

MILJØCENTER NYKØBING FALSTER

MILJØMINISTERIET

Geologisk model

Oplandsmodel for landovervågningsop- land 1

Delrapport, 16. september 2008

MILJØCENTER NYKØBING FALSTER

MILJØMINISTERIET

Geologisk model

Oplandsmodel for landovervågningsop- land 1

Delrapport, 16. september 2008

Revision : 1
Revisionsdato : 15. september 2008
Sagsnr. : W01997-0001
Projektleder : ULA
Udarbejdet af : MEJO
Godkendt af : THW/ULA

Indholdsfortegnelse

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | Indledning | 3 |
| 2 | Beskrivelse af området | 4 |
| | 2.1 Topografi | 4 |
| 3 | Geologi | 6 |
| | 3.1 Regional geologi..... | 6 |
| | 3.2 Lokal geologi | 8 |
| 4 | Nye boringer | 14 |
| 5 | Opdatering af den eksisterende geologiske model | 17 |
| | 5.1 Datagrundlag..... | 17 |
| | 5.2 Kvalitetsvurdering af den geologiske model..... | 17 |
| | 5.3 Opdatering af de øvre lag | 18 |
| | 5.4 Redoxfronten..... | 18 |
| 6 | Referencer | 21 |

Bilagliste

Bilag 1 Borejournaler

1 Indledning

Denne rapport er en delrapport i opgaven "oplandsmodel for overvågningsopland nr. 1", og beskriver opstilling af den geologiske model til beskrivelse af de geologiske forhold i oplandet.

Hovedformålet med projektet er at opstille en dynamisk, procesbaseret og arealdistribueret oplandsmodel til beskrivelse af vand- og kvælstoftransport i den mættede zone for LOOP 1 – oplandet til vandløbet Højvads Rende. Til dette arbejde indgår den geologiske model.

Den geologiske model er en opdatering af en tidligere opstillet model for Lolland i 2003 udført af RAMBØLL, /1/, som efterfølgende er blevet opdateret af COWI i 2007 /2/ efter udførelsen af geofysiske undersøgelser.

Der er suppleret med udførelsen af 14 korte borer til mellem 5 og 8 meters dybde. Boringerne er udført ved de eksisterende grundvandsreder, da disse ikke blev geologisk beskrevet ved udførelsen.

2 Beskrivelse af området

Fokusområdet er defineret som landovervågningsopland nr. 1, eller oplandet til vandløbet Højvads Rende, se Figur 2-1.



Figur 2-1. LOOP 1 området. Skala: 1 cm ~ 750 m. ©KMS

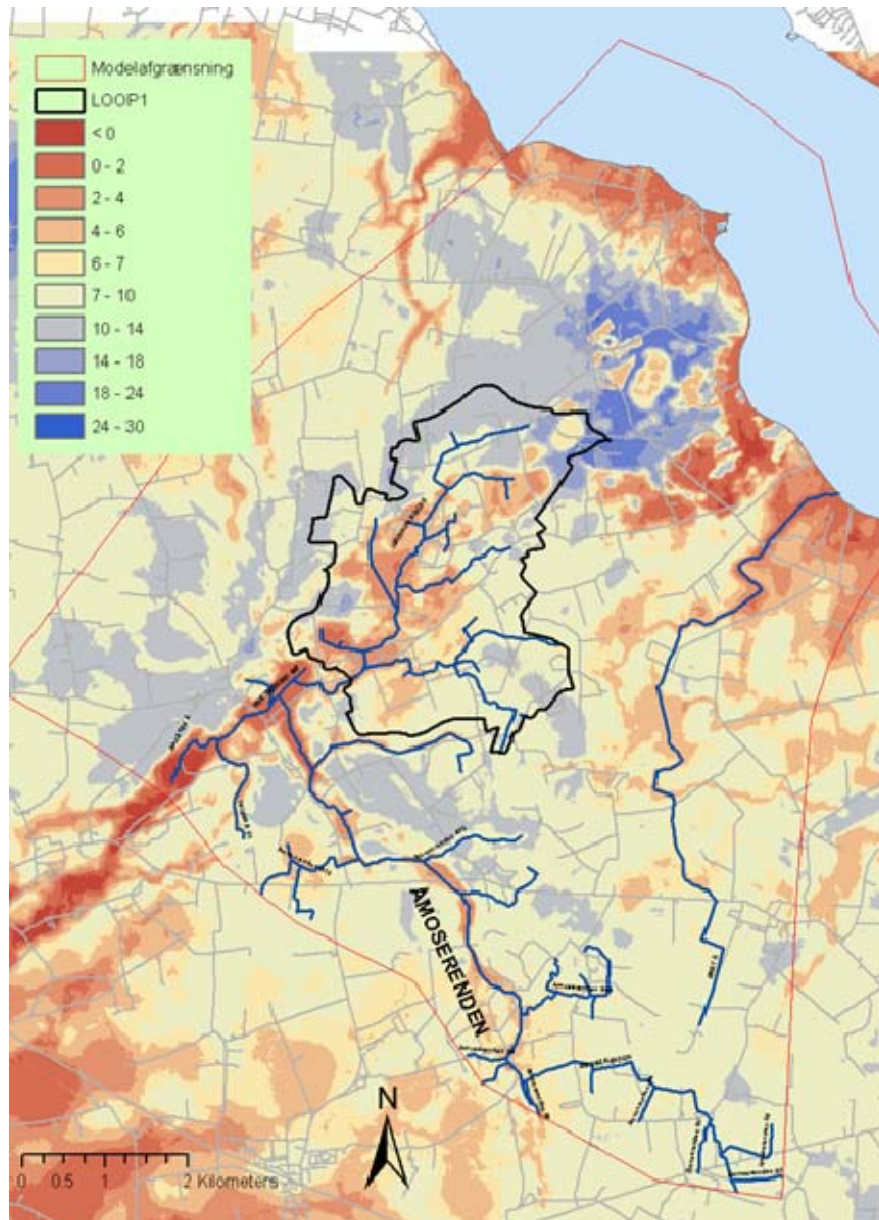
Det topografiske opland til Højvads Rende udgør ca. 985 ha. Oplandet afvandes af Højvads Rende som er rørlagt på den øverste strækning. Højvads Rende løber mod sydvest ud i Vesterborg sø, og derfra ud i Halsted Å, der udmunder i Nakskov Inderfjord med afløb til Langelandsbæltet.

