen) for Vasby og Sengeløse Moser. Modelscenarierne skal belyse de nuværende hydrologiske forhold og mosernes udvikling på kort sigt i EU-LIFE naturprojektets løbetid frem til 2020 for at få udviklet naturen her og nu, samt belyse de hydrologiske forhold der kan berøre mosen på lang sigt med fremtidige effekter af klimaændringer og ændringer i mængden af drikkevandsindvinding. 7 modelscenarier er blevet undersøgt.

Drænsplan 1 belyser muligheden for at etablere nye nedgravede drænrør/åbne grøfter så værdifuld naturarealer kan bevares i hhv. østenden af Vasby Mose og østenden af Sengeløse Mose. Der skal være opmærksomhed på at bundkote forholdene i Spang Å og Sengeløse Å på de konkrete steder, hvor de nye drænsystemer munder ud i åerne og bundkoten af drænsystemerne. Faldene er små, så det kan være nødvendigt at etablere højvandssikring i drænrørene eller drængrøfterne ved højvandstand i åerne.

Drænsplan 2 belyser mulige effekter på vandstandsforholdene omkring de nyetablerede dræningssystemer med henblik på at vurdere negative påvirkninger på de bevaringsværdige rigkær i begge moser. Modelberegninger viser, at der kan være målbare vandstandssænkninger i en afstand på op til 50m fra drænrør/grøften. Det er vigtigt i en indkøringsperiode at monitorere vandstandssænkningerne på begge lokaliteter med vandstandsloggere.

Ved Enghavegårdsvej 21 er lavet et **scenarie 3 og 4**, hvor det skal vurderes om drænvand kan afledes fra markafvanding på arealer syd for Sengeløse Mose via et nyetableret lukket rør fra Enghave gårdsvej 21 enten igennem Sengeløse Mose til Sengeløse Å eller ledes syd om Sengeløse Mose mod øst til Hakkemose Grøften. Begge løsninger er mulige, men begge kræver at HT-kommune har særlig opmærksomhed på at kontrollere brinkernes højde specielt ved Hakkemose Grøften ind mod nordøstenden af Sengeløse Mose, så overløb af næringsholdigt vand undgås ved højvandssituationer.

I **scenarie 5** skal betydningen af øget nedbør vurderes i et fremtidigt klima i et vådt og et tørt scenarie sammenholdt med et nutidigt scenarium med henblik på (a) de to mosers fugtighedsforhold samt (b) Spang Å og Sengeløse Å's afstrømning, hvor ekstremperioder med høj vandstand og ekstremperioder med lav vandstand i moseaflejringerne er blevet simuleret som følge af klimaekstremer. Klimascenarier beregnet med Riggilde modellen for et fremtidigt tørt og vådt klima i perioden 2080-2100 sammenlignet med det nutidige klima viser ikke store forskelle i vandstand, imellem det vi kender i dag og om 60-80år. Vinterperiodens vandstande beregnet for de tre klima scenarier viser størst forskelle på op til 10-15 cm, mens sommer scenariet maksimalt er på 5cm. Beregningerne sandsynliggør således, at i planternes vækstperiode i sommerhalvåret så vil fugtighedsforholdene i moserne ikke ændres væsentligt i et fremtidigt klima. Til gengæld kan der være et forvaltningsmæssigt opmærksomhedspunkt omkring hyppigheden af grødeskæring, og senere grødeskæring på året i de to år i et fremtidigt klima for at sikre tilstrækkelig gode afstrømningsforhold i åerne.

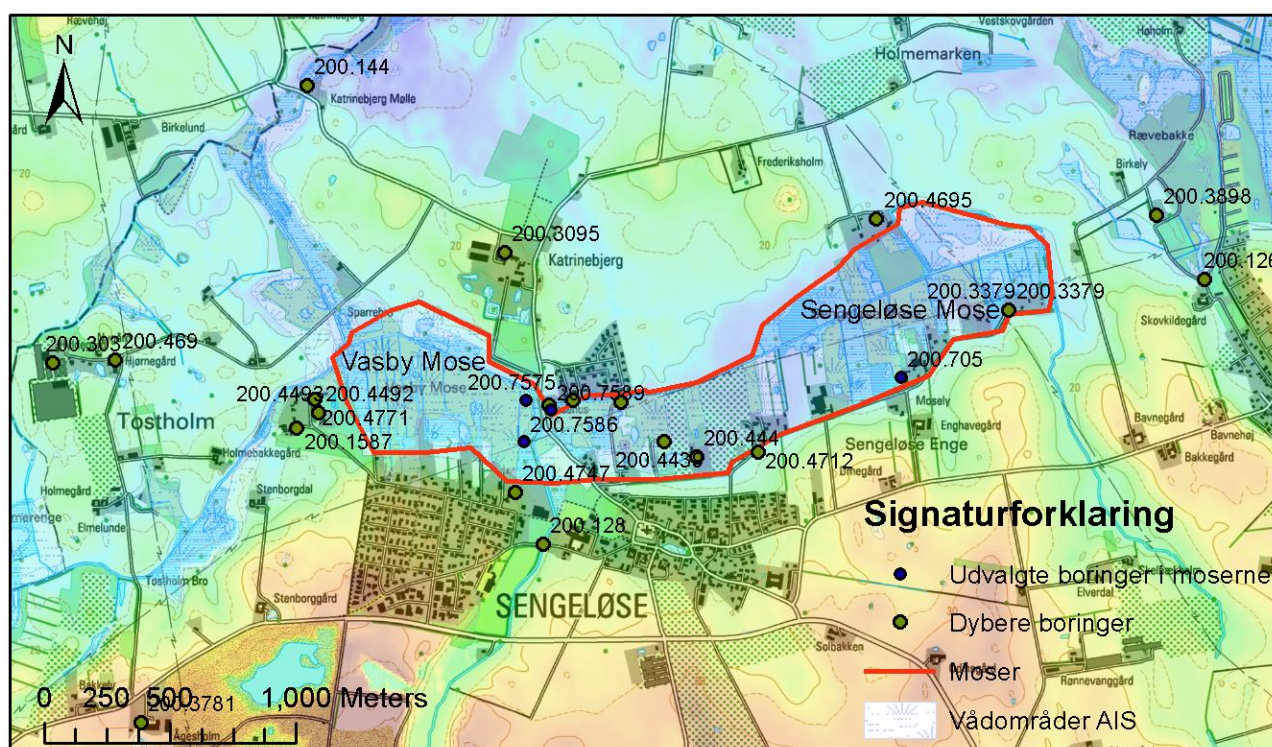
I **scenarie 6** er den kalibrerede Riggilde model blevet sat op til at evaluere det foreslåede monitoringsnetværk af pejleboringer i moseaflejringerne samt i sekundære og primære grundvandsmagasiner. Det anbefales at installere vandstandslogger i mindst 10 boringer i Vasby og

Sengeløse Moser til overvågning af vandstanden. Formålet er dels at overvåge eventuelle påvirkninger fra grundvandsindvindinger i området, eventuelle påvirkninger fra klimaændringer og endelig effekten af etablering af to nye lokale afdræningssystemer i hhv. Sengeløse og Vasby Moser. Overvågningen skal følge ændringer i vandstand i det primære grundvandsmagasin nær moserne; i selve moseaflejringerne, samt observere ændringer i vandstand i op til 50m afstand væk fra de to nyetablerede dræningssystemer i de to moser.

I **scenarie 7** er betydningen af at øge indvindingsmængder med 20% fra de eksisterende kildeplader i Sengeløse området blevet vurderet i forhold til ændringer i vandstand i moseaflejringerne. På baggrund af modelberegninger med Rigkilde modellen vurderes det for det første, at selv ved en øgning af grundvandsindvindingen med op til 20 % i Sengeløse området så vil vandstanden i moseaflejringerne ikke påvirkes nævneværdigt (få millimeter). Intet tyder på at gradientforholdene vil ændres så de steder hvor der i dag er en opadrettet grundvandsstrømning vil forsvinde. For det andet vurderes det at vandføringen i åerne omkring og i de to moser ikke reduceres væsentligt (få promille) ved en øgning af indvindingen i området med 20%.

2. Baggrund og formål

Høje-Taastrup kommune skal have opstillet en lokal grundvands- og overfladevandsmodel for Vasby og Sengeløse Moser med scenarietkørsler, der skal indgå som del af aktion A1 i LIFE-projekt "Rig-Kilde-LIFE" (LIFE14NAT/DK/000606).



Figur 1 Oversigtskort over Sengeløse og Vasby Moser

Formålet med opgaven er at opstille en lokal grundvands- og overfladevandsmodel for Vasby Mose og Sengeløse Mose (Fig. 1), der kan benyttes til en række scenariekørsler for at belyse og opnå viden om hvordan den lysåbne habitatnaturtype rigkær i Vasby og Sengeløse Moser bedst beskyttes og udvikles. Scenariekørslerne skal belyse en række forhold såsom effekter af øget dræning, øget grundvandsindvinding og klimaforandringer.

Rapporten er en kortfattet beskrivelse af den opstillede model med en fokuseret analyse af de hydrologiske forhold, som er afgørende for det grundvandsafhængige terrestriske økosystem i moserne. Analyserne er opdelt i en række scenarier, som skal belyse de nuværende forhold og mosernes udvikling på kort sigt i EU-LIFE naturprojektets løbetid frem til 2020 for at få udviklet naturen her og nu, samt belyse forhold der kan berøre moserne på lang sigt med fremtidige effekter af klimaændringer og øget indvinding af drikkevand.

3. EU RigKilde-LIFE projektet og dette projektområde

Projektområdet Vasby Mose og Sengeløse Mose indgår i et fælles EU LIFE naturprojekt kaldet RigKilde-projektet. Høje-Taastrup Kommune (HT kommune) har sammen med Thisted Kommune, Jammerbugt, Struer, Faxe og Furesø Kommuner, samt Naturstyrelsen ansøgt og opnået støtte til at gennemføre en fælles indsats for tre fugtighedskrævende, lysåbne habitatnaturtyper - kildevæld, avneknippemose og rigkær, som er stærkt på retur i hele Danmark.

Det område der i HT Kommune indgår i RigKilde-projektet består af to store moser – Vasby Mose og Sengeløse Mose. Begge moser, men i særlig grad Vasby Mose, rummer områder af stor botanisk interesse. Moserne har været fredet siden 1968. Fredningerne er blevet moderniseret med henblik på at sikre naturpleje i områderne. Vasby Mose er således fredet igen 2003 og de fredede arealer er udvidet fra 29 ha til 35 ha, mens Sengeløse Mose er blevet fredet igen i 2007 og udvidet fra 56 ha til 77 ha.

Vasby Mose og Sengeløse Mose indgår i dag i et Natura 2000-området nr. 140, Habitatområde H124 på i alt 109 ha, der er specielt udpeget på grund af en væsentlig tilstedeværelse af de lysåbne, kalkholdigt og fugtighedskrævende naturtyper rigkær (7230) og tidvis våd eng (6410) (Bilag 1). Disse naturtyper er i dag begrænset til mindre isolerede forekomster i begge moser. Det mest værdifulde rigkær i Natura 2000-området findes centralt i Vasby Mose. Her vokser der på samme sted to karakteristiske rigkærs-arter melet kodriver og halvgræsset rust-skæne sammen, som det eneste sted i landet.

Målet med Natura 2000-området for Vasby Mose og Sengeløse Mose er at bevare og fremme de naturtyper og arter, som området er udpeget for at beskytte. Moserne har tidligere været udnyttet til græsning og høslæt, samt under og efter krigen til tørvegravning /1/. I Natura 2000-planen for moserne er særlig hydrologi, og tilgroning nævnt, som væsentlige trusler mod at opnå gunstig bevaringsstatus. Der skal derfor i særlig grad for dette område ske en indsats for naturtyperne rigkær og tidvis våd eng. Indsatsen er rettet mod at sikre naturtypernes areal øges, og at der skabes sammenhæng mellem forekomsterne.

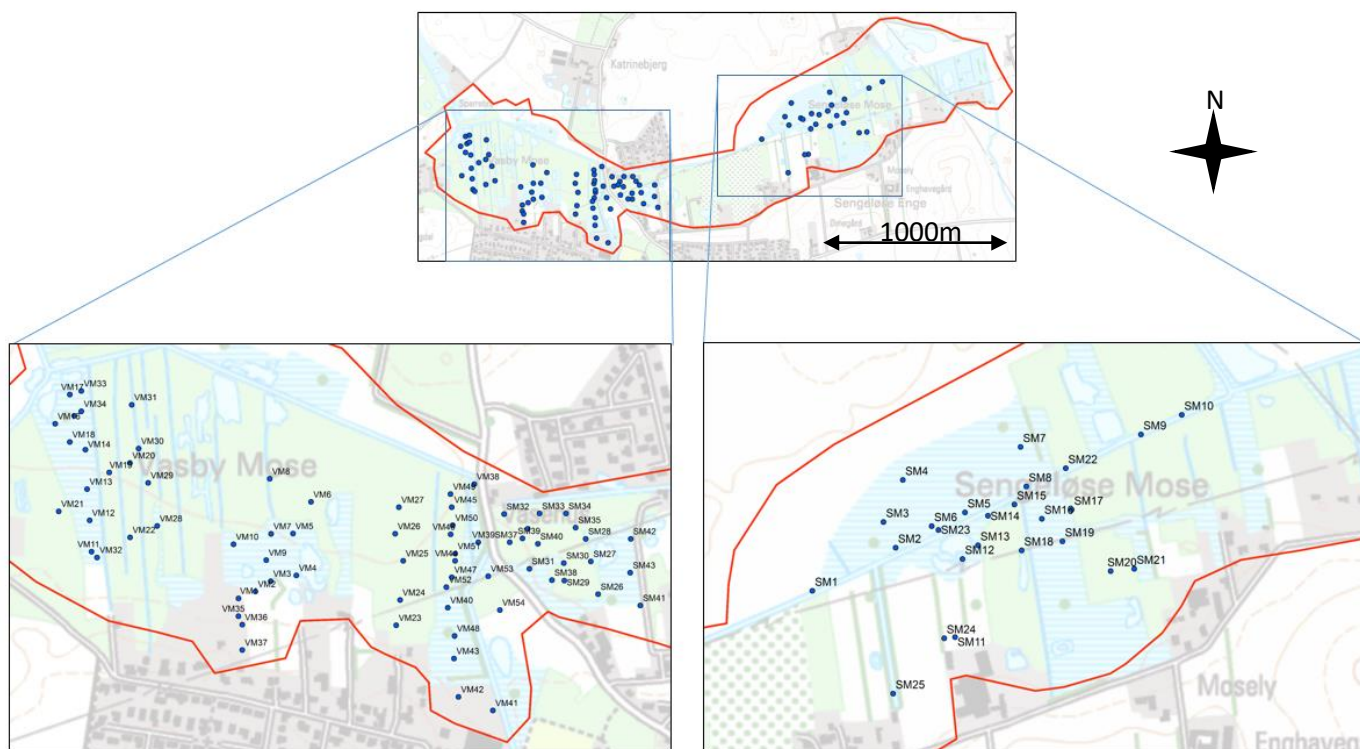
Ifølge habitatbekendtgørelsens § 4, stk. 1 er bevaringsmålsætningen for Natura 2000-områderne at sikre eller genoprette en gunstig bevaringsstatus for de naturtyper og arter, områderne er udpeget for. I Miljømålsloven er det fastsat, at staten skal udarbejde Natura 2000-planer, der fastsætter mål for naturtilstanden med henblik på at sikre eller opnå gunstig bevaringsstatus, og kommunerne skal udarbejde handleplaner til gennemførelse af Natura 2000-planen inden for kommunernes geografiske områder. Det

følger således, at kommunerne har en lovbunden opgave i at arbejde for at sikre eller genoprette en gunstig bevaringsstatus for naturtyper og arter på udpegningsgrundlaget for de nævnte Natura 2000-områder.

I RigKilde-projektet gennemføres tilsammen indsatser i 8 Natura 2000-områder. Thisted Kommune er projektansvarlig for det samlede projekt, og de øvrige kommuner samt Naturstyrelsen indgår som partnere i projektet.

