

Fysiske og kemiske undersøgelser i den nyinddagede Margrethe-Kog

Physical and chemical investigations in the new diked polder - Margrethe-Kog

LORENS HANSEN

Resumé

Ved bygning af det fremskudte dige ved Højer i 1979-80 skabtes den nye Margrethe-Kog på ca. 1000 ha. I årene 1983-88 er gennemført undersøgelser over grundvandstand samt udtaget prøver af jord til fysiske og kemiske analyser samt prøver af grundvand til kemiske analyser.

Jordene er typisk saltvandsmarsk med et højt lerindhold i de øverste lag og en undergrund af vadesand med højt indhold af grovsilt og finsand. Jordene har i naturtilstand en meget høj totalporøsitet på 55-70 pct. i de øverste jordlag og med

en stor vandholdende evne. Jordkemiske analyser viser, at ledningstal og natriumtal er meget høje, ligesom reaktionstal og kaliumtal er højere end på normale landbrugsjorde.

Grundvandstanden i Margrethe-Kog viser store årstidssvingninger og er afhængig af afvandringsintensiteten. I perioden 1984-88 er saltkoncentrationen i 100 cm's dybde reduceret til 30-50 pct. af det oprindelige indhold. Det gælder navnlig indholdet af natrium og klorid, men udvaskning er langt fra afsluttet i det dybere beliggende grundvand.

Nøgleord: Inddigning af marsk, porøsitet, grundvandstand, udvaskning af salte.

Summary

In 1979-80 a new polder - Margrethe-Kog - was established in the waden sea in south-west Denmark.

Investigations in fluctuation of water table, chemical analyses of groundwater and physical and chemical analyses of soil samples were carried out 1983-88.

The soil type is classified as Entic Typigley with a high clay content in the surface layer and coarse

silt or fine sand in the subsoil. The total porosity is high with a high water capacity.

Soil samples show a high pH and potassium value and a very high sodium content.

Fluctuation in water table is large over the year and influenced by drainage conditions. In the period 1984-88 the concentration of sodium, chloride and sulphate in 100 cm depth decreased to 30-50 % from the original value, but the leaching is still not finished.

Key words: Marsh land, soil porosity, water table, leaching of sodium chloride.

Indledning

Efter bygning af det fremskudte dige ved Højer er skabt den nye Margrethe-Kog på ca. 1000 ha; heraf er ca. 650 ha landbrugsjord. Den nye kog gav enestående muligheder for at gennemføre grundlæggende undersøgelser af de fysiske og kemiske modningsprocesser, der sker i jorden efter inddigning af et tidligere saltvandspræget forlandsareal. Der er ikke tidligere foretaget danske undersøgelser umiddelbart efter inddigning.

Undersøgelser i ældre marskområder (1, 2) viser, at modningsprocesser og udvaskning af havsalte er en langsom proces specielt i de dybere jordlag.

Efter etableringen af Margrethe-Kog var en række institutioner interesseret i at undersøge udviklingen vedrørende jordbund, plantevækst og fugleliv. I sommeren 1983 blev der aftalt en koordinering og arbejdsdeling af forskningsindsatsen. Arbejdet blev koordineret af Jordbrugsdirektoratets afdeling i Tønder. Der er afholdt fælles planlægningsmøder og orientering om de opnåede resultater. De enkelte institutioner er ansvarlige for afrapportering af egne resultater.

I samarbejde mellem Botanisk Institut ved Århus Universitet, Arealdatakontoret, Vejle, og Statens Marskforsøg, Højer, blev der i efteråret 1983 fastlagt 3 linier i retningen øst-vest i Margrethe-Kog. I hver linie blev fastlagt 3-5 punkter – i alt 12 – som har dannet grundlag for de udførte undersøgelser.

Botanisk Institut har gennemført botanisk kortlægning.

Arealdatakontoret har i efteråret 1983 og i juni 1986 foretaget pedologiske profilbeskrivelser samtidig med, at der blev udtaget jordprøver til jordfysiske og kemiske analyser.

Statens Marskforsøg har fra efteråret 1983 gennemført målinger af grundvand i 12 punkter samt udtaget prøver af jord- og grundvand til kemiske analyser i 5 dybder ned til 3 m.

I det følgende redegøres for undersøgelserne, som blev udført af Statens Marskforsøg i årene 1983-1988.

Margrethe-Kog

Marskdannelser sker langs den flade vadehavskyst som følge af tidevandet, der to gange i døgnen fører opslemmet klægholdigt materiale ind mod kysten, hvor der sker en aflejring under rolige vandforhold. Disse processer har fundet sted gennem årtusinder og fortsætter stadigvæk, og de kan fremmes ved menneskets medvirken.

Foranstaltninger til øget aflejring består i bygning af faskingårde yderst. De giver rolige vandforhold, hvorved aflejringen øges. Senere graves grøblerender, der består af smalle render vinkelret på kysten. Samtidig lægges jorden op i runde agre, hvilket yderligere fremmer aflejringen. Grøblerenderne vedligeholdes, og de medvirker sammen med afløbsgrøfter til afvanding af forlandsarealerne.

Efterhånden, som aflejringen skrider frem, dækkes jorden af vegetation, hvilket yderligere fremmer aflejringen. Vegetationen består først af kvæller og senere af annelgræs og spartinagræs. Ved kote 0,9 m ligger arealerne over dagligt højvande. Vegetationen skifter til græsklædt forland, der kun oversvømmes i stormvejr. Arealerne anvendes til høslæt eller afgræsning af får.

De græsklædte forlandsarealer vest for Højerdiget blev opmålt i 1956. Arealet var fællesejendom for jordejerne i Frederikskogene, og det udgjorde 350 ha. Fra 1956 overtog staten rettighederne til fremtidige forlandsarealer. Ved en aktiv landvindingsindsats blev de græsklædte forlandsarealer de følgende år udvidet til ca. 850 ha.

