

TIDSSKRIFT FOR PLANTEAVL

Organ for Statens Forsøgsvirksomhed i Plantekultur

UDGIVET AF STATENS PLANTEAVLSUDVALG

REDIGERET AF FRITS OLSEN



AARHUS UNIVERSITET
Det Jordbrugsvidenskabelige Fakultet
Biblioteket
Kirstinebjergvej 10, 5792 Årlev
Tlf. 8999 1900 - Fax 8999 3490

66. bind, særnummer
København 1962

Jordbundsundersøgelser i Tøndermarsken

Af K. A. BONDORFF

I tilknytning til den naturhistorisk-geografiske undersøgelse af Tøndermarsken, der blev foretaget under ledelse af professor, dr. phil. NIELS NIELSEN, ønskede den kommission, under hvilken hele undersøgelsen sorterede, at der også blev foretaget en jordbundsundersøgelse ud fra landøkonomiske synspunkter.

Baggrunden for dette ønske var erfaringen for, at man, navnlig ved ombrydning af marskens græsarealer til agerdyrkning, stødte på meget vekslende jordbundsforhold. F.eks. var nogle arealer kalktrængende, andre ikke. Det ville være af stor praktisk interesse gennem jordbundsanalyser at få belyst behovet for kalk, fosforsyre og kali i Tøndermarsken.

Men hertil kom, at man her og der traf en særegen jordart, der frembød forskellige ulemper, nemlig stærkt natriumholdigt ler. Dette er i fugtig tilstand meget »fedt« og vandstandsende, således at dræning ikke har den ønskede virkning. I tør tilstand er natriumleret meget hårdt og giver, hvor det forekommer i overfladen, let skorpedannelse. Natriumler er altså en ret ubehagelig jordtype, og da man ved de under professor Niels Nielsen foretagne profilundersøgelser ret ofte traf på »klister«, dvs. natriumler, var det af interesse at få udbredelsen af natriumler i Tøndermarsken nærmere undersøgt.

Arbejdet med de landøkonomiske jordbundsundersøgelser blev overdraget Statens Planteavls-Laboratorium og i somrene 1954-56 blev der af assistent, landbrugskandidat JØRGEN PRAG udtaget et stort antal jordprøver, der undersøgte på laboratoriet i Lyngby.

Prøveudtagning og analysemetoder

Prøveudtagningen skete med et cylindrisk bor af smørsøgertypen, der tillod udtagning af prøver til 1 meters dybde.

Ved prøveudtagningen i de såkaldte ydre kog, dvs. Ny og Gl. Frederikskog og Rudebøl kog, der foregik i 1954, blev der i hver enkelt fenne udtaget 1 jordprøve af det øverste lag, 0-25 cm dybt. I hver anden fenne toges desuden jordprøver i dybderne 25-50,

50-75 og 75-100 cm. Ved de senere udtagninger i de indre kog, Højer, Møgeltønder og Ubjerg kog er der i alle fenner taget jordprøver i alle 4 dybder.

Prøverne blev ved ankomsten til laboratoriet forbehandlet på sædvanlig måde og underkastedes derefter den såkaldte brusningsprøve for at undersøge, om der fandtes kendelige mængder kulsur kalk. I så tilfælde foretoges en bestemmelse af kulsur kalk med Scheiblers apparat.

Dernæst bestemtes reaktionstal, fosforsyretal og kaliumtal. I den ekstrakt, der benyttedes til den flammefotometriske bestemmelse af det ombyttelige kalium, dvs. kaliumtallet, foretoges tillige flamme-fotometrisk en bestemmelse af natrium.

Såfremt indholdet af ombytteligt natrium var så højt, at der kunne være tale om natriumler, foretoges en bestemmelse af vedkommende jords ombytningskapacitet. Mængden af ombytteligt natrium i en jordprøve må nemlig ses i relation til, hvor stor en del natriumionerne udgør af den totale kationmængde, der er absorberet på jordkolloiderne.

Absorptions- eller ombytningskapaciteten bestemtes ved at behandle jordprøven med en neutral opløsning af ammoniumacetat ($\text{pH} = 7$) og efter udvaskning bestemme den absorberede ammoniummængde.

Som bekendt afhænger en jords ombytningskapacitet, bestemt gennem mængden af absorberede metalkationer, af den reaktion, ved hvilken bestemmelsen foretages. Jo højere pH , jo større ombytningskapacitet.

Valget af $\text{pH} = 7$ som det reaktionstal, ved hvilket ombytningskapaciteten bestemmes, er for så vidt ganske vilkårligt. Fra et jordbundskemisk synspunkt vil, som navnlig S. TOVBORG JENSEN har fremhævet, $\text{pH} = 8,3$ være nok så velmotiveret, idet $\text{pH} = 8,3$ er det reaktionstal, man har i en jord, der indeholder kulsur kalk, uanset dets mængde. Den ved $\text{pH} = 8,3$ bestemte ombytningskapacitet vil derfor være en maksimumsværdi, i alt fald under forhold, hvor kulsur kalk er den dominerende base i jorden. Imidlertid foretages bestemmelsen af ombytningskapaciteten som oftest ved $\text{pH} = 7$ og dette er altså også sket ved disse undersøgelser.

Hvor der fandtes større mængder natrium i jordprøverne, er der desuden foretaget en bestemmelse af ledningstal og/eller

mængden af chlorid. Formålet med disse bestemmelser var at påvise, om der kunne være tale om forekomst af natriumchlorid i større mængde, eller om det fundne natrium alene fandtes absorberet på jordkolloiderne, dannende natriumler.

Enkeltresultaterne af de mange jordbundsanalyser er det umuligt at gengive her. De foreligger i tabelform på statens planteavlsskontor, hvor de er tilgængelige for alle interesserede.

Resultaterne vil desuden fremgå af de til nærværende beretning knyttede kort. Det har for fremstillingen af kortene været nødvendigt at inddele resultaterne i »klasser« og kortene kan derfor ikke give så nøjagtige oplysninger om jordbundsanalysernes resultater som detailtabellerne, men giver til gengæld bedre overblik over forholdene. Af tekniske grunde er kort over Uhjerg kog ikke medtaget.

På et særligt kort er for hver enkelt fenne blot anført et nummer. Dette er nummeret på den fra vedkommende fenne stammende jordprøve, og fra nummeret på den pågældende fenne kan man hurtigt i detailtabellerne finde de forskellige analyseresultater, der har relation til den pågældende jordprøve og fenne.

Forekomst af kulsur kalk

Som ovenfor nævnt blev jordprøverne ved hjælp af brusningsprøven undersøgt for tilstedeværelsen af kulsur kalk. Det var kun i forholdsvis få prøver, der forekom kulsur kalk og navnlig var forekomsten sjælden i de indre, ældre kog. I Højer kog var der således af 1900 undersøgte jordprøver kun 37, der tydeligt indeholdt kulsur kalk. 874 jordprøver bruste svagt og 986 slet ikke.