4. Opstilling af en lokal geologisk model (Geoscene 3D)

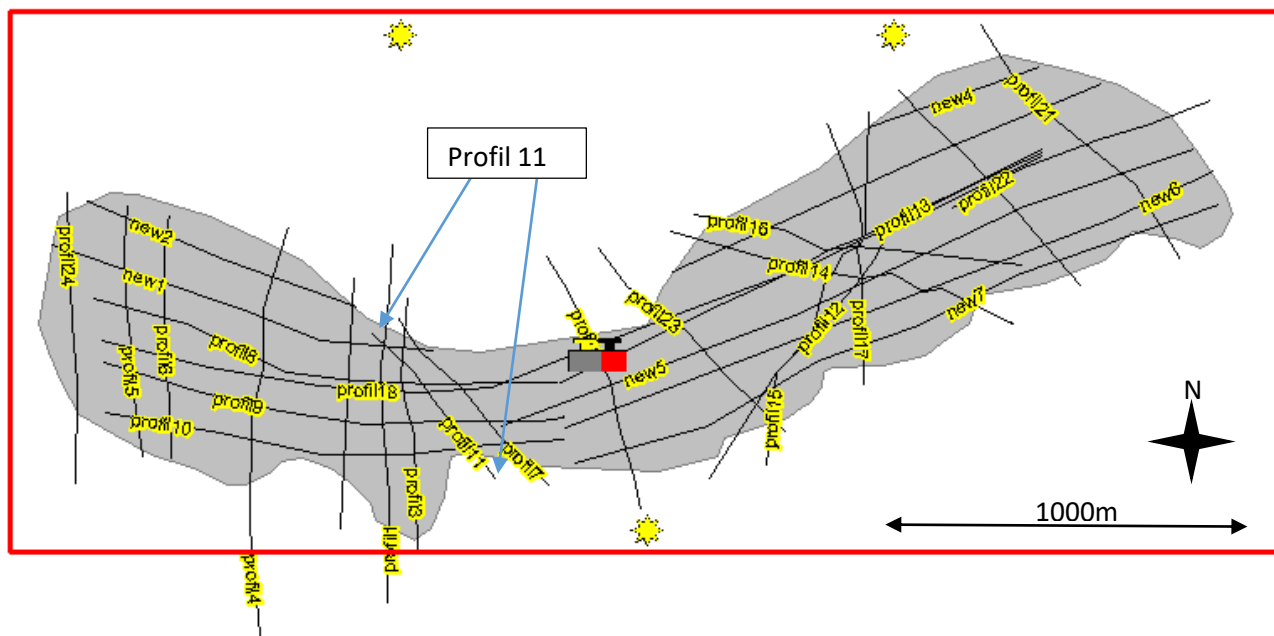
De to moser er blevet kortlagt med håndboreudstyr i perioden 2014-2015. Alle boringer er beskrevet for hver 15 cm til dybder mellem 1 og ca. 4 m /2,3/. Samlet er der udført knap 100 håndboringer, med 54 håndboringer i Vasby Mose og 43 håndboringer i Sengeløse Mose. Alle håndboringerne er indlæst i JUPITER databasen og har fået hver sit DGU nr. I figur 2 ses placeringen af håndboringerne i de to moser og det fremgår klart at boringerne er nogenlunde jævnt fordelt i Vasby Mose, mens håndboringerne i Sengeløse er koncentreret i den vestligste del samt centrale del af Sengeløse, hvor de våde kortlagte naturtyper forekommer i dag. I de ikke-kortlagte områder af Sengeløse Mose er der således større usikkerhed på tolkningen af laggrænserne i de geologiske profiler.



Figur 2. Placering af håndboringer i Vasby og Sengeløse Moser.

Den georefererede lokalgeologiske information fra håndboringerne er blevet samlet i det geologiske modelleringsværktøj Geoscene3D. Lagflader, der har betydning for vandets strømning (tørve, gytje, sand og

ler), er blevet indarbejdet i den geologiske model for moseaflejringerne. I alt er der opstillet 30 tolkede geologiske profiler indenfor modelområdet. Den lokal-geologiske 3D model indarbejdes efterfølgende i den regional-geologiske model, og skaber grundlag for geologien i den lokale grundvands-overfladevandsmodel (Rigkilde modellen).



Figur 3. Tolkede geologiske profiler i Vasby og Sengeløse Moser er primært baseret på håndboringer i moserne. Det grå felt angiver afgrænsningen af de to moser i Rigkilde modellen (jf. figur 1). Den røde ramme angiver modelområdet (scene extent) for den opstillede Geoscene3D model. De tre gule stjerner og det grå og røde "kamera" centralt i området er blot modeltekniske elementer, der ikke forklares nærmere. De enkelte geologiske profilinjer er angivet med navn i en gul boks.

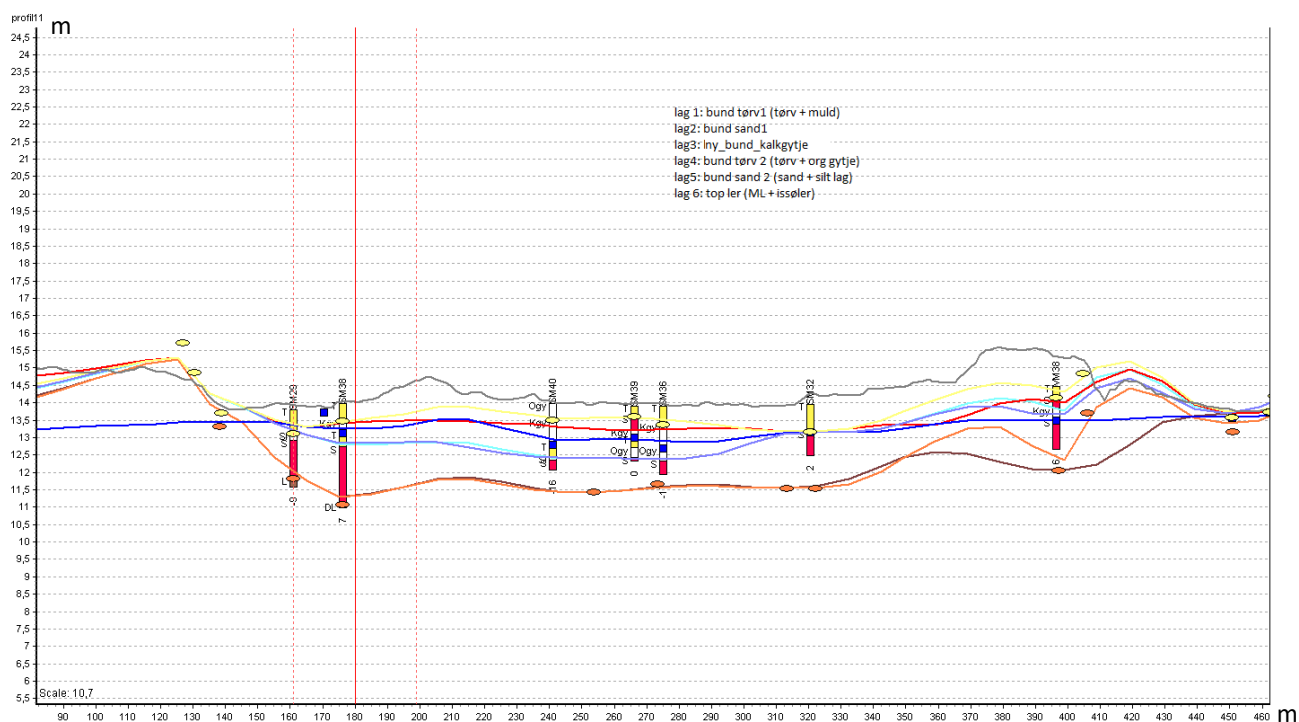
Den konceptuelle model for moseaflejringerne i de to moser er som følger (beskrevet fra terræn og ned):

- Lag 1 (benævnes "Tørv 1"). Tørv1-laget er beskrevet som tørv eller muld øverst i de håndborede profiler.
- Lag 2 (benævnes "Sand 1"). Sand1-laget udgøres af mindre sand lommer, der stratigrafisk altid ligger umiddelbart under Tørv 1 de steder hvor sandlommerne forekommer.
- Lag 3 (benævnes "KGy"). Kalkgytjen KGy er oftest stratigrafisk afgrænset opadtil af enten Tørv 1 eller Sand 1. Nedadtil ligger KGy ovenpå Sand2 eller Tørv2.
- Lag 4 (benævnes "Tørv2"). Tørv2-laget er slået sammen af dybereliggende tørvlag og lag af organisk gytje (OGy). Tørv2 ligger typisk mellem KGy og Sand2 eller sjældnere ligger OGY ovenpå KGy (kun i Sengeløse Mose)
- Lag 5 (benævnes "Sand2"). De steder hvor Sand2-laget forekommer i moseaflejringerne, så ligger det altid direkte på det underliggende ler.

- Lag 6 (benævnes "top_ler"). Toppen af leren er den lerenhed, der først forekommer i de håndborede profiler. Lertypen kan både være glacialt moræneler eller en issøler (Dryas-ler). "Top ler" vil altid være bunden af den geologiske model for moseaflejringerne.

Bemærk at lag 3 i den konceptuelle model benævnes som kalkgytje, men samme jordtype er beskrevet som kildekalk i /1/. Dette spiller dog ingen rolle, da kalkgytje og kildekalk rent hydraulisk har en meget lav hydraulisk ledningsevne og behandles ens i den lokale grundvands-overfladevands model.

Figur 4 viser et eksempel på et nord-sydgående geologisk profil igennem Vasby Mose (profil 11 i Fig. 3).



Figur 4. Eksempel på geologisk profil (Profil 11) fra Geoscene3D modellen.

5. Forudgående analyser, opstilling og kalibrering af Rigkilde modellen

Den lokale grundvands- og overfladevandsmodel, fremover omtalt som RigKilde modellen, er en videreudvikling af Niras HT-kommune model fra 2013 /4/. Afgrænsning af RigKilde modellen er nærmere beskrevet i afsnit 5.3. RigKilde modellen adskiller sig fra HT kommune modellen ved at fokusere på interaktionen mellem overfladevandet, moserne, og grundvandsmagasinerne. For eksempel anvender RigKilde modellen STREAM package delen i MODFLOW modelleringsværktøjet til simulering af samspillet mellem åerne som løber igennem området og grundvandsmagasinerne. Det sikrer, at modellens vandbalance kan verificeres ved vandføringsmålinger. Ved den tidligere model bliver grundvandet fjernet fra modellen ved dræning, når det stiger op i den kote, som drænet er indsat i, svarende til bunden af åerne. RigKilde modellen er herunder kalibreret imod den grundvandsudstrømning, som sker i vådområderne i de to moser. Dvs. at vandføringsmålinger udført i nedstrøms del af moserne, samt i moserne, er benyttet i kalibreringen og dermed er modelparametre justeret til at matche denne målte

vandføring. RigKilde modellen benytter sig desuden også af den lokal geologisk model for de to moser opstillet i Geoscene 3D.

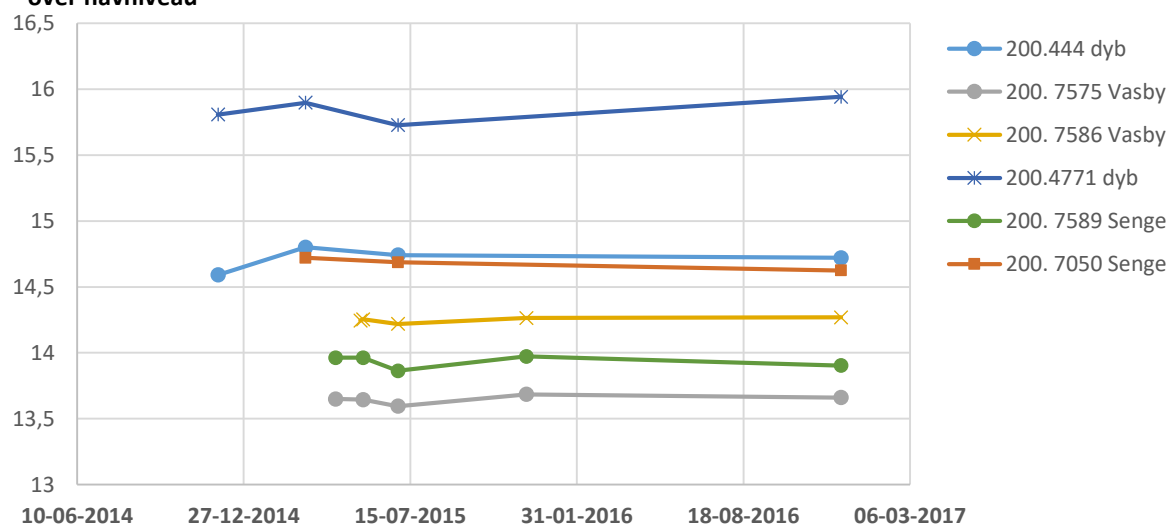
De belyste scenarier analyserer forhold med forskellig skalaafhængighed. Fx belyser et af scenarierne effekten af en potentiel ændring af områdets indvindinger. Det kræver en model, hvis udstrækning inkluderer områdets kildepladser, dvs. en modelskala med en grid størrelse på 100m. Denne model kaldes i det følgende lokalmodellen (eller Rigkilde modellen). Scenarierne, som omhandler effekter af eventuelle drækanaler eller drænrør i moserne, kræver en opløsning i moserne på ned til 5-10 m grid størrelse, hvor drænene indlægges. Denne model kaldes den højpåopløselige lokalmodel.

5.1 Analyse af den tidslige og rumlige grundvandsdynamik

Som baggrund for opstilling af RigKilde modellen er områdets grundvandsdata analyseret for at bedømme, hvad en rimelig tidslig opløsning er, og for at se hvor meget grundvandsstanden varierer fra år til år. Herunder specielt trykniveauet i moserne. Ved undersøgelserne dokumenteret i /2,3/ blev der foretaget omfattende pejling af grundvandsstanden i og omkring moserne i 2014 og 2015. I nærværende undersøgelse er der ligeledes foretaget en pejlerunde i 2016. Desuden er der i Rigkilde modellen indarbejdet gode øjeblikbilleder fra Store Pejledag i oktober 2014 og 2016. Den store mængde af data gør, at vi kan bestemme den årlige fluktuation af grundvandsspejlet under og i moserne med god sikkerhed.

I Sengeløse Mose er der 35 filtersatte boringer i selve moseaflejringerne, som er pejlet minimum 3 gange. For året 2015 viser de en middel fluktuation af grundvandsspejlet på 18 cm (median på 11 cm). De 58 filtersatte boringer i Vasby Mose viser for 2015 en endnu mindre middel grundvandsfluktuation på kun 14 cm (median på 8 cm), mens grundvandsspejlets fluktuation i de dybe boringer omkring vådområdet viser en middel fluktuation i 2015 på 33 cm (median på 24 cm). De dybe boringer er ikke filtersat i selve mosesedimenterne og repræsenterer trykniveauet i kalken eller sandlag mellem kalken og mose sedimenterne.

**Trykniveau i meter
over havniveau**



Figur 5. Afbildning af den tidslige variation i trykniveau for kalk- og sand-magasiner (dyb) og korte boringer filtersat i moseaflejringerne i hhv. Vasby og Sengeløse Moser.

Trykniveaumålingerne viser, at er lavest i sommerperioden, hvor der generelt ikke foregår grundvandsdannelse, mens trykniveauet er relativt højere i vinterperioden. Observationer omkring de lokale grundvandsforhold ved Sengeløse og Vasby Moser viser således tydeligt, at:

- Regionale trykniveauer i kalk- og sand magasinerne varierer sammen med mosernes lokale grundvand, hvilket antyder at der er en god hydraulisk kontakt.
- Sæsonvariationer eksisterer, men er minimale, generelt under 20 cm.
- Grundvandsstanden varierer på årstids (kvartals) basis og ikke på ugentlig til daglig basis.

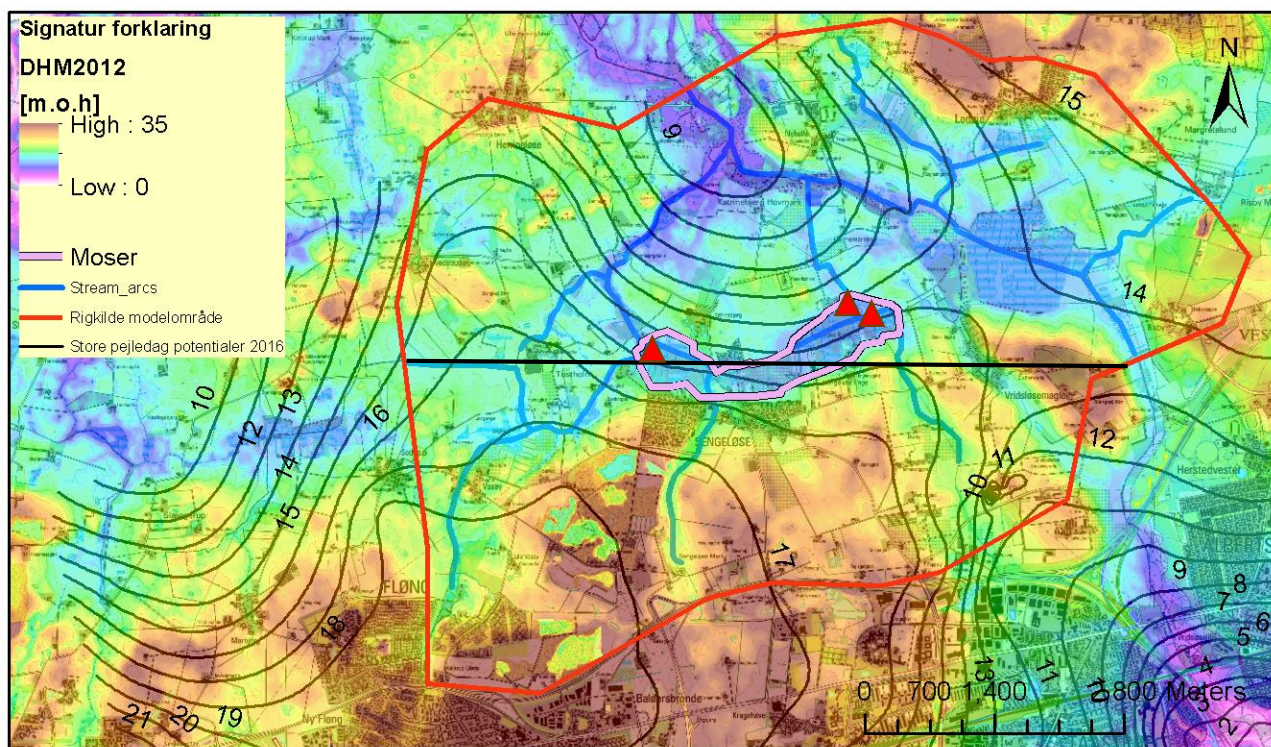
Konklusionen er ud fra disse målinger, at det ikke giver mening i modelleringssammenhæng at kigge på daglige til ugentlige variationer af grundvandsstanden. Derimod er det meget relevant at undersøge, hvordan sæsonmæssige trends i det regionale grundvandsmagasin påvirker grundvandsudstrømningen og trykniveauet, eller vandstanden i selve moserne. Det er således vigtigt at påpege, at vandstanden i moserne, er styret af grundvandsstanden og ikke af daglige variationer i vandstand og afstrømning i åerne i moserne. Da endemålet for dette projekt er at supportere planlægningen af optimale hydrologiske forhold for den bevaringsværdige natur, er modelopsætningen optimeret imod de grundvandsforhold, som er afgørende for den bevaringsværdige natur.