Efter stormfloden den 3. januar 1976 vedtog Folketinget en lov om bygning af et nyt, fremskudt dige foran Tøndermarsken. Havdiget blev bygget i 1979-1981. Det nye, fremskudte havdige blev bygget på forlandskanten ca. 1.450 m vest for det gamle dige. Havdiget har en længde på 8,6 km på den danske side og 4,2 km på den tyske side af grænsen. Diget blev indviet den 10. maj 1982. På dansk side er derved opstået Margrethe-Kog på ca. 1.000 ha og på tysk side Rickelsbüller Koog på ca. 550 ha.

Med bygning af havdiget blev de tidligere forlandsarealer beskyttet mod periodisk oversvømmelse med saltvand. Områderne bliver efterhånden mere ferskvandspræget, og afledning af overskudsnedbør er nødvendig. Den nordlige del af Margrethe-Kog blev beskyttet mod havvand i efteråret 1979 og den sydlige del fra forsommeren 1980.

I Margrethe-Kog er indrettet en kunstig saltvandssø på ca. 250 ha med vanddybder på 5-50 cm. I sommerperioden indpumpes saltvand fra vadehavet. I vinterperioden udgør denne sø et samlet 350 ha stort reservoir for ferskvand fra Vidåen.

Resten af kogen er fortrinlig landbrugsjord, hvoraf 250 ha tilhører jordbrugerne i marsken, og ca. 400 ha tilhører Statens Jordfond.

For landbrugsarealerne blev i efteråret 1981 og sommeren 1982 gennemført en hovedafvandning. Afvandningen sker gennem 8,5 km afvandingskanaler, hvor vandstanden holdes 100-160 cm under terrænen ved hjælp af to pumpestationer. I de statsjede arealer er gravet skelgrøfter mellem de enkelte fenner. I de privatejede arealer afledes overfladevandet via gamle grøblerender og afvandingsgrøfter.

I den nordlige del af Margrethe-Kog blev store dele af arealerne detaildrænet i 1983. Drænrør er nedlagt med 24 m's afstand og i dybden 100-125 cm med afløb til skelgrøfterne.

I loven om bygning af det fremskudte dige blev fastslået, at de statsjede arealer fortrinsvis skulle udlægges som græsarealer. Der var dog en mulighed for opdyrkning og kultivering, således at den oprindelige saltvandsprægede vegetation kunne erstattes af kulturgræsser. Digeloven indeholdt ingen bestemmelser for de privatejede arealer. For dette område blev rejst en fredningsssag. Ved fredningskendelse af 1. marts 1984 blev besluttet, at de privatejede arealer skulle bevares eller udlægges som græsarealer.

Fredningsbestemmelsen blev yderligere opstrammet ved Overfredningsnævnets kendelse af 12. november 1985. Her blev bestemt, at arealerne ikke må drænes. Såvel de privatejede som statsjede arealer i den sydlige del af Margrethe-Kog skal henligge i vedvarende græs. Der må ikke

foretages kultivering eller omlægning af naturgræsarealerne, og gødskning er ikke tilladt. Den nordlige del af Margrethe-Kog skal ligeledes henligge i græs, men med mulighed for omlægning til kulturgræsser.

Fredningsbestemmelserne betyder, at forudsætningen for kogens udvikling er væsentligt ændret i forhold til forventningerne ved undersøgelsens start i 1983. I den statsjede nordlige del af Margrethe-Kog er store dele af arealerne detaildrænet. De er planerede og kultiverede, og der er dyrket korn i en årrække. De fleste arealer er udlagt med vedvarende kulturgræsser. I den sydlige del af kogen er en del af de statsjede arealer omlagt fra naturgræsser til kulturgræsser. Der er foretaget den nødvendige planering og kultivering af de øverste 10 cm. Der er ingen detaildræning. Siden 1988 holdes en høj vandstand i skelgrøfter ved indpumpning af ferskvand i sommerperioden.

De privatejede arealer henligger stort set i naturgræsser. Skelgrøfter er ikke opgravet, og der er ingen dræning.

Materialer og metoder

I efteråret 1983 blev der placeret 12 målestationer i 3 linier som vist på kortskitsen, fig. 1.

Målestationerne 900, 901, 908, 909, 910, 911 og 912 er placeret i arealer med uomlagte naturgræs-

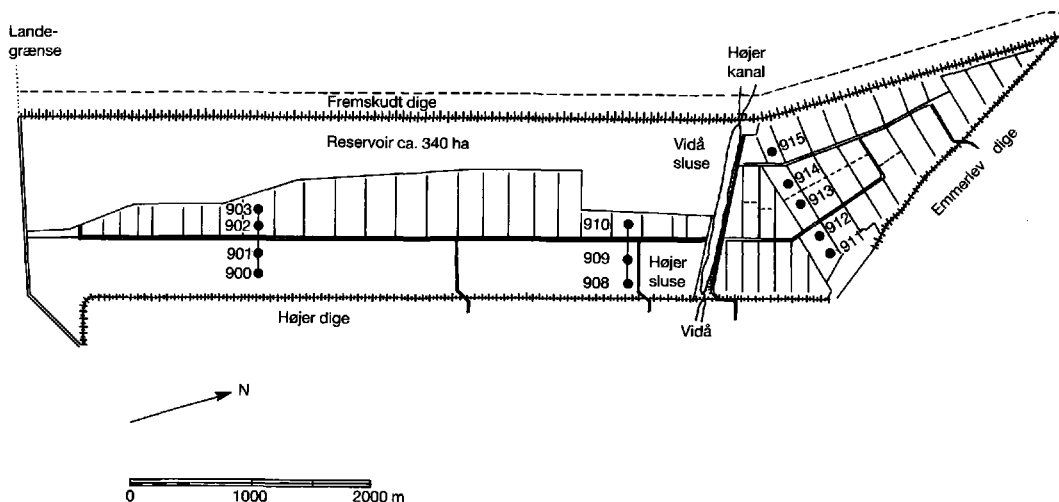


Fig. 1. Skitse over placering af målestationer i Margrethe-Kog.
Test stations in Margrethe-Kog.

ser, og den eneste afvanding er hovedafvandingskanalerne. Arealet ved station 902 og 903 er udrænnet. Dette areal er fræset, og der er sået kulturgræsser. Fra 1988 holdes vandstanden høj i skelgrøfterne. Arealerne ved station 913, 914 og 915 er detaildrænnet i 1983. Der har været dyrket korn i nogle år, og arealerne er udlagt med græs til afgræsning.