Det gennemsnitlige indhold i de 37 prøver var kun 0,49 % CaCO_3 , varierende mellem 0,5 og 2,36 %. Af de 37 prøver stammede de 31 fra det øverste jordlag 0-25 cm, 4 fra dybden 25-50 cm og 2 fra 75-100 cm. Det kan ikke udelukkes, at kalkindholdet i prøverne fra 0-25 cm skyldes en tilførsel af kalk, men selv om dette ikke skulle være tilfældet, må man dog betegne de indre, ældre kog som praktisk taget fri for kulsur kalk.

Noget anderledes stiller det sig med de ydre kog. Her bruser de fleste jordprøver tydeligt. En kvantitativ bestemmelse af kulsur

kalk i samtlige jordprøver kunne man desværre ikke gennemføre af arbejdsmæssige grunde, men for at få et overblik over, hvorledes forholdene måtte antages at være, analyseredes systematisk hver 10. jordprøve.

Resultaterne kan sammenfattes således.

Tabel 1. Procent kulsur kalk, gennemsnit

Dybde	Ny Frederikskog	Gamle Frederikskog	Rudebøl kog
0— 25 cm	0.2	0.1	0.1
25— 50 »	1.7	0.8	0.8
50— 75 »	2.4	1.1	1.1
75—100 »	1.8	0.6	0.9

Det højeste kalkindhold, der er fundet, er 4,0 % i en prøve fra Ny Frederikskog (75-100 cm). Noget stort kalkindhold er der altså ikke tale om selv i de ydre kog, men på den anden side er det kun få prøver fra disse kog, der slet ikke bruser med syre.

Karakteristisk er det, at kalkindholdet som regel tiltager med dybden, at kalken altså er eller er ved at være udvasket af de øverste jordlag.

Reaktionstal

Reaktionstal er bestemt i samtlige jordprøver eller ialt i 5604 prøver.

Reaktionstallene varierer meget ikke blot fra kog til kog, men fra fenne til fenne. En oversigt over reaktionsforholdene findes i tabel 2.

Tallene afslører en stor forskel på jorden i de ydre, yngre og de indre, ældre kog. Selv om man i Rudebøl kog træffer en del jordprøver med stærkt sur reaktion, er det dog således i de ydre kog, at den overvejende del af jordprøverne har et reaktionstal over 7,0. De stærkt sure jordprøver, der forekommer i de dybere lag i Rudebøl kog, er overvejende tørvejord.

I de indre kog er jordprøver med et reaktionstal over 7,0 undtagelser, og selv om en del af de stærkt sure jordprøver er tørvejord, er kalkudvaskningen fra de egentlige klægjorder stærkt fremskreden i disse kog.

Tabel 2. Procentisk fordeling af reaktionstallene.

Dybde, cm	≤ 4.0	4.1—5.0	5.1—6.0	6.1—7.0	7.1—8.0	≥ 8.1
<i>Ny Frederikskog</i>						
0—25	—	—	1.4	27.8	69.4	1.4
25—50	—	—	—	2.8	84.5	12.7
50—75	—	—	—	—	62.0	38.0
75—100	—	—	—	0.7	32.4	66.9
<i>Gl. Frederikskog</i>						
0—25	—	—	9.9	47.8	42.3	—
25—50	—	—	4.4	15.4	78.0	2.2
50—75	—	—	—	4.4	64.8	30.8
75—100	—	—	—	1.1	57.1	41.8
<i>Rudebøl kog</i>						
0—25	—	—	13.4	54.8	31.8	—
25—50	—	2.3	6.7	11.2	77.5	2.8
50—75	—	4.4	5.6	8.9	71.1	10.0
75—100	1.1	12.2	3.3	6.7	56.7	20.0
<i>Højer og Møgeltønder kog</i>						
0—25	—	12.4	51.2	32.5	3.9	—
25—50	4.6	17.5	31.5	35.3	11.1	—
50—75	25.5	16.7	18.4	21.7	17.7	—
75—100	44.2	13.2	9.2	15.4	46.7	1.3
<i>Ubjerg kog</i>						
0—25	2.0	45.9	49.0	3.1	—	—
25—50	9.3	38.1	49.5	3.1	—	—
50—75	52.0	28.6	19.4	—	—	—
75—100	78.6	12.2	8.2	1.0	—	—

Antager man, at marskjorderne ved anvendelse til agerdyrkning i alt fald bør kalkes op til reaktionstallet 7,0 (i de øverste 25 cm), vil dette sige, at i Ny Frederikskog skal 30 % af arealet kalkes, i Gl. Frederikskog 57 %, i Rudebøl kog 68 % og i de indre kog 95 %.

Fosforsyretallene

Fosforsyretal er bestemt i samtlige udtagne jordprøver. Hvorledes fosforsyretallene fordeles sig i de forskellige kog, er søgt sammenfattet i tabel 3.

Tabel 3. Procentisk fordeling af fosforsyretallene

Dybde, cm	0—4.0	4.1—8.0	8.1—12.0	> 12.0
<i>Ny Frederikskog</i>				
0—25	—	52.3	38.2	9.5
25—50	1.4	66.2	26.8	5.6
50—75	—	44.4	47.2	8.4
75—100	2.8	56.3	32.4	8.5
<i>Gl. Frederikskog</i>				
0—25	7.1	77.5	10.4	5.0
25—50	7.6	84.8	6.5	1.1
50—75	10.9	78.3	6.5	4.3
75—100	22.8	70.7	4.3	2.2
<i>Rudebøl kog</i>				
0—25	20.7	64.2	11.7	3.4
25—50	20.2	76.4	3.4	—
50—75	14.6	73.0	7.9	4.5
75—100	13.5	61.8	15.7	9.0
<i>Højer og Møgeltønder kog</i>				
0—25	27.9	55.9	14.2	2.0
25—50	68.0	24.9	4.4	2.7
50—75	65.8	24.3	6.0	3.9
75—100	62.2	22.0	8.6	7.2
<i>Ubjerg kog</i>				
0—25	35.7	45.9	12.2	6.1
25—50	57.7	26.8	9.3	6.2
50—75	68.4	20.4	5.1	6.1
75—100	69.4	24.5	4.1	2.0

En nærmere betragtning af tallene i tabel 3 viser, at antallet af jordprøver med lave fosforsyretal, under 4,1, er relativt stort i de indre kog og her igen navnlig i »undergrunden«, dvs. lagene fra 25-100 cm's dybde. I almindelige agerjorder findes normalt de højeste fosforsyretal i pløjelaget og tallene aftager med dybden. Mærkværdigvis findes i det undersøgte område kun dette forhold i Gl. Frederikskog. Her stiger antallet af jordprøver med lavt fosforsyretal med tiltagende dybde.

I de indre kog er lave fosforsyretal, som ovenfor nævnt, fremherskende, så snart dybden er over 25 cm. At man i de øverste 25 cm ikke finder slet så mange lave fosforsyretal, skyldes måske, at der gennem gødskning er sket en ændring af det øverste jordlags fosforsyretilstand.

Da fosforsyre jo ikke bevæger sig meget i jorden, må det antages, at de lave fosforsyretal i de indre kog er oprindelige. I de ydre kog, og navnlig i Ny Frederikskog, træffes kun få lave fosforsyretal og fosforsyretallene kunne tyde på, at der er en væsentlig forskel mellem det materiale, hvoraf de indre kog er dannet og det, der ligger til grund for de ydre kog. Rudebøl kog synes at indtage en mellemstilling.