5.2 Vandstrømmen i åløbene

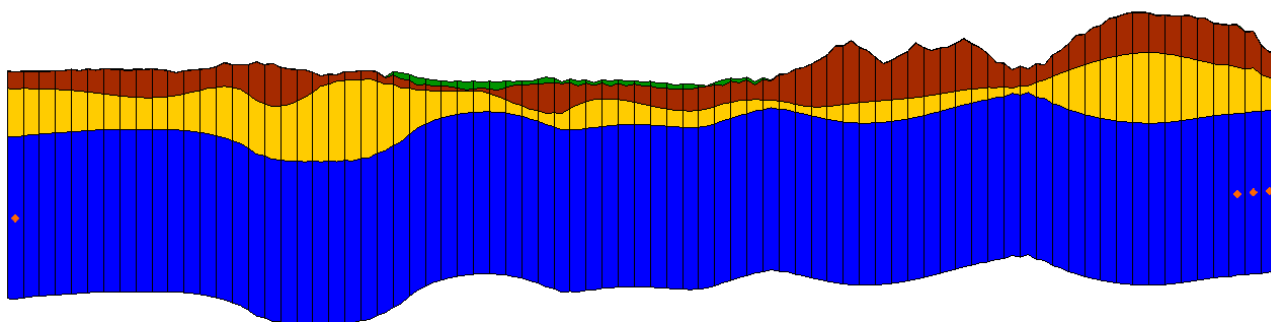
Det er dokumenteret igennem feltarbejde i nærværende projekt samt feltarbejde rapporteret i /2/, at vandstrømningen igennem Spang Å, Sengeløse Å og Hakkemose Grøften - er synsmæssig stillestående. Grundet det store tværsnit er vandføringen dog stadig mulig. De to åers og Hakkemose Grøftens har tidligere været undersøgt i /10/. Data for de to åers og Hakkemose grøftens bund-topografi er brugt til modelopsætningen.

5.3 Modelopsætning og kalibrering

Figur 6 viser områdefrænsningen af RigKilde modellen. Denne afgrænsning blev besluttet sammen med HT kommune for, at kunne gennemføre de forskellige scenarier og for at inkludere oplandet til de vandløb, som gennemløber Vasby og Sengeløse Moser. Geologien er indlagt i lokalmodellen i 4 numeriske lag, se nærmere beskrivelse i figur 7.



Figur 6 Riggilde modellens områdeafgrænsning, inkluderede vandløb (stream arcs). Potentialelinjer er vist for Store Pejledag 2016. Placeringen af den øst-vestgående profillinje i figur 7 er vist med en sort linje. Røde trekkanter viser vandføringsstationer, vestligst Tostholmbro, østligst Hakkemose Grøften (lige før sammenløb med Sengeløse Å), nordligst Sengeløse Å (efter sammenløb med Hakkemose Grøften). Lilla linje viser den samlede afgrænsning af Vasby og Sengeløse Moser.

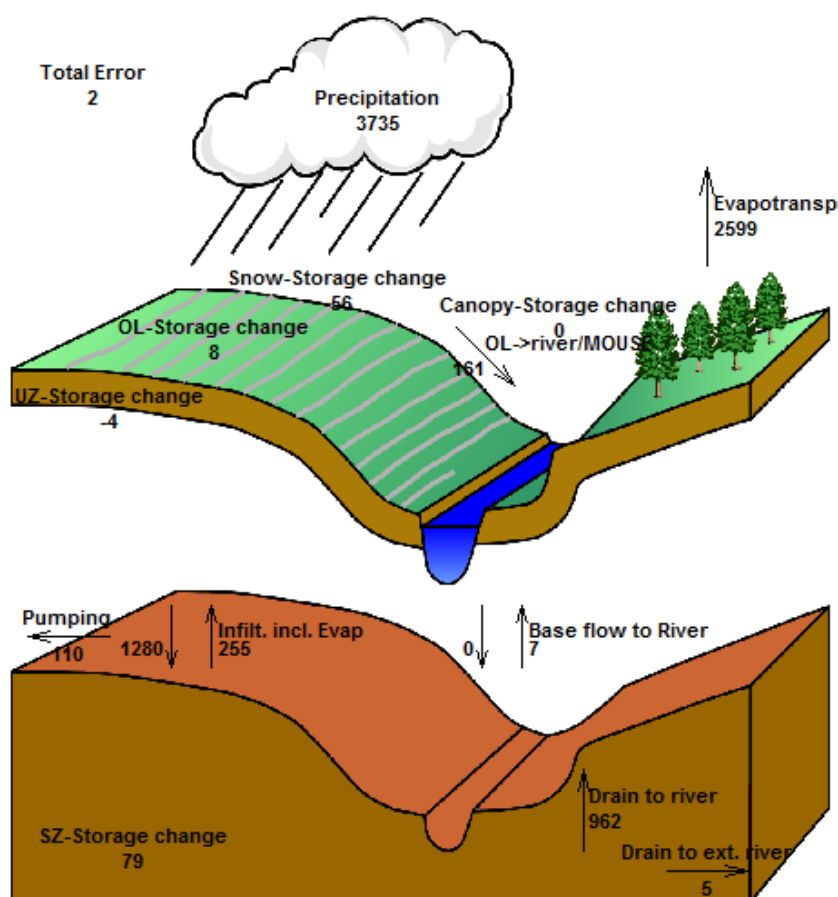


Figur 7 Numeriske lag med gridstørrelse på 100m i Riggilde modellen. Nederste lag (blåt lag) består af kalk og kvartær sand (KS3), dernæst et numerisk lag (lysbrunt lag) primært bestående af kvartært sand (KS2) og kvartært sand (KS3). Øverste lag (brunt lag) viser det øvre moræneler (ML1). Det tynde grønne lag øverst i profilet indeholder de forskellige sedimenter i mosen kortlagt i /2, 3/. Profilet har en overhøjde på 20 gange. I modelranden er der indlagt en fastholdt trykrand i det blå lag, orange prikker, efter data fra Store Pejledag 2016 (jf. figur 6). De geologiske lag-forkortelser er nærmere beskrevet i Bilag 4.

Ud over Riggilde modellen med grid størrelse på 100m er der udviklet en højopløselig modelversion med finere grid størrelse på 5-10 meter grid størrelse til simulering af drænsplan 1 og 2 i fokusområdet for en eventuel etablering af nye drænsystemer (beskrevet i afsnit 6).

Riggilde modellen og den højopløselige lokalmodel for drænsplanerne er begge opstillet som grundvands-overfladevandsmodeller på hver sin skala. Det betyder, at de beregner, hvordan den vandmættede del af geologien står i kontakt med overfladevande som vandløb, moser og søer. De simulerer ikke processer i den umættede zone, såsom fordampning, og således er der brug for at beregne en grundvandsdannelse, som input til grundvandsmodellen. Grundvandsdannelsen beregnet i DK-modellen bruges som input til Riggilde modellen. Der er anvendt beregnet grundvandsdannelse fra DK-modellens område 1 (Sjælland), for en årrække (2011-2015). Fra DK-modellen er det muligt at lave et udtræk af grundvandsdannelsen for Riggilde modelområdet.

Den overordnede vandbalance for hele modelområdet for perioden 2011-2015 ses i figur 8. I perioden 1. jan. 2011 til 30. dec. 2015 er der sket en øget grundvandsdannelse i området på ca. 8 cm. Det betyder i praksis, at grundvandsstanden i de dybere magasiner i området er steget i denne periode.



Figur 8 Illustrationen viser de led i vandbalancen der indgår i DK-modellens opsætning. Vandbalance for Riggilde modellens område indeholder de samme vandbalanceled som vist i figuren og er udtrukket fra DK-modellen for perioden 2011-2015. Alle tal-værdier er opgjort i mm og er akkumuleret over perioden 2011-2015. Figuren er modificeret fra /11/.

Rigkilde modellen er kalibreret (1) stationært imod 125 boringer med vandstandsmålinger fra 2015, (2) sammenholdt med 2016 potentialekortet fra Store Pejledag 2016, samt (3) vandføringsdata fra Tostholm bro, Sengeløse Å, og Hakkemose grøften for 2015 og 2016 (bilag 2). Herefter er modellen valideret mod dynamiske data og kørt fra 2011 til 2016 for at kigge på modellens evne til at simulere variationer i trykniveau.

Til kalibrering af Rigkilde modellen blev dels benyttet hydrauliske ledningsevner fra henholdsvis mosesedimenter, det øvre moræneler, laget primært bestående af KS2 og KS3, samt kalken. Desuden blev til kalibreringen brugt lækageparameteren i bunden af åerne, der beskriver hvor let grundvandet strømmer ind i åens bund.

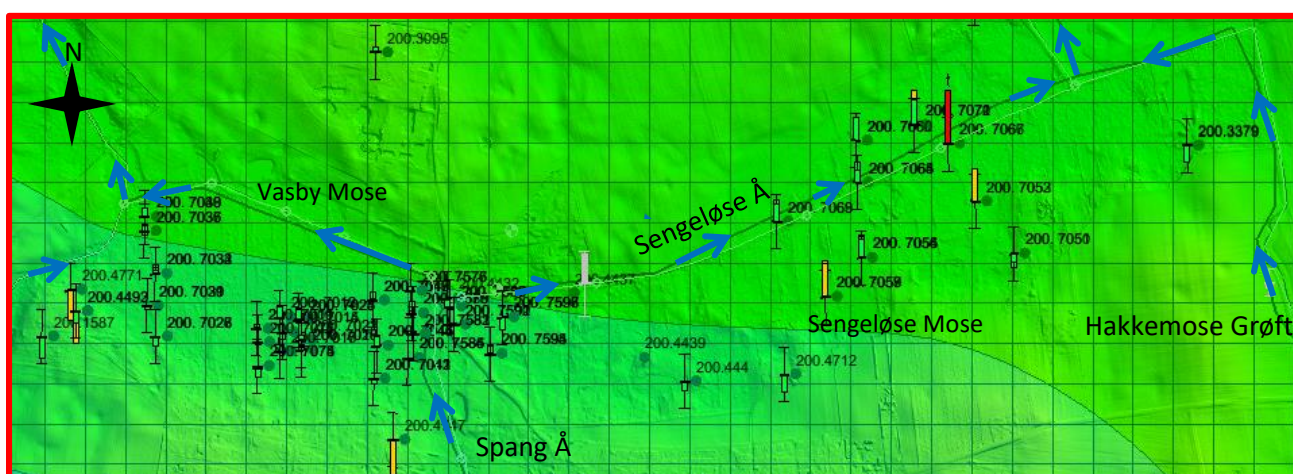
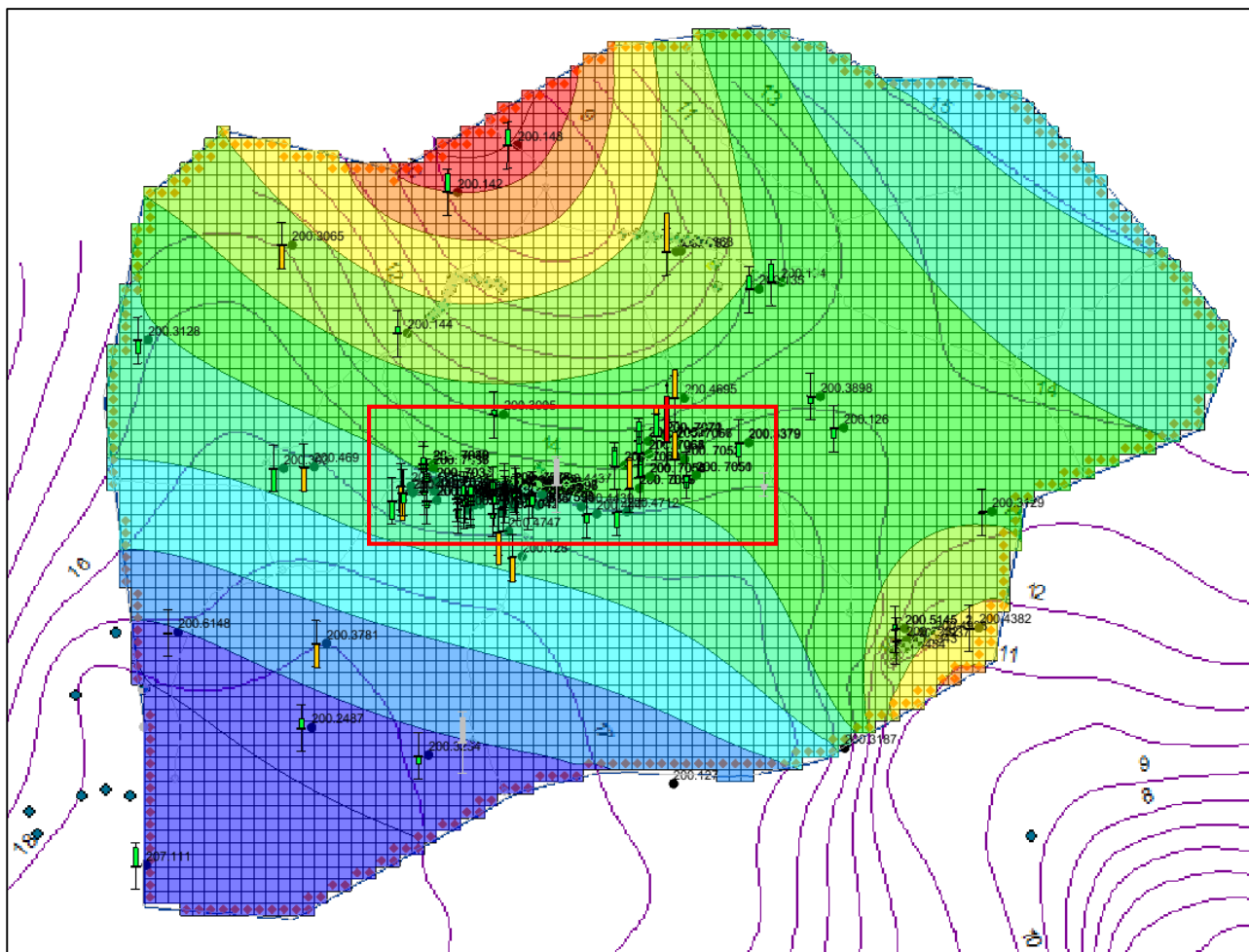
Figur 9 viser placeringen af vandstandsmålinger (markeret med sorte prikker) og model-tilpasning til disse med angivelse af forskellen på observeret og simuleret vandstand på hhv. mellem 0-75 cm (grøn), mellem 75-150 cm (gul), og over 150 cm (rød). Den rummelige fordeling af disse vurderes at være tilfredsstillende og specielt i selve moserne er fejlen på simuleret trykniveau acceptabel. Det skal hertil nævnes, at grundet den store mængde observationer i moserne er trykniveauet vægtet højt i Rigkilde modellen. Den samlede middelfejl var 30 cm og middelværdien på kvadratafgivelsessummen er opgjort til 122 cm. Dette anses for at være en acceptabel fejl på simulerede trykniveauer for en grundvandsmodel på denne skala.

Tabel 1 Simuleret og observeret vandføring

Vandføringsstationer	Observeret	Simuleret	% afvigelse
Tostholm bro	4183	3848	8,0
Sengeløse Å	3805	3458	9,1
Hakkemose Grøften	1614	1679	4,0

% afvigelse er den procentvise afvigelse mellem observeret og simuleret vandføring i m³/d.

