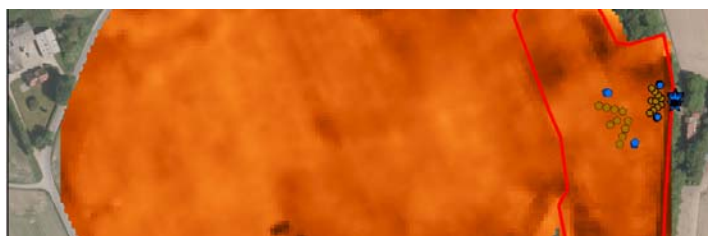


Udvælgelse af lokaliteter for nye jordvandsstationer (st102 og st106) i oplandet til Højvads Rende, LOOP 1

Fagligt notat fra DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi

Dato: 22. september 2020 |
71



AARHUS
UNIVERSITET

DCE – NATIONALT CENTER FOR MILJØ OG ENERGI

Datablad

Fagligt notat fra DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi

Kategori: Rådgivningsnotat

Titel: Udvælgelse af lokaliteter for nye jordvandsstationer (st102 og st106) i oplandet til Højvads Rende, LOOP 1

Forfattere: Rasmus Jes Petersen, Gitte Blicher-Mathiesen
Institution: Institut for Bioscience

Faglig kommentering: Hans Estrup Andersen
Kvalitetssikring, DCE: Signe Jung-Madsen
Sproglig kvalitetssikring: Anne Mette Poulsen

Ekstern kommentering: Ingen

Rekvirent: Miljøstyrelsen

Bedes citeret: Petersen, R.J. & Blicher-Mathiesen, G. (2020). Udvælgelse af lokaliteter for nye jordvandsstationer (102 og 106) i oplandet til Højvads Rende, LOOP 1. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 23 s. – Fagligt notat nr. 2020|71
https://dce.au.dk/fileadmin/dce.au.dk/Udgivelser/Notatet_2020/N2020_71.pdf

Gengivelse tilladt med tydelig kildeangivelse

Kort på forside: Rasmus Jes Petersen

Sideantal: 23

Indhold

1	Baggrund	4
2	Placering af ny jordvandsstation på mark med st. 102	6
3	Placering af ny jordvandsstation på mark med st. 106	11
4	Prøvetagningssteder for jordbundsprofiler	16
5	Konklusion	22
6	Referencer	23

1 Baggrund

I Landovervågningen (Blicher-Mathiesen m.fl., 2019) er der etableret sugeceller i ca. 1 meters dybde for at udtage jordvand til måling af næringsstoffer, herunder nitrat. Hvert sugecellefelt bestående af 10 sugeceller blev etableret i umiddelbar nærhed af markskel eller vej. Opsamlingsbrønde for jordvand blev placeret i skel eller ved vej, og sugeceller blev placeret i marken. Placering af sugeceller skulle sikre uforstyrret drift af markerne samt sikre opsamlingsbrøndenes tilgængelighed ved prøvetagning. Sugecellerne dækker et areal på ca. 120 m² og opsamler jordvand fra et areal på ca. 300 m². Da sugecellerne blev etableret forholdsvis tæt på markskel, har der været fokus på, om nitratkoncentrationen i jordvandet har været påvirket af atypiske gødsnings- og dyrkningsforhold i forageren til marken.

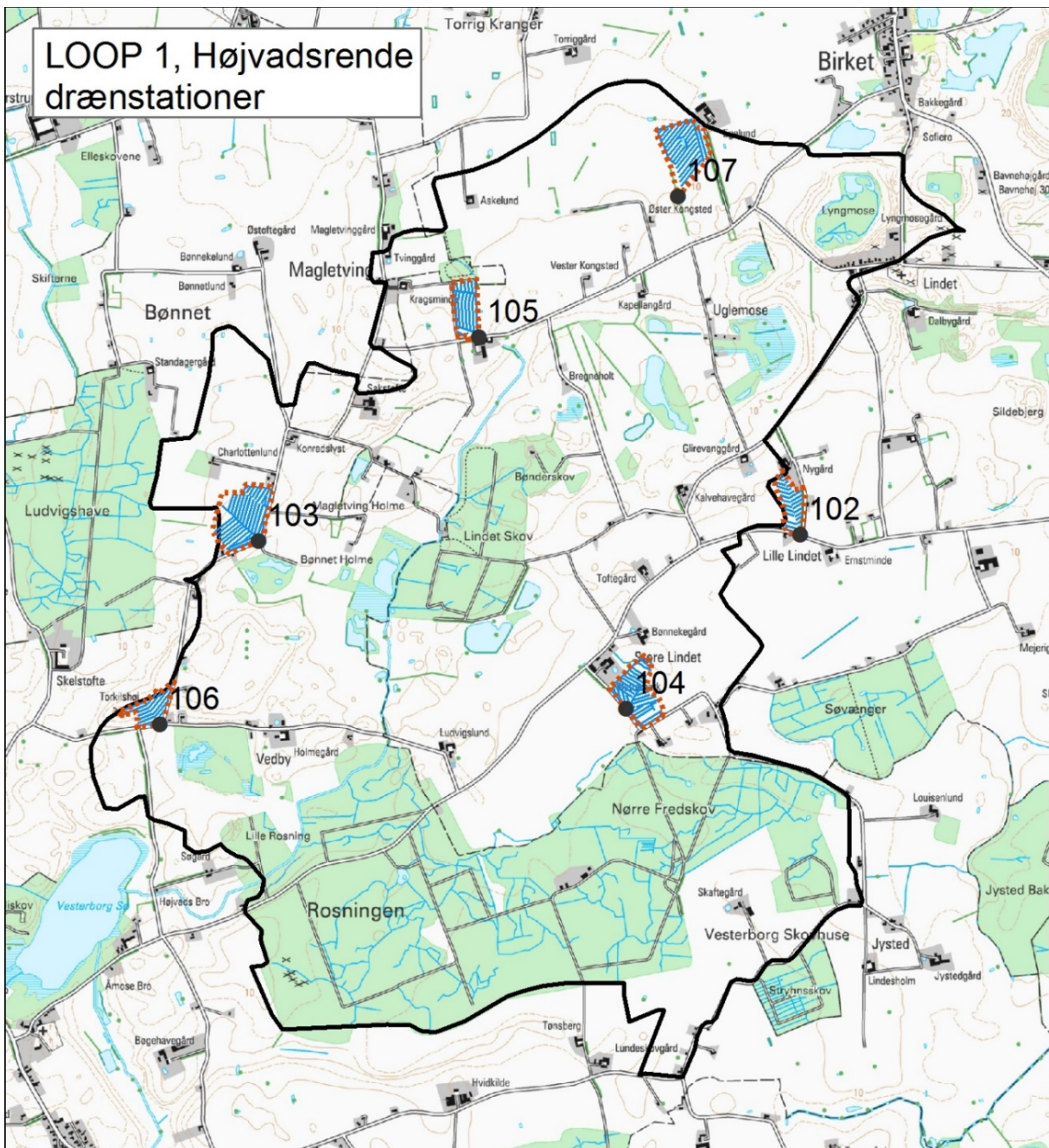
På marken ved station 102 var køresporsbredden ca. 24 m indtil 2004, hvorefter den blev ændret til ca. 21 m i 2010 og igen til ca. 28 m i 2016. Sugecellerne på denne station ligger desuden i et indhak i marken. Ændringen i køresporsbredde har forårsaget, at nogle få af sugecellerne siden 2016 har været placeret i forageren. Samtidig kan placeringen forårsage, at området modtager uensartet gødsning som følge af de uregelmæssige kørespor omkring markens indhak (Blicher-Mathiesen & Holm, 2018).

På marken ved station 106 var køresporsbredden ca. 23 m frem til og med 2004, hvorefter køresporsbredden blev ændret til ca. 36 m. Ved denne station ligger sugecellefeltet ydermere tæt på tilkørslen til marken. Af et tidligere notat fremgår det, at afgrøden over sugecellefeltet ved station 106 var i misvækst i 2004, og at der var mange kørespor over sugecellefeltet i 2006 (Blicher-Mathiesen, 2018).

Miljøstyrelsen har bedt Fagdatacenter for Stofudvaskning fra Dyrkede Arealer om at undersøge mulighederne for en anden beliggenhed for sugecellefelterne i de eksisterende marker ved de to jordvandsstationer 102 og 106 i oplandet til Højvads Rende, LOOP1 (Figur 1). De nye placeringer skal i videst muligt omfang opfylde følgende kriterier:

- Vandets perkolation i området skal være primært vertikal (ingen stærk terrænhældning).
- Jordens tekstur skal være sammenlignelig med tekturen på sugecellernes oprindelige placering.
- Sugecellefeltet skal være placeret, hvor markerne er dræned.
- De nye sugecellefelter udvides, således at de dækker et areal på ca. 330 m².
- Afstanden fra sugecellefeltet til opsamlingsbrønd må ikke overstige ca. 100 m, således at vakuum i flasker og slanger til sugecellerne stadig er tilstrækkeligt til at opsamle jordvand.