Fra et naturhistorisk synspunkt kunne det være af interesse nærmere at undersøge, om det materiale, hvoraf de forskellige kog er opbygget, er af en så forskellig beskaffenhed, som fosforsyretallene antyder.

Ser man på kortene over fosforsyretallene, fremgår det, at Ny Frederikskog og navnlig i den østlige side møder med forholdsvis mange høje fosforsyretal, medens den nordøstlige del af de indre kog som helhed er et fosforsyrefattigt område.

Det vil jo altid kunne diskuteres, hvilket fosforsyretal der angiver grænsen for rentabel anvendelse af fosforsyregødning. Der er jo andre faktorer end netop fosforsyretallet, som indvirker på udslaget for fosforsyretilførsel. Men man begår næppe nogen fejl, når man går ud fra, at jorderne med fosforsyretal under 4,0 i det øverste jordlag kan betegnes som fosforsyretrængende, og at jorder med fosforsyretal over 8,0 kun undtagelsesvis vil give rentabelt udslag for tilførsel af fosforsyre. Anlægges denne betragtning, er der i de 2 Frederikskog 2,8 % af jorden, der er fosforsyretrængende, i Rudebøl kog 20,7 % og i Højer-Møgeltønder kog 28,6 %. Ikke fosforsyretrængende er henholdsvis 35,0, 15,1 og 16,4 %. Forskellen mellem de ydre og indre kog træder hele tiden frem.

Kaliumtallene

Kaliumtallene i det undersøgte område er høje, sammenlignet med tallene i almindelig agerjord. I tabel 4 er givet en oversigt over, hvorledes kaliumtallene fordeler sig. Bag tabellens gennemsnit ligger 5600 enkeltbestemmelser.

Tabel 4. Procentvis fordeling af kaliumtallene

Dybde, cm	0—5.0	5.1—10.0	10.1—15.0	15.1—25.0	> 25.0
<i>Ny Frederikskog</i>					
0—25.....	0.4	2.8	32.7	44.7	19.4
25—50.....	—	14.8	36.6	34.5	14.1
50—75.....	—	13.4	34.5	44.4	7.7
75—100.....	—	22.0	34.0	31.9	12.1
<i>Gl. Frederikskog</i>					
0—25.....	0.5	9.9	24.2	43.4	22.0
25—50.....	—	19.8	34.1	34.1	12.1
50—75.....	9.9	26.4	34.0	25.3	4.4
75—100.....	13.2	33.0	33.0	15.4	5.5
<i>Rudebøl kog</i>					
0—25.....	6.1	26.3	34.1	28.5	5.0
25—50.....	6.7	31.5	32.6	21.3	7.9
50—75.....	6.8	28.4	33.0	26.1	5.7
75—100.....	6.7	11.2	32.6	42.7	6.8
<i>Højer og Møgeltønder kog</i>					
0—25.....	14.2	44.5	30.1	10.2	1.0
25—50.....	20.0	32.1	26.3	20.5	1.1
50—75.....	20.7	17.6	24.7	30.3	6.7
75—100.....	31.6	15.2	14.6	27.1	11.5
<i>Ubjerg kog</i>					
0—25.....	11.2	37.8	30.6	19.4	1.0
25—50.....	32.0	24.7	28.9	14.4	—
50—75.....	64.3	11.2	12.2	8.2	4.1
75—100.....	79.6	10.2	4.1	3.1	3.1

Også for kaliumtallenes vedkommende er der en tydelig forskel mellem de ydre og de indre kog. Sættes grænsen for urentabel anvendelse af kaligødning til kaliumtallet 5,0 (i overgrunden), er der praktisk taget ikke kaliumtrængende jorder i Ny og Gl. Frederikskog, mod 14 % kalitrængende jord i Højer-Møgeltønder kog. Og Rudebøl kog indtager også her en mellemstilling.

Selv om man vil sætte grænsen for rentabel anvendelse af kaligødning højere end ved kaliumtallet 5,0, er det dog øjensynligt, at området som helhed taget ikke er kaliumtrængende. Men, som kortene viser, varierer kaliumtallene næsten fra fenne til fenne og større, sammenhængende områder med ensartede kaliumtal er det ikke muligt at angive.

Natriumtallene

Som indledningsvis anført, var der betydelig interesse knyttet til en bestemmelse af jordprøvernes natriumindhold, idet tilstedeværelsen af større mængder absorberet natrium betød en dårlig fysisk tilstand, ikke mindst dårligere dræningsmuligheder i de pågældende jorder.

I samtlige udtagne jordprøver er derfor mængden af ombytteligt natrium bestemt, på ganske tilsvarende måde som det ombyttelige kalium er bestemt.

Natriumtallene varierer overordentligt meget og der er – i Ubjerg kog – fundet natriumtal indtil 500. Ved natriumtal forstås her milliækvivalenter natrium pr. 2500 g jord, og tallene kan således direkte sammenlignes med kaliumtallene.

Af hensyn til, at mulighederne for på kortene ved forskellig signatur at angive de forskellige natriumtal er begrænset, har det, da natriumtallene varierer så stærkt, været nødvendigt at vælge en forskellig klasseinddeling for de forskellige dybder og tabel 5, der giver en oversigt over, hvorledes natriumtallene fordeler sig, er derfor sat op på anden måde end tabellerne 2-4.

Det vil af tabel 5 ses, at natriumindholdet stiger med dybden. I Ny Frederikskog har i de øverste 25 cm kun 25 % af jorderne et natriumtal over 20. I laget 25-50 cm har 26 %, i laget 50-75 cm 47 % og i laget 75-100 cm 58 % af jordprøverne et natriumtal over 25.

Da større mængder absorberet natrium gør lerjord praktisk taget uigennemtrængelig for vand og gør dræning ret virkningsløs, har natriumindholdet i drændybde stor interesse. I denne forbindelse støder man igen på forskellen mellem de ydre og de indre kog. I dybden 50-100 cm har i de ydre kog 25-29 % af jordprøverne et natriumtal over 50, i de indre kog har kun 18 % af prøverne et så højt natriumindhold.