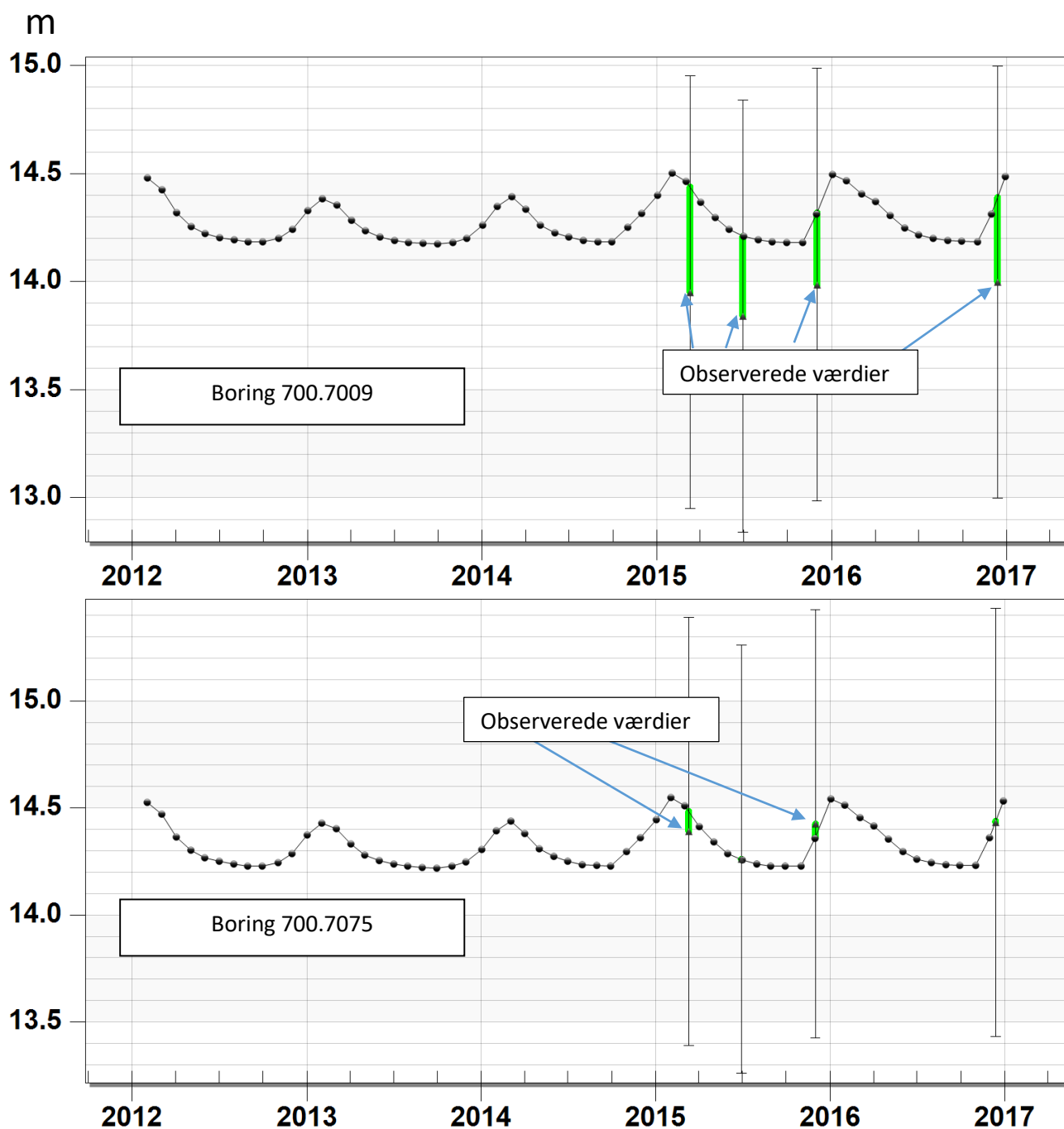
Vandføringen igennem og ud af moserne indgik desuden som en vigtig parameter i kalibrering af Rigkilde modellen, fordi den beskriver, hvor godt modellen simulerer den mængde grundvand, som udstrømmer til moserne. I tabel 1 er angivet observerede og simulerede vandføringer ved Tostholm bro, i Sengeløse Å og i Hakkemose Grøft. Da de beregnede afvigelse mellem observeret og simuleret vandføring kun udgør mellem 4 og 9 % vurderes den opstillede model at reproducere den observerede vandføring tilfredsstillende. Den overfladiske direkte afstrømning til moserne og åerne vurderes på denne baggrund at være minimal og er derfor ikke inkluderet i vandbalancen.



Figur 9 Kalibreret model og fejl på trykniveau (head) observationer. Størrelsen af søjlerne repræsenterer fejlen mellem simuleret og observeret trykniveau i de givne boringer. Differensen imellem simuleret og observeret trykniveau er inddelt i tre farve kategorier: differens på 0-75 cm (grøn), differens på 75-150 cm (gul) og differens > 150 cm (rød). Potentialelinjer er optegnet på baggrund af Store Pejledag 2016 målingerne. Nederst er vist et zoom af området ved selve moserne.

5.4 Validering

Rigkilde modellen er valideret ved at køre den dynamisk fra 2011 til 2016 og undersøge, hvordan den efterligner observerede trykniveauer. Figur 10 viser eksempler på trykniveauvariationer igennem simuleringsperioden. De to eksempler viser, hvordan de 4 observationspunkter ligger i forhold til de beregnede værdier. Generelt set er den årlige variation rimelig simuleret ud fra de data, som er til rådighed. Ud fra observationerne ser det ud til, at Rigkilde modellen eventuelt overestimerer variationer, men modsat har vi ikke observationer på det tidspunkt, hvor trykniveauet ifølge modellen er højest. Der er ingen grund til at tro, at modellen ikke simulerer det højeste trykniveau på det rigtige tidspunkt, selvom vi ikke kan bekræfte det med data. Dataloggere i det fremtidige loggernetværk vil kunne vise den korrekte årlige variation. At vi har tiltro til modellens højeste trykniveau skyldes det forhold, at højeste trykniveau opstår i perioden umiddelbart efter mest grundvandsdannelse. Grundvandsdannelsen er, som før beskrevet, fremkommet ved DK-model kørsler, hvor grundvandsdannelsen altid har været et fokusområde. De vigtigste parametre til beregning af grundvandsdannelsen i DK-modellen er nedbørsmængder og potentielt fordampning, hvilket er direkte målbare parametre, eller afledt af målbare parametre. Derfor har vi tillid til Rigkilde modellens evne til simulering af tidspunkt af højeste grundvandsstand, og dermed tidspunkt for det givne års mest våde periode i moserne.



Figur 10 Figuren viser Riggilde modellens evne til at simulere de årlige variationer i trykniveau for perioden 2011-2016. Trekanten angiver observationer af vandstand i de to borer 700.7009 og 700.7075 i moserne. Boring 700.7009 (= VM3-1 i Vasby Mose der har filter i 1 meters dybde) og boring 700.7075 (= VM18-1 i Vasby Mose, der også har filter i 1 meters dybde). Kurverne med prikker viser de simulerede vandstandsvariationer i de to borer. De grønne stolper viser differencen mellem observeret og simuleret vandstand.

Figur 10 viser også, at der er en vis forskel i årsvariationerne. Det ses på de simulerede vandstandskurver at vintrene 2015 og 2016 er vådere end de foregående år. Desuden ses at årsvariationerne i årene 2013-2014

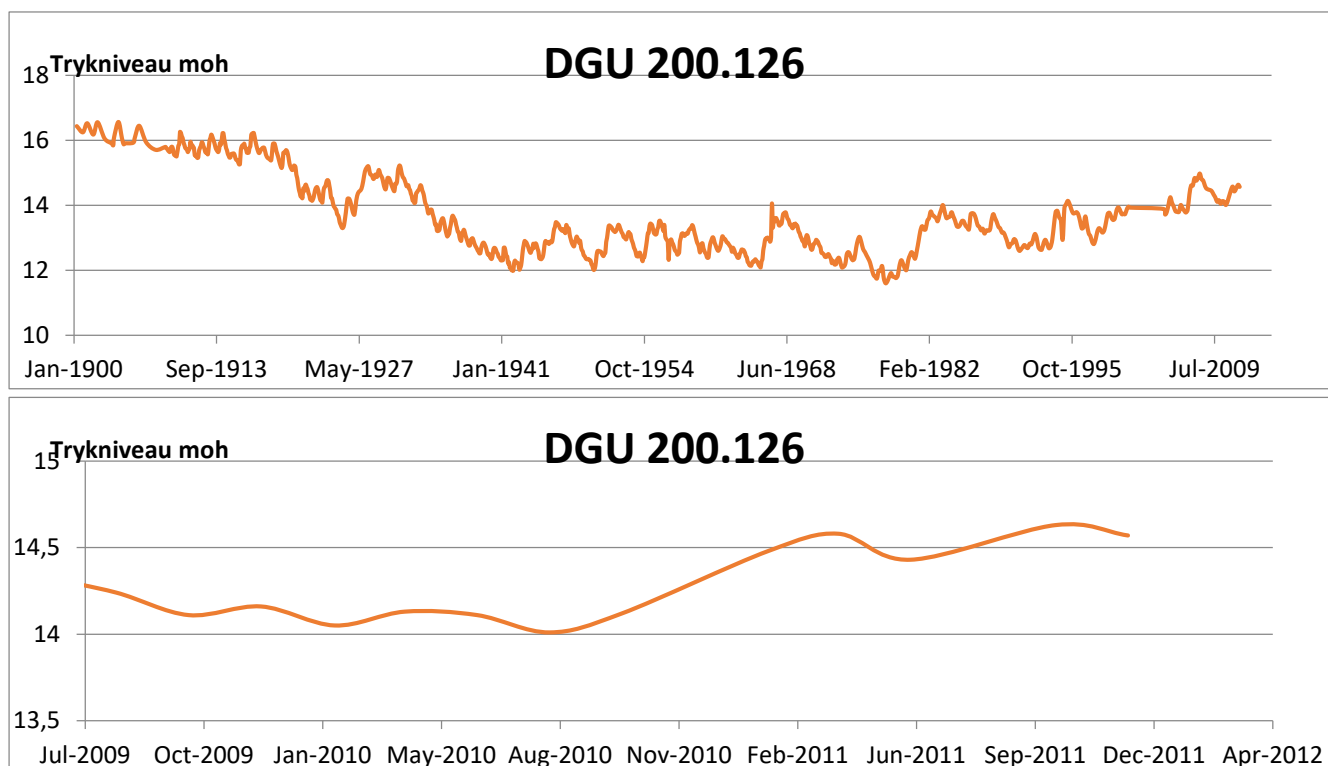
er 10-15 cm mindre end i årene 2015-2016. Det vurderes at 15 cm højere vandspejl kan i visse dele af moserne oversvømme større arealer.

5.5 Historisk tidsserie

Tidsserien for boring 200.126 (figur 11), beliggende lige øst for Sengeløse Mose, er medtaget og analyseret i projektet, da den viser flere interessante forhold for det lokale trykniveau. Angående de årlige variationer kan der observeres på nederste plot i figur 11, at årsvariationerne er 20 -30 cm. Det bekræfter, hvad vi har observeret ved pejling af de mange boringer i moseaflejringerne i perioden 2014-2016 og viser således enslydende svingninger i det omkringliggende grundvandsmagasin og trykniveauet i selve mosen. Det er også interessant at kigge tilbage i historien, hvor vi har et indblik i trykniveauet fra området tilbage fra starten af 1900 tallet. Vi ser her den helt lokale effekt af henholdsvis klimaudviklingen, men også udviklingen af indvinding og afdræning. Det er vigtigt ikke kun at fokusere på indvinding, men også på dræning og her tænkes specielt på dræning af moserne, eksempelvis som følge af tørveskæring /1/. Således falder trykniveauet tydeligt i 1930'erne og 1940'erne, sandsynligvis som følge af øget afdræning, men nok også øget indvinding. Vi ser laveste niveau i midten af 1970'erne, hvilket passer fint med perioden med største indvinding i Danmark. Det er dog værd at bemærke, at trykniveauet i 70'erne ikke adskiller sig markant fra perioden 1935-1970. Det kunne tolkes således, at afdræningen af området er den overordnede og dominerende faktor for trykniveauet og dermed vandstanden i området. Efter at afdræningen er foregået, finder vi det laveste trykniveau i 70'erne, hvor den største indvindingspåvirkning fandt sted. Det nuværende trykniveau er næsten på højde med det observerede i starten af 1930'erne, og der ser ud til at være en trend med stigende trykniveau, startende fra 1990'erne og frem til idag.

Redegørelsen for regulativet af 1996 /10/ for Sengeløse Å siger, at bundekoten her er hævet med op til 75 cm i den åbne del. Det kunne være nærliggende at tilskrive grundvandsstigningerne i denne periode til denne hævnings af bundkoten. Redegørelsen beskriver ligeledes for vintervandføringen, at *"for hele vandløbet er der ved ovennævnte afstrømning (vinter 10 års maximumafstrømning) en vandspejlsstigning på 0-25 cm, lokalt op til 60 cm, betinget af den hævede bundkote jf. de faktiske forhold"*. I de seneste år har trykniveauet ikke været under kote 14, hvilket det var kontinuert fra 1934 til 1995, se øverste kurve, figur 11.

Ovenstående diskussion er interessant i det nuværende perspektiv, da årsager til en mulig nuværende stigning er omdiskuteret af lodsejerne i området. Det ser ud til, at en sådan stigning har fundet sted i 1990'erne men det kan ikke dokumenteres, at hævnings af bundkoterne i 1980'erne og 1990'erne, har noget med stigningen af vandstanden i moserne de sidste 10 år. Denne stigning af vandstanden i moserne kan desuden ikke dokumenteres af nærværende undersøgelse.



Figur 11 Historisk tidsserie fra boring 200.126, der er beliggende lige øst for Sengeløse Mose. De historiske kurver viser, at der er nogen variation; ved det øverste plot ses specielt effekt af formodet tørveskæring i 1920'erne og 1930'erne, der virker som den største vandstandspåvirkning, mens påvirkningen fra 1970'ernes maksimale vandindvinding ikke påvirker området anderledes end observationer viser for 1940'erne og 1950'erne. Det kunne indikere, at dræningen af området som følge tørveskæring er mere betydende end effekten af vandindvindingen. I forbindelse med Store Pejledag er 200.126 pejlet til 13,77 moh (2014) og 14,06 moh (2016).

6. Scenarier og resultater

Resultaterne fra scenarierne er beskrevet i det følgende. Analyserne er opdelt i en række scenarier, som skal belyse de nuværende hydrologiske forhold og mosernes udvikling på kort sigt i EU-LIFE naturprojektets løbetid frem til 2020 for at få udviklet naturen her og nu, samt belyse forhold der kan berøre moserne på lang sigt med fremtidige effekter af klimaændringer og ændringer i mængden af drikkevandsindvinding. I den forbindelse er Riggilde modelområdet sat op til at indeholde nuværende indvindingsoplande.

Opsætningen af modellen, og de analyser af grundvands – overfladevands systemet, som ligger til grund for modelopsætningen, og de forskellige valg som er truffet, vil også påvirke scenarierne. Derfor er scenarierne påvirket af den viden, som er opnået igennem diverse analyser under modelopsætningen. Den tidlige dynamik i grundvandssystemet viser, at trykniveauerne svinger på sæsonbasis og ikke på daglig eller ugentlig basis. Ydermere står vandstanden i mosen i god kontakt med de omkringliggende primære og sekundære magasiner. Vandstanden i moserne afhænger af grundvandet i de omkringliggende magasiner til en vis grad. Et af de følgende scenarier vil belyse, om det er muligt at kontrollere vandstanden i et givet område i mosen ved indlæggelse af enten åbne drængrøfter eller nedgravede lukkede drænrør. Moserne

leverer en stor del af vandet til strømmingen i åerne. Som det er observeret blandt andet i november 2015, kan høje vandstande i åerne dog oversvømme moserne. Dette skal afhjælpes ved at sørge for en tilstrækkelig vandføringsevne igennem åerne, derunder et tilstrækkeligt fald. Et tilstrækkeligt fald indebærer en kontinuert indsats og opmåling af geometrien af åerne (bredde og bundkote). Hvis ikke åløbene "vedligeholdes" vil vandstanden i kanalerne stige, når den samme vandmængde skal bortledes. Hæves vandstanden i åerne, hæves vandstanden i moserne også.

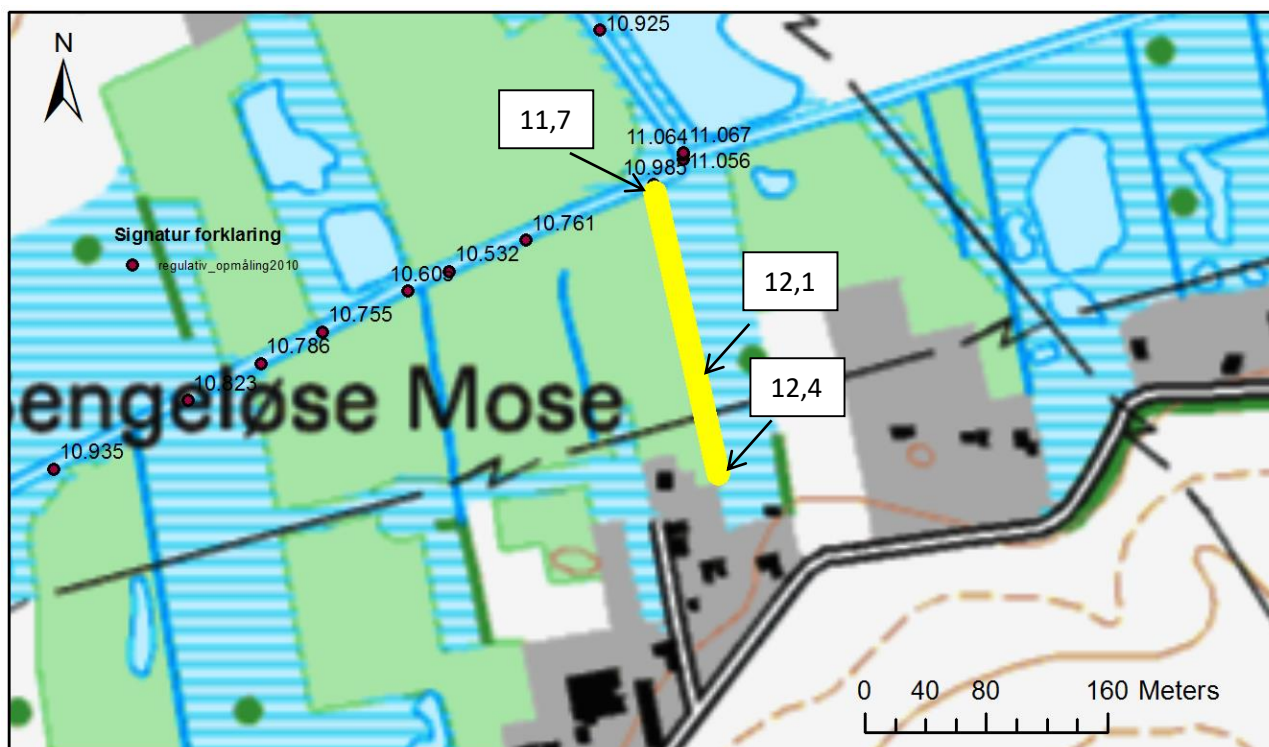
HT kommune har angivet, at tidligere undersøgelser af åløbene har vist, at vandføringsevnen er tilstrækkelig til at lede vandet fra moserne samt drænvand væk /4,5,10/. Nærværende undersøgelse af mosernes vandstandsdynamik viser, at selvom kapaciteten i åerne findes, kan det ved større regnhændelser skabe en så høj vandstand i åerne, at større oversvømmelser ind i moserne finder sted.