Fagdatacenter for Stofudvaskning for Dyrkede Arealer har derfor udarbejdet en anbefaling til nye placeringer af sugeceller ud fra nedenstående gennemgang af markernes topografi, udbredelse af dræn, jordens elektriske ledningsevne samt grundvandspejlinger.



Figur 1. Placering af de seks jordvandsstationer 102-107 i overvågningsområdet Højvads Rende, LOOP1, på Lolland.

2 Placering af ny jordvandsstation på mark med st. 102

Topografien på hele marken ved station 102 er forholdsvis flad (Figur 2a), men kun den østligste del af marken er drænet (Figur 2b).

Figur 2. Marken ved jordvandsstation 102 vist med a) højdekurver og b) drænsystemer. Vist på begge kort er placeringen af de eksisterende sugeceller (opr) tæt ved skel, grundvandsboringer, pejleboringer, målebrønd og drænopland samt et forslag til en ny placering (A) af sugeceller længere inde på marken.



Teksturen i dybden 100-110 cm i det nuværende sugecellefelt er ler: 13,9 %, silt: 20,8 %, finsand: 25,8 %, grovsand: 39,9 %, humus: 0,2 % (karakteriseret som sandblandet lerjord), mens den elektriske ledningsevne i denne dybde er ca. 23 mS/m (Figur 3d, Tabel 1). Jordens elektriske ledningsevne er forholdsvis homogen inden for det drænedede område i alle målte dybder (Figur 3) med undtagelse af enkelte små delområder, som viser en let forhøjet resistivitet.

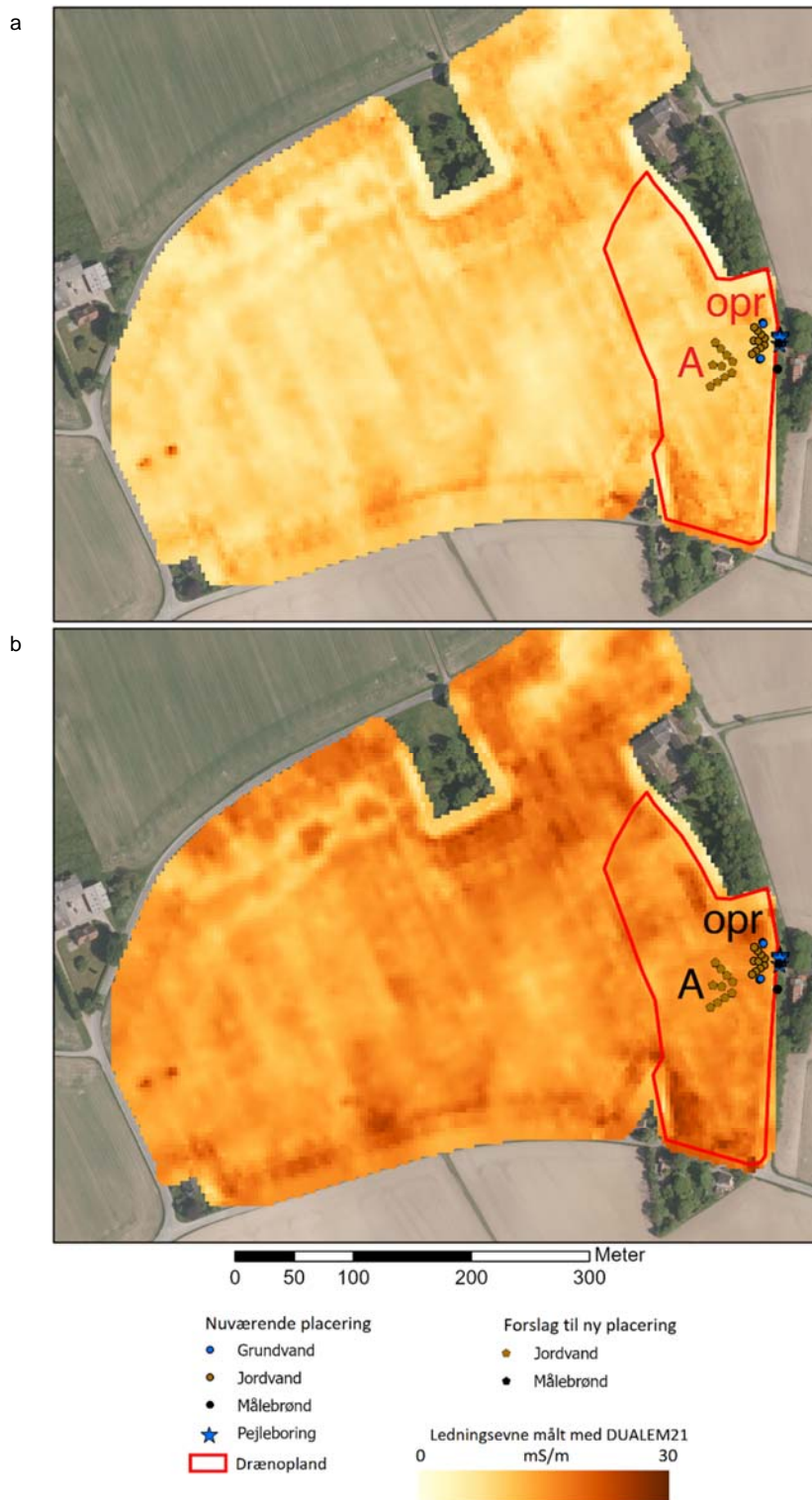
Tabel 1. Gennemsnitsværdier for terrænkote, terrænhældning og jordens elektriske ledningsevne inden for det nuværende samt det foreslåede sugecellefelt ved station 102.

	Terrænkote (m, DVR90)	Hældning (°)	Elektrisk ledningsevne (mS/m)			
			(0-30 cm)	(0-60 cm)	(0-90 cm)	(0-180 cm)
Nuværende	8,55	1,65	10,64	16,96	16,95	22,68
Nyt forslag	8,57	1,73	9,48	15,44	15,27	21,21

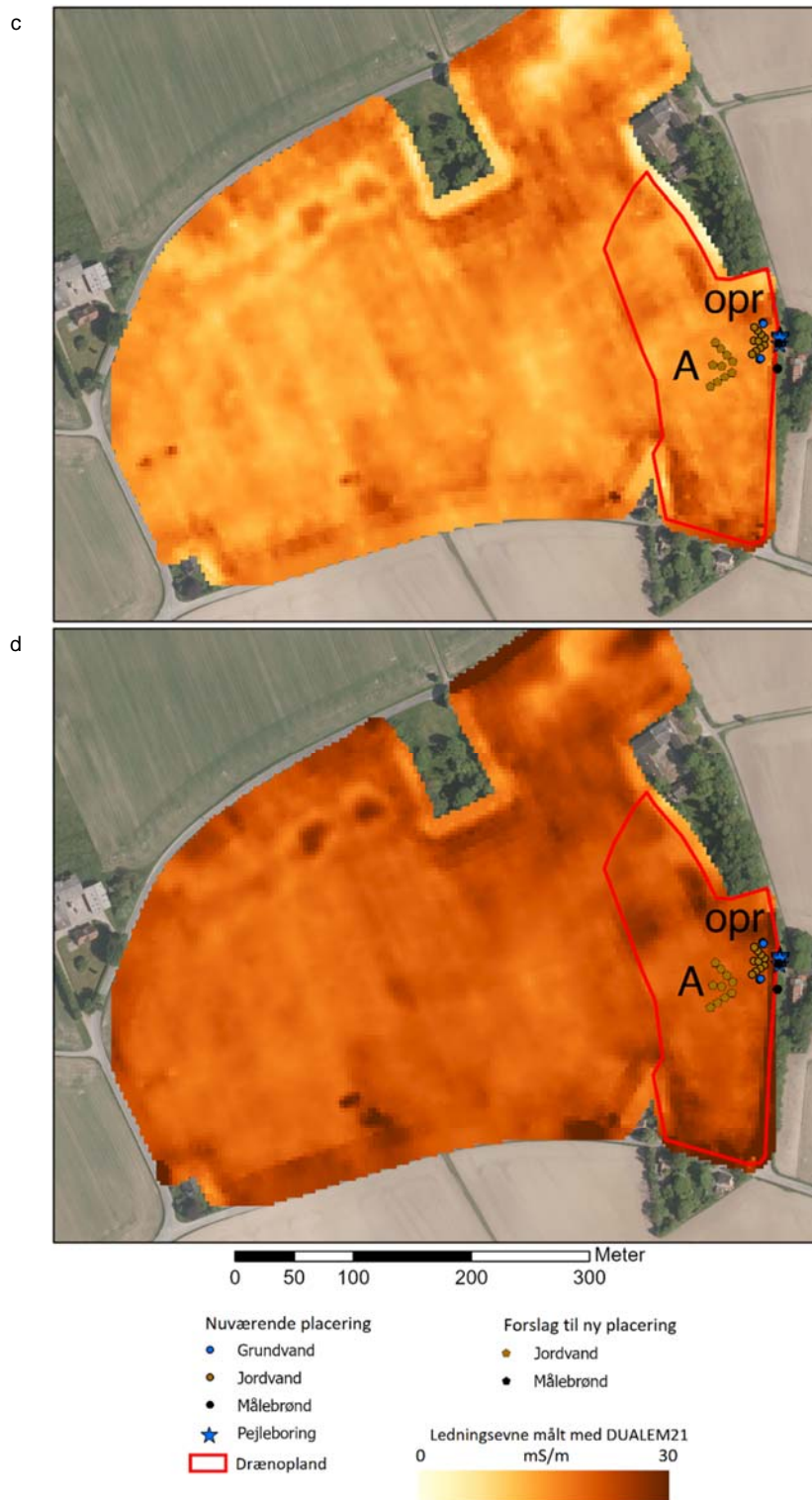
Et nyt sugecellefelt vil kunne placeres 34 m sydvest for det nuværende sugecellefelt, hvor værdier for både terrænkote, terrænhældning og jordens elektriske ledningsevne er meget lig værdierne i det nuværende sugecellefelt. Hvor afstanden fra midterste sugecelle i de nuværende sugecellefelt til samlebrønden er 16 m, vil afstanden fra midten af det nye sugecellefelt til samlebrønden være ca. 48 m.