Nu er natriumtallet alene ikke afgørende for, hvor ubekvem en jord kan være. Afgørende er natriumionernes andel i de absorbere- de metalkationer, det såkaldte natriumindex, der er defineret ved

$$\text{Natriumindex} = \frac{[\text{Na}^+] \cdot 100}{[\text{Ombytningskapacitet}]}$$

Tabel 5. Procentvis fordeling af natriumtallene

	0—25 cm			
	0—5.0	5.1—10.0	10.1—20.0	over 20
Ny Frederikskog.....	6.9	50.2	18.2	24.7
Gl. »	2.8	18.9	26.8	51.7
Rudbøl kog	2.3	26.7	36.4	34.6
Højer-Møgeltønder kog.....	17.8	57.9	19.2	5.1
Ubjerg kog.....	15.3	61.2	14.3	9.2
	25—50 cm			
	0—5.0	5.1—10.0	10.1—25.0	over 25
Ny Frederikskog.....	16.2	27.5	30.3	26.0
Gl. »	6.7	16.9	33.7	42.7
Rudbøl kog	1.1	23.0	39.1	36.8
Højer-Møgeltønder kog.....	15.8	38.3	29.8	16.1
Ubjerg kog.....	28.9	38.1	21.6	11.4
	50—75 cm			
	0—12.5	12.6—25.0	25.1—50.0	over 50
Ny Frederikskog.....	37.0	15.9	26.8	20.3
Gl. »	34.5	23.3	21.1	21.1
Rudbøl kog	19.6	31.0	33.3	16.1
Højer-Møgeltønder kog.....	45.0	22.3	15.4	17.3
Ubjerg kog.....	67.3	12.2	9.2	11.2
	75—100 cm			
	0—25.0	25.1—50.0	50.1—100.0	over 100
Ny Frederikskog.....	42.2	23.7	23.7	10.4
Gl. »	47.8	23.3	24.5	4.4
Rudbøl kog	21.8	36.8	36.8	4.6
Højer-Møgeltønder kog.....	57.7	15.3	15.4	11.5
Ubjerg kog.....	74.5	5.1	10.2	10.2

hvor natriumionerne og ombytningskapaciteten begge er udtrykt som milliækvivalenter pr. 100 g jord.

Bestemmelsen af natriumindexet kræver altså en bestemmelse af vedkommende jords ombytningskapacitet, en ret omstændelig bestemmelse, og natriumindexet blev derfor kun bestemt i de tilfælde, hvor en jordprøve havde et natriumtal over 50. Men i så

tilfælde bestemtes natriumindexet i de 4 samhørende jordprøver, fra de 4 forskellige dybder, i hvilke en boreprøve opdelt.

Når natriumtallet 50 valgtes som grænse, motiveredes dette med, at natriumindexet da måtte forventes at være under 10. Natriumtallet 50 svarer til 2 milliækvivalenter natrium pr. 100 g jord, og jordens ombytningskapacitet skulle altså være under 20 milliækvivalenter pr. 100 g jord for at natriumindexet skulle blive over 10. Og dels er jorder med ombytningskapacitet under 20 ikke hyppige i Tøndermarsken, dels er sådanne jorder ikke svære marskjorder, hvor natrium, selv om det skulle udgøre 10 % eller lidt mere af kolloidernes ionbelægning, kunne omdanne dem til virkeligt ubekvemme jorder.

I de jorder, hvor natriumindex bestemtes, bestemtes også ledningstallet og indholdet af chlorid. Den anvendte metode til bestemmelse af ombytteligt natrium ville nemlig, hvis jorden indeholdt natriumchlorid, medtage dette natrium som ombytteligt natrium. Det kunne ikke udelukkes, at der her og der kunne findes det såkaldte residualvand, resterne af havvand, og man ville i så fald få overdrevne forestillinger om natriumindexets størrelse. Et højt ledningstal ville angive tilstedeværelsen af letopløselige salte. Der måtte dog ved bedømmelsen udvises forsigtighed, thi det er en gammel erfaring, at man i marskjorder kan træffe høje ledningstal uden at afgrøderne generes. Årsagen hertil er, at et indhold af gips giver et højt ledningstal, uden at dette tungtopløselige salt giver en høj saltkoncentration i jordvædsken. På det tidspunkt, da laboratorieundersøgelserne udførtes, var man vel klar over dette forhold, men rådede ikke over metoder til at korrigere høje ledningstal, fremkaldt af gips.

I tabel 6 er givet en oversigt over de fundne natriumindices. Tabellen er baseret på 1796 enkeltbestemmelser.

Det vil ses, at høje natriumindices, d.v.s. forekomster af natriumler, fortrinsvis er knyttet til de ydre kog og de dybere jordlag.

Nu må det erindres, at tabel 6 kun omfatter de jorder, hvori der er bestemt natriumindex og altså ikke angiver, hvor hyppigt høje natriumindices forekommer. I Ny Frederikskog f.eks., hvor der er udtaget 135 jordprøver i dybden 75-100 cm, var der kun 46 prøver, der havde natriumtal over 50 og i hvilke natriumindex bestemtes. Af disse 46 prøver havde 31 natriumindex over 20 og sandsynlig-

Tabel 6. Procentisk fordeling af høje natriumindices

Dybde, cm	0—5.0	5.1—10.0	10.1—15.0	15.1—20.0	over 20
<i>Ny Frederikskog</i>					
0—25.....	50.8	20.3	10.2	11.9	6.8
25—50.....	32.6	28.5	16.3	8.2	14.3
50—75.....	4.2	29.2	18.7	14.6	33.3
75—100.....	—	6.5	10.9	15.2	67.4
<i>Gl. Frederikskog</i>					
0—25.....	20.8	44.4	22.2	8.3	4.2
25—50.....	7.3	31.7	26.8	19.5	14.6
50—75.....	—	22.5	20.0	15.0	42.5
75—100.....	—	7.8	17.1	14.6	61.0
<i>Rudebøl kog</i>					
0—25.....	54.5	33.3	3.0	3.0	6.1
25—50.....	30.8	42.8	15.4	7.7	3.8
50—75.....	—	26.9	42.3	15.4	15.4
75—100.....	—	7.7	34.6	7.7	50.0
<i>Højer-Møgeltonder kog</i>					
0—25.....	90.0	6.9	2.3	0.8	—
25—50.....	34.5	42.5	14.6	4.2	4.2
50—75.....	12.3	23.3	28.4	20.7	15.3
75—100.....	5.4	19.5	21.8	20.2	33.1
<i>Ubjerg kog</i>					
0—25.....	85.0	10.0	5.0	—	—
25—50.....	65.0	30.0	5.0	—	—
50—75.....	50.0	22.2	16.7	11.1	—
75—100.....	22.2	27.8	33.3	5.6	11.1

heden for i Ny Frederikskog i 75-100 cm's dybde at træffe en jord med natriumindex over 20 er derfor $(31 \times 100) : 135 = 23,0 \%$.

I tabel 7 er sandsynligheden for at træffe jordprøver med et bestemt natriumindex anført, idet der er regnet med, at i alle de jordprøver, hvor natriumtallet var under 50 og natriumindex derfor ikke er bestemt, ville indexet være fundet til under 10,0.

Det fremgår af tabel 7, at det kun er i de ydre kog, et højt natriumindex spiller nogen rolle. Nu er i tabellen, af hensyn til kortsignaturen, alle natriumindices over 20 henført til een gruppe og detailtabellernes oplysning om, at der er truffet indices op til 63, fremgår ikke af tabellen.