Scenarie 1 og 2 (drænsplaner)

I scenarie 1 skal der vurderes med den opstillede Riggilde model for østenden af Sengeløse mose og for østenden af Vasby Mose, hvilken betydning en nyetablering af et nedgravet drænrør eller genetablering af en åben grøft til bortledning, har på de nærmeste år. I scenarie 2 vurderes om nyetablerede grøfter kan sænke vandstanden i en sådan grad af vandmætningen af arealer ved eksisterende eller potentielle lysåben habitatnatur, herunder rigkær, reduceres.

HT kommune har udpeget to områder i hhv Vasby og Sengeløse Moser, der behandles i de to drænsplaner. For Vasby Mose angår det området ved matrikel 6h og 7s Vasby by (østende af Vasby Mose). For Sengeløse Mose angår det området mellem matrikel 10d og 13e Sengeløse By (Sengeløse Mose, lige vest for tilløb af Hakkemose Grøften til Sengeløse Å).

Sengeløse drænsplan



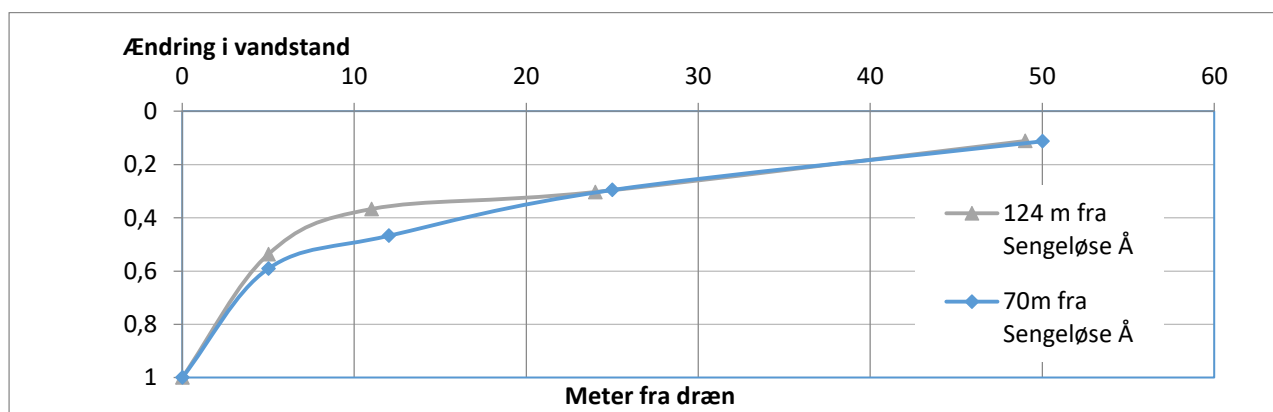
Figur 12. Sengeløse Mose scenarie 1. Drænplacering i modellen angivet ved en potentiel dræn anlægslinje (gul linje). På figuren er angivet regulativbundkoter af bundkoter. Desuden er terrænkoten vist tre steder langs drænet. Alle koter er angivet i moh. Kortudsnittet viser kun data for Sengeløse Å regulativet.

Figur 12 viser placering af enten et nyetableret nedgravet drænrør eller en åben grøft i østlig del af Sengeløse Mose. Bundkoten af Sengeløse å på det sted, hvor det tænkte drænrør/grøft munder ud i åen, har en bundkote på mellem kote +10,9 moh og kote +11,3moh. Det er værd at bemærke topografien, sammenholdt med bundkoten af kanalen, som ifølge opmålinger er mellem kote +10,9 moh og kote +11,3 moh. Disse oplysninger vil kræve udførsel af et detailprojekt. Hvis eksempelvis vandstanden i området langs det ny drænrør/ åbne grøft skal sænkes til 50 cm under terræn kan drænrørets eller den åbne grøfts bundkote højest blive kote + 11,4 moh, hvilket betyder at drænet/grøften vil have en kote meget tæt på vandspejlet og bundkoten i åen. Det vil være kritisk, når åen har høje vandstande, og der vil være mulighed for tilbageløb i mosen. Specielt hvis drænet er en åben grøft, er det problematisk. Ved et lukket drænrør vil muligheden for påvirkning ved tilbageløb være mindre i moserne. Ved højvandssikring indbygget i drænrøret, sikres der mod tilbageløb. For at gå videre med en løsning kræver det en detailprojektering med en mere præcis indmåling af mosens topografi før det afgøres, om en dræning ved drænrør kan foretages. Før denne indmåling skal det præcist fastlægges, hvor drænrøret endeligt skal ligge.

Delkonklusion (scenarie 1): HT-kommune skal være særlig opmærksom omkring bundkote forholdene af det ny drænrør/bunden af den åbne grøft i forhold til bundkoten og anslået højvandstand i åen på det sted hvor drænrøret/den åbne grøft munder ud i Sengeløse Å, når vandstanden i moseområdet omkring drænrøret/grøften skal sænkes eksempelvis 50 cm. Det anbefales et detailprojekt, hvor bl.a. de aktuelle terrænforhold langs anlægslinjen indmåles med differential GPS, samtidig med at bundkoten i åen indmåles. Det anbefales udelukkende at planlægge anlægsarbejdet ud fra konkrete GPS opmålinger i feltet,

og det er ikke nok kun at benytte SDFE's 1,6m eller 0,40m højdemodel ved planlægning af anlægsarbejdet. Det vil være kritisk, når åen har høje vandstande, og der vil være mulighed for tilbageløb i mosen. Specielt hvis drænet er en åben grøft, er det problematisk. Ved et lukket drænrør vil muligheden for påvirkning ved tilbageløb være mindre i moserne. Der foreslås en højvandssikring indbygget i drænrøret, så vandet ikke kan løbe tilbage ind i mosen igen.

I scenarie 2 vurderes om nyetablerede grøfter i Sengeløse Mose kan sænke vandstanden i en sådan grad af vandmætningen af arealer ved eksisterende eller potentielle lysåben habitatnatur, herunder rigkær, reduceres. Det skal undersøges hvilken påvirkning der kan ske i forhold til rigkær, der er afhængig af den opadrettede grundvandstilførsel. Figur 13 viser hvordan en drænsænkning vinkelret på drænrøret kan beregnes. Hvis eksempelvis drænrøret sænker vandstanden med en meter ved selve drænrøret, vil vandstanden sænkes 30 cm, ca. 25 meter fra drænet. Figuren viser, at sænkningen 50 m fra drænet er ca. en tiendedel af sænkningen ved selve drænet.



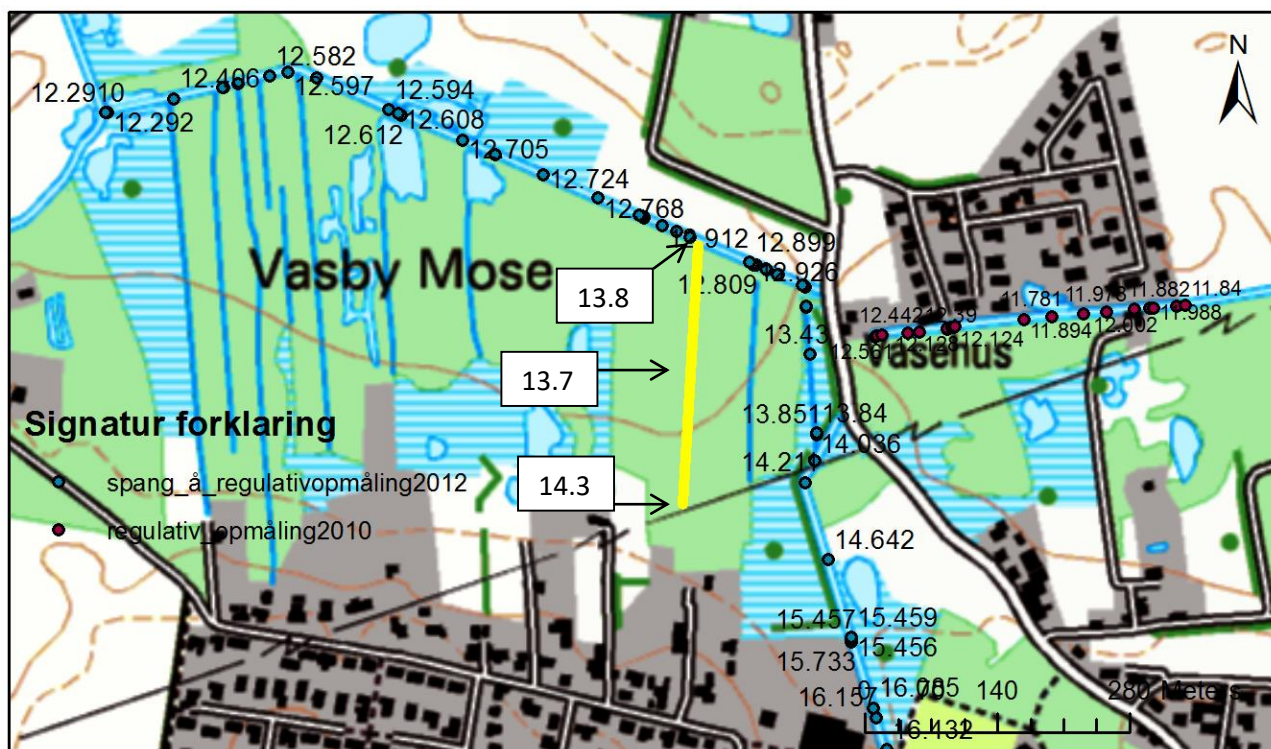
Figur 13. Sengeløse Mose scenarie 2. Ændring af vandstand/øvre grundvandsspejl i meters afstand fra dræn i Sengeløse Mose dræn scenariet, i en afstand på hhv. 70 og 124 m vinkelret på Sengeløse Å.

Den præcise sænkingsdybde, som følge af afstanden fra drænet, er afhængig af bl.a. jordbundens hydrauliske ledningsevne, som varierer meter for meter. Derfor er det ikke muligt at give en præcis sænkingsdybde, da vi ved modelleringen benytter os af gennemsnitsværdier for den øverste tørv, som drænet ligger i den østlige del af mosen. På trods af denne usikkerhed vurderes det, at sænkningen fra dræning breder sig udover de nærmeste 10 til 30 meter fra drænet. Beregningerne viser dog at der en potentiel risiko for at en mindre afsenkning af vandstanden på op til 10 cm i en afstand op til 50 m fra dræn uanset om afsenkningen sker 70m eller 124m fra kanten af åen. Lignende drænsænkninger er rapporteret af /8/. Hvorvidt afsenkningerne har en negativ virkning på den ønskede opadrettede grundvandsudstrømning siger disse beregninger intet om, og det anbefales at der etableres monitoringsboringer i flere afstande fra drænsystemet, hvor de hydrauliske gradientforhold overvåges og evalueres efter 2-3 års drift.

Delkonklusion (scenarie 2): Modelberegningerne viser at som følge af etablering af et nyt drænrør i jorden eller en åben drængrøft vil dette drænsystem kunne afsænke vandstanden som et minimum 10-30m vinkelret væk fra drænsystemet med 30-50cm vandstandssænkning. Det kan dog ikke udelukkes at

vandstanden påvirkes op til 50m fra det ny drænsystem med op til 10cm vandstandssænkning. Effekten af afsænkningerne på grundvandsudstrømningen anbefales monitoreret med mindst 2 monitoringsboringer og evalueres efter 2-3 års drift.

Vasby Mose drænsplan



Figur 14. Vasby Mose scenarie 1. Kort viser placering af dræn, bundkoter for åløb/grøfter og koter langs en potentiel dræn anlægslinje (gul linje).

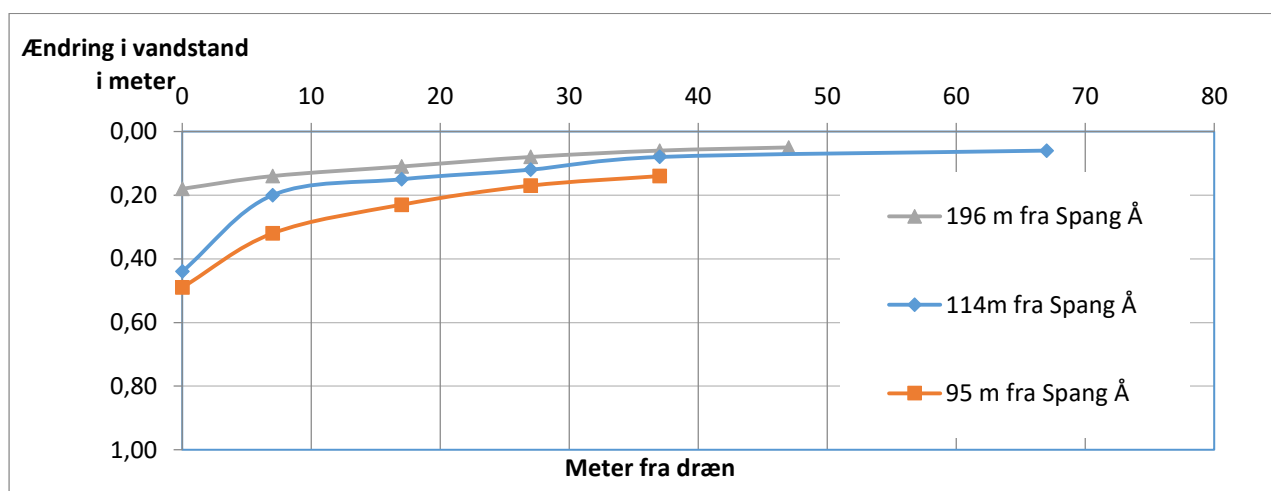
Scenarie 1: Figur 14 viser placering af dræn scenariet for Vasby Mose. Her burde der være mulighed for anlæg af et nedgravet drænrør eller en åben grøft i forhold til bundkoter i åen, hvis bunden af det nyetablerede drænsystem eksempelvis ligger 50 cm under terræn. Igen, som ved Sengeløse Mose scenariet, må det dog understreges, at de præcise koter for henholdsvis drænet, samt koten på åens bund ved drænsystemets udmunding er afgørende for den endelige beslutning om etablering af et drænsystem. Da den nævnte koteforskel også her er lille, vurderes det at et lukket drænrør med højvandssikring vil få mindre negative effekter ved muligt tilbageløb fra åen. Det foreslås at der følges op med et detailprojekt.

Delkonklusion (scenarie 1): Særlig opmærksomhed skal gives af HT kommune omkring drænlinsen i Vasby Mose til at få indmålt anlægslinjen med differential GPS for at sikre det nødvendige fald mod udmundingen ved Spang Å. Det vurderes at et lukket drænrør med højvandssikring bedre vil sikre mod tilbageløb fra åen ind over moseoverfladen, end en åben grøft kan gøre. Det foreslås at der følges op med et detailprojekt.

Scenarie 2: Påvirkningen af grundvandsspejlet i forskellige afstande vinkelret på drænsystemet viser, at sænkningen foregår over et større område end kun lige omkring drænet. Drænet er nedsat i en dybde på 50 cm under terræn. Resultaterne er sammenlignelige med resultaterne fra Sengeløse dræn scenariet. I

Vasby Mose er modellen mere præcis, og overestimerer ikke vandspejlet, men står tæt ved terræn, som observationerne viser (figur 15). I den del af Sengeløse Mose, hvor drænscaenariet er placeret, er det simulerede vandspejl over topografien, og når drænet således placeres under terrænoverfladen, sænkes det simulerede vandspejl under drænscaenariet mere end ved Vasby scenariet. Fælles for begge scenarier er dog, hvor langt påvirkningen af drænet når væk fra selve drænet. For begge drænscaenarier beregnes afsænkninger på op til 40-50m fra de nye dræn. Det giver en vis sikkerhed i scenarieresultaterne, at der opnås nogenlunde ensartede resultater for de to forskellige områder.

En anden udfordring for dette område hvor Vasby Mose drænscaenariet er blevet undersøgt, er at der i særlig nedbørsrige perioder kan opstå oversvømmelser fra et sideløb til Spang Å ind over den følsomme natur. Her ses også en problematik ud fra bundkoterne i Spang Å, som er tæt på terrænkoten i det følsomme område, mellem den foreslåede dræning og Spang Å.



Figur 15. Vasby mose scenarie 2. Påvirkning af grundvandsspejl ved dræning med nedgravet drænrør i 0,50m dybde eller med åben grøft. Scenarie kørsler hvor trykniveau er påvirket med afstanden fra dræn.

Delkonklusion (scenarie 2): Modelberegningerne viser, at det er sandsynligt, at der vil ske en afsænkning af vandstanden i en afstand på op til 50 m væk fra drænsystemet. Størrelsen af afsænkningen vil være størst nær Spang Å. Der skal laves konkrete pejlinger i mindst 2 boringer i en indkørings periode på 2-3 år. Det foreslås at udføre et detailprojekt.