På alle målestationerne er der placeret brønde til måling af grundvandstand. Deraf er de 5 stationer udstyret til automatisk og kontinuert registrering. På alle 12 stationer er nedsat keramiske sugeceller til udtagning af vandprøver i 5 dybder.

Profilbeskrivelser og udtagning af jordprøver til fysiske og kemiske analyser er sket i umiddelbar nærhed af målestationerne.

Profilbeskrivelser er foretaget af Arealdatakontoret, Vejle, i september 1983 og i juni 1986. Samtidig blev udtaget jordprøver til teksturbestemmelser og kemiske analyser. Disse resultater er tilgængelige på Afdeling for Arealdata og Kortlægning (det tidligere Arealdatakontor).

I de samme profiler og begge gange blev udtaget jordprøver til bestemmelse af retentionskurver. Analyserne er gennemført på det jordfysiske laboratorium ved Højer forsøgsstation.

Grundvandstanden blev registreret kontinuert ved 5 målestationer fra december 1983 til juni 1988 – dog med enkelte afbrydelser i vinterperioden. Ved alle målestationer er der målt grundvandsdybde én gang hver måned i samme periode. Alle vandstandsmålinger er omregnet til koter angivet i cm i forhold til Dansk Normal Nul (DNN).

Jordprøver til jordkemiske analyser blev udtaget ved alle målestationer i november 1983, december 1984 og oktober 1985. Jordprøverne er udtaget i dybderne 0-10 cm, 10-20 cm, 20-40 cm,

40-60 cm, 60-80 cm og 80-100 cm. Prøverne er analyseret ved Centrallaboratoriet i Foulum.

I henholdvis 1977 og 1981 er udtaget en del jordprøver på det daværende forland. Resultaterne medtages i nærværende rapport.

Ved alle målestationer var placeret keramiske sugeceller i 5 dybder: 50 cm, 100 cm, 150 cm, 200 cm og 300 cm. Vandprøver blev udtaget hver 14. dag i 1984 og én gang i hver måned fra januar 1985 til december 1986. I 1987 og 1988 er taget vandprøver 4 gange i løbet af året. Prøverne blev analyseret for pH, Lt, Na, K, Ca, Mg, HCO₃, NH₄, P, NO₃, SO₄, Cl og Fe. Analyserne blev gennemført ved Centrallaboratoriet i Foulum. Der er enkelte mangler i talmaterialet – enten som følge af vinterfrost eller sommertørke. I alt blev der udtaget ca. 3.600 vandprøver og foretaget 45.000 enkeltanalyser. Analyseresultaterne findes på diskette ved Afdeling for Kulturteknik, Jyndeved.

Resultater

Profilbeskrivelser og teksturanalyser er som nævnt gennemført i 1983 og 1986 af Arealdatakontoret. Jordene er klassificeret efter det danske pedologiske klassifikationssystem beskrevet i Landbrugsministeriet (3).

Jordtypen er en Entic Typigley eller Entic Vådgley. Jorden er stærkt lagdelt. Øverst findes et 7-10 cm, meget humusrigt lag. Derunder følger vekslende lag af ler og grovsilt eller finsand. Lagdelingen er ofte meget tydelig og skarp med lagtykkelser, der varierer fra få mm til 20-30 cm. For de enkelte profiler varierer lagtykkelsen og dybden afhængig af dannelsesbetingelserne og beliggenheden.

Teksturen i de enkelte profiler kan derfor varierer en del. Gennemsnit for 6 profilundersøgelser er vist i tabel 1.

Tabel 1. Tekstur, gennemsnit af 6 profiler.
Texture, average of 6 profiles.

Dybde Depth cm	Vægtprocent, <i>weight per cent</i>						
	Ler $\mu\text{m} < 2$	Silt 2-20	Grovsilt 20-63	Finsand 63-200	Grovsand >200	Org. stof	CaCO ₃
0- 10	33	23	25	11	2	6,7	0
20- 30	22	15	36	23	2	1,8	0
50- 60	18	13	42	22	1	1,7	2,2
80-100	10	9	23	54	1	1,0	1,7
100-110	7	3	19	70	0	0,5	0,5

Jordene er typisk stenfrie marskjerne med et højt lerindhold i de øverste jordlag. I de dybere lag aftager lerindholdet, og jorden er præget af vadesand med et stort indhold af grovsilt. Grovsand findes ikke. De dybere jordlag er ofte kalkholdige.

De undersøgte profiler har en meget høj total porøsitet og dermed også en stor vandholdende evne. Før inddigningen blev enkelte profiler på forlandet undersøgt i 1976 og 1977. Totalporøsiteten var omkring 70 pct. i de øverste 0-20 cm og omkring 55-60 pct. i de dybere jordlag.

Karakteristiske retentionskurver for 2 profiler fra 1983 er vist i fig. 2. Porefordelingen ses af tabel 2.

Prøvestation 900 ligger på gammel, lerrig, højtliggende, dårlig afdrænet marsk. Totalporøsiteten er meget høj såvel i det øverste jordlag som i dybden under 70 cm. Grovporevolumenet, der sørger for afdræning, er stort for en lerjord, og den plantetilgængelige vandmængde udgør 25-36 pct.