Den dominerende jordtype er sandblandet ler (59 %) og lerjord (11 %). Mindre områder langs vandløbet og i den tidligere ådal er karakteriseret som humusjord (3 %). Skov området i den sydlige del af området udgør ca. 27 % af oplandet, som til stor del er afvandet ved grøfter. Størstedelen af landbrugsjorden i oplandet er drænet, se /1/ for mere information.

2.1 Topografi

Der er i forbindelse med projektet indhentet de nyeste laser opmålte terræn data fra KMS. Data er leveret fra KMS som et stort punkttema med ca. 50 millioner punkter. Dette er ikke operationelt i en numerisk model, og det leverede punkttema blev derfor interpoleret ud i en gridflade med en opløsning på 5 meter. Interpoleringen blev foretaget med en simpelt IDW metode (med 5 meters søgeradius).

Figur 2-2 viser den benyttede topografi (DEM) med 5 meters opløsning som benyttes for modelområdet. Data har en så god detaljeringsgrad at placeringen af vandløbene kan aflæses fra filen.

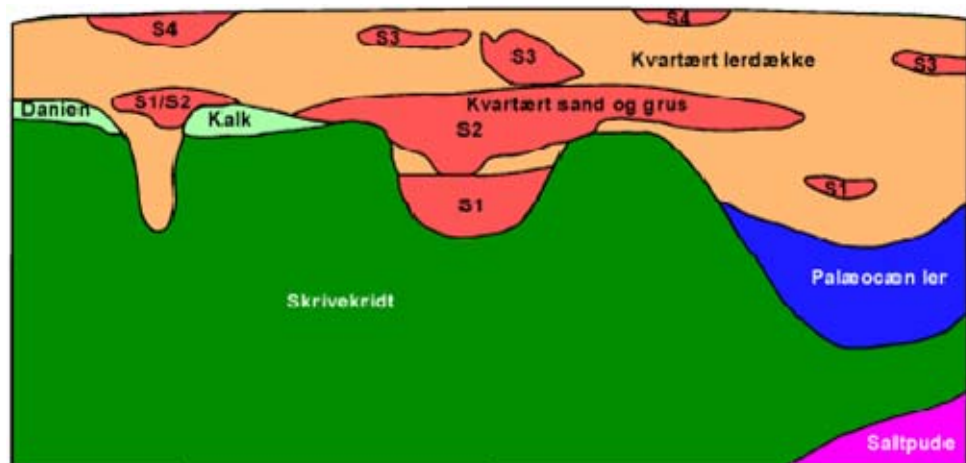


Figur 2-2 DEM for modelområdet med 5 meters opløsning

3 Geologi

Der er opstillet en geologisk model for Lolland i 2003 af RAMBØLL, /1/, som efterfølgende er blevet opdateret af COWI i 2007, /2/ efter udførelsen af geofysiske undersøgelser.

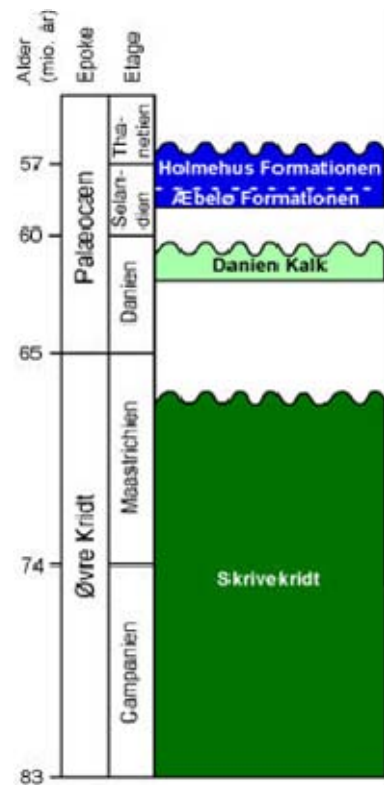
I /1/ er der opstillet en geologisk forståelsesmodel, som er illustreret i Figur 3-1. Modellen beskriver forekomsten af tre prækvartære formationer og fire kvartære sand- og grusmagasiner med mellemliggende lag af moræneler.