Grundvandsstanden i de øverste pejleboringer (DGU nr. 230.284 og 230.410) i nærheden af samlebrønden er i gennemsnit ca. i kote 8 m (1,0 m under terræn), mens den gennemsnitlige grundvandsstand i de dybere pejleboringer (DGU nr. 230.239 og 230.285) ligger mellem kote 7,1 m og 7,8 m (hhv. 1,8 m og 1,3 m under terræn) (Figur 4). Da det foreslåede sugecellefelt ligger tæt på det eksisterende sugecellefelt og i samme terrænkote, vil grundvandsstanden i de to felter være i omtrent samme niveau.

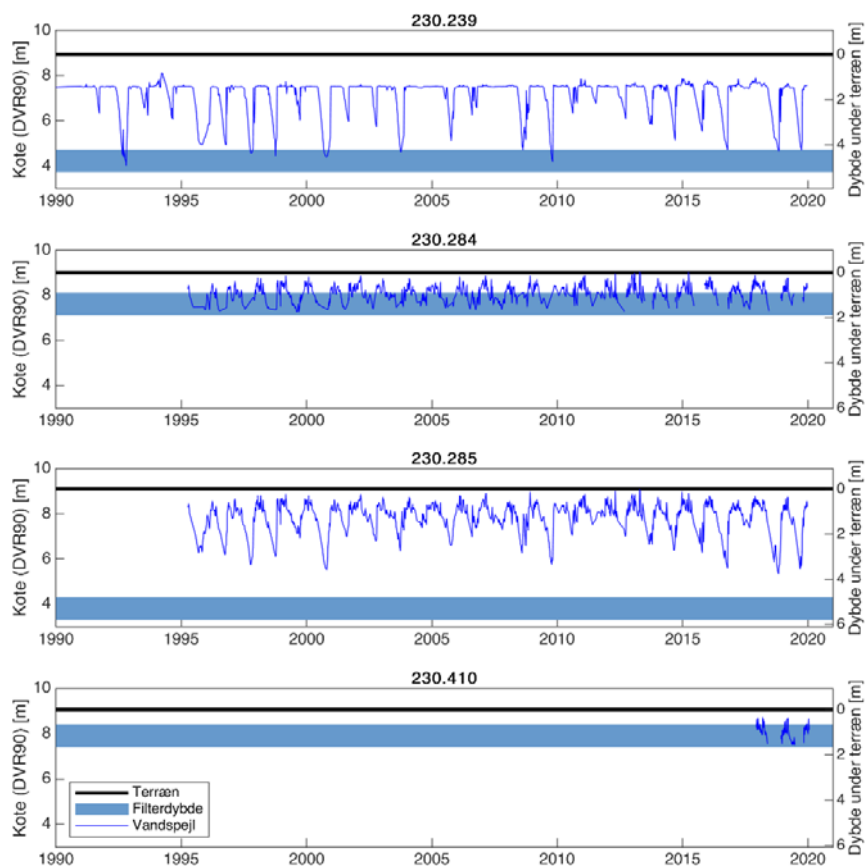
Figur 3 (fortsættes på næste side). Den elektriske ledningsevne i jorden på marken ved LOOP-station 102 målt med Dua-LEM21 med konfigurationerne a) 1H (~0-30 cm dybde), b) 2H (~0-60 cm dybde), c) 1V (~0-90 cm dybde) og d) 2V (~0-180 cm dybde).



Figur 3 (fortsat). Den elektriske ledningsevne i jorden på marken ved LOOP-station 102 målt med DualEM21 med konfigurationerne a) 1H (~0-30 cm dybde), b) 2H (~0-60 cm dybde), c) 1V (~0-90 cm dybde) og d) 2V (~0-180 cm dybde).



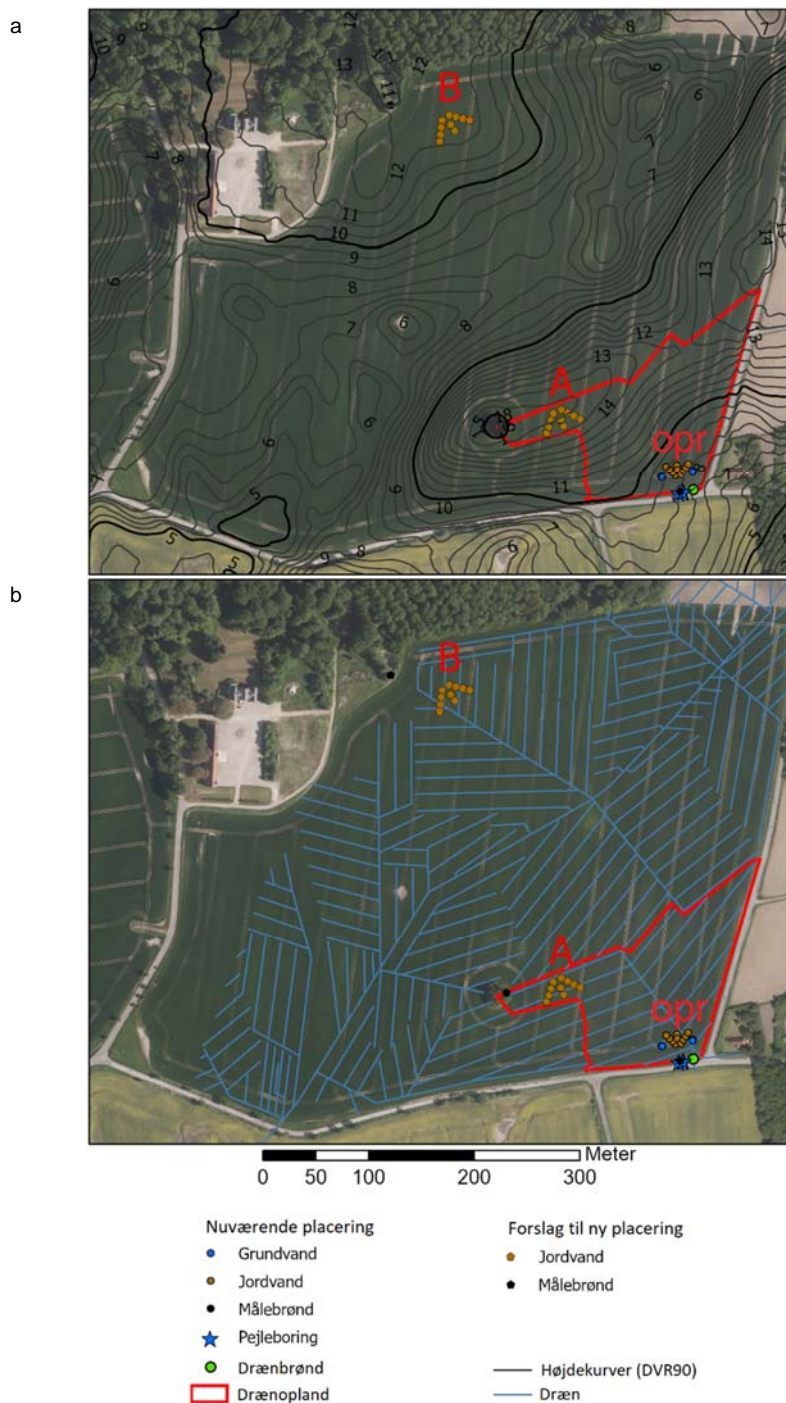
Figur 4: Grundvandspejlinger i de fire pejleboringer ved jordvandsstation 102 (DGU-numre 230.239, 230.284, 230.285 og 230.410). Alle pejleboringerne er placeret i nærheden af den nuværende målebrønd (se Figur 2).