Tabel 2. Porefordeling. Lokalitet 900 og 913 i 1983. Porosity. Test station 900 and 913 in 1983.

Dybde Depth cm	Volumenprocent, volume per cent			
	Total-porer Total	Grov-porer Coarse >30 μm	Mellem-porer Medium 30-2 μm	Små-porer Small <2 μm
Lokalitet 900				
2- 7	72,6	21,5	36,3	14,8
10- 20	56,3	10,7	24,9	20,7
30- 50	56,1	8,4	29,5	18,2
70- 85	65,0	12,1	35,7	17,2
100-110	70,5	14,6	36,6	19,3
Lokalitet 913				
0- 9	70,1	17,3	39,7	13,1
12- 18	47,5	3,8	36,2	7,5
20- 30	46,8	4,2	35,0	7,6
50- 80	43,0	3,5	35,0	4,5

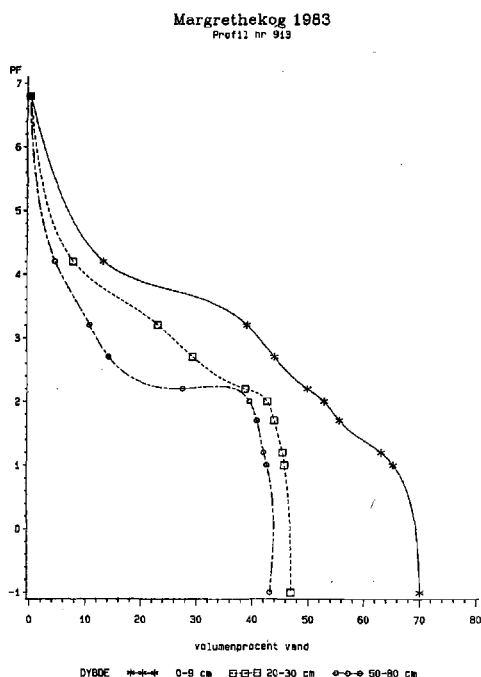
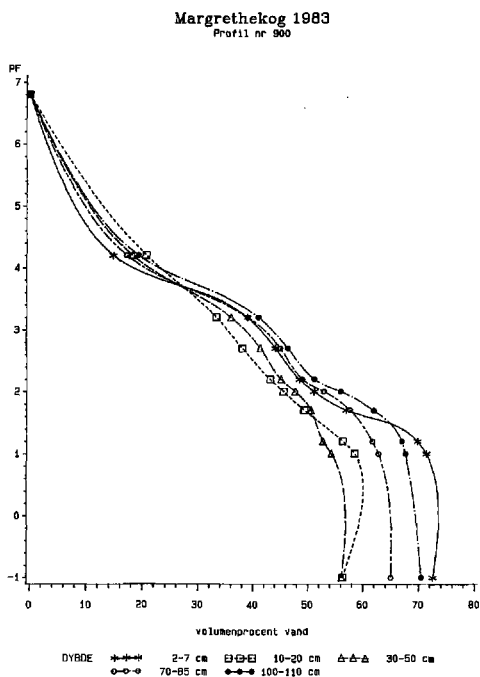


Fig. 2. Retentionskurver 1983.
Retention curves 1983, 2 profiles, different depths.

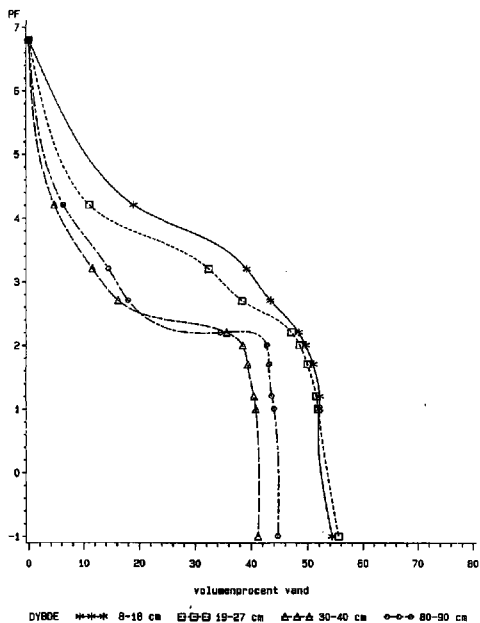
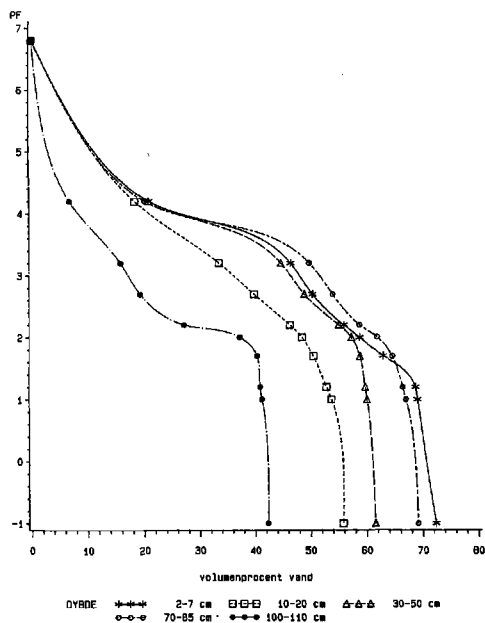


Fig. 3. Retentionskurver 1986.
 Retention curves 1986.

Prøvestation 913 ligger lavere og på en yngre marskdannelse med finsand i undergrunden. Arealet er velafvandet og detaildrænet. I det øverste jordlag er porøsiteten høj; men i den finsandede undergrund er totalporøsiteten og grovporevolumenet meget lave. Den tilgængelige vandmængde i mellemporerne er meget høj, og der kan påregnes en vis kapillær vandstigning.