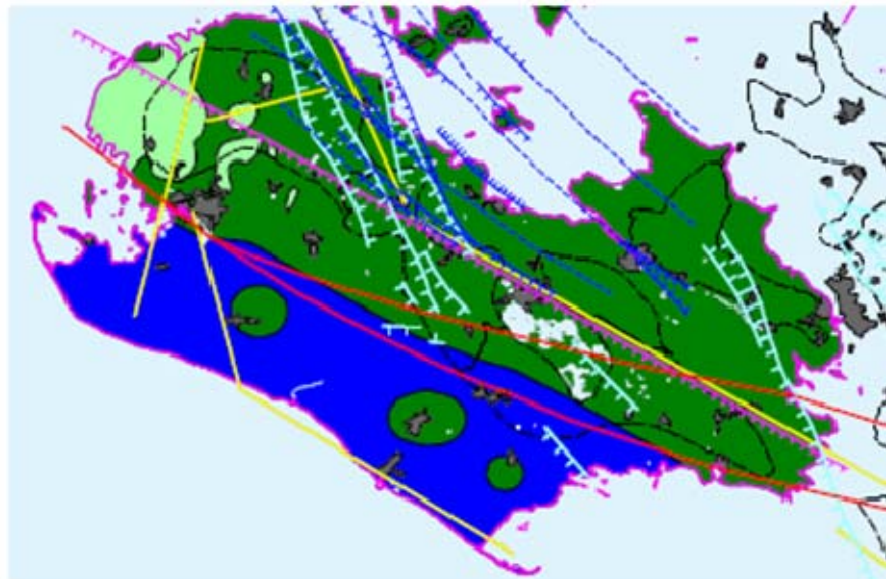
Figur 3-1 Geologisk forståelsesmodel for Lolland, fra /1/

3.1 Regional geologi

Generelt udgøres de prækvartære aflejringer i det nordvestlige Lolland af Skrivekridt overlejret af et tyndt lag af Danien kalk (Bryozokalk), som flere steder er fjernet af senere kvartær erosion. Herover finder man fed palæocænt ler, der i det nordvestlige Lolland kun er observeret lokalt i den vestlige del, mens det er mere udbredt syd for området, hvor det hviler direkte på Skrivekridt uden mellemliggende lag af Danien kalk (se Figur 3.2). På Figur 3-3 ses fordelingen af bjergarter i prækvartæroverfladen. Årsagen til at der kun findes palæocænt ler i den sydlige del af Lolland skyldes en forkastning, der har bevaret leret i den nedforkastede sydlige del.



Figur 3-2 Prækvartær stratigrafi



Figur 3-3 Fordeling af bjergarter i prækvartæroverfladen. Mørkegrønt er skrivekridt, lysegrønt er bryozokalk og blå er palæocænt ler.

De kvartære dæklag består af moræneler med flere indslag af sand, der benævnes S1-S4, se Figur 3-1.

S1 ses i flere boringer som et dybtliggende sandlag, der varierer mellem kote -55 og -85 m og med det laveste område i den NV-lige del af Lolland. Det antages, at sandet er aflejret direkte på prækvartæroverfladen. Tykkelsen af laget ses oftest mellem 20 og 40 meter med de tykkeste dele i den centrale del af Lolland. Det påpeges, at tolkningen er usikker og kun bygger på få boringer.

S2 er klart det mest udbredte sandlag på Lolland og toppen af S2 ses mellem kote -50 i de centrale dele af Lolland og op til kote 0 i den østlige del af Lolland. Tykkelsen er oftest mellem 20-50 meter.

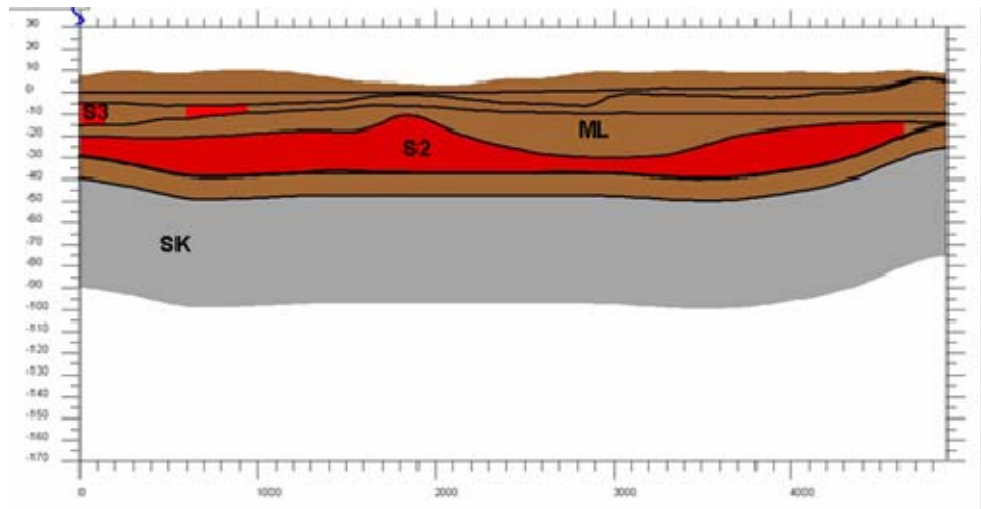
S3 sandmagasinet er mere spredt aflejret med mange mindre udbredelser. Dog ses to større sammenhængende områder under den sydlige del af Lolland. Enkelte steder ses mindre områder, hvor S2 og S3 er i kontakt med hinanden. Laget (S3) træffes oftest mellem kote -25 og kote -5, men ses helt op til kote 10 enkelte steder, hvor det er tæt på at gå i dagen. S3-laget varierer i tykkelse fra 30 meter til under 1 meter, men er oftest omkring 5 meter tykt.

S4 træffes øverst i den kvartære lagserie som et mindre sandmagasin. Magasinet er spredt og lokalt aflejret. Sandmagasinet ses fra kote -10 til terræn. De fleste steder er laget dækket af et tyndt morænelersdække.