Selv om det kun er rundt regnet en fjerdedel af fennen i de

Tabel 7. Procentisk sandsynlighed for forskellige natriumindices

Dybde, cm	0—10.0	10.1—15.0	15.1—20.0	over 20.0
<i>Ny Frederikskog</i>				
0—25.....	93.8	2.2	2.5	1.5
25—50.....	86.6	5.7	2.8	4.9
50—75.....	76.8	6.6	5.1	11.6
75—100.....	68.1	3.7	5.2	23.0
<i>Gl. Frederikskog</i>				
0—25.....	86.1	8.9	3.3	1.7
25—50.....	71.9	12.4	9.0	6.7
50—75.....	65.5	8.9	6.7	18.9
75—100.....	57.7	7.8	6.7	27.8
<i>Rudebøl kog</i>				
0—25.....	97.7	0.6	0.6	1.1
25—50.....	92.0	4.6	2.3	1.1
50—75.....	78.2	12.6	4.6	4.6
75—100.....	72.4	10.3	2.3	15.0
<i>Højer-Møgeltønder kog</i>				
0—25.....	99.1	0.7	0.2	0.0
25—50.....	93.3	4.2	1.2	1.2
50—75.....	81.4	8.2	6.0	4.4
75—100.....	78.3	6.3	5.9	9.5
<i>Ubjerg kog</i>				
0—25.....	99.0	1.0	0.0	0.0
25—50.....	99.0	1.0	0.0	0.0
50—75.....	94.9	3.1	2.0	0.0
75—100.....	90.8	6.1	1.0	2.1

ydre kog, der har de meget høje natriumindices, er det dog et forhold af stor praktisk betydning, idet man her må regne med vanskelighed for dræningen.

Midlet til forbedring af de stærkt natriumholdige jorder er tilførsel af calciumsalte, hvorved calciumionerne vil fortrænge de absorberende natriumioner, f.eks. efter skemaet

Natrium-ler + calciumsulfat = calcium-ler + natriumsulfat.

Men betingelsen for, at en tilførsel af calciumsulfat (gips) virker, er, at det dannede natriumsulfat fjernes gennem udvaskning til drænene. Uden dræning hjælper en tilførsel af calciumsalte ikke. Teoretisk set vil ethvert calciumsalt kunne anvendes. Kalksalpeter vil således være udmærket, men alt for dyrt, da virknin-

gen jo vil bero på, at der kan fjernes natriumnitrat fra jorden. Kulsur kalk vil også kunne anvendes, men virkningen vil være langsom, idet den tilførte kalk først må omdannes til calciumbikarbonat, før nævneværdige mængder af calciumioner vil nå dybere ned i jorden. Calciumchlorid vil man, da adskillige planter er ret følsomme overfor chlorid, i almindelighed vige tilbage fra at anvende, og der bliver da i praksis kun calciumsulfat tilbage, den calciumforbindelse, der også rundt om, i U.S.A. og Holland, anvendes til forbedring af natriumholdige jorder.

Det må dog påpeges, at superfosfat jo indeholder en del calciumsulfat foruden det vandopløselige calciumfosfat, og superfosfat kan derfor bidrage til de natriumholdige jorders forbedring, en god dræning stadigt forudsat. Men kun sjældent vil man se sin fordel ved at tilføre superfosfat i så store mængder, som kræves til bortskaffelsen af natriumet. Men på de pågældende jorder må superfosfat betragtes som en væsentlig bedre fosforsyregødning end thomasslagge eller de såkaldte glødefosfater.

Hvor store gipsmængder, der i det enkelte tilfælde bør anvendes til jordforbedring, haves der ingen danske erfaringer for. Men de forsøg, der er anlagt på stærkt natriumholdig jord ved Skærbæk, vil formentlig give vejledning herom.

En gipstilførsel kan ikke forventes at give nogen øjeblikkelig virkning. Det vil tage en vis tid, før gipsen i opløst form kan trænge ned i jorden, og da jorden i drændybde vil være vanskeligt gennemtrængelig for vand, så udvaskningen af det dannede natriumsulfat kun sker langsomt, vil også jordtypen spille ind. Jo sværere jord, desto længere tid må det påregnes, at strukturforbedringen vil tage.

Ombytningskapacitet

Ombytningskapaciteten angiver – populært sagt – en jords absorptionsevne overfor metalioner. Det er jordens indhold af ler og humus, der i overvejende grad er afgørende for ombytningskapaciteten og denne er altså ikke uden videre et udtryk for jordens »sværhed«. Kun hvis humusindholdet kan forudsættes ens i en række jorder, kan ombytningskapaciteten betragtes som udtryk for deres (relative) sværhed.

Tabel 8. Ombytningskapacitet, milliækvivalenter/ 100 g jord
Procentisk fordeling

Dybde, cm	0—10,0	10,1— 20,0	20,1— 30,0	30,1— 40,0	over 40,0	Gennem- snit	Antal prøver
<i>Ny Frederikskog</i>							
0—25.....	0	13,9	68,4	17,0	0	24,9	79
25—50.....	5,1	69,5	23,7	1,7	0	17,8	59
50—75.....	14,0	63,2	22,8	0	0	15,7	57
75—100.....	42,9	44,6	10,7	1,8	0	12,4	56
<i>Gl. Frederikskog</i>							
0—25.....	0	36,5	21,2	30,6	11,8	27,7	85
25—50.....	15,5	57,8	11,1	15,5	0	17,8	45
50—75.....	47,7	38,6	11,4	2,3	0	12,3	44
75—100.....	60,0	28,9	8,9	2,2	0	10,0	45
<i>Rudbøl kog</i>							
0—25.....	0	18,4	40,8	36,7	4,1	27,8	49
25—50.....	13,5	45,9	32,4	8,1	0	18,5	37
50—75.....	18,9	56,8	24,3	0	0	15,7	37
75—100.....	13,5	56,8	27,0	2,7	0	17,6	37
<i>Ydre kog</i>							
0—25.....	0	23,9	43,2	27,2	5,6	21,3	283
25—50.....	10,6	59,6	22,0	7,8	0	17,9	141
50—75.....	26,1	53,6	19,6	0,7	0	14,6	138
75—100.....	40,6	42,7	14,5	2,2	0	13,0	138
<i>Højer-Møgeltonder kog</i>							
0—25.....	3,9	66,0	23,4	6,3	0,4	18,4	256
25—50.....	31,6	37,5	24,2	6,6	0	16,0	256
50—75.....	15,2	30,5	36,7	13,7	3,9	22,0	256
75—100.....	4,4	28,6	42,1	13,5	11,5	27,7	252
<i>Ubjerg kog</i>							
0—25.....	0	5,0	60,0	35,0	0	30,0	20
25—50.....	0	0	50,0	35,0	15,0	32,0	20
50—75.....	0	0	5,6	44,4	50,0	42,7	18
75—100.....	0	0	5,6	11,1	83,3	57,0	18

Ombytningskapaciteten er — i store træk — også bestemmende for jordens vandholdende evne og er derfor en faktor, der spiller en væsentlig rolle for jordens »bonitet«.

Som foran nævnt er ombytningskapaciteten kun bestemt for de jordprøver, der viste et højt indhold af natrium, i alt 1726 prøver. Når ombytningskapaciteten ikke bestemtes for alle jordprøvernes vedkommende, beror dette dels på, at bestemmelsen er ret tids- og arbejdskrævende, dels på, at man i første række var interesse-

ret i at bestemme det foran omtalte natriumindeks, dvs. sandsynligheden for, at man stod overfor en ubekvem jord, der frembød dræningsvanskeligheder. I tabel 8 er givet en oversigt over de fundne ombytningskapaciteter.