Ved prøveudtagning i juni 1986 blev der igen udtaget prøver til retentionsbestemmelser og bestemmelse af porefordeling. Som følge af uensartet lagdeling er prøverne ikke taget i nøjagtig samme dybde eller samme jordlag som i 1983. En direkte sammenligning og vurdering af udviklingen er derfor ikke muligt. Retentionskurverne fra 1986 er vist i fig. 3.

Registrering af grundvandstand ved målestation 900 og 913 fremgår af fig. 4. Vandstanden er angivet som koter i cm i forhold til DNN, og terrænoverfladen er indtegnet.

Grundvandstanden viser typiske svingninger over året. På den dårligt drænedede prøvestation 900 er grundvandet meget nær jordoverfladen i

vinterperioden. I sommerperioden sker et vandforbrug, og grundvandet falder til 60-70 cm under terræn. Udtørningsdybden og -perioden varierer efter nedbørsforholdene de enkelte år.

På prøvestation 913 er årstidsvariationerne ca. 150 cm, og grundvandstanden ligger altid mindst 20 cm under terræn – også i vinterperioden. Arealet ved målestationen er velafvandet og detaildrænet.

Jordkemiske analyser blev udført i et antal jordprofiler på forlandet i 1977 og 1981. Systematiske undersøgelser er foretaget ved alle prøvestationer i 1983, 1984 og 1985.

Tabel 3 viser en sammenstilling af jordkemiske analyser fra samme område og tre forskellige år.

Før inddigningen i 1977 viser alle analyser meget høje værdier for kationer, og ledningstallet er højt. Tallene falder drastisk til 1981, efter at forlandet blev beskyttet mod oversvømmelse i forsommeren 1980. Den fortsatte udvaskning med overskudsnedbør medførte yderligere nedgang i talværdierne frem til 1985.

I forhold til normale danske jorde – også ældre

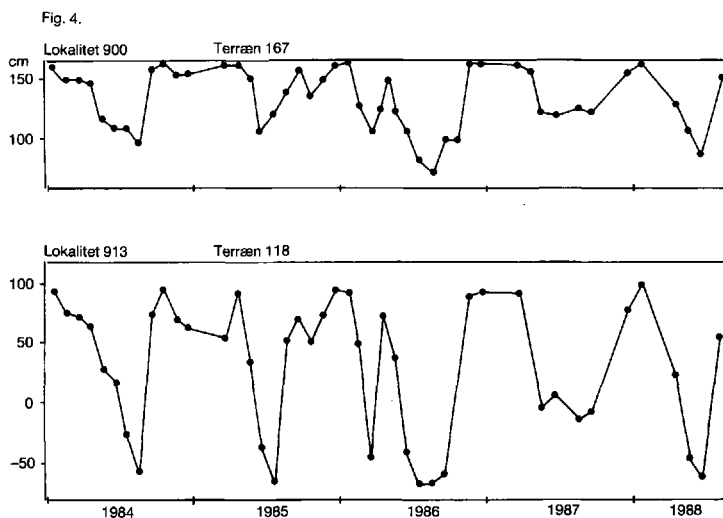


Fig. 4. Grundvandstand. Lokaltitet 900 og 913. Koter i cm DNN.
Water table. Station 900 and 913. Depth in cm Danish Normal Zero.

Tabel 3. Jordkemiske analyser fra 1977, 1981 og 1985.
Soil chemical analyses from 1977, 1981 and 1985.

	pH	Lt	Nat	Kt	Mgt	Cat	CEC
<i>1977, gns. 5 profiler, average 5 profiles</i>							
0- 20	7,3	22	457	66	130	133	39,1
20- 60	8,2	20	368	48	81	114	29,7
60- 80	8,2	23	362	46	73	148	30,4
80-100	8,3	20	295	39	58	156	26,4
<i>1981, gns. 14 profiler, average 14 profiles</i>							
0- 20	7,2	6	143	57	95	135	22,4
20- 40	8,0	6	159	44	71	135	20,7
40- 60	8,2	8	176	38	57	205*	23,6
60- 80	8,3	9	176	36	53	219*	23,9
80-100	8,3	9	197	37	46	214*	24,0
<i>1985, gns. 3 profiler, average 3 profiles</i>							
0- 20	7,0	2,0	88	37	72	119	16,7
20- 40	7,8	3,4	147	45	69	123	19,6
40- 60	7,9	5,0	145	44	64	120	18,7
60- 80	8,2	7,6	116	34	46	87	14,1
80-100	8,2	7,6	104	32	41	63	11,9
Relativ værdi 1985, når 1977=100							
<i>Relative value in 1985, 1977=100</i>							
0- 20		9	19	59	56	88	43
20- 60		21	40	100	97	107	64
60- 80		33	32	75	62	59	46
80-100		38	35	80	71	41	45

*Fejl i Ca-analysen

marskjerne – var talværdierne stadig høje i 1985, og en yderligere reduktion må forventes. I løbet af den 8-årige undersøgelsesperiode var ledningstallet faldet til 10 pct. i det øverste jordlag og til 33-38 pct. i undergrunden. Nat blev reduceret næsten lige så meget. Kt blev ændret mindst.

Jordkemiske analyser fra prøvestationerne 900 og 913 er vist i tabel 4.

Reaktionstal og ledningstal var lave i de øverste jordlag i profil 900, men stigende i dybden. Profilen er lerrig, højtliggende, men dårligt afvandet. Ft og Kt var høje og Nat stadig meget højt. I den toårige undersøgelsesperiode var der kun sket ringe ændringer i talværdierne, dog var Nat faldet lidt.

Profil 913 er mere sandholdigt og samtidigt velafvandet efter dræning i efteråret 1983. Ft og Kt i 0-20 cm er påvirket af gødskning. I undergrunden

var Ft og Kt noget lavere end i profil 900. Ledningstal var høje i 1983, men faldt betydeligt i løbet af to år som følge af afdræningen. Det samme var tilfældet med natrium.