Flere steder er prækvartæroverfladen udviklet som dybe render, der tolkes som kvartære begravede dale. De begravede dale er nogle steder fyldt med moræneler, andre steder med sand og grus - eller vekslende lag af forskellig sammensætning.

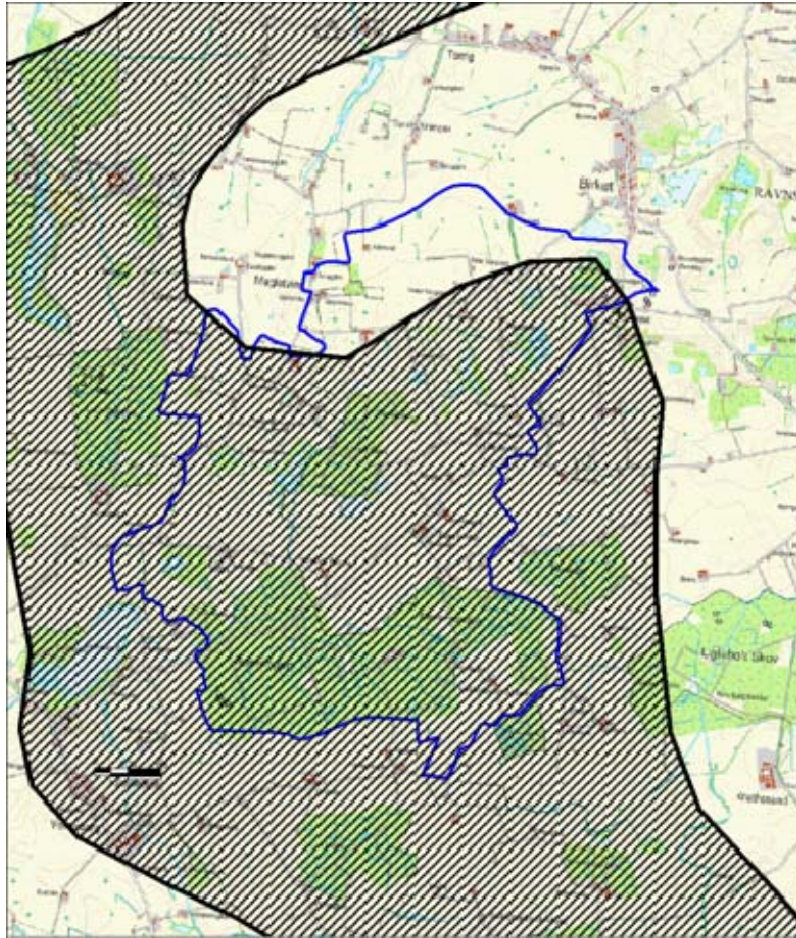
3.2 Lokal geologi

På Figur 3-4 ses et geologisk tværsnit gennem den hydrostratigrafiske model for LOOP1 området. Profilet er taget fra /3/ og er øst-vest orienteret. På profilet er ikke angivet det øverste sandlag, S4.



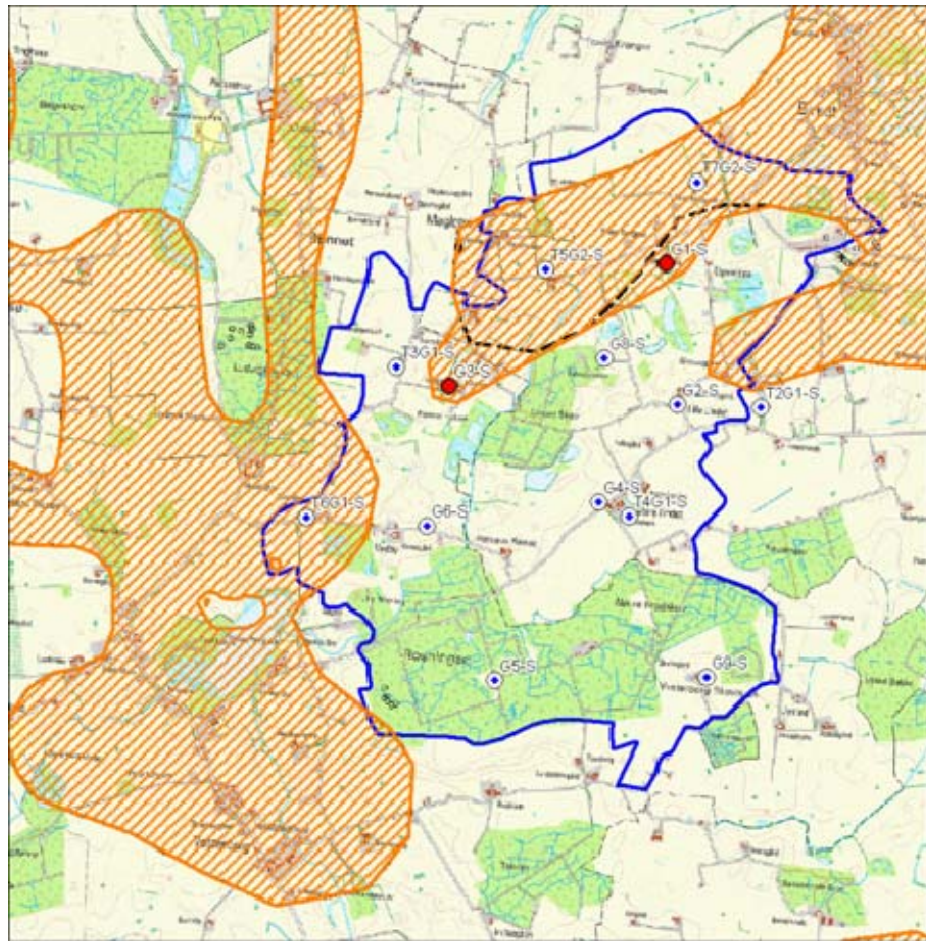
Figur 3-4 Eksempel på geologisk tværsnit gennem LOOP 1 oplandet. De sorte streger viser beregningslag, fra /3/