Til tallene i tabel 8 skal knyttes følgende bemærkninger.

Fra Ubjerg kog er kun undersøgt få prøver og de høje tal for ombytningskapacitet beror på, at der her er tale om en del prøver, der må karakteriseres som tørvejord. Tallene kan altså ikke sammenlignes med tallene fra de andre kog, hvor der nok er enkelte tørvejrdsprøver, men hvor det store antal dog er egentlig marskjord.

Ser man på tallene fra de ydre kog, er det iøjnefaldende, at ombytningskapaciteten aftager med dybden. I de indre kog er det snarere således, at ombytningskapaciteten tiltager med dybden. Nogen forklaring på dette forhold kan ikke gives. Det kunne være nærliggende at tro, at i de indre kog var et relativt stort antal af prøverne fra de dybe lag tørveprøver, men en gennemgang af prøverne giver intet grundlag for denne antagelse. Det er utvivlsomt således, at de indre kog frembyder en noget sværere jordtype end de ydre kog.

Til sammenligning med tallene skal anføres, at ombytningskapaciteten for almindelig dansk agerjord er i milliækvivalenter pr. 100 g jord.

Sandjord	3—8
Let lerjord	8—12
Middelsvær lerjord	12—26
Svær lerjord	20—30

Ledningstal

Som nævnt er også ledningstal bestemt i de jorder, hvis natriumindhold var så højt, at en bestemmelse af natriumindeks blev foretaget. Formålet var at undersøge, om det høje natriumindhold skyldtes et indhold af natriumchlorid (havvand) eller om det — overvejende — skyldtes absorberet natrium, dvs. natriumler.

I tabel 9 er givet en oversigt over gennemsnitsværdierne af de bestemte ledningstal.

Tabel 9. Gennemsnitlige ledningstal

	Dybde, cm			
	0—25	25—50	50—75	75—100
Ny Frederikskog.....	2.10	1.66	2.31	3.11
Gl. »	2.64	2.16	2.48	3.49
Rudbøl kog	2.47	2.32	4.89	7.19
Ydre kog	2.40	2.03	3.06	4.34
Indre kog.....	0.89	0.82	1.90	3.67
Ubjerg kog	1.26	2.24	4.09	20.87

Tabel 10. Procentisk fordeling af ledningstallene

Dybde, cm	0—2	2—4	4—6	6—8	8—10	over 10
<i>Ny Frederikskog</i>						
0—25....	65.8	26.3	5.3	1.3	1.3	—
25—50....	80.7	15.8	3.5	—	—	—
50—75....	49.1	47.3	1.3	—	—	1.8
75—100....	18.5	68.5	9.3	1.9	—	1.9
<i>Gl. Frederikskog</i>						
0—25....	43.4	41.0	13.3	—	1.2	1.2
25—50....	60.9	32.6	6.5	—	—	—
50—75....	46.7	42.2	8.9	—	—	2.2
75—100....	32.6	45.7	15.2	—	—	6.5
<i>Rudbøl kog</i>						
0—25....	51.0	34.7	12.2	2.0	—	—
25—50....	62.2	27.0	5.4	2.7	—	2.7
50—75....	35.1	29.7	16.2	—	2.7	16.2
75—100....	10.8	32.4	10.8	5.4	13.5	27.0
<i>Ydre kog</i>						
0—25....	53.4	34.1	10.1	1.0	1.0	0.5
25—50....	69.3	24.3	5.0	0.7	—	0.7
50—75....	44.5	40.9	8.0	—	0.7	5.8
75—100....	21.2	51.1	11.7	2.2	3.6	10.2
<i>Indre kog</i>						
0—25....	95.3	3.9	0.8	—	—	—
25—50....	96.9	2.3	—	—	0.4	0.4
50—75....	89.8	7.1	0.4	—	0.4	2.3
75—100....	65.6	17.0	5.8	3.3	0.8	7.5
<i>Ubjerg kog</i>						
0—25....	85.0	15.0	—	—	—	—
25—50....	85.0	5.0	—	5.0	—	5.0
50—75....	52.9	11.8	17.6	—	—	17.6
75—100....	—	9.1	9.1	—	9.1	72.7

Gennemsnitstallene viser, at de højeste ledningstal findes i de dybere jordlag og viser også, hvad der gang på gang træffes, at ledningstallet er lidt højere i laget 0-25 cm end i laget 25-50 cm.

Men tallene viser desuden, at der med hensyn til ledningstallenes størrelse er en udpræget forskel mellem de ydre og de indre kog. I de indre kog er ledningstal over 2 – der almindeligt antages som den værdi, hvor saltkoncentrationen begynder at genere afgrøderne – sjældne i de øverste 50 cm. I de ydre kog er ledningstal over 2 derimod ret hyppige. Hvorledes ledningstallene fordeles sig, fremgår af tabel 10.

Også af ledningstallenes fordeling fremgår det, at der er en tydelig forskel mellem de indre og de ydre kog. Høje ledningstal er langt hyppigere i de ydre kog. I de indre kog er det først i de dybere lag, man finder høje ledningstal, men til gengæld kan ledningstallene her stige meget højt. Medens de højeste ledningstal i Ny Frederikskog, Gl. Frederikskog og Rudbøl kog er henholdsvis 15,7, 15,7 og 19,0, er maksimumtallene i de indre kog (Møgeltønder-Højer) og Ubjerg kog henholdsvis 88,6 og 59,4. Tabel 11 giver en oversigt over forholdene i de borehuller, hvor ledningstallene 75-100 cm dybde har været over 10.

Tabel 11. Gennemsnitlige ledningstal i borehuller med højt ledningstal i nederste lag

Dybde, cm	Antal				
	0—25	25—50	50—75	75—100	borehuller
Ny Frederikskog....	1.2	1.3	1.7	15.7	1
Gl. »	2.43	2.73	6.53	14.63	3
Rudbøl kog	1.97	2.64	9.11	14.43	11
Indre kog.....	1.22	1.62	7.37	24.47	18
Ubjerg kog.....	1.43	1.20	8.23	26.58	8

Det vil ses, at trods høje ledningstal i undergrunden er ledningstallene i de øverste 50 cm ikke særligt høje. Når der ses hen til antallet af prøver, hvori ledningsevne er bestemt (tabel 8), vil man se, at det er i Rudbøl kog og ganske særligt i Ubjerg kog, man kan forvente at finde »salthuller«.

Når der i marsken langt hyppigere end i almindelig agerjord findes høje ledningstal, hænger dette antagelig sammen med, at udvaskningen af salte vanskeliggøres på grund af en ikke effektiv afvanding.

Det er en erfaring, at på marksjorderne behøver høje ledningstal ikke betyde skadevirkning på afgrøderne. Dette kan skyldes et indhold af det tungtopløselige gips, der ved den metode, som anvendes til bestemmelse af ledningstallet, kan forhøje dette væsentligt, uden at saltkoncentrationen ude i jorden stiger tilsvarende. Men selv det tungtopløselige gips udvaskes ret hurtigt af jorden, når den gennemslivende nedbør kan gå bort. De højeste af de målte ledningstal kan ikke skyldes gips, i alt fald ikke gips alene, idet en mættet gipsopløsning har ledningstallet 23. Der må her forekomme lettere opløselige salte, vel først og fremmest natriumchlorid, i en sådan mængde, at planterødderne vil skades – hvis de når ned i disse lag. Men dette saltindhold vil forsvinde ved en effektiv dræning, der – som ovenfor nævnt – også er en forudsætning for, at den uheldige fysiske tilstand, som større mængder absorberet natrium bevirker, kan forbedres.