Gennem jordvandsanalyser har det været muligt at følge vandkvalitet på alle 12 prøvestationer over perioden 1984-1988 og i forskellige dybder. Fig. 5 viser som eksempel koncentrationsudviklingen for en række stoffer på prøvestation 900. Kurverne viser, at koncentrationerne i 50 cm's dybde stort set var uændret i hele perioden. I større dybder faldt koncentrationerne. Natriumindholdet i 150 cm's dybde blev halveret i den femårige periode. Kloridindholdet faldt til en tredjedel, og sulfatindholdet faldt ca. 40 pct. Tilsvarende skete der en drastisk ændring for de fleste andre stoffer. Dette fremgår af tabel 5. I profil 900 skete der et drastisk fald såvel i 100 som i 200

Tabel 4. Jordkemiske analyser fra 2 profiler 1983 og 1985.
Soil chemical analyses from 2 test stations 1983 and 1985.

	pH	Lt	Ft	Nat	Kt	Total-C	Total-N
Lokalitet 900, 1983							
0- 10	5,9	1,4	6,5	62	23	6,20	0,504
10- 20	6,5	1,2	13,2	68	43	2,38	0,200
20- 40	7,4	1,4	12,6	98	49	1,48	0,138
40- 60	8,1	3,4	14,8	164	56	1,56	0,120
60- 80	8,3	6,0	16,4	236	65	1,29	0,132
80-100	8,3	8,9	11,8	268	74	1,88	0,143
Lokalitet 900, 1985							
0- 10	5,6	0,8	7,4	29	23	5,94	0,478
10- 20	6,8	1,3	11,0	65	46	1,92	0,179
20- 40	7,5	2,1	10,8	89	51	1,49	0,139
40- 60	7,9	3,2	13,4	130	57	1,54	0,127
60- 80	8,1	4,2	16,4	172	63	1,68	0,128
80-100	8,2	5,0	16,0	192	68	1,94	0,146
Lokalitet 913, 1983							
0- 20	7,6	7,3	13,3	72	22	2,39	0,201
20- 40	7,2	10,4	8,6	114	25	1,28	0,110
40- 60	6,9	13,4	4,6	103	17	0,75	0,070
60- 80	7,8	11,8	5,0	95	19	0,45	0,047
80-100	8,2	8,8	4,2	94	15	0,43	0,030
Lokalitet 913, 1985							
0- 20	7,5	2,1	14,6	34	30	2,56	0,212
20- 40	7,3	7,4	9,7	48	24	1,48	0,128
40- 60	7,5	6,2	5,9	36	16	0,73	0,066
60- 80	7,9	4,4	5,7	48	18	0,56	0,040
80-100	8,0	7,8	5,3	106	20	0,60	0,038

Fig. 5.