3 Placering af ny jordvandsstation på mark med st. 106

Topografien på marken ved station 106 er betydeligt mere kuperet end ved station 102 (Figur 5a), mens langt størstedelen af marken er drænet (Figur 5b).

Figur 5. Marken ved LOOP-station 106 vist med a) højdekurver og b) drænsystemer. Vist på begge kort er placeringen af de eksisterende sugeceller (opr), grundvandsboringer, pejleboringer, målebrønd og drænopland samt to forslag (A og B) til nye placeringer af sugeceller og opsamlingsbrønde.



Den målte tekstur i dybden 110-120 cm i det nuværende sugecellefelt er ler: 12,9 %, silt: 16,9 %, finsand: 26,2 %, grovsand: 43,9%, humus: 0,1%. Jordtypen er som ved station 102 ligeledes en sandblandet lerjord, og den dybeste gennemsnitlige elektriske ledningsevne målt inden for sugecellefeltet er ca. 19 mS/m (Figur 6d, Tabel 2).

Jordens elektriske ledningsevne på marken ved station 106 er betydeligt mere heterogent fordelt end ved station 102. Denne heterogenitet følger i høj grad topografien, hvor der ses en dalstruktur, som løber fra SV til NØ (langs diagonalen i Figur 5a). I de laveste punkter i denne dalstruktur ses forhøjede elektriske ledningsevner (mere fugtigt/leret), mens der langs dalens sydlige rand ses betydeligt lavere ledningsevner (mere sandet/tørt) (Figur 6).

Især grundet det kuperede terræn lever kun få lokaliteter op til kravene for placering af et nyt sugecellefelt. To forskellige forslag til placeringer (A og B) er vist i Figur 5 og Figur 6. Begge lokaliteter er placeret på højdepunkter for bedst muligt at sikre en vertikal perkolation. Samtidig er de målte elektriske ledningsevner sammenlignelige med de målte ledningsevner på den oprindelige placering (Tabel 2). Forslag A ligger på en forholdsvis smal ryg, hvorfor den gennemsnitlige terrænhældning er en anelse for høj. Dette er dog umiddelbart den eneste placeringsmulighed inden for oplandet til de eksisterende drænmålinger. I tilfælde af at bevarelsen af sammenhørende sugecelle/dræn-målinger ikke vægtes højt, vil forslag B være en god placeringsmulighed.

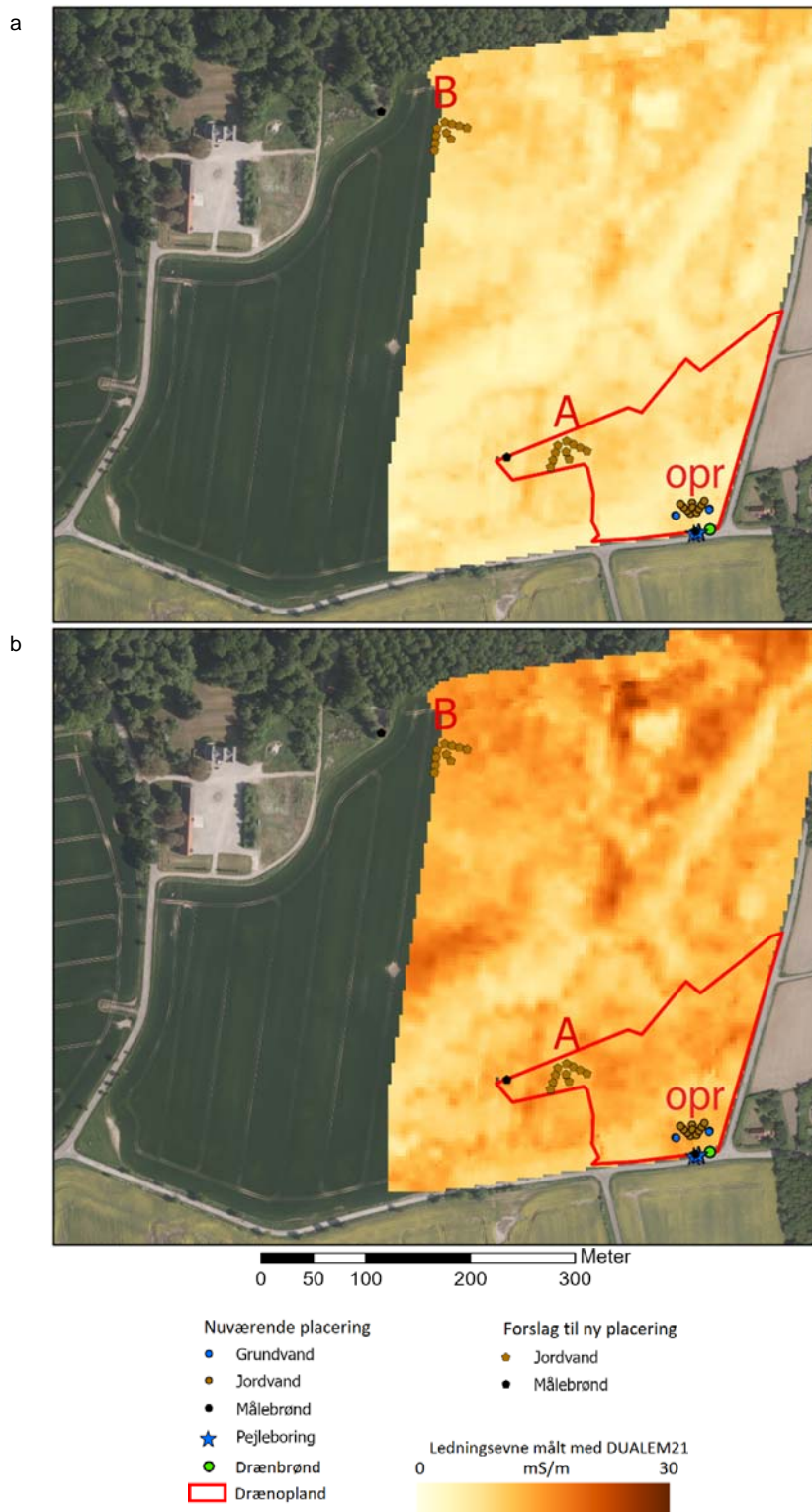
Tabel 2: Gennemsnitsværdier for terrænkote, terrænhældning og jordens elektriske ledningsevne inden for det nuværende samt de foreslåede sugecellefelter ved station 106.

	Terrænkote [m, DVR90]	Hældning [°]	Elektrisk ledningsevne [mS/m]			
			0-30 cm	0-60 cm	0-90 cm	0-180 cm
Nuværende	8,70	3,76	7,52	12,20	12,25	19,20
A	14,44	2,26	8,04	12,02	10,81	16,38
B	11,74	1,65	8,45	13,23	12,16	17,75