Scenarie 3

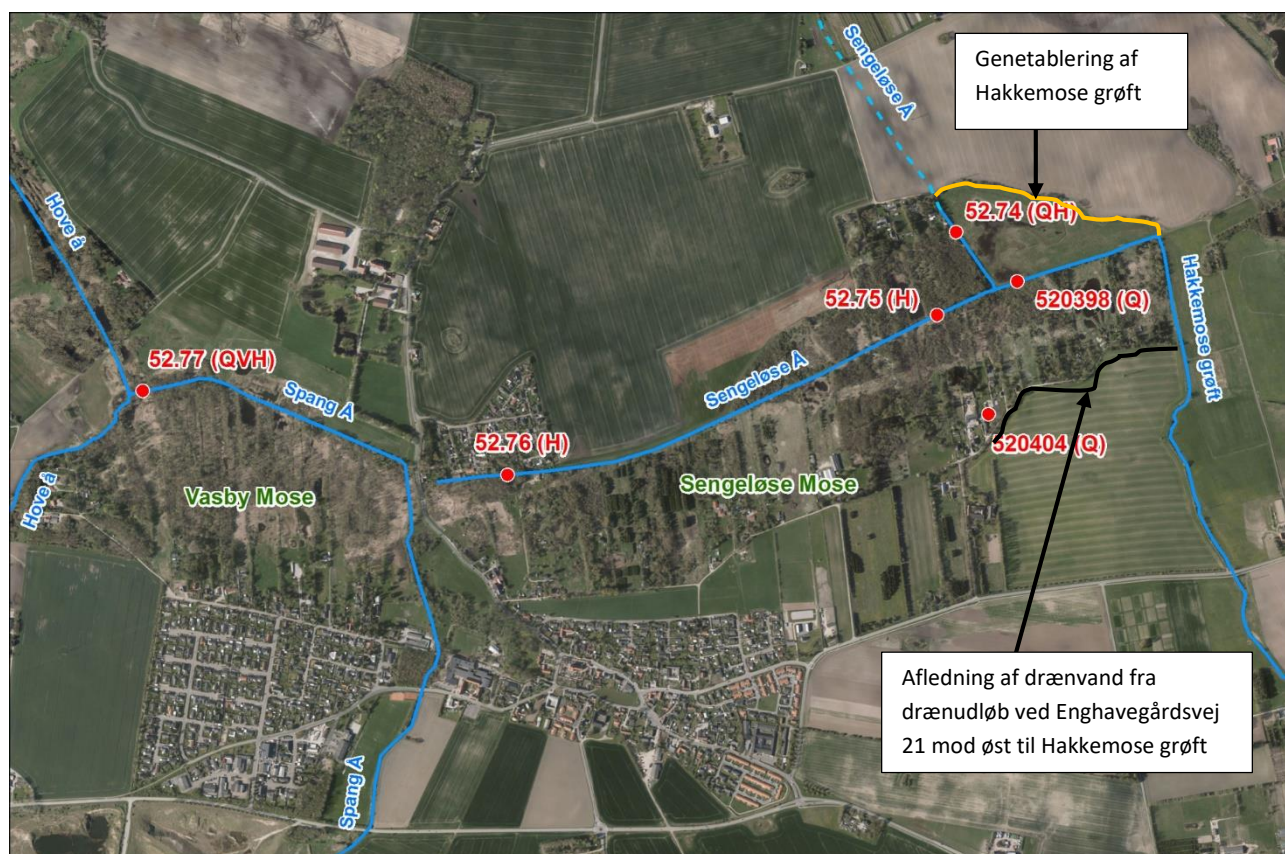
I scenarie 3 skal det vurderes om drænvand kan afledes fra markafvanding på arealer syd for Sengeløse Mose via et nyetableret lukket rør på Enghavegårdsvej 21 gennem Sengeløse mose til Sengeløse Å. I udbudsmaterialet var det anført, at der i scenarie 3 vurderes om markvandet kunne afledes med et lukket drænrør. Det vurderes imidlertid at det vil være mere hensigtsmæssigt at etablere et lukket rør uden drænvirkning.

Den åbne drængrøft, der i dag afleder næringsholdigt vand fra markerne syd for mosen og igennem mosen fra Enghavegårdsvej 21 skal udskiftes med et lukket rør. Derved hindres at markvandet fra markerne siver ud/løber over grøftekanten i højvandssituationer og ud i mosen tæt på de værdifulde rigkær.

Udfordringen ved Enghavegårdsvej omhandler ud fra den korte periode for dataindsamling et periodisk aktivt drænrør fra marker syd for Enghavegårdsvej 21 (bilag 3). Målinger gennemført af Orbicon for sidste halvår af 2016 viser et gennemsnit på 0,85 L/s, hvilket vurderes ikke at have nogen væsentlig kvantitativ effekt på det vandlidende område mellem Enghavegårdsvej og Sengeløse Å. Udløbet fra Sengeløse Mose havde i samme periode en middelvandføring på 44 L/s og derfor udgør drænbidraget under 2 % af den samlede udstrømning fra mosen.

Det lukkede rør kan enten føres fra Enghavegårdsvej 21 videre igennem mosen som et lukket rør med højvandssikring i udløbet til Sengeløse Å. Vælges denne linjeføring skal der også tages højde for at ved kraftige regnhændelser kan der ske overløb fra Hakkemose Grøften med næringsholdigt vand ind i den nordøstlige del af Sengeløse Mose på den øst-vestgående strækning frem til t-krydset og sammenløbet med Sengeløse Å. Der kan på denne strækning være behov for at hæve Hakkemose grøftens brinker ind mod mosen, for at hindre fremtidige indløb. Herved reduceres påvirkningen af rigkærene med næringsholdigt vand, og det kan forventes, at afgrænsningen af mosen bliver lettere. Der kan eventuelt yderligere arbejdes videre med at etablere våde enge før Hakkemose Grøften når Sengeløse Mose.

Alternativt kan det ledes mod øst, syd for Sengeløse Mose i et nyt drænrør, se sort linie på figur 16, direkte til Hakkemose Grøften, hvis denne omlægges til sin tidligere vej udenom Sengeløse Mose, se gul streg figur 16. Endelig bør det overvejes om den nuværende drængrøft gennem mosen ved Enghavegårdsvej 21 bibeholdes for alene at aflede overfladevand der falder i mosen ud til Sengeløse Å. Det skal overvejes, om der skal laves en højtvandssikring så der ikke sker tilbageløb ind i grøften og ud i mosen.



Figur 16. Ny linjeføring af Hakkemose Grøften (gul) og forslag til lukket rørføring af dræn fra Enghavegårdsvej 21 til Hakkemose Grøften med mulig opsamling af dræn langs øst-vest gående markskel (sort).

Delkonklusion (scenarie 3): Det vurderes at måleperioden for drænvandføringer i efteråret 2016 er utilstrækkelig til at komme med en endelig konklusion på strømningsmængder og – dynamik, når et nyt lukket rør skal etableres fra Enghavegårdsvej 21. Men på baggrund af den pt. kendte måleserie er drænvandstrømningen beskeden og hvis den er repræsentativ vil det være et mindre lukket rør der skal etableres i jorden. Det lukkede rør kan enten føres fra Enghavegårdsvej 21 videre igennem mosen som et lukket rør med højvandssikring i udløbet til Sengeløse Å. Alternativt kan det ledes mod øst, syd for Sengeløse Mose i et nyt drænrør, se sort linie på figur 16, direkte til Hakkemose Grøften, hvis denne omlægges til sin tidligere vej udenom Sengeløse Mose. Endelig bør det overvejes om den nuværende drængrøft gennem mosen ved Enghavegårdsvej 21 bibeholdes for alene at aflede overfladevand, der falder i mosen ud til Sengeløse Å. Det skal overvejes, om der skal laves en højt vandssikring, så der ikke sker tilbageløb ind i grøften og ud i mosen. Der kan eventuelt yderligere arbejdes videre med at etablere våde enge før Hakkemose Grøften når Sengeløse Mose. Dette kræver udførsel af et detailprojekt.

Scenarie 4

I scenarie 4 vurderes dimensionsgiven diameter af det nyetablerede lukkede rør.

Ud fra data leveret af Orbicon er det som beskrevet i Scenarie 3 ikke relevant at gennemføre modelsimuleringer med denne meget lave vandføring. Modellens kalibrerede flow igennem mosen, indeholder desuden implicit denne drænastrømning, da det simuleres som grundvandsinput og dermed indgår i vandbalancen for vådområdet.

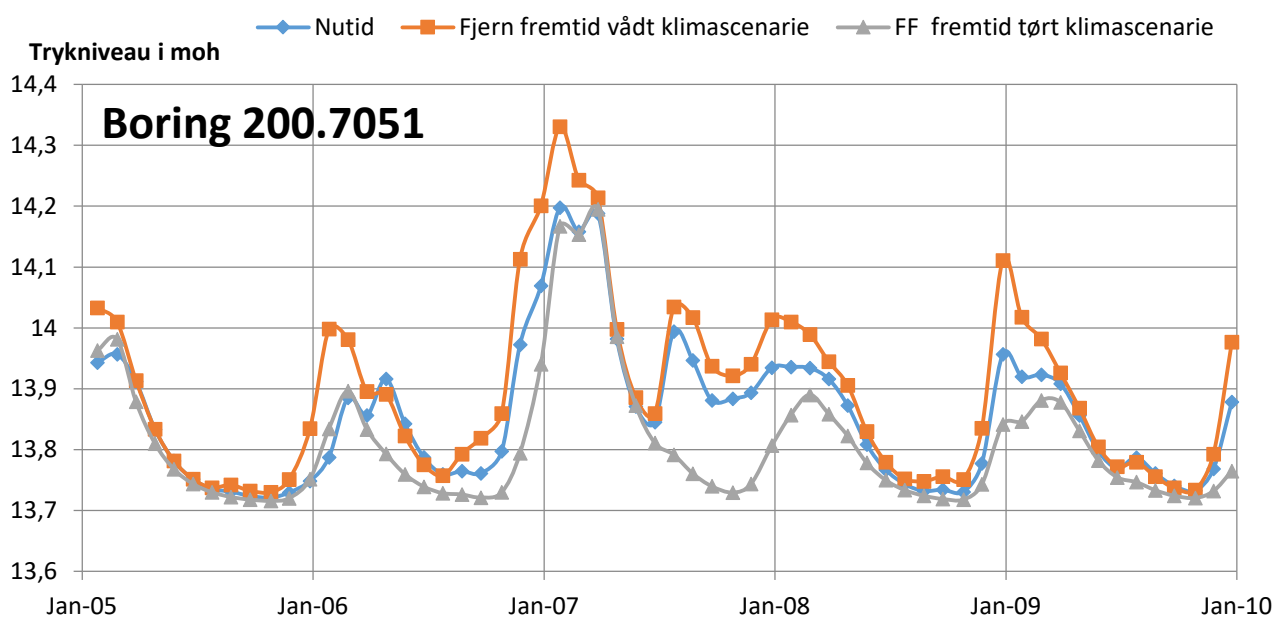
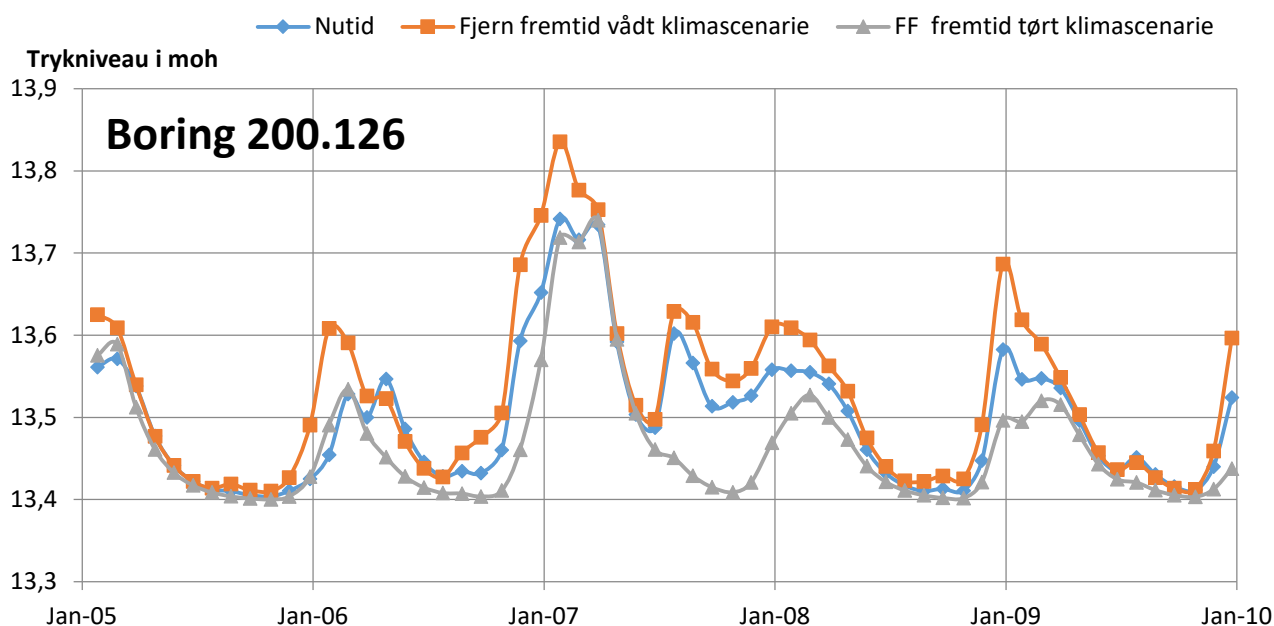
Hvad angår det lukkede drænrør fra Enghavegårdsvej 21 til enten Sengeløse Å, eller ideelt set, til Hakkemose Grøften, skal det have samme diameter som selve drænrøret. Hvis det er muligt at omlægge udløbet af Hakkemose Grøften som vist i figur 17, kan diameteren vælges således at andre dræn fra fx marker syd for mosen mellem Enghavegårdsvej og Hakkemose grøften opsamles og dermed bortledes fra Sengeløse Mose østlige del, se forslag figur 16.

Delkonklusion (scenarie 4): Et lukket drænrør anbefales at have sammen diameter som drænrøret ved Enghavegårdsvej 21, da vandmængden der skal bortledes til enten Sengeløse Å eller Hakkemose grøften (jf. scenarie 3). Der kan være en fordel ved at etablere anlægslinjen til Hakkemose Grøft, da der samtidigt kan opsamles drænvand fra andre marker syd for Sengeløse Mose.

Scenarie 5

I scenarie 5 skal betydningen vurderes af øget nedbørsmængder i et fremtidigt klima med henblik på (a) de to mosers fugtighedsforhold samt (b) Spang Å og Sengeløse Å's afstrømning med en dynamisk model, hvor ekstremperioder med høj vandstand og ekstremperioder med lav vandstand i moseaflejringerne kan simuleres som følge af klimaekstremer. For at teste effekter af et fremtidigt klima benyttes eksisterende nationale klimascenarier, der følger faglige anvisninger fra det internationale klimapanel (IPCC). De nationale klimascenarier nedskales så de dækker Rigkilde modelområdet omkring de to moser. På baggrund af nedskalede klimadata for et fremtidigt klima, skal et vådt, et tørt og et middel scenarie anvendes.

Ud fra analyser og klimadata frembragt i et tidligere studie /9/ om klimafremskrivinger, er et vådt og et tørt klimascenarie for den fjerne fremtid valgt. Den fjerne fremtid defineres som år 2080-2100. DK-model Sjælland er således kørt med klimainput for denne periode, og grundvandsdannelsen er udtrykt til Riggilde modellen. Herefter er Riggilde modellen kørt for en 5 års periode for nutiden (2005-2009) og for en 5 års periode for hhv. den tørre og den våde fremtidsperiode. Resultater fra fremtidsperioden er sammenlignet med resultatet fra nutidsperioden. Den våde prognose for fremtiden indeholder i gennemsnit 19 % mere nedbør end nutidens klima. Den tørre fremtidsprognose indeholder 6 % mere nedbør en nutidens klima. Fælles for scenarierne er, at fordelingen af nedbøren henover året er anderledes end i nutiden fordeling af nedbøren hen over året. Fremtidsprognoserne er fremstillet ved den såkaldte delta change metode /9/, hvor månedlige faktorer ganges på nedbøren. Med den metode benyttes den nutidige observerede årsdynamik for nedbøren, mens forskellige faktorer ganges på månederne. Det har den fordel, at den samme periode kan analyseres og direkte sammenlignes, se figur 17.



Figur 17 Simulererede vandstande i kalkmagasinet under moserne og i moseaflejringerne beregnet med Rigmilde modellen i et nutidigt klima og i et fremtidigt vådt og et fremtidigt tørt klima. 200.126 repræsenterer trykniveauet (vandstanden) i det primære kalk magasin, mens 200.7051 (SM1-3.5 i Sengeløse Mose med filter i 3,5 meters dybde) repræsenterer trykniveauet i moseaflejringerne.

Af figur 17 fremgår det at vandstanden for sommerperioden er næsten ens for de tre beregnede klima scenarie der mens der er en noget større forskel på vandstandene i vinterperioden for de tre beregnede klima senarier. Der er ingen væsentlig forskel på årssydynamikken i kalkmagasinet under moserne eller i selve moseaflejringerne. Forskellen på et fremtidigt vådt eller tørt klima er beskedent med ca. 10-15cm højere

vandstand i det våde fremtidige scenarie. Et middelscenarie vil være tæt på nutidig vandstand. I sommerperioden er forskellen mellem scenarierne på maks. 5cm. Dette betyder i et fremtidigt klima, i planternes vækstsæson i sommer halvåret, så vil fugtighedsforholdene sandsynligvis ikke ændre sig væsentlig, fra det vi kender i dag.