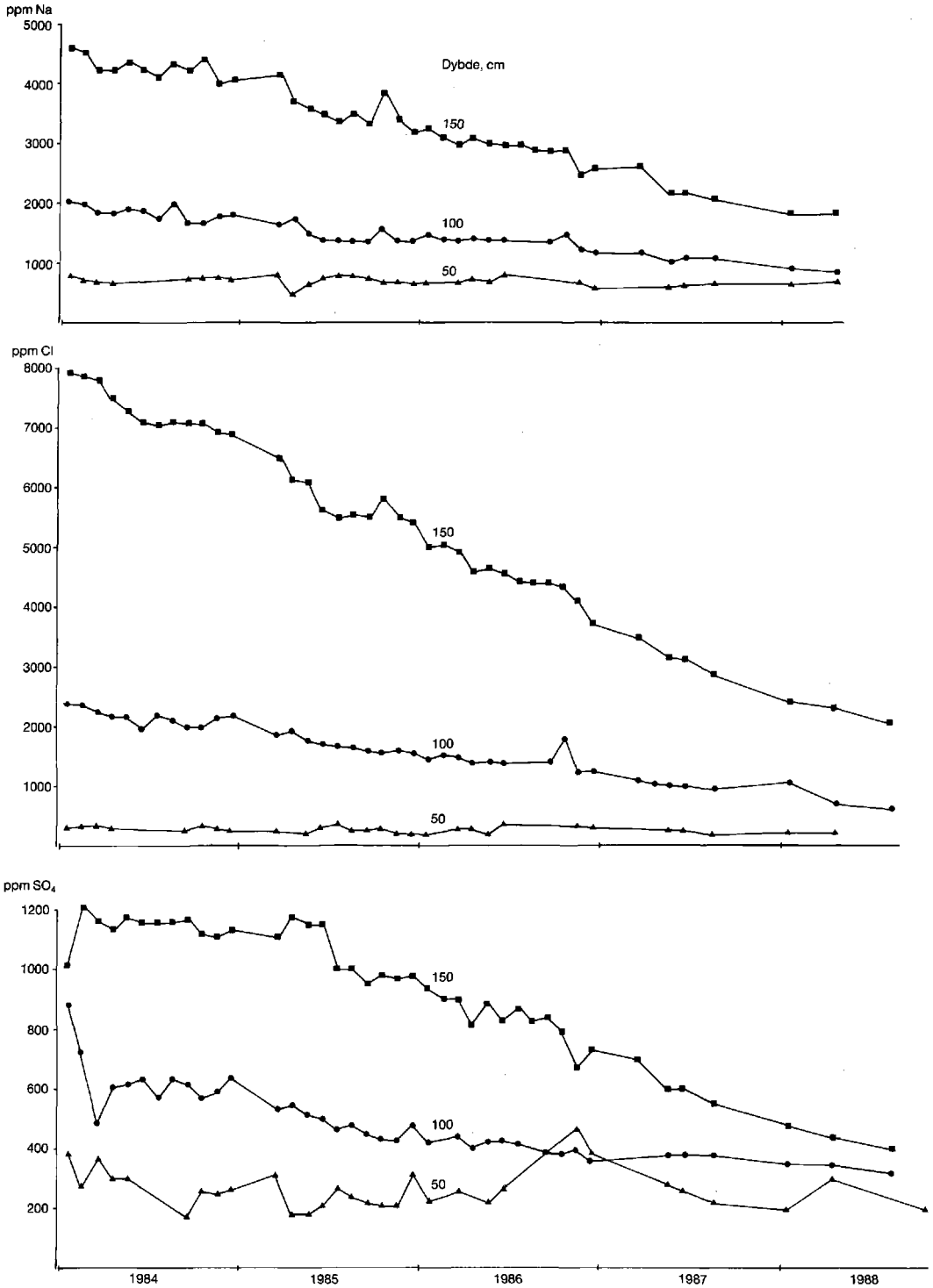


Fig 5. Jordvandslokalitet 900. Indhold af Na, Cl, og SO₄, mg pr. liter.
Test station 900. Content of Na, Cl and SO₄, mg per litre.

Tabel 5. Jordvandsanalyser.*Analyses of soil water. 2 test stations and 2 depths, 1984 and 1988.*

	pH	Lt	ppm						
			Na	K	Ca	Mg	HCO ₃	SO ₄	Cl
Lokalitet 900, 100 cm's dybde, <i>depth</i>									
Jan-feb 1984	8,0	8,6	2022	78	83	112	1206	802	2405
1988	7,8	4,0	902	44	29	36	1430	319	720
Relativ 1988		46	45	56	35	32	119	40	30
Lokalitet 900, 200 cm's dybde									
Jan-feb 1984	7,0	25,1	5100	189	403	570	1000	1252	9193
1988	7,5	9,4	1987	86	64	128	1507	505	2552
Relativ 1988		37	39	45	16	22	151	40	28
Lokalitet 913, 100 cm's dybde									
Jan-feb 1984	7,5	20,7	4018	139	496	633	1285	1618	7198
1988	7,3	5,8	698	110	510	290	573	2570	967
Relativ 1988		28	17	79	103	46	45	159	13
Lokalitet 913, 200 cm's dybde									
Jan-feb 1984	8,0	20,8	4258	154	180	564	2458	347	7533
1988	7,7	20,3	4050	169	274	596	2268	768	7186
Relativ 1988		98	95	110	152	106	92	221	95

cm's dybde. Nedgangen var størst for klorid og magnesium. For HCO₃ skete der en stigning.

I profil 913 var tallene væsentligt højere i 1984 i begge dybder. Også her skete en betydelig nedgang i 100 cm's dybde, men værdierne var dog stadig høje i 1988. Stigningen i sulfatindholdet skyl-

des antagelig en iltning af pyrit efter dræning i 1983. Grundvandet i 200 cm's dybde havde stort set uændret sammensætning fra 1984 til 1988.

Kationindholdet var helt domineret af natrium, og anionindholdet af klorid. Dette fremgår af tabel 6.

Tabel 6. Fordeling af kationer og anioner i pct. for prøvestation 900 og 913.*Distribution of kations and anions in per cent. Test stations 900 and 913.*

	Na	K	Ca	Mg	HCO ₃	SO ₄	Cl
Lokalitet 900, 100 cm's dybde, <i>depth</i>							
1984	85	2	4	9	19	16	65
1988	87	2	3	7	47	13	40
Lokalitet 900, 200 cm's dybde							
1984	75	1	7	16	5	9	86
1988	84	2	3	11	23	10	67
Lokalitet 913, 100 cm's dybde							
1984	68	1	10	21	8	13	79
1988	33	3	27	26	11	59	30
Lokalitet 913, 200 cm's dybde							
1984	76	2	4	19	16	3	82
1988	73	2	6	20	15	6	79

Koncentrationen var som nævnt faldet væsentligt ved prøvestation 900. Kloridindholdets procentandel var da også faldet væsentligt fra 1984 til 1988, og samtidig var HCO_3^- -andelen steget. Ved prøvestation 913 var der som nævnt ingen væsentlige ændringer i totalindholdet i 200 cm's dybde, og fordelingen af kationer og anioner var også uændret. I 100 cm's dybde var der et meget stort fald i koncentrationen. Kation- og anionfordelingen var da også ændret væsentligt. Andelen af natrium og klorid var væsentligt lavere i 1988. Til gengæld sås en stigning i sulfat og calcium.

Diskussion og konklusion

Afvandingen, kultivering og udnyttelsen af Margrethe-Kogen blev stærkt påvirket af fredningskendelserne i 1984 og 1985. Restriktionerne betyder, at den landbrugsmæssige udvikling er foregået langsommere end forventet. Dette har påvirket de foran beskrevne undersøgelser.

Det har ikke været muligt at påvise sikre eller væsentlige ændringer i de jordfysiske og jordkemiske forhold inden for den treårige undersøgelsesperiode. Der sker en vis men langsom pedologisk udvikling, som forventes at påvirke den mineralogiske sammensætning samt de jordfysiske og jordkemiske forhold. Udviklingshastigheden bestemmes af afvandingstilstand og udnyttelsesmåde.

De jordfysiske undersøgelser har omfattet bestemmelser af retentionskurver og dermed porøsitetsforhold. Totalporøsiteten er høj, og den vandholdende evne er stor i Margrethe-Kog.

De jordkemiske undersøgelser kan sammenlignes med målinger i Ny Frederikskog, se tabel 7. Margrethe-Kog og Ny Frederikskog har samme jordtype, men Ny Frederikskog er inddiget i 1861. Kogen har således været beskyttet mod saltvand ca. 120 år tidligere. Der er gennemført hovedafvanding og afledning af ferskvand. Arealerne består hovedsagelig af vedvarende græsarealer, der udnyttes til afgræsning.