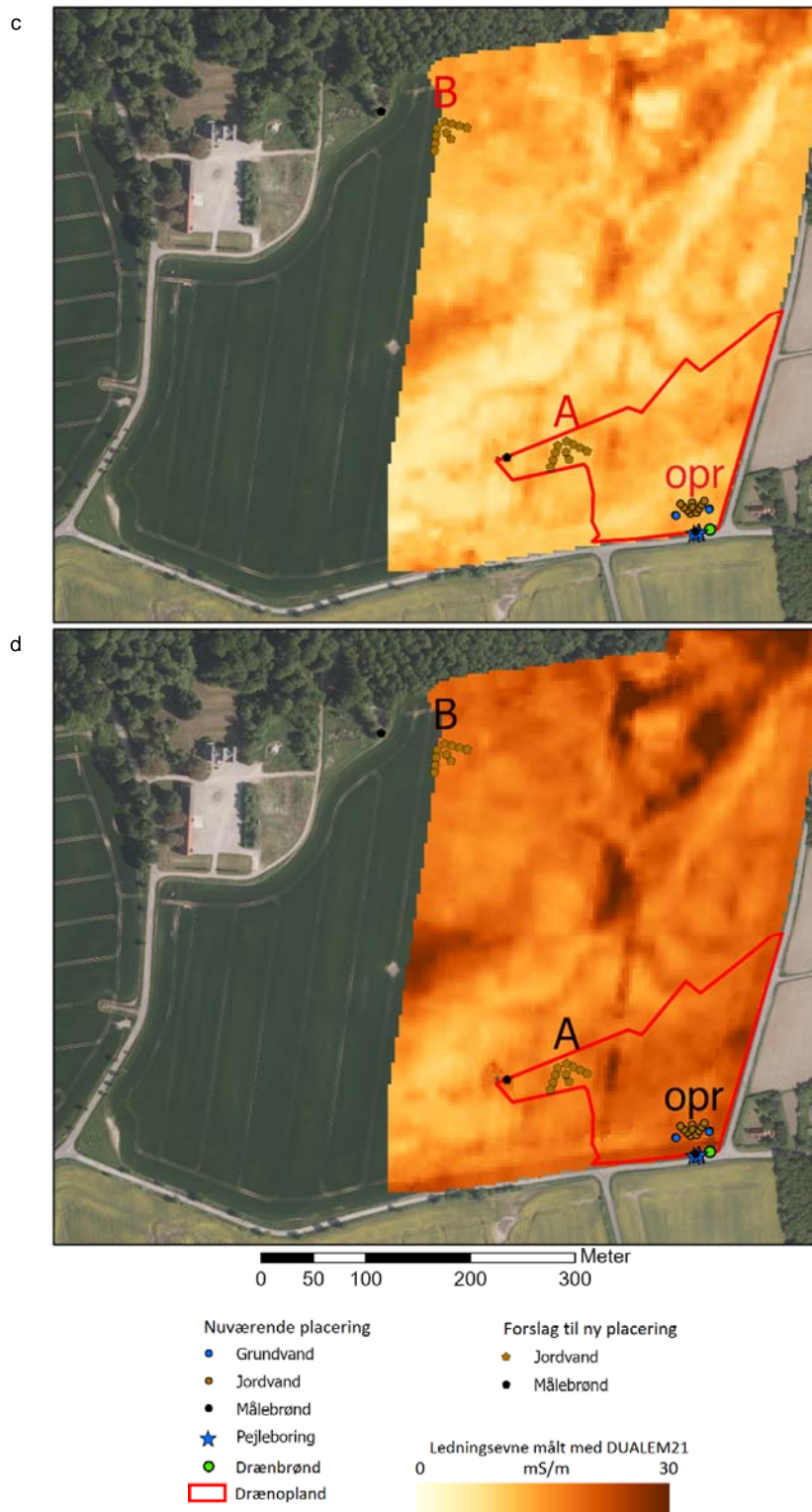
Hvor afstanden fra midterste sugecelle i det nuværende sugecellefelt til samlebrønden er 22 m, vil afstanden fra midten af de nye sugecellefelter til samlebrønden være 52 m eller 60 m for hhv. forslag A og B.

Grundvandsstanden i de øverste pejleboringer (DGU nr. 230.287 og 230.408) i nærheden af samlebrønden er i gennemsnit ca. i kote 7,4 m (0,8 m under terræn), mens den gennemsnitlige grundvandsstand i den dybere pejleboring (DGU nr. 230.243) er i kote 7,1 m (1,2 m under terræn) (Figur 7). Da begge nye placeringsforslag ligger hhv. 5,7 m og 3,0 m højere i terrænet (Tabel 2), vil der på disse placeringer sandsynligvis være dybere til grundvand-spejlet.

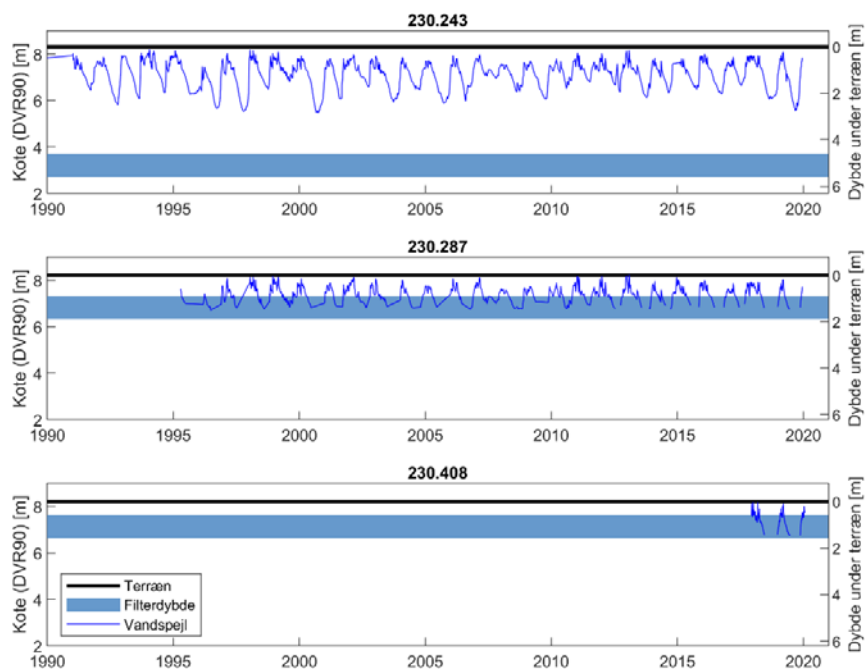
Figur 6 (fortsættes på næste side). Den elektriske lednings-
 evne i jorden på marken ved
 LOOP-station 106 målt med Dua-
 IEM21 med konfigurationerne a)
 1H (~0-30 cm dybde), b) 2H (~0-
 60 cm dybde), c) 1V (~0-90 cm
 dybde) og d) 2V (~0-180 cm
 dybde).



Figur 6 (fortsat). Den elektriske ledningsevne i jorden på marken ved LOOP-station 106 målt med DualEM21 med konfigurationerne a) 1H (~0-30 cm dybde), b) 2H (~0-60 cm dybde), c) 1V (~0-90 cm dybde) og d) 2V (~0-180 cm dybde).



Figur 7: Grundvandspejlinger i de tre pejleboringer ved LOOP-station 106 (DGU-numre 230.243, 230.287 og 230.408). Alle pejleboringerne er placeret i nærheden af den nuværende målebønd (se Figur 5).



4 Prøvetagningssteder for jordbundsprofiler

For at beregne perkolation, altså vandafstrømning gennem rodzonen, er det nødvendigt at måle tekstur og vandretention i jordprofilens horisonter. Ved udtagning af jordprøver fra sugecellefelterne tilstræbes det, at jordprøverne repræsenterer sugecellefeltets tekstur bedst muligt, både ift. variation og midelværdier. For ikke at forstyrre jorden i sugecellefeltet må jordprøverne dog ikke udtages inden for selve sugecellefeltet, men inden for en kort afstand herfra.

Valget af prøvetagningssteder kan baseres på målinger af jordens elektriske ledningsevne målt med DualEM21 (Figur 3 og 6). Med DualEM er jordens elektriske ledningsevne målt i fire forskellige dybder (~0-30 cm, ~0-60 cm, ~0-90 cm og ~0-180 cm) både inden for og uden for sugecellefelterne. De målte elektriske ledningsevner er interpoleret vha. *Empirical Bayesian Kriging* (ArcMap Pro) med en opløsning på 1,6 m.