SAMMENDRAG

Undersøgelsen af 5604 jordprøver, udtaget i Tøndermarsken, har vist,

1. at der i de ældre, indre kog (Højer og Møgeltønder kog) i udbredt grad findes så lave reaktionstal, at kalkning bør foretages. Kun 4 % af jordprøverne havde i de øverste 25 cm reaktionstal over 7,0 og 63 % havde reaktionstal under 6.
2. at i de to Frederikskog er forholdene anderledes. Her vil kalkning kun undtagelsesvis være nødvendig. Rudbøl kog indtager en mellemstilling, med ca. 50 % kalktrængende overgrundsprøver.
3. at fosforsyretræng efter jordbundsanalyserne synes at være ret udbredt i de indre kog, hvor ca. 30 % af overgrundsprøverne havde fosforsyretal under 4.
4. at de to Frederikskog også med hensyn til jordens fosforsyreindhold adskiller sig skarpt fra de indre kog, idet der i Ny Frederikskog ikke er fundet fosforsyretal under 4, og i Gl. Frederikskog havde kun 7 % af jorderne så lave tal. Rudbøl kog stiller sig med hensyn til fosforsyretal nærmest som de indre kog.

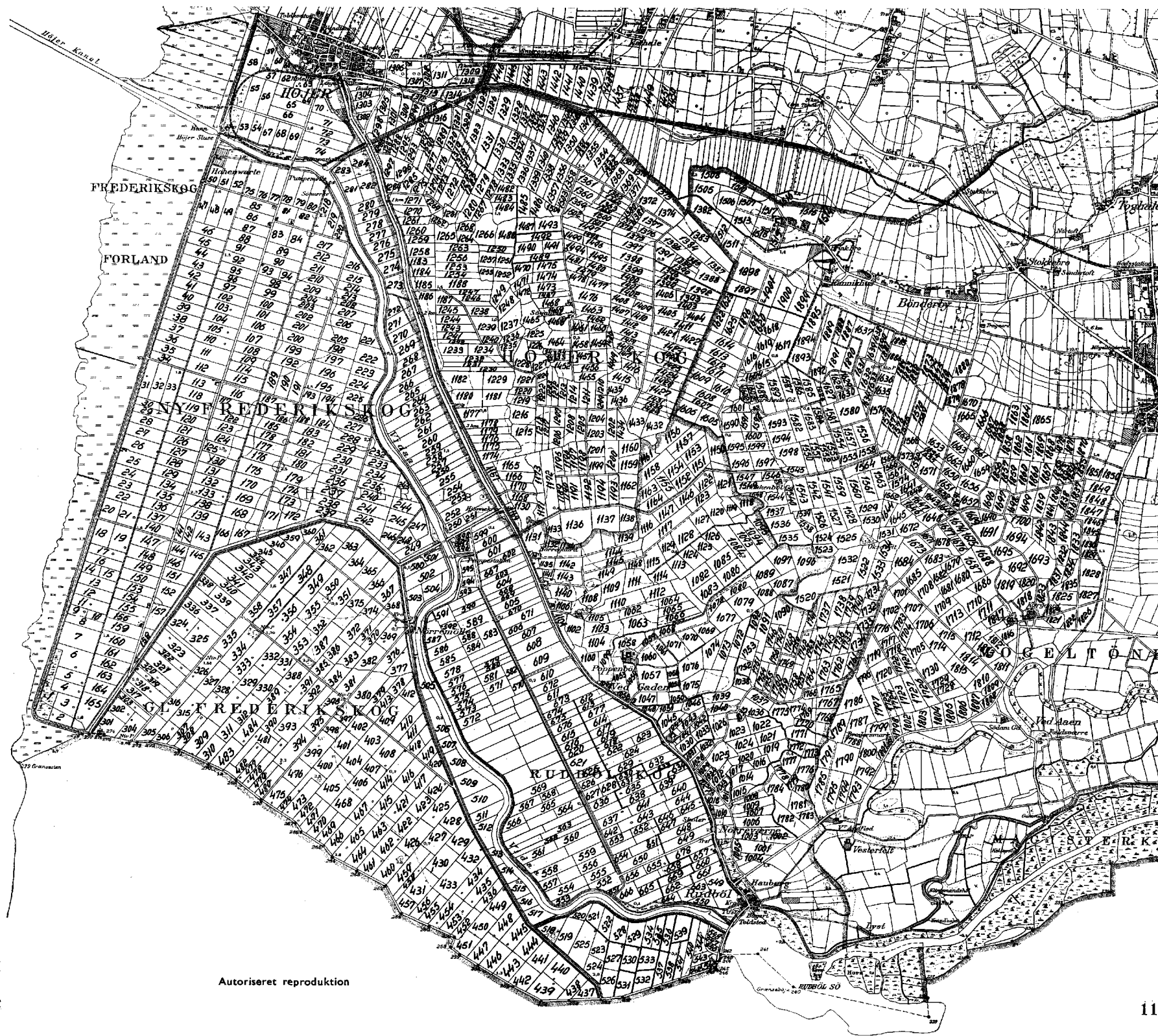
5. at marskjorderne – sammenlignet med almindelige agerjorder – er velforsynede med kalium. I de to Frederikskog havde kun en halv procent af jorderne kaliumtal under 5.