På figuren ses, at for LOOP 1 området udgøres prækvartæroverfladen udelukkende af Skrivekridt, der træffes primært omkring kote -40. Over skrivekridtet optræder moræneler, der igen overlejerer af smeltevandssand, der er defineret som S2. Som det fremgår af Figur 3-5 er S2 udbredt i store dele af LOOP1 området og har en tykkelse på ca. 15-20 meter.



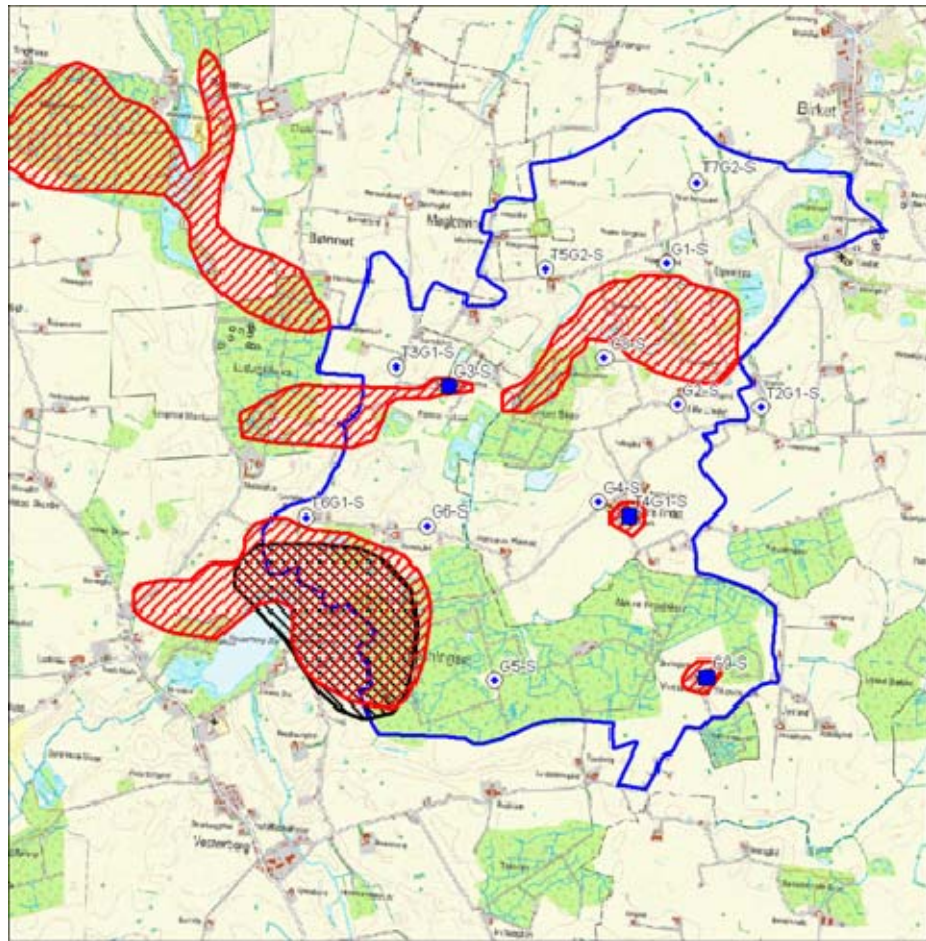
Figur 3-5 Udbredelsen af S2

Over S2 optræder igen moræneler, der igen overlejres af smeltevandssand, S3. Udbredelsen af S3 ses i Figur 3-6. Det ses, at S3 kun dækker mindre områder i den nordlige og vestlige del af området og har mindre mægtigheder på under 10 meter.



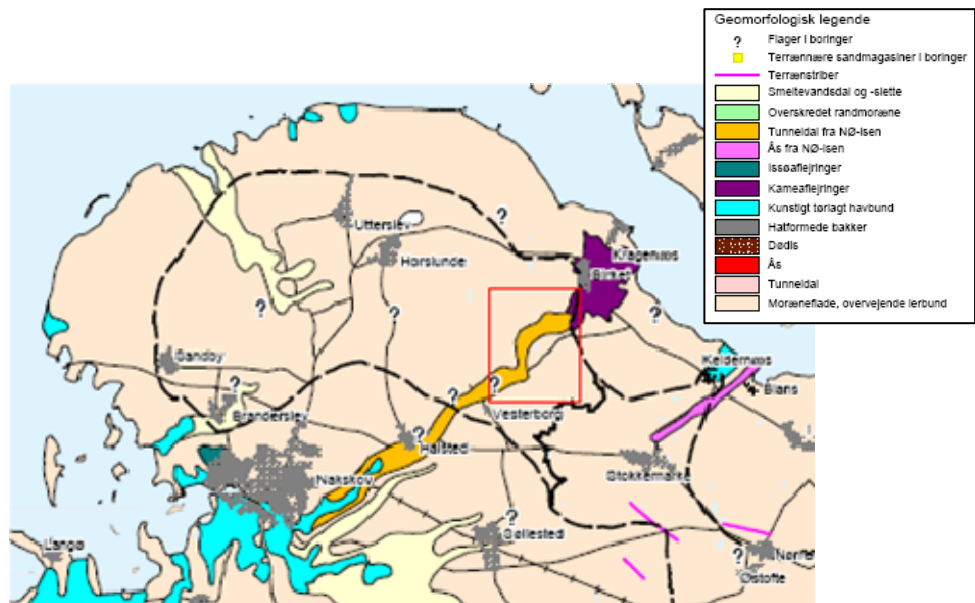
Figur 3-6 Udbredelsen af S3. Sort stiplet linie indikerer udbredelsen i den originale model i /2/. Røde prikker er nye borer med S3 og øvrige prikker er nye borer uden forekomst af S3