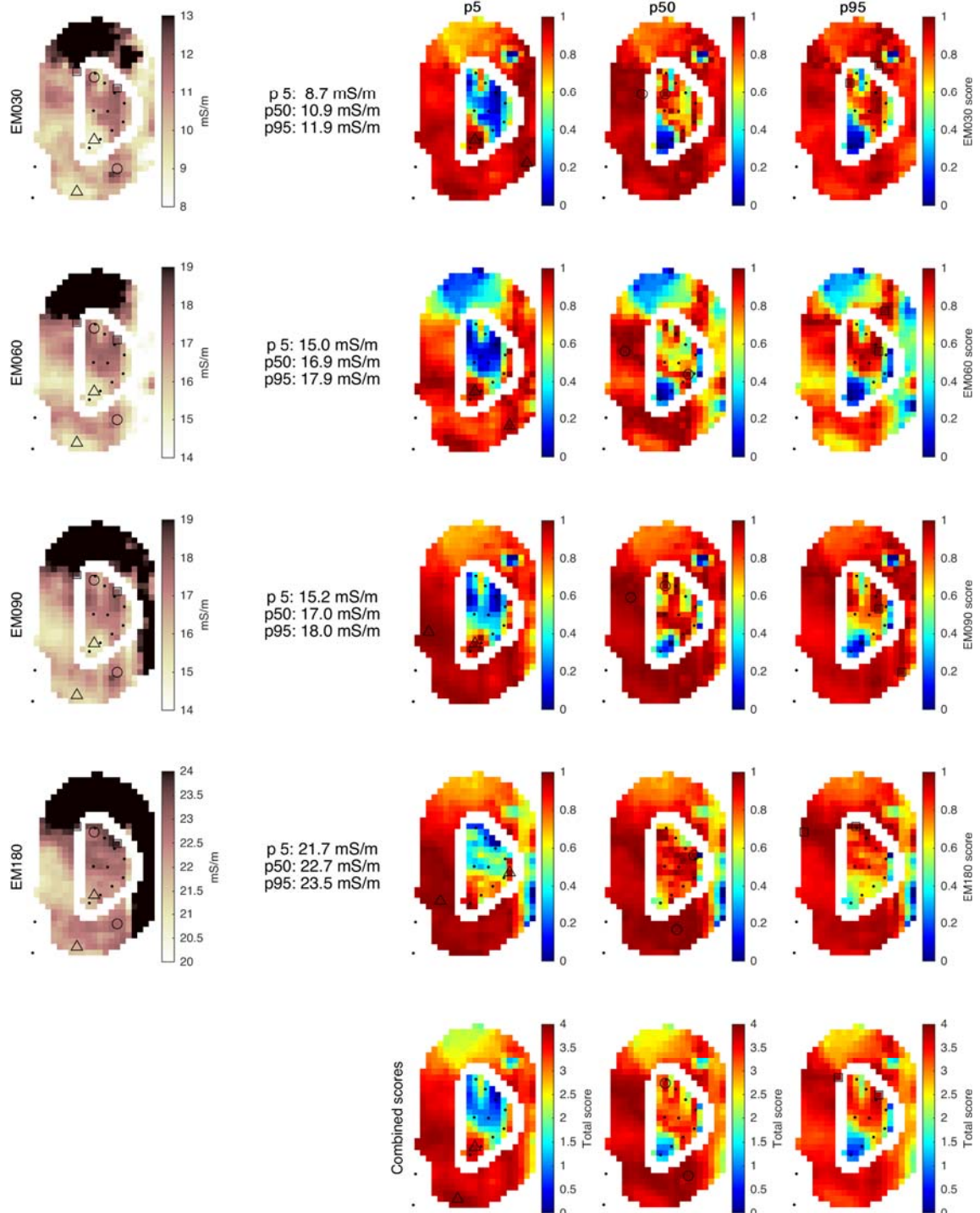
Omkring hvert sugecellefelt er der indtegnet en 2 m bufferzone, hvorefter der inde for denne zone er lavet statistik på fordelingen af elektrisk ledningsevne i hver af de fire DualEM-dybder og hhv. 5, 50 og 95 %-percentilerne er fundet. Herefter er der indtegnet en ny bufferzone, som ligger i et bånd mellem 5 og 15 m fra sugecellefeltet, hvorfra jordprøver kan udtages. De elektriske ledningsevner i sugecellefeltet og 5-15 m bufferzonen samt de fundne 5, 50 og 90 %-percentiler ses i Figur 8-12 i kolonnerne længst mod venstre. For alle dybder ligger de tre percentiler forholdsvis tæt, hvilket bekræfter, at jordens tekstur i sugecellefelterne er forholdsvis homogen.

For at lokalisere de områder i 5-15 m bufferzonen, som bedst repræsenterer jordforholdene inden for sugecellefeltet, er de elektriske ledningsevner i 5-15 m bufferzonen sammenlignet med de fundne værdier for hhv. 5, 50 og 95 %-percentilerne inden for sugecellefeltet. Den celle i 5-15 m bufferzonen, hvis elektriske ledningsevne ligger tættest på hhv. 5, 50 eller 95 %-percentilen bliver givet en *score* på 1, mens cellen, hvis værdi ligger længst derfra, får en *score* på 0 (de tre kolonner i højre side af Figur 8-12). Disse *scores* bliver givet for alle tre percentiler i alle fire DualEM-dybder. Til slut kan *scores* for de fire dybder summeres (nederste række i Figur 8-12), hvormed de punkter i 5-15 m bufferzonen, som samlet set bedst repræsenterer hhv. 5, 50 og 95 %-percentilerne inden for sugecellefeltet, kan identificeres som de celler, der har den højeste samlede *score*. Punkterne med højeste *scores* for 5, 50 og 95 %-percentilerne er vist i Figur 8-12 med hhv. trekanter, cirkler og firkanter.

Ved etablering af nye sugecellefelter bør der udtages jordprøver i tre jordprofiler, som repræsenterer hhv. den gennemsnitlige tekstur (50 %-percentilen vist med cirkler i Figur 8-12) samt de mest sandede (5 %-percentilen vist med trekanter) og lerede (95 %-percentilen vist med firkanter) områder i sugecellefelterne.

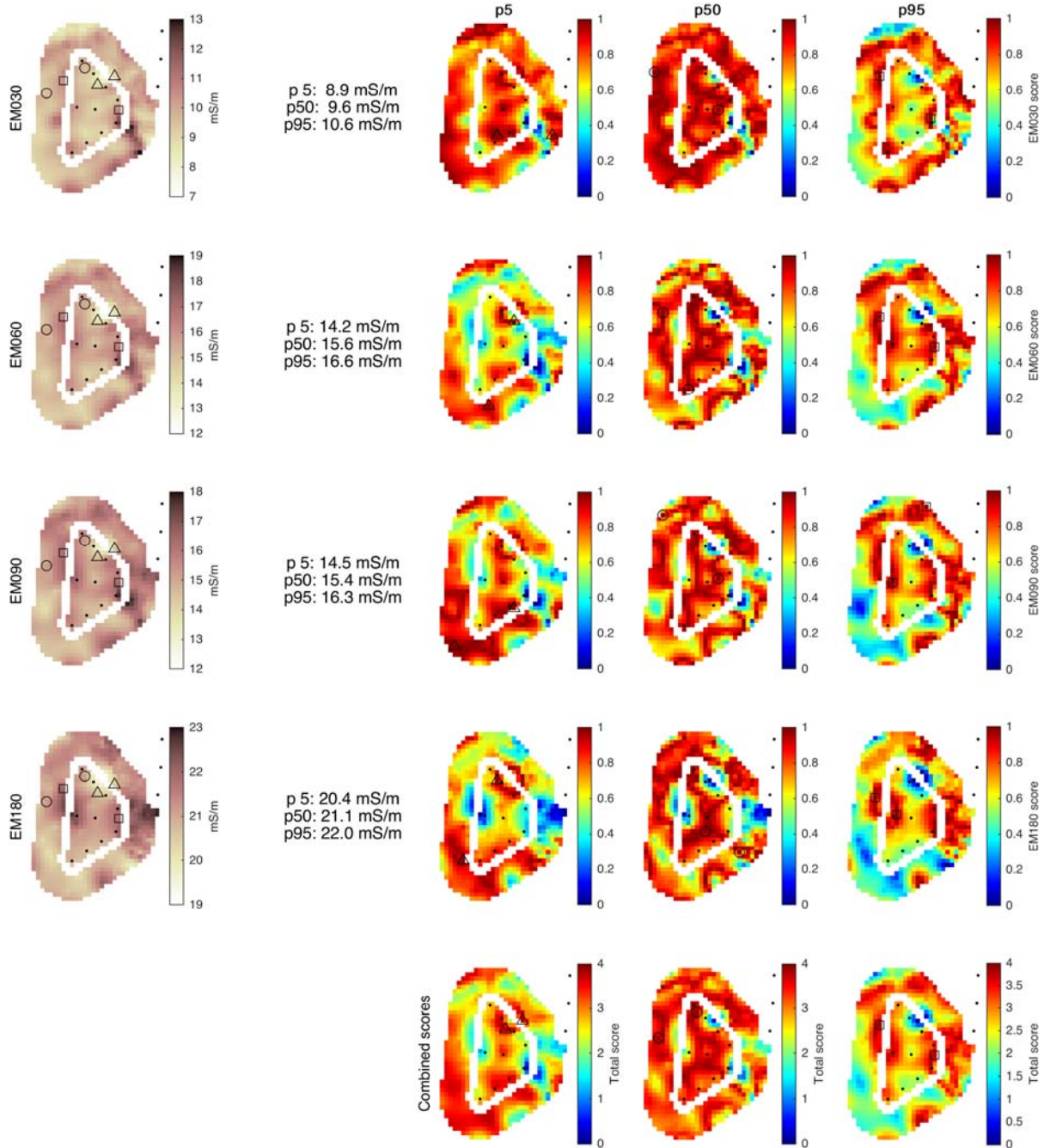
I de eksisterende sugecellefelter blev der oprindeligt kun udtaget prøver i én jordprofil. Bestemmelsen af porøsitet fra disse jordprofiler er usikker, og den eksakte lokalitet for profilerne er ikke kendt. Der er derfor ligeledes lavet forslag til placering af tre nye jordprofiler ved de eksisterende sugecellefelter (Figur 8 og 10).