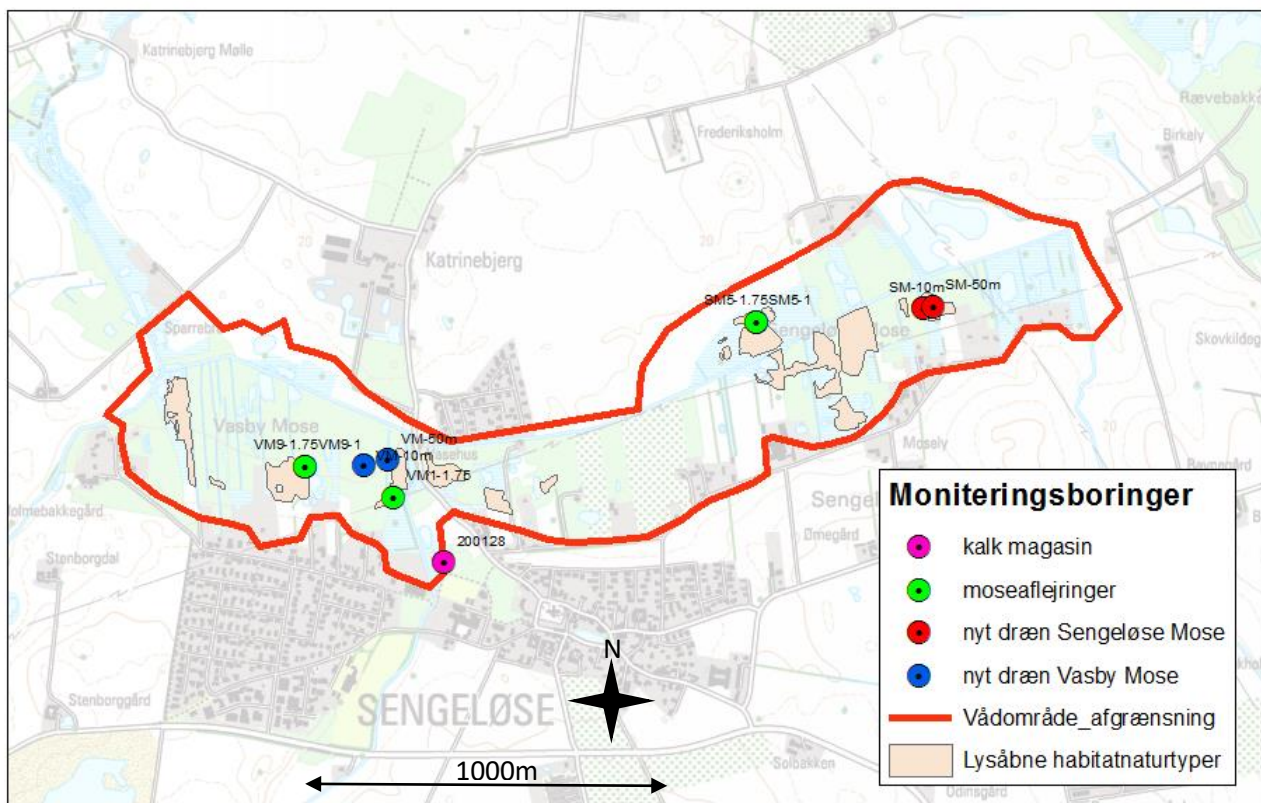
Generelt må det konkluderes ud fra resultaterne, at selvom der er en tydelig forskel på de to scenarier og nutiden, vil fugtighedsforholdene i moserne ikke ændres væsentligt pga. klimaforandringer. Andre forhold er muligvis mere vigtigt at holde øje med f.eks. afstrømningsforholdene fra Spang Å og Sengeløse Å i et fremtidigt klima. Der skal være et forvaltningsmæssigt opmærksomhedspunkt omkring hyppigheden af grødeskæring, og senere grødeskæring på året i de to år i et fremtidigt klima for at sikre tilstrækkelig gode afstrømningsforhold i Set i forhold til de ændringer, der er foregået op igennem det 20. århundrede, vurderes påvirkningen fra klimaforandringer på moserne at være lille. Fx viser den historiske tidsserie for boring 200.126 en vandstand før 1930'erne på over 15 moh, mens den nuværende middelvandstand er ca. 13,5 moh, mens den i de 5 simulerede år i den fjerne fremtid, ikke er over 14 moh.

Delkonklusion (scenarie 5): Klimascenarier beregnet med Rigkilde modellen for et fremtidigt tørt og vådt klima i perioden 2080-2100 sammenlignet med det nutidige klima viser ikke store forskelle i vandstand imellem det klima vi kender i dag og om 60-80år. Vinterperiodens vandstande beregnet for de tre klima scenarier viser størst forskelle på op til 10-15 cm, mens sommer scenariet maksimalt adskiller sig med 5cm mellem de tre klimascenarier. Beregningerne sandsynliggør således, at i planternes vækstperiode i sommerhalvåret, vil fugtighedsforholdene i moserne ikke ændres væsentligt i et fremtidigt klima. Det vurderes således at der ikke vil være væsentlige ændringer i de hydrologiske forhold i moserne såfremt dræningssystemerne (drænrør og grøfter) er virksomme. Til gengæld skal der nok være et forvaltningsmæssigt fokus på en hyppigere og senere på året grødeskæring i de to år i et fremtidigt klima for at sikre tilstrækkelig gode afstrømningsforhold i åerne.

Scenarie 6

I scenarie 6 benyttes den kalibrerede Rigkilde model til at evaluere det foreslåede monitoringsnetværk af pejleboringer i moseaflejringerne samt i de sekundære og primære grundvandsmagasiner.

Figur 18 viser et forslag til placering af grundvandsmonitorings-lokaliteter. Det foreslås at etablere kontinuert målende vandstandsloggere i udvalgte eksisterende boringer, der er filtersat i hhv. moseaflejringerne og i det primære grundvandsmagasin i moseområdet. Det foreslås at udbygge 1-2 boringer med indtag i det primære grundvandsmagasin (kalk eller kvartære sandlag) samt i 4-5 af boringer i moseaflejringerne. Det skal bemærkes, at der skal installeres nye pejlerør på de steder, hvor det besluttes at etablere den kontinuerte overvågning i moserne. Yderligere placeres, som et minimum 2 boringer med vandstandsloggere til midlertidig overvågning af vandstandsændringer omkring de nyetablerede nedgravede drænrør eller åbne grøfter i hhv. Vasby og Sengeløse Moser.



Figur 18 Forslag til etablering af vandstandsloggere i udvalgte eksisterende boringer filtersat i hhv. moseaflejringerne og i det primære grundvandsmagasin i moseområdet. Yderligere placeres vandstandsloggere til midlertidig overvågning af vandstandsændringer omkring nyetablerede nedgravede drænrør eller åbne grøfter i hhv. Vasby og Sengeløse Moser.

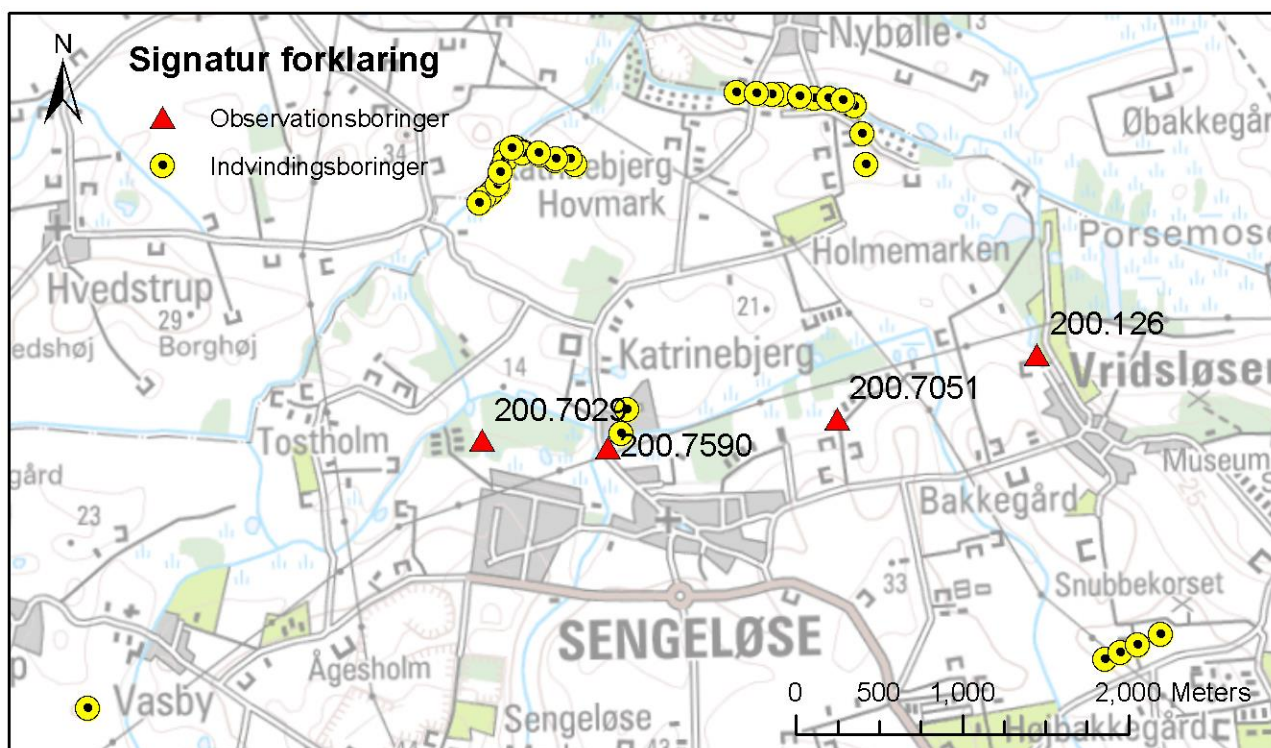
Modellen viser, at der er god hydraulisk kontakt mellem primære grundvandsmagasin (kalken og det kvartære sandlag KS2 indlejret i morænelersdækket, se evt. bilag 4 for konceptuelt geologisk model). Det skal være et vigtigt kriterium for udvælgelse af placeringen af overvågningsboringerne i moseaflejringerne at monitoringsnetværket fokuserer på områder med følsom natur. Specielt i den østlige ende af Sengeløse mose mangler der målinger af grundvandsstand i boringer. Resultatet af drænsplan 2 i begge moser viser, at det er vigtigt at monitorere i forskellige afstande fra nyetablerede nedgravede drænrør eller åbne drængrøfter. Det anbefales, at overvågningsperioden mindst et år før dræning etableres og 2-3 år i driftfasen for at kunne følge effekten af dræningen.

Delkonklusion (scenarie 6): Det anbefales at installere vandstandslogger i mindst 10 boringer i Vasby og Sengeløse Moser til overvågning af vandstanden. Formålet er dels at overvåge eventuelle påvirkninger fra grundvandsindvindinger af moserne, eventuelle påvirkninger fra klimaændringer og endelig effekten af etablering af to nye lokale afdræningssystemer i hhv. Sengeløse og Vasby Moser. Overvågningen skal følge ændringer i vandstand i det primære grundvandsmagasin nær moserne; i selve moseaflejringerne, samt observere ændringer i vandstand i op til 50m afstand væk fra de to nyetablerede dræningssystemer i de to moser.

Scenarie 7

I scenarie 7 skal betydningen af ændringer i indvindingsmængder fra de eksisterende kildepladser vurderes. Desuden konsekvenserne for rigkærrets krav til opadgående kalkholdigt grundvand vurderes med den kalibrerede lokalmodel for begge moser.

I figur 19 er vist placeringen af områdets indvindingsboringer samt udvalgte monitoringsboringer i det primære grundvandsmagasin og i selve moseaflejringerne der indgår i scenarie 7's Riggilde modelanalyse af om områdets betydelige grundvandsindvinding potentiel kan påvirke vandstandsforholdene i de to moser ved en forøgelse af indvindingen på samlet 20%. Ændringen i vandstand er med Riggilde modellen beregnet for 3 boringer i moseaflejringerne og i en boring øst for Sengeløse mose.



Figur 19 kortoversigt der viser placeringen af udvalgte indvindingsboringer og monitoringsboringer i Sengeløse områder, der indgår i analysen af scenarie 7. Der er vist tre monitoringsboringer i moseaflejringerne og en i det primære grundvandsmagasin (200.126). Det er kun indvindingsboringer, hvor den samlede oppumpning er øget med 20% i scenarie 7 der er indikeret.

Nedenstående tabel 2 viser resultater for scenarie 7. I tabel 2A er vist det observerede trykniveau (h Obs) før indvindingsmængden øges med 20% og det med Riggilde modellen simulerede trykniveau (h Sim) før indvindingen øges i 2 monitorings boringer i Sengeløse Mose, en boring i Vestenden af Vasby Mose samt en boring i kalkmagasinet. Det med Riggilde modellen simulerede trykniveau ved en forøget indvinding på 20% (h Sim*) er sammenholdt med før situationen som differencen i simuleret trykniveau i mm vandstand (h Diff **). Resultaterne er entydige, og viser ringe effekt af en indvindingsændring på 20 % i modelområdet,

svarende til 1,7-3mm ændring i vandstand. Med andre ord simulerer Rigkilde modellen en ganske lille påvirkning af vandstanden i moseaflejringerne til trods for indvindingsmængden samlet øges med 20% i området. Det forventes ikke på denne baggrund af gradientforholdene vil påvirkes væsentligt som følge heraf.

I tabel 2B er vist observeret og simuleret vandføring i Sengeløse å, hakkemose Grøft, samt Tostholmbro, der repræsenterer afstrømningen fra Vasby Mose. Den målte vandføring før den forøgede indvinding begynder er angivet som Q obs (i m³/d) og den med Rigkilde modellen simulerede vandføring Q Sim før øget indvinding. Q Sim angiver den beregnede vandføring med Rigkilde modellen ved 20% øget indvinding. Ændringen i vandføring før og efter øgning af indvindingen er angivet ved Q diff* (i m³/d) og den procentvise reduktion i vandføring før og efter den øgede indvinding er angivet i Diff i %. Den beregnede ændringen i vandføring for de tre vandføringsstationer kan opgøres i promille størrelsen, hvilket må anses for en ganske ringe påvirkning af vandføringen som følge af en endog meget forøget indvinding i området omkring de to moser.

Delkonklusion (scenarie 7): For det første vurderes det på baggrund af modelberegninger med Rigkilde modellen at selv ved en øgning af grundvandsindvindingen med op til 20 % i Sengeløse området, så vil vandstanden i moseaflejringerne ikke påvirkes nævneværdigt (få millimeter). Intet tyder på at gradientforholdene vil ændres, så de steder hvor der i dag er en opadrette grundvandsstrømning vil disse forblive opadrettet. For det andet vurderes det, at vandføringen i åerne omkring og i de to moser ikke reduceres væsentligt (få promille) ved en øgning af indvindingen i området med 20%.

Tabel 2 Effekter af forøget vandindvinding

A)	DGU	h Obs	h Sim	h Sim*	h Diff**
Vest Sengeløse Mose	200.7590	13.99	14.084	14.081	2.9
Vest Vasby Mose	200.7029	14.32	14.258	14.255	3.0
Øst Sengeløse Mose	200.7051	14.28	13.831	13.828	2.8
Kalkboring	200.126	14.11	13.483	13.481	1.7

Trykniveauer, h, er i moh. *Ved forøget indvinding på 20%. **Difference i mm

B)	Q Obs	Q Sim	Q Sim *	Q Diff*	Diff i %
Sengeløse Å	3805	3458	3451	-7	0.19
Tostholmbro, Vasby Mose	4183	3848	3833	-15	0.40
Hakkemose Grøft	1614	1679	1675	-4	0.23

Q er vandføring i m³/d

7. Konklusioner og anbefalinger

I nærværende undersøgelse er opstillet en detaljeret grundvands-overfladevandsmodel (Rigkilde modellen) for Vasby og Sengeløse Moser. Modellen skal belyse de nuværende hydrologiske forhold og mosernes udvikling på kort sigt i EU-LIFE naturprojektets løbetid frem til 2020 for at få udviklet naturen her og nu, samt belyse de hydrologiske forhold der kan berøre mosen på lang sigt med fremtidige effekter af klimaændringer og ændringer i mængden af drikkevandsindvinding. I den forbindelse er Rigkilde modelområdet sat op til at indeholde nuværende indvindingsoplande.

På baggrund af 7 model scenarier har følgende kunne konkluderes.

Senarie 1 og 2 (drænsplaner på to specifikke lokaliteter i Sengeløse og Vasby Moser)

Sengeløse Mose

HT-kommune skal være særlig opmærksom omkring bundkote forholdene af det ny drænrør/bunden af den åbne grøft i forhold til bundkoten og anslået højvandstand i åen på det sted, hvor drænrøret/den åbne grøft munder ud i Sengeløse Å, når vandstanden i moseområdet omkring drænrøret/grøften skal sænkes eksempelvis 50 cm. Det anbefales at de aktuelle terrænforhold langs anlægslinjen indmåles med differential GPS samtidig med at bundkoten i åen indmåles. Det anbefales udelukkende at planlægge anlægsarbejdet udfra konkrete GPS opmålinger i felten, og det er ikke nok kun at benytte SDFE's 1,6m eller 0,40m højdemodel ved planlægning af anlægsarbejdet. Det vil være kritisk, når åen har høje vandstande, og der vil være mulighed for tilbageløb i mosen. Specielt hvis drænet er en åben grøft, er det problematisk. Ved et lukket drænrør vil muligheden for påvirkning ved tilbageløb være mindre i moserne, hvis højvandssikring indbygges i drænrøret, dvs. vandet kan kun løbe i én retning gennem røret.

Modelberegningerne viser at som følge af etablering af et nyt drænrør i jorden eller en åben drængrøft vil dette drænsystem kunne afsænke vandstanden som et minimum 10-30m vinkelret væk fra drænsystemet med 30-50cm vandstandssænkning. Det kan dog ikke udelukkes at vandstanden påvirkes op til 50m fra det nye drænsystem med op til 10cm vandstandssænkning. Effekten af afsænkningerne på grundvandsudstrømningen anbefales monitoreret med mindst 2 monitoringsboringer og evalueres efter 2-3 års drift.