Over S3 ses igen moræneler og øverst i lagfølgen optræder sen- og postglaciale sand, S4. På Figur 3-7 ses udbredelsen af S4. Udbredelsen af laget er baseret på borer og jordartskort. Tykkelsen af S4 er oftest under 1 meter, men i enkelte tilfælde er der beskrevet tykkelser på op til 5 meter.



Figur 3-7 Udbredelse af S4. Sort markeret område er udbredelsen af S4 fra den original model, /1/. Blå firkanter er nye borer med S4 (se kapitel 4) og øvrige prikker er nye borer uden forekomst af S4.

Terrænoverfladen i LOOP1 området er domineret af et SV-NØ orienteret lavtliggende område, hvor bl.a. Højvads Rende løber (se på Figur 2-2). På Figur 3-8 er denne lavning tolket som en tunneldal, der er dannet af under passagen af NØ-isen, der overskred området fra nordøst.

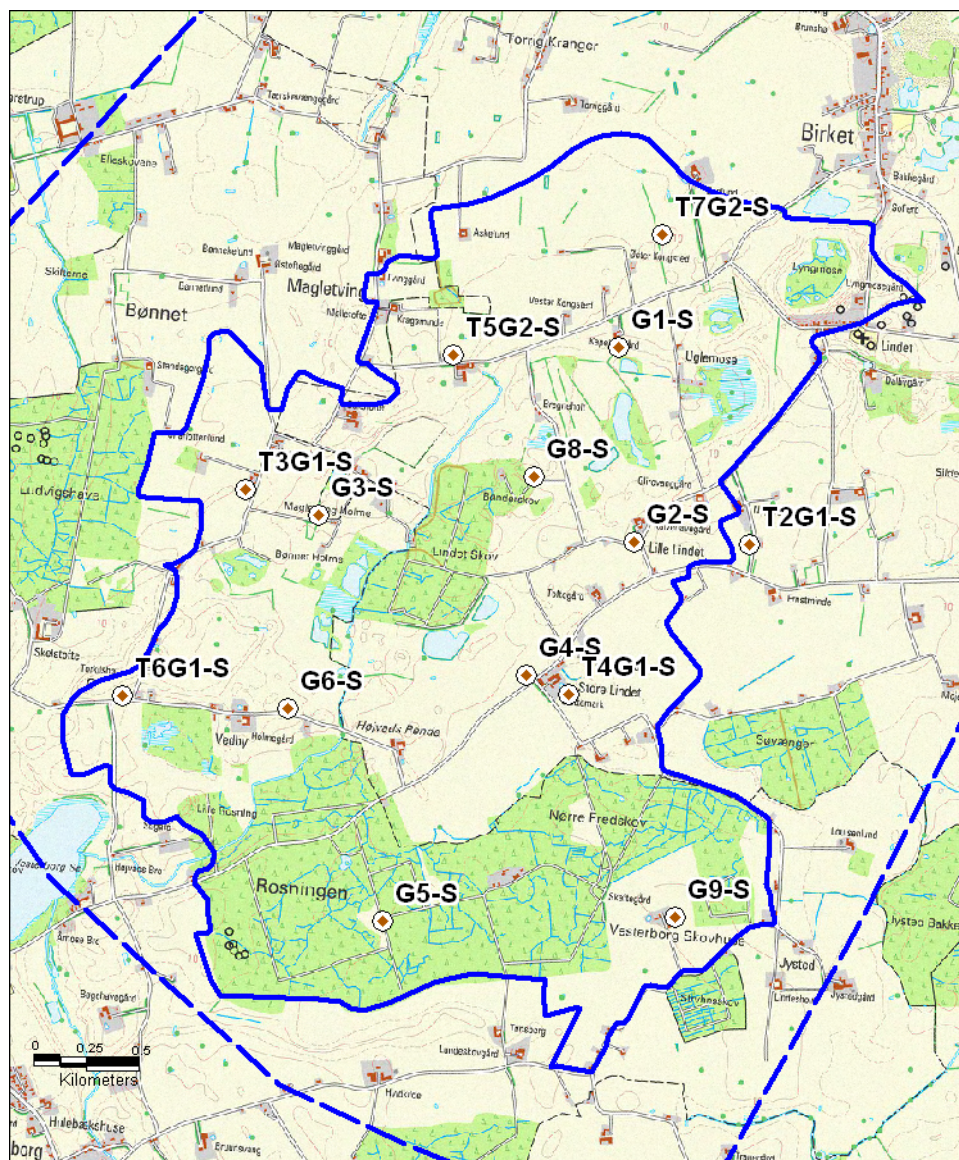


Figur 3-8 Udsnit af geomorfologisk kort, fra /1/. LOOP 1 området er markeret med rød firkant.