St. 102 oprindelig placering



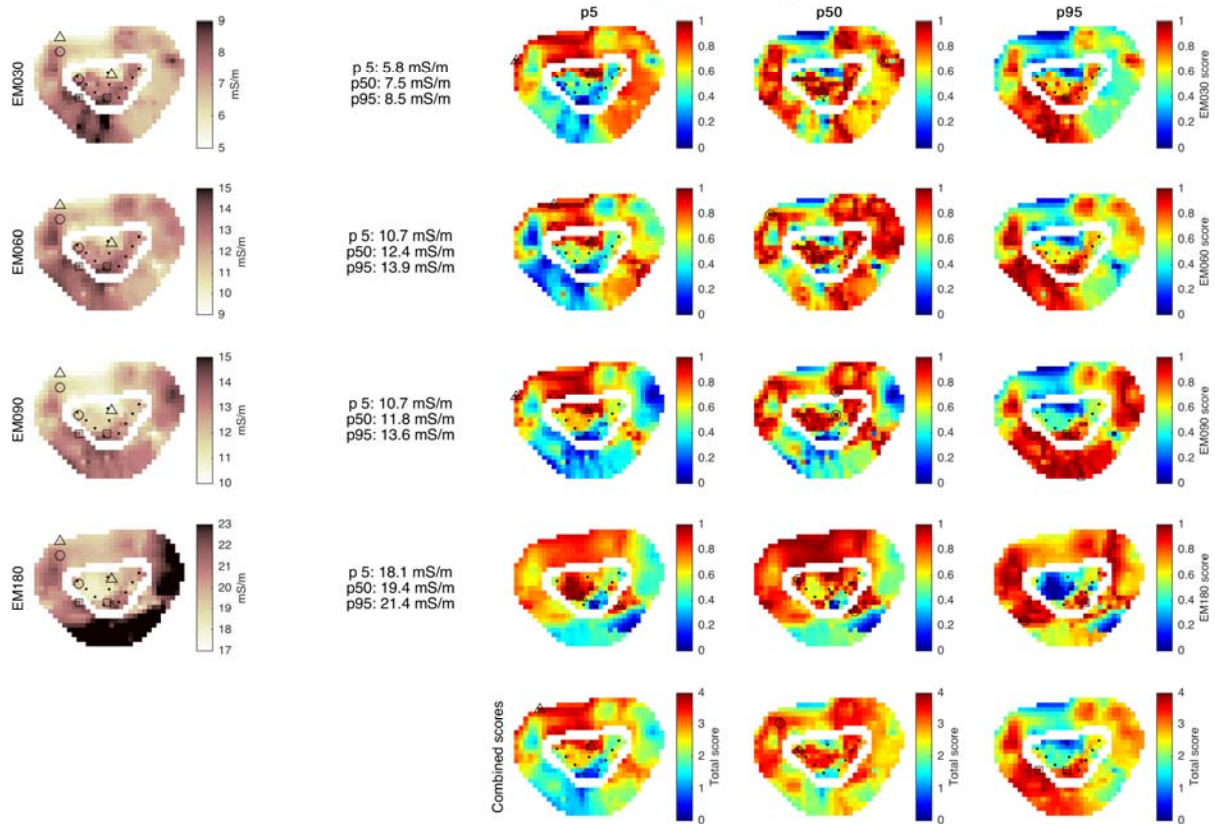
Figur 8. Venstre kolonne viser jordens elektriske ledningsevne ved det eksisterende sugecellefelt ved station 102 målt med DualEM21 i dybderne ~0-30 cm (EM030), ~0-60 cm (EM060), ~0-90 cm (EM090) og ~0-180 cm (EM180). Kortene viser sugecellefeltet (inderst) og en 5-15 m bufferzone omkring sugecellefeltet (yderste ring). p5, p50 og p95 angiver de elektriske ledningsevner for 5, 50 og 95 %-percentilerne inden for selve sugecellefeltet. De tre kolonner til højre viser, hvor tæt jordens elektriske ledningsevne ligger på de respektive percentiler (score = 1 => tættest på, score = 0 => længst fra). Scores for de fire dybder er summeret i nederste række, hvor områder med høje scores angiver områder, hvorfra repræsentative jordprøver kan udtages. Punkterne med højeste scores for 5, 50 og 95 %-percentilerne er vist med hhv. trekanter, cirkler og firkanter.

St. 102 forslag A



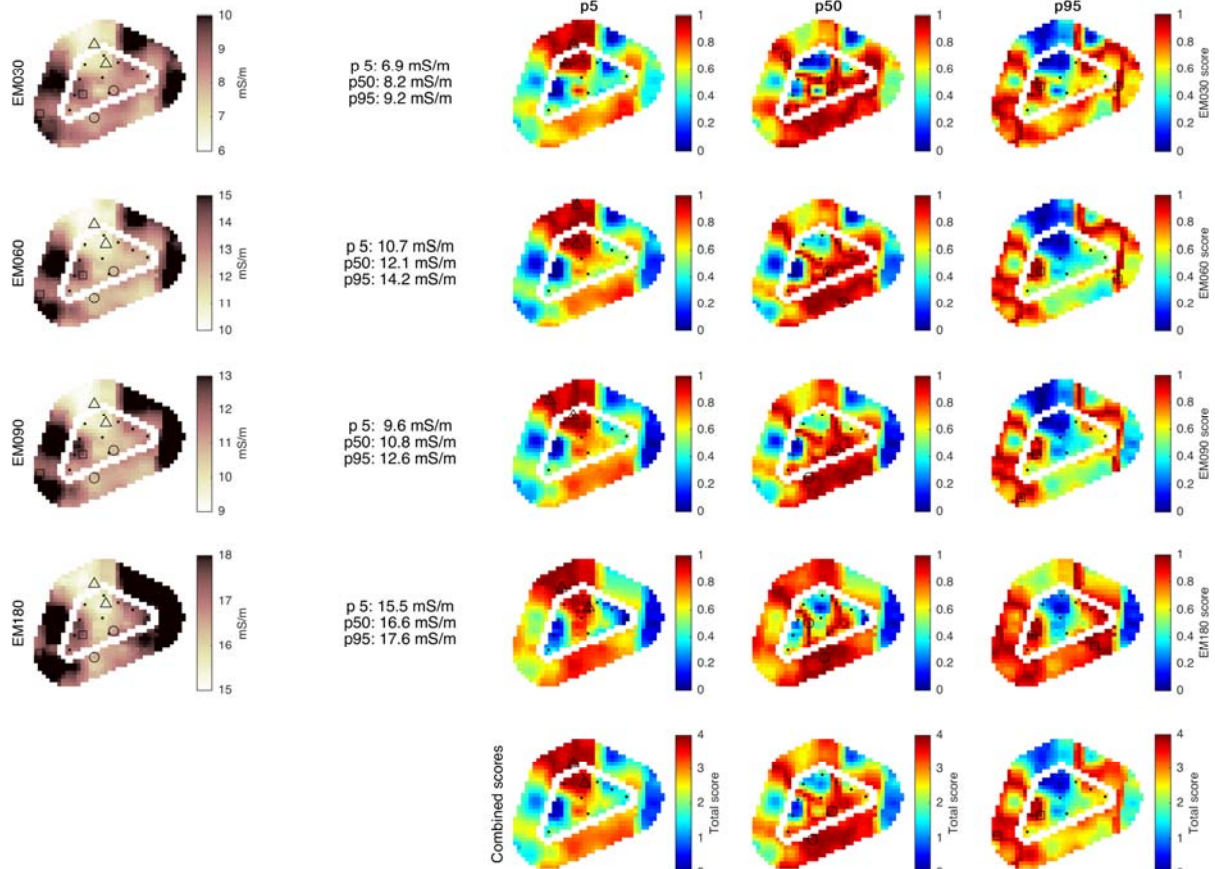
Figur 9. Venstre kolonne viser jordens elektriske ledningsevne ved det foreslåede sugecellefelt ved station 102 målt med Dua-IEM21 i dybderne ~0-30 cm (EM030), ~0-60 cm (EM060), ~0-90 cm (EM090) og ~0-180 cm (EM180). Kortene viser sugecellefeltet (inderst) og en 5-15 m bufferzone omkring sugecellefeltet (yderste ring). p5, p50 og p95 angiver de elektriske ledningsevner for 5, 50 og 95 %-percentilerne inden for selve sugecellefeltet. De tre kolonner til højre viser, hvor tæt jordens elektriske ledningsevne ligger på de respektive percentiler (score = 1 => tættest på, score = 0 => længst fra). Scores for de fire dybder er summeret i nederste række, hvor høje scores angiver områder, hvorfra repræsentative jordprøver kan udtages. Punkterne med højeste scores for 5, 50 og 95 %-percentilerne er vist med hhv. trekantede, cirkler og firkanter.