Statens Marskforsøg ligger i Ny Frederikskog umiddelbart ved diget til Margrethe-Kog. Jordene er afvandet og detaildrænet i 1956, og arealerne anvendes til intensiv korndyrkning.

Af tabel 7 fremgår, at reaktionstal og fosforsyretil er nær ens i alle tre områder. Ledningstal og natriumtal er fortsat meget høje i Margrethe-Kog og relativt høje i den græsklædte, udrænedede Ny Frederikskog, men lave på Statens Marskforsøg.

Saltudvaskningen er altså ikke tilendebragt. Det tager lang tid og forudsætter en effektiv afvanding. Kaliumtallene er høje i marskjord, men dog på normalt niveau på Statens Marskforsøg, hvor afgrøderne fjerner store mængder kalium.

Undersøgelser af grundvandstanden i Margrethe-Kog viser tydelige årssvingninger. Undersøgelserne viser også, at effektiv afvanding og dræning er nødvendig, hvis man vil undgå, at grundvandet står nær jordoverfladen i vinterperioden.

Systematiske undersøgelser af jordvand og grundvand viser, at der sker en fortynding og udvaskning af kationer og anioner. Overskudsnedbøren bevirker, at Margrethe-Kog bliver stadig mere ferskvandspræget. Det har ikke været muligt at opstille en vandbalance for området. Derfor er det heller ikke muligt at kvantificere udvaskningen.

I perioden 1984-88 er saltkoncentrationen i 100 cm's dybde reduceret til 30-50 pct. af indholdet i 1984. Navnlig er der sket en stor udvaskning af natrium og klorid. Udvasningen er dog langt fra afsluttet i det dybere grundvand. Tabel 8 viser en sammenligning mellem grundvandskvalitet i Margrethe-Kog 1988 og drænvand fra undersøgelser ved Statens Marskforsøg og på almindelige morænelerjorde (4).

Tabel 7. Jordkemiske analyser fra Margrethe-Kog 1985, Ny Frederikskog 1956 og Statens Marskforsøg 1975. *Soil chemical analyses from three different Marsh land regions and different drainage conditions.*

Dybde, depth, cm	Lt	pH	Nat	Kt	Ft
Margrethe-Kog 1985					
0- 20	1,8	6,9	69	35	11,9
20- 40	3,9	7,6	115	42	10,2
40- 60	4,8	7,8	120	41	9,2
60- 80	7,2	8,1	113	36	11,1
80-100	7,1	8,1	122	36	10,6
Ny Frederikskog 1956					
0- 25	2,1	7,3	23	31	10,2
25- 50	1,7	7,8	24	27	9,2
50- 75	2,3	8,0	31	27	10,0
75-100	3,1	8,1	43	25	9,4
Statens Marskforsøg 1975					
0- 25		7,8	9	15	9,4
25- 60		7,9	5	11	10,4
60- 90		8,2	4	7	6,0

Tabel 8. Sammensætning af jordvand i 100 cm's dybde i Margrethe-Kog 1988, i drænvand ved Statens Marskforsøg 1971-84 og i drænvand fra 15 morænelerjorde 1971-84.

Content of soil water in Margrethe-Kog compared to drain water in intensively drained marsh land (Statens Marskforsøg) and drain water in 15 Danish moraine soils.

	Jordvand		Drænvand		Drænvand	
	<i>Soil water</i>		<i>Drain water</i>		<i>Drain water</i>	
	Margrethe-Kog		Statens Marskforsøg		15 morænelerjorde	
	mg/l	pct.	mg/l	pct.	mg/l	pct.
Na	800	55	207	46	14	10
K	77	3	28	4	1	0
Mg	163	21	48	20	7	10
Ca	269	21	117	30	107	80
NO ₃ -N	0	0	14	5	18	23
Cl	843	34	302	43	41	19
SO ₄ -S	1444	42	45	14	24	24
HCO ₃	1001	24	449	38	161	34

Ionkoncentrationen er 60-70 meq i jordvandet i Margrethe-Kog. I drænvandet ved Statens Marskforsøg er koncentrationen omkring 20 meq. I drænvand fra almindelige lerjorde er næringsstofindholdet endnu lavere, og ionkoncentrationen er ca. 6 meq.

I marskjerne dominerer natrium med omkring 50 pct. af kationerne, og magnesiumindholdet er ligeledes højt – nemlig ca. 20 pct. Begge disse ioner påvirker jordstrukturen på en negativ måde. De medfører kvældning og skrumpning af jordpartiklerne, hvorved afdræningen og luftskiftet påvirkes i uheldig retning.

I marskjerne er klorid – og i Margrethe-Kog også sulfat – meget dominerende. Det må forventes, at der såvel i Margrethe-Kog, men også i de øvrige marskmarker, i en lang årrække vil ske en fortsat udvaskning af klorid og sulfat.

Erkendtlighed

Nærværende undersøgelse i Margrethe-Kog er støttet finansielt af Samrådets midler som tværfagligt projekt 45. Undersøgelserne er tilrettelagt og gennemført af afdøde agronom *Erik Frimodt Pedersen* († januar 1987).

Litteratur

1. *Bondorff, K. A.* 1962. Jordbundsundersøgelser i Tøndermarsken. Tidsskr. Planteavl 66, særnummer.
2. *Hansen, Lorens* 1967. Jordbundsundersøgelser i marsken. Tidsskr. Planteavl 71, 70-89.
3. *Landbrugsministeriet* 1985. Jordprofilundersøgelsen. Landbrugsministeriet, Arealdatakontoret, Vejle, 50 pp. + bilag.
4. *Pedersen, E. Frimodt* 1985. Drænvandsundersøgelser på marsk og dyb tørvejord 1971-84. Tidsskr. Planteavl 89, 319-329.

Manuskript modtaget den 23. maj 1991.