4 Nye boringer

I Loop1 har identifikation af vandledende elementer nær terræn stor betydning for vandbalancen og nitratudvaskningen. Formålet med supplerende data er at forbedre den hydrostratigrafiske tolkningsmodel og/eller strømningsmodellen. Det vurderes, at det især er i de øverste 5 meter, at transporten til vandløb er af betydning. Desuden er det også i de øverste 5 meter, at redoxprocesserne foregår.

Der findes indenfor Loop1 oplandet 15 grundvandsreder og en enkelt udenfor, hvor der løbende er foretaget grundvandskemiske analyser. Grundvandsrederne udgøres af en række boringer, der er filtersat i forskellige dybder ned til den maksimale dybde i 5 meter under terræn. Geologien ved disse boringer var ikke tilstrækkelig kendt, hvilket blev anset for nødvendigt for at kunne anvende de kemiske resultater.



Figur 4-1 Placering af nye boringer

Det blev derfor besluttet at udføre 16 nye boringer ved de eksisterende grundvandsreder for at få klarhed over de terrænnære geologiske forhold sammen med muligheden for evt. sedimentkemiske analyser af nitratreduktionskapaciteten og fastlæggelse af redoxfronten. Af forskellige årsager var det kun muligt at udføre boringer på 14 af grundvandsrederne.

De 14 boringer er udført af E. Hestbech, Ringe i februar 2008. Boringerne er udført som tørrotationsboringer med snegl og med sandspand i våde sandede aflejringer. Boringerne er ført ned til farveskift i lerede aflejringer, dog minimum 5 meter og

maximalt 8 meter under terræn. Ved udførelsen af borerne har der være fokus på at bestemme redoxgrænsen i form af farveskift i aflejringerne. Der er udtaget 3 jordprøver pr. halve meter til geologisk beskrivelse og til sedimentanalyse. Det ene sæt prøver er geologisk beskrevet af ALECTIA og indtastet i en GeoGIS database. Beskrivelsen kan ses i vedlagte borejournaler i bilag 1. Det andet sæt er sendt til GEUS til geologisk prøvebedømmelse. Det tredje sæt er udtaget til pyrit-analyse til bedømmelse af reduktionskapaciteten i jorden og til en mere nøjagtig bedømmelse af redoxgrænsen. Prøverne blev frosset umiddelbart efter prøveudtagningen og transporteret til GEUS. Prøverne opbevares nu hos GEUS og vil muligvis blive analyseret senere.

5 Opdatering af den eksisterende geologiske model

5.1 Datagrundlag

Der er fra Miljøcenter Nykøbing modtaget den oprindelige geologiske model, /1/, i form af et GeoEditor-projekt samt digitale tolkningspunkter fra COWI's opdatering, /2/, samt griddede flader for hver af de kortlagte lag, se kapitel 3. De griddede flader er interpoleret på basis af de digitale tolkningspunkter.

Data er blevet konverteret til koordinatsystemet Euref 89 zone 32, hvor det var nødvendigt og læst ind i et nyoprettet MIKE GeoModel (MGM).

De 14 nye boringer, der er blevet indtastet i en GeoGIS database med angivelse af prøvebeskrivelser, geografisk referencer og terrænkoter er ligeledes indlæst i MGM-projektet.

Datagrundlaget for COWI's seneste opdatering er sammenlignet med et frisk udtræk fra PC Jupiter for at undersøge om, der er tilgået nye boringer til området. Dette har ikke været tilfældet (bortset fra de nye 14 boringer, der udført i forbindelse med dette projekt, afsnit 4). En sammenligning med COWI's datagrundlag i /2/ og PC Gerda viser ligeledes, at der heller ikke er udført nye geofysiske målinger i området. COWI's opdatering i 2007 fremstår således som den mest opdaterede.

5.2 Kvalitetsvurdering af den geologiske model

De modtagne grid-filer for top og bund af de kortlagte sandlag og prækvartære formationer er blevet indlæst i det oprettede MGM-projekt. I MGM er der opstillet et antal profillinier med en indbyrdes afstand på 500 meter, således at alle boringer er blevet repræsenteret på profilerne. De indlæste digitale tolkningspunkter er ligeledes repræsenteret på profilerne.

Herefter er der udført en minutiøs gennemgang af profiler for at kontrollere tolkningspunkter og grids fra COWI's opdatering i forhold til den geologiske opfattelse af området. Det viste sig, at der i LOOP 1 området ikke er sket nogen opdatering af de geologiske lag i forhold til den oprindelige geologiske model, /1/. COWI's opdateringer har primært været koncentreret om Midt- og Sydlolland.

Gennemgangen af profilerne gav således ikke anledning til at ændre den regionale geologiske model.

5.3 Opdatering af de øvre lag

De 14 udførte borerer viser alt overvejende at den dominerende bjergart i de øverste 5-8 meter er moræneler. Borerererne har dog bidraget til en bedre forståelse af udbredelsen og tykkelsen af det terrænnære sandlag S4. I Figur 3-7 er vist den nye udbredelse og den ældre. Udbredelsen er også baseret på jordartskort.

Det underliggende sandlag, S3 er også blevet opdateret, da to af borerererne indeholdt sandlaget. I Figur 3-6 ses udbredelse af S3 sammen med den gamle udbredelse. S2 er ikke blevet berørt, da de nye borerer ikke har givet ny viden om dette lag.