St. 106 oprindelig placering



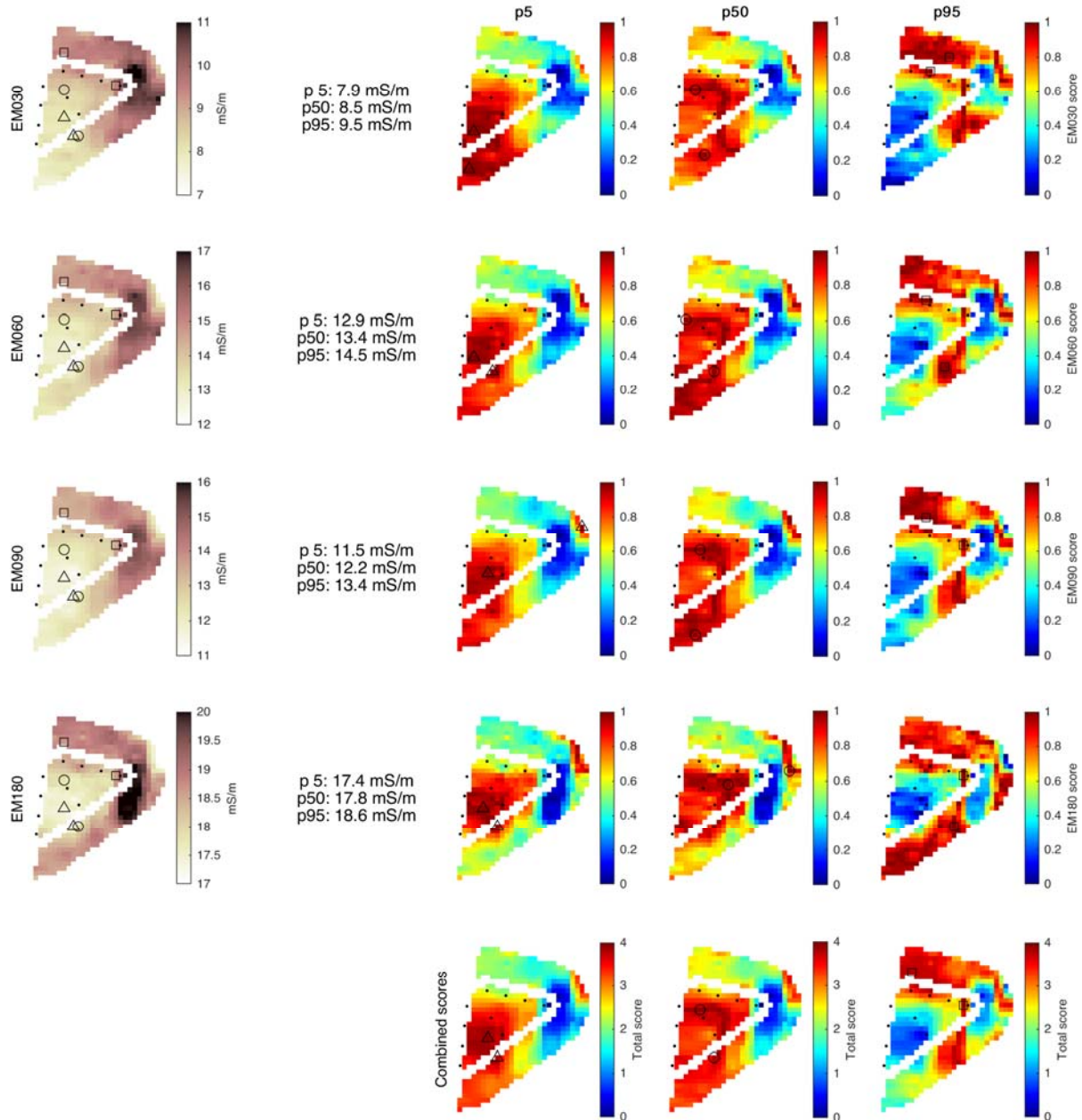
Figur 10. Venstre kolonne viser jordens elektriske ledningsevne ved det eksisterende sugecellefelt ved station 106 målt med DualEM21 i dybderne ~0-30 cm (EM030), ~0-60 cm (EM060), ~0-90 cm (EM090) og ~0-180 cm (EM180). Kortene viser sugecellefeltet (inderst) og en 5-15 m bufferzone omkring sugecellefeltet (yderste ring). p5, p50 og p95 angiver de elektriske ledningsevner for 5, 50 og 95 %-percentilerne inden for selve sugecellefeltet. De tre kolonner til højre viser, hvor tæt jordens elektriske ledningsevne ligger på de respektive percentiler (score = 1 => tættest på, score = 0 => længst fra). Scores for de fire dybder er summeret i nederste række, hvor områder med høje scores angiver områder, hvorfra repræsentative jordprøver kan udtages. Punkterne med højeste scores for 5, 50 og 95 %-percentilerne er vist med hhv. trekanten, cirkler og firkanter.

St. 106 forslag A



Figur 11. Venstre kolonne viser jordens elektriske ledningsevne ved et af de foreslåede sugecellefelter ved station 106 (106A) målt med DualEM21 i dybderne ~0-30 cm (EM030), ~0-60 cm (EM060), ~0-90 cm (EM090) og ~0-180 cm (EM180). Kortene viser sugecellefeltet (inderst) og en 5-15 m bufferzone omkring sugecellefeltet (yderste ring). p5, p50 og p95 angiver de elektriske ledningsevner for 5, 50 og 95 %-percentilerne inden for selve sugecellefeltet. De tre kolonner til højre viser, hvor tæt jordens elektriske ledningsevne ligger på de respektive percentiler (score = 1 => tættest på, score = 0 => længst fra). Scores for de fire dybder er summeret i nederste række, hvor områder med høje scores angiver områder, hvorfra repræsentative jordprøver kan udtages. Punkterne med højeste scores for 5, 50 og 95 %-percentilerne er vist med hhv. trekanter, cirkler og firkanter.

St. 106 forslag B



Figur 12. Venstre kolonne viser jordens elektriske ledningsevne ved et af de foreslåede sugecellefelter ved station 106 (106B) målt med DualEM21 i dybderne ~0-30 cm (EM030), ~0-60 cm (EM060), ~0-90 cm (EM090) og ~0-180 cm (EM180). Kortene viser sugecellefeltet (inderst) og en 5-15 m bufferzone omkring sugecellefeltet (yderste ring). p5, p50 og p95 angiver de elektriske ledningsevner for 5, 50 og 95 %-percentilerne inden for selve sugecellefeltet. De tre kolonner til højre viser, hvor tæt jordens elektriske ledningsevne ligger på de respektive percentiler (score = 1 => tættest på, score = 0 => længst fra). Scores for de fire dybder er summeret i nederste række, hvor områder med høje scores angiver områder, hvorfra repræsentative jordprøver kan udtages. Punkterne med højeste scores for 5, 50 og 95 %-percentilerne er vist med hhv. trekantede, cirkler og firkanter.

5 Konklusion

I nærværende notat er gennemgået forslag til placering af nye sugeceller til opsamling af jordvand på to marker med eksisterende sugeceller (station 102 og 106) i oplandet til Højvads Rende, LOOP 1 (Figur 2 og 5). Der er taget hensyn til en række kriterier, herunder terrænhældning, jordens tekstur samt afstand til opsamlingsbrønde. Jordens tekstur er sammenholdt ud fra geofysiske målinger af jordens elektriske ledningsevne. Disse målinger er ydermere anvendt til at foreslå tre lokaliteter for udtagning af jordprøver, som til sammen repræsenterer variationen i hvert sugecellefelt (Figur 8-12).

6 Referencer

Blicher-Mathiesen, G. (2018). Vurdering af nitratkoncentrationer i jordvand, drænvand og grundvand for station 103 og 106, Højvads Rende. Aarhus Universitet, DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi, 15 s.

https://dce.au.dk/fileadmin/dce.au.dk/Udgivelser/Notater_2018/Nitratkoncentrationer_i_jord-_draen-_og_grundvand_st103_og_st106.pdf

Blicher-Mathiesen, G. & Holm, H. (2018). Vurdering af nitratkoncentrationer i jord og drænvand for station 102, Højvads Rende. Aarhus Universitet, DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi, 9 s.

https://dce.au.dk/fileadmin/dce.au.dk/Udgivelser/Notater_2018/Nitratkoncentrationer_i_jord-_og_draenvand_st102.pdf

Blicher-Mathiesen, G., Holm, H., Houlborg, T., Rolighed, J., Andersen, H.E., Carstensen, M.V., Jensen, P.G., Wienke, J., Hansen, B. & Thorling, L. (2019). Landovervågningsoplade 2018. Aarhus Universitet, DCE. 352 s.