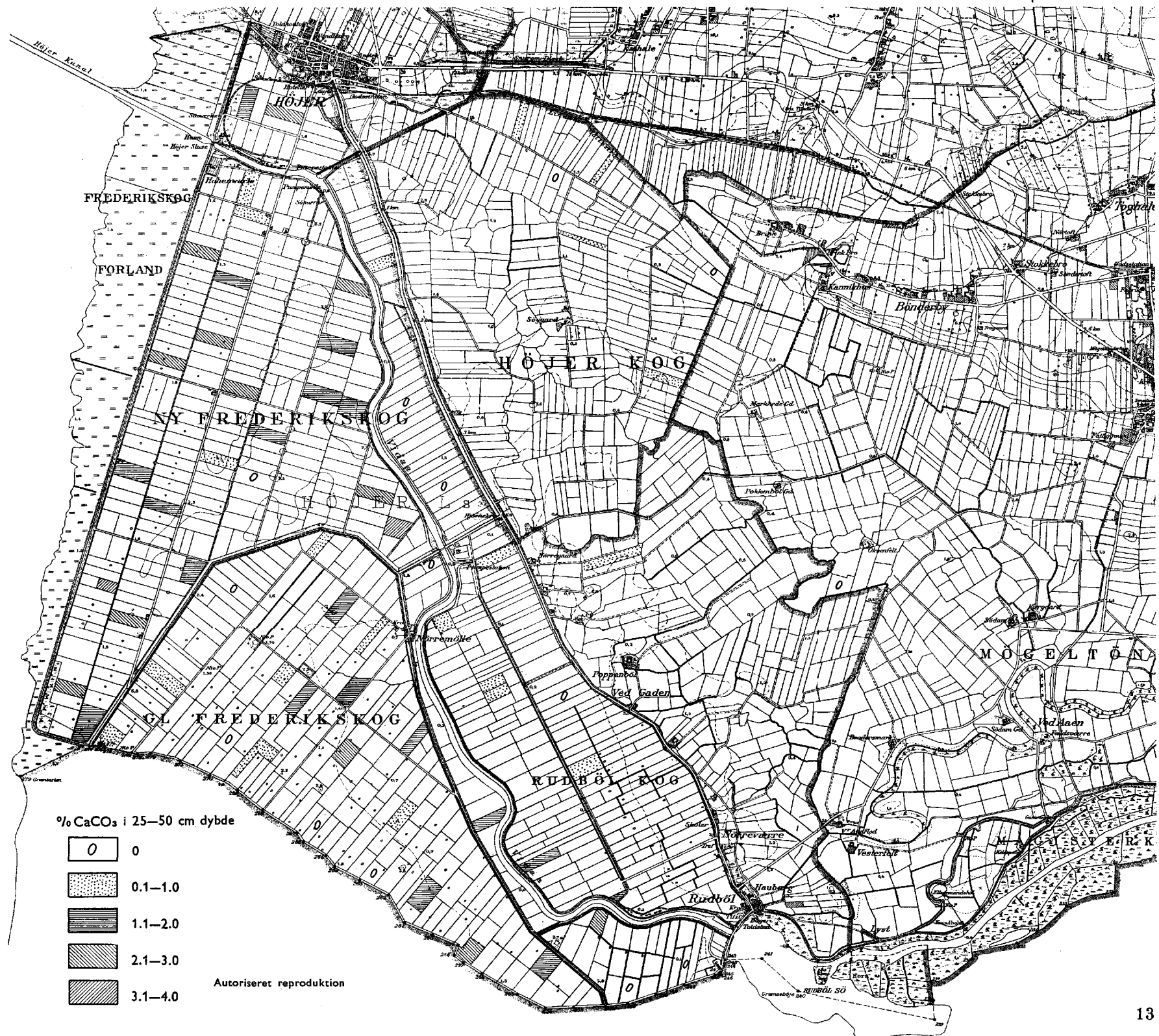
Også i de indre kog er kalitræng ikke udbredt. Kun lidt over en halv snes procent af jordprøverne har kaliumtal under 5.

6. at natriumindholdet i marskjorderne kan være højt, navnlig i de dybere lag og navnlig i de ydre kog. Et højt indhold af absorptivt bundet natrium vil give anledning til en uheldig fysisk jordbundstilstand og vanskelige afvandingsforhold.

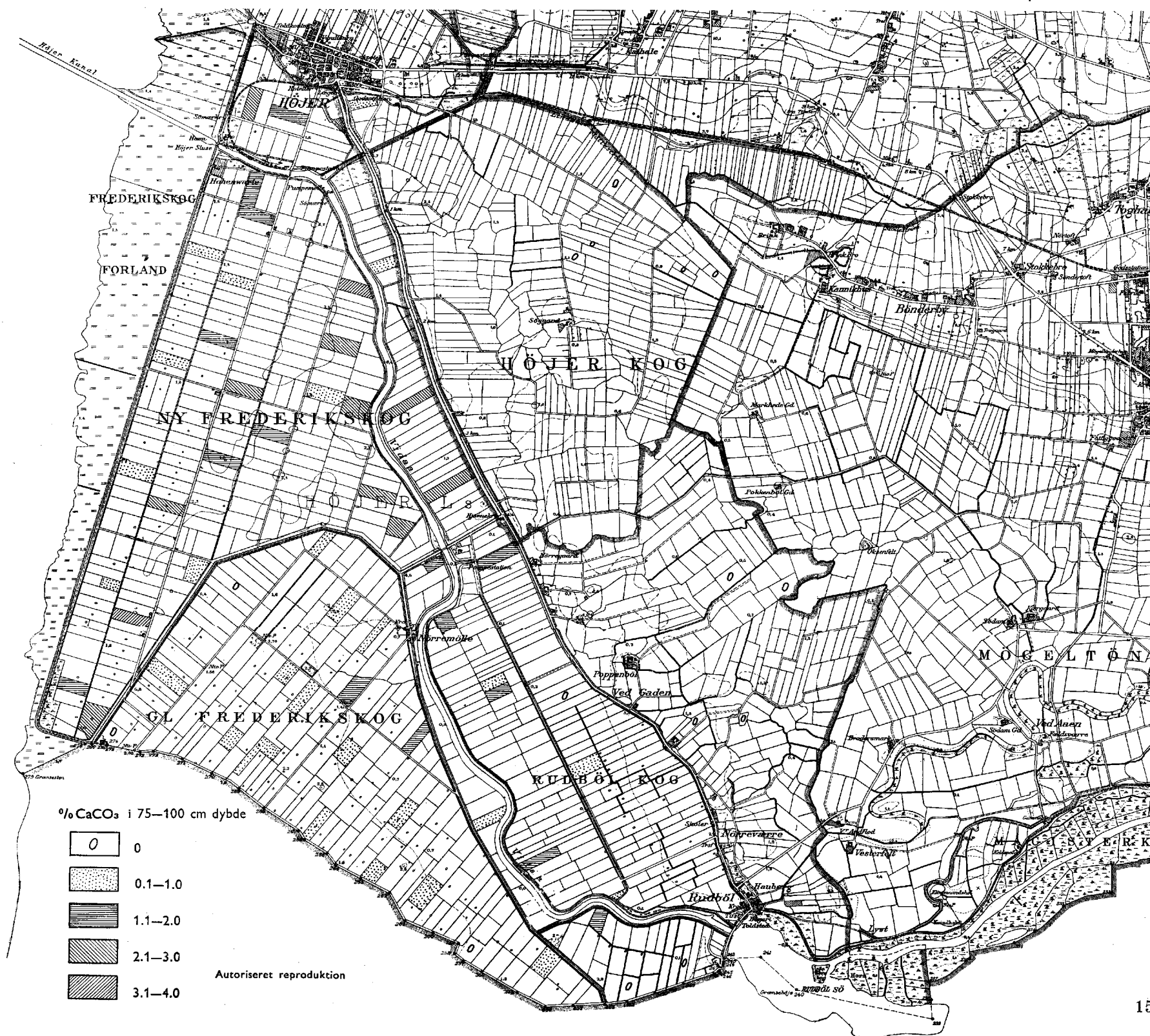
Der foreligger kun et yderst sparsomt erfaringsmateriale for, ved hvilket natriumindhold vanskelighederne får praktisk betydning, men det må skønnes, at i de to Frederikskog vil ca. $\frac{1}{4}$ af arealet have så højt natriumindhold i 75-100 cm's dybde, at man må forudse dræningsvanskeligheder. I de indre kog vil antagelig kun 1/10 af arealet være af denne beskaffenhed.