Vasby Mose

Særlig opmærksomhed skal gives af HT kommune omkring drænlinsen i Vasby Mose til at få indmålt anlægslinjen med differential GPS for at sikre det nødvendige fald mod udmundingen ved Spang Å. Det vurderes at et lukket drænrør med højvandssikring bedre vil sikre mod tilbageløb fra åen ind over moseoverfladen end en åben grøft kan gøre.

Modelberegningerne viser at det er sandsynligt at der vil ske en afsænkning af vandstanden i en afstand på op til 50 m væk fra drænsystemet. Størrelsen af afsænkningen vil være størst nær Spang Å. Der skal laves konkrete pejlinger i mindst 2 boringer i en indkørings periode på 2-3 år.

Enghavegårdsvej 21 (scenarie 3 & 4)

Scenarie 3: Det vurderes at måleperioden for drænvandføringer i efteråret 2016 er utilstrækkelig til at komme med en endelig konklusion på strømningsmængder og –dynamik når et nyt lukket rør skal etableres fra Enghavegårdsvej 21. Men på baggrund af den pt. kendte måleserie er drænvandstrømningen beskeden og hvis den er repræsentativ vil det være et mindre lukket rør, der skal etableres i jorden. Det lukkede rør kan enten føres fra Enghavegårdsvej 21 videre igennem mosen som et lukket rør med højvandssikring i udløbet til Sengeløse Å. Alternativt kan det ledes mod øst, syd om Sengeløse Mose i et nyt drænrør, se sort linje på figur 16, direkte til Hakkemose Grøften, hvis denne omlægges til sin tidligere vej udenom Sengeløse Mose. Endelig bør det overvejes om den nuværende drængrøft gennem mosen ved Enghavegårdsvej 21 bibeholdes for alene at aflede overfladevand der falder i mosen ud til Sengeløse Å. Det skal overvejes, om der skal laves en højtvandssikring så der ikke sker tilbageløb ind i grøften og ud i mosen.

Scenarie 4: Et lukket drænrør anbefales at have sammen diameter som drænrøret ved Enghavegårdsvej 21, da vandmængden der skal bortledes til enten Sengeløse Å eller Hakkemose grøften (jf. scenarie 3). Der kan være en fordel ved at etablere anlægslinjen til Hakkemose Grøft da der samtidigt kan opsamles drænvand fra andre marker syd for Sengeløse Mose.

Scenarie 5 (klimascenarier af nutidigt, fremtidigt tørt og vådt klima (2080-2010))

Klimascenarier beregnet med Rigkilde modellen for et fremtidigt tørt og vådt klima i perioden 2080-2100 sammenlignet med det nutidige klima viser ikke store forskelle i vandstand imellem det klima vi kender i dag og om 60-80år. Vinterperiodens vandstande beregnet for de tre klima scenarier viser størst forskelle på op til 10-15cm, mens sommer scenariet maksimalt adskiller sig med 5cm mellem de tre klimascenarier. Beregningerne sandsynliggør således at i planternes vækstperiode i sommerhalvåret så vil fugtighedsforholdene i moserne ikke ændres væsentligt i et fremtidigt klima. Det vurderes således at der ikke vil være væsentlige ændringer i de hydrologiske forhold i moserne såfremt dræningssystemerne (drænrør og grøfter) er virksomme. Til gengæld kan der være et forvaltningsmæssigt opmærksomhedspunkt omkring hyppigheden af grødeskæring og senere grødeskæring på året i de to år i et fremtidigt klima for at sikre tilstrækkelig gode afstrømningsforhold i åerne.

Scenarie 6 (automatisk vandstandslogging i udvalgte monitoringsboringer)

Det anbefales at installere vandstandslogger i mindst 10 boringer i Vasby og Sengeløse Moser til overvågning af vandstanden. Formålet er dels at overvåge eventuelle påvirkninger fra grundvandsindvindinger i området, eventuelle påvirkninger fra klimaændringer og endelig effekten af etablering af to nye lokale afdræningssystemer i hhv. Sengeløse og Vasby Moser. Overvågningen skal følge ændringer i vandstand i det primære grundvandsmagasin nær moserne; i selve mosaflejringerne, samt observere ændringer i vandstand i op til 50m afstand væk fra de to nyetablerede dræningssystemer i de to moser.

Scenarie 7 (effekter af øget grundvandsindvinding på vandstand i og afstrømning fra moserne)

For det første vurderes det på baggrund af modelberegninger med Rigkilde modellen at selv ved en øgning af grundvandsindvindingen med op til 20 % i Sengeløse området, så vil vandstanden i moseaflejringerne ikke påvirkes nævneværdigt (få millimeter). Intet tyder på at gradientforholdene vil ændres, så de steder hvor der i dag er en opadrettet grundvandsstrømning vil disse forblive opadrettet. For det andet vurderes

det at vandføringen i åerne omkring og i de to moser ikke reduceres væsentligt (få promille) ved en øgning af indvindingen i området med 20%.

Følgende anbefalinger kan gives på baggrund af den opnåede viden ved projektet.

- Det anbefales at der gennemføres en kontrolopmåling af bundkoter for å- systemerne, som afleder vand fra Vasby Mose og Sengeløse Mose. For moseområderne i østenden af Vasby Mose og østenden af Sengeløse Mose, hvor der planlægges etablering af nye dræningsystemer (nedgravede drænrør eller åbne drængrøfter), anbefales der også en detailopmåling af terrænkoter i forhold til kote af dræn og kote af vandstand i åen. Det anbefales at udføre et detailprojekt.
- Det anbefales at drænrøret ved Enghavegårdsvej 21 videreføres som et lukket rør igennem mosen til Sengeløse Å eller østover til Hakkemose Grøft. Det lukkede rør kan enten føres fra Enghavegårdsvej 21 videre igennem mosen som et lukket rør med højvandssikring i udløbet til Sengeløse Å. Alternativt kan det ledes mod øst, syd for Sengeløse Mose i et nyt drænrør, se sort linje på figur 17, direkte til Hakkemose Grøften, hvis denne omlægges til sin tidligere vej udenom Sengeløse Mose. Endelig bør det overvejes om den nuværende drængrøft gennem mosen ved Enghavegårdsvej 21 bibeholdes for alene at aflede overfladevand, der falder i mosen, ud til Sengeløse Å. Det skal overvejes, om der skal laves en højt vandssikring, så der ikke sker tilbageløb ind i grøften og ud i mosen. Det anbefales at udføre et detailprojekt.
- Det anbefales at HT-kommune gennemgår brinkernes højde specielt ved Hakkemose Grøften ind mod nordøstenden af Sengeløse Mose, så overløb af næringsholdigt vand undgås ved højvandsituationer. Det anbefales at lave et detail projekt.
- Det anbefales at Orbicons målinger af vandføringen i drænrøret ved Enghavegårdvej 21 fortsættes i et til to år, for at få et bedre billede af den reelle vandmængde fra markdrænet.
- Klimascenarierne viser, at vintervandstanden i et fremtidigt klima kan ændre sig op imod 15 cm, hvorimod sommervandstanden er i samme niveau som i nutiden. Vurderingen er baseret på modelkørsler af hhv. et vådt og et tørt klimascenarie for fremtiden. Modelkørslerne viser, at klimaforandringerne ikke påvirker mosernes vandforhold i væsentlig grad. Derimod kan klimaforandringerne påvirke forhold som fx grødevæksten, hvormed revision af vedligeholdelsesplaner bør foretages.
- Det anbefales at etablere et monitoringsnetværk af pejleboringer med dataloggere i moseaflejringerne til overvågning af ændringer i grundvandsindvinding, effekter af klimaetforandringer i området, samt effekten af etablering af nye drænsystemer nær den værdifulde sårbare natur i moserne. Det anbefales at lave et detailprojekt.
- Forslag til fremtidigt monitoring af grundvandstand i Vasby mose og Sengeløse mose
 - Sengeløse Mose: Opsætning af 2-3 monitoringsstationer i østlig del af mosen ved naturfølsomme områder.
 - Vasby Mose: Her fortsættes de allerede etablerede monitoringsstationer, se figur 5.7.
 - Hvis de to beskrevne områder af mosen skal drænes med fx drænrør, eller åbne drængrøfter, skal der minimum et år før etablering og 2-3 års driftfase opsættes 2 loggere i en afstand op til 30-50m meter fra drænet til monitoring af vandstanden.
 - Det anbefales, at der benyttes automatiske dataloggere, hvor data skal indsamles årligt/ halvårligt.

- Det anbefales at monitoringsboringer har filter ca. 50 cm under vandspejlet det givne sted, således at boringen ikke udtørre under tørre perioder.
- Alle rør der ikke længere benyttes i monitoringsøjemed anbefales at blive sløjfe.

Referencer

- /1/ Bennike O & Nilsson B (2016). Miljøhistorie i Vasby Mose på Sjælland. URT, 40:4, 104-109.
- /2/ Nilsson B, Thorling, Jensen P, Kidmose J, Nielsen HHM, Plöger E (2014). Samspillet mellem grundvand, natur og overfladevand i Vasby Mose og Sengeløse Mose (Natura 2000 område), Høje-Taastrup kommune. GEUS rapport nr. 66. http://www2.htk.dk/Teknik_og_miljoecenter/Natur/Samspillet-mellem-grundvand-natur-Vasby-ogSengeloese-moser.pdf
- /3/ Nilsson B, Jensen P (2015). Supplerende undersøgelse og opstilling af monitoringsprogram for Vasby Mose og Sengeløse Mose. GEUS rapport nr. 70.
http://www2.htk.dk/Teknik_og_miljoecenter/Natur/Supplerende-undersogelse-ogmonitoringsprogram-Vasby-Mose-og-Sengeloese-mose.pdf
- /4/ NIRAS (2013) seneste kalibrerede HTK-model
- /5/ ORBICON's årsnotat 2015 med afrapportering fra målestationerne i Spang Å og Sengeløse Å ved Vasby Mose og Sengeløse Mose. Bilag 6
- /6/ Vandstandsmålinger der udføres af ORBICON for HTK findes på link <http://www.hydrometri.dk/hyd/>, samt vandføringsdata leveres af HTK jf. driftsaftale med ORBICON.
- /7/ GEUS Jupiter-databasen/8/ Fisher AS, Podniesinski GS, Leopold DJ (1996). Effects of drainage ditches on vegetation patterns in abandoned agricultural peatlands in central New York. Wetland, 16(4), 397-409.
- /9/ Seaby LP, Refsgaard JD, Sonnenborg TO, Stisen S, Christensen JH, Jensen KH. 2013. Assessment of robustness and significance of climate change signals for an ensemble of distribution-based scaled climate projections. Journal of Hydrology 486, 479-493.
- /10/ Regulativ og redegørelse for Sengeløse å, kommunevandløb nr. 15a, Høje-Taastrup kommune, Hedeselskabet. 1996.
- /11/ Højberg AL, Stisen S, Olsen M, Trolborg L, Uglebjerg TB, Jørgensen LF (2015). DK-model2014 - Model opdatering og kalibrering. GEUS rapport 2015/8, København

Bilag 1. Lysåben habitatnatur

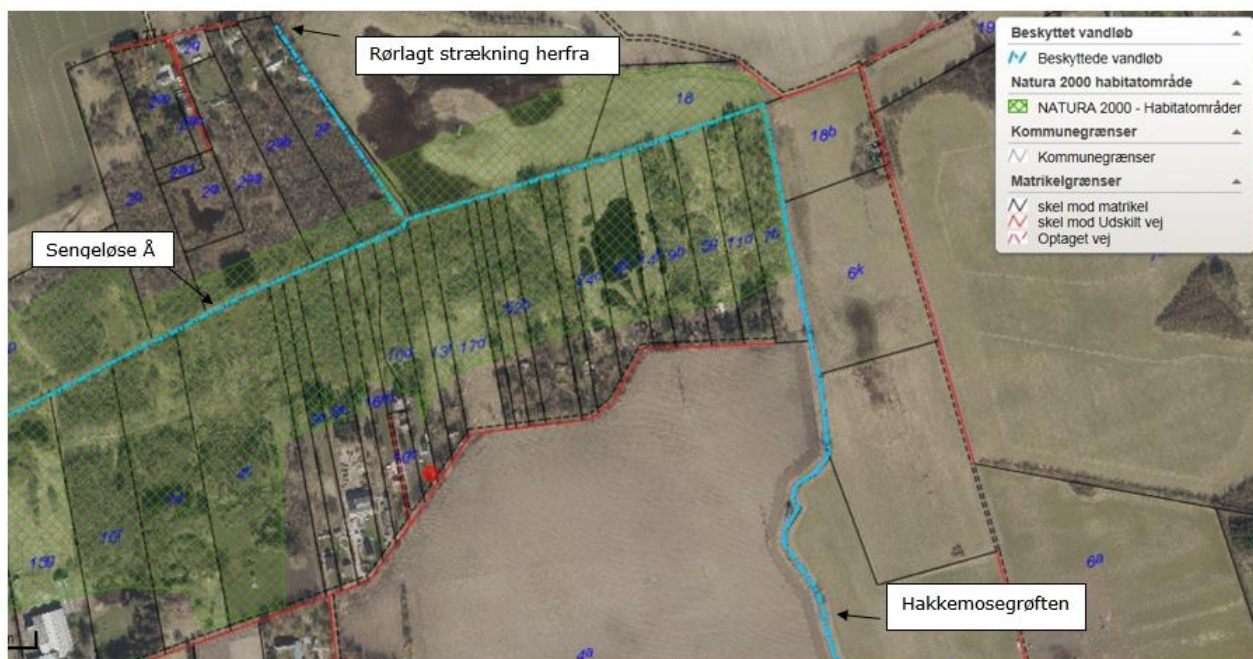


Bilag 2. Vandføringsstationer i Spang Å ved Vasby Mose og Sengeløse Å ved Sengeløse Mose.



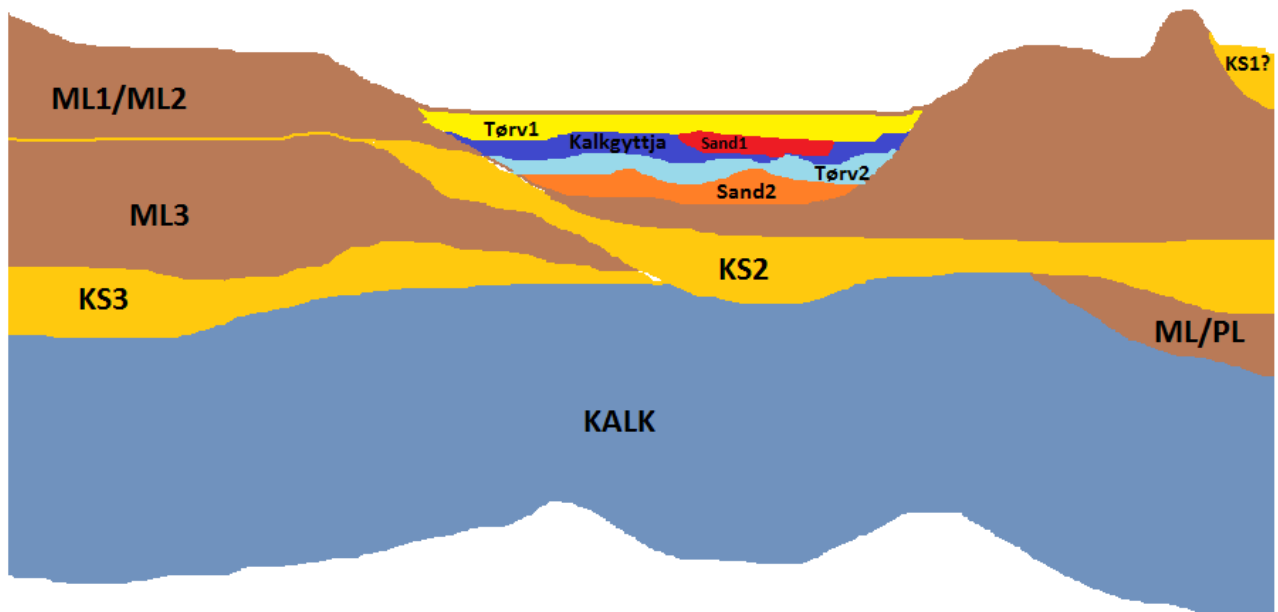
Vandstandsdata findes online <http://www.hydrometri.dk/hyd/>

Bilag 3. Markdræn på Enghavegårdsvej 21.



Udløb fra markdræn til grøft på Enghavegårdsvej 21, matr.nr 10d Sengeløse By, Sengeløse markeret med rød prik.

Bilag 4 Konceptuelt geologisk model



Regional geologi:

- Kalken
- ML/PL, moræneler, prækvartær ler
- KS3, kvartær sand 3
- ML3, moræneler 3, mindre afgørende udbredelse i området.
- KS2, kvartær sand 2, det afgørende sandmagasin i området, er sammen med kalken primære magasiner
- ML1/ML2, øvre morænelers enheder lokalt
- KS1, kvartær sand 1, uvæsentligt for lokalmodellen, optræder meget marginalt.

Mose geologi

- Tørv1, øverste lag i moserne, mest udbredte lag.
- Sand1, optræder meget begrænset i vådområderne. Er kun observeret enkelte steder. I numerisk model er denne enhed slået sammen med tørv 1.
- Kalkgytje, observeres ved de fleste lokaliteter i mosen, men er ikke gennemgående.
- Tørv2, optræder kun sporadisk i moserne. Er slået sammen med Kalkgytje i numerisk højopløselig model.
- Større gennemgående sandlag, som udgør nederste lag i moserne.