5.4 Redoxfronten

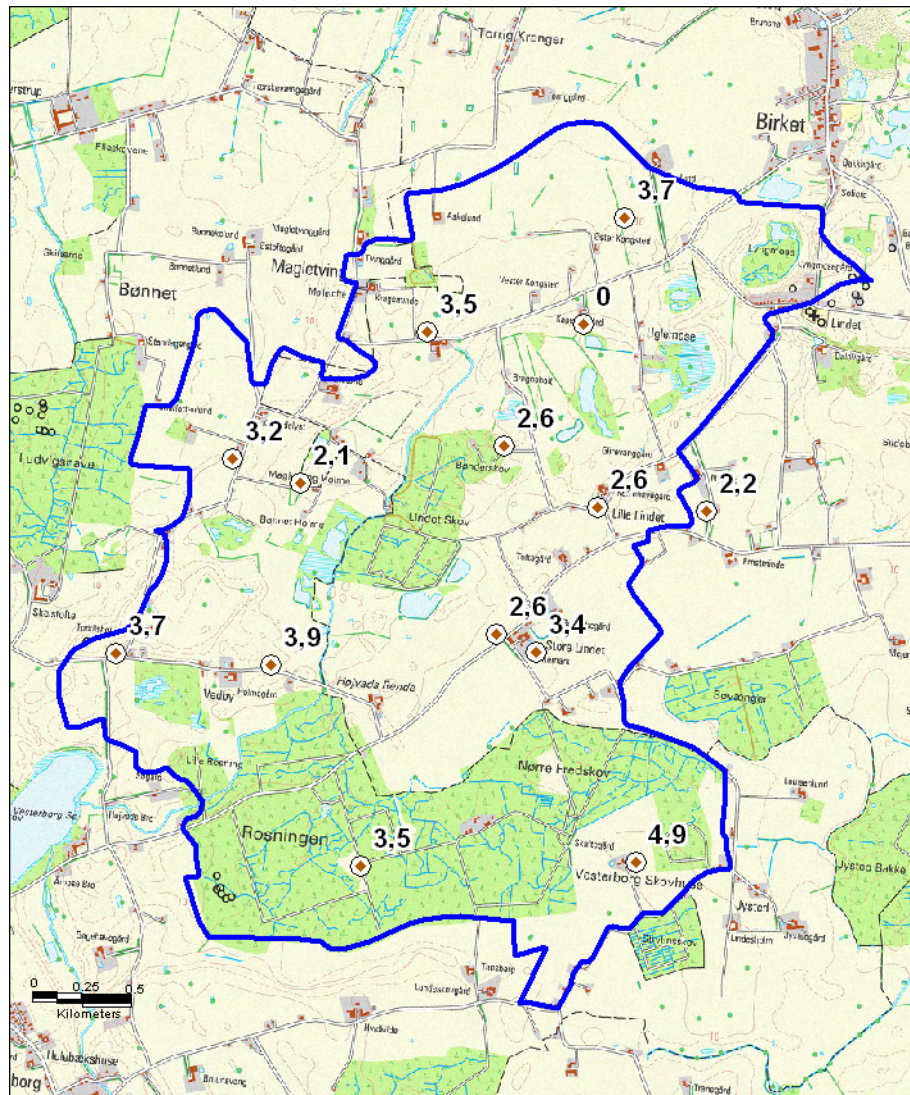
Redoxfronten er bestemt ved at vurdere farveskiftet i borerererne. Baseret på jordprøvebeskrivelsen er nedenstående Tabel 1 fremstillet.

Overgangen fra iltede (aerobe) til reducerede (anerobe) jordlag beskrives normalt som redoxgrænsen, redoxfronten, nitratfronten eller iltningfronten. En god bestemmelse af redoxfronten er afgørende når transporten af nitrat i jordlagene skal bestemmes, da reduktionen af nitrat kræver iltfrie (anerobe) forhold. Bestemmelsen af redoxfrontens beliggenhed foregår oftest ved at sammenligne farveskift i jordprøver, da jordens farve kan give oplysninger om iltindholdet i jordlagene. Således er f.eks. gule, gulbrune, brune og gråbrune farver tegn på iltede (aerobe) jordlag, mens grå, brungrå eller sort tyder på reducerede (anerobe) forhold i jord.

Der vil foreligge yderligere om bestemmelse af redoxfronten i et notat, som omhandler kalibrering og opsætning af nitratreduktionsmodel.

Tabel 1 Dybden af redoxfronten i de nye boringer

| Boring | Redoxgrænse | Bemærkninger |
|---------------|--------------------|---|
| G1-S | - | ikke muligt at aflæse redoxgrænse pga sandede aflejringer |
| G2-S | 2,6 | |
| G3-S | 2,1 | |
| G4-S | 2,6 | |
| G5-S | 3,5 | |
| G6-S | 3,9 | |
| G8-S | 2,6 | |
| G9-S | 4,9 | |
| T2G1-S | 2,2 | |
| T3G1-S | 3,2 | |
| T4G1-S | 3,4 | |
| T5G2-S | 3,5 | |
| T6G1-S | 3,7 | |
| T7G2-S | 3,7 | |



Figur 5-1 Dybde (meter under terræn) til redoxfront

6 Referencer

- /1/ Rambøll (2003). Regional strømningsmodel for Lolland. Opstilling af geologisk model. Rapport udarbejdet for Storstrøms Amt, april 2003.
- /2/ COWI (2007). Opdatering af geologisk model for NV-Lolland. Rapport udarbejdet for Miljøcenter Nykøbing F., september 2007
- /3/ Alectia (2008). Opstilling og kalibrering af model. Oplandsmodel for landovervågningsopland 1. In Prep. Juli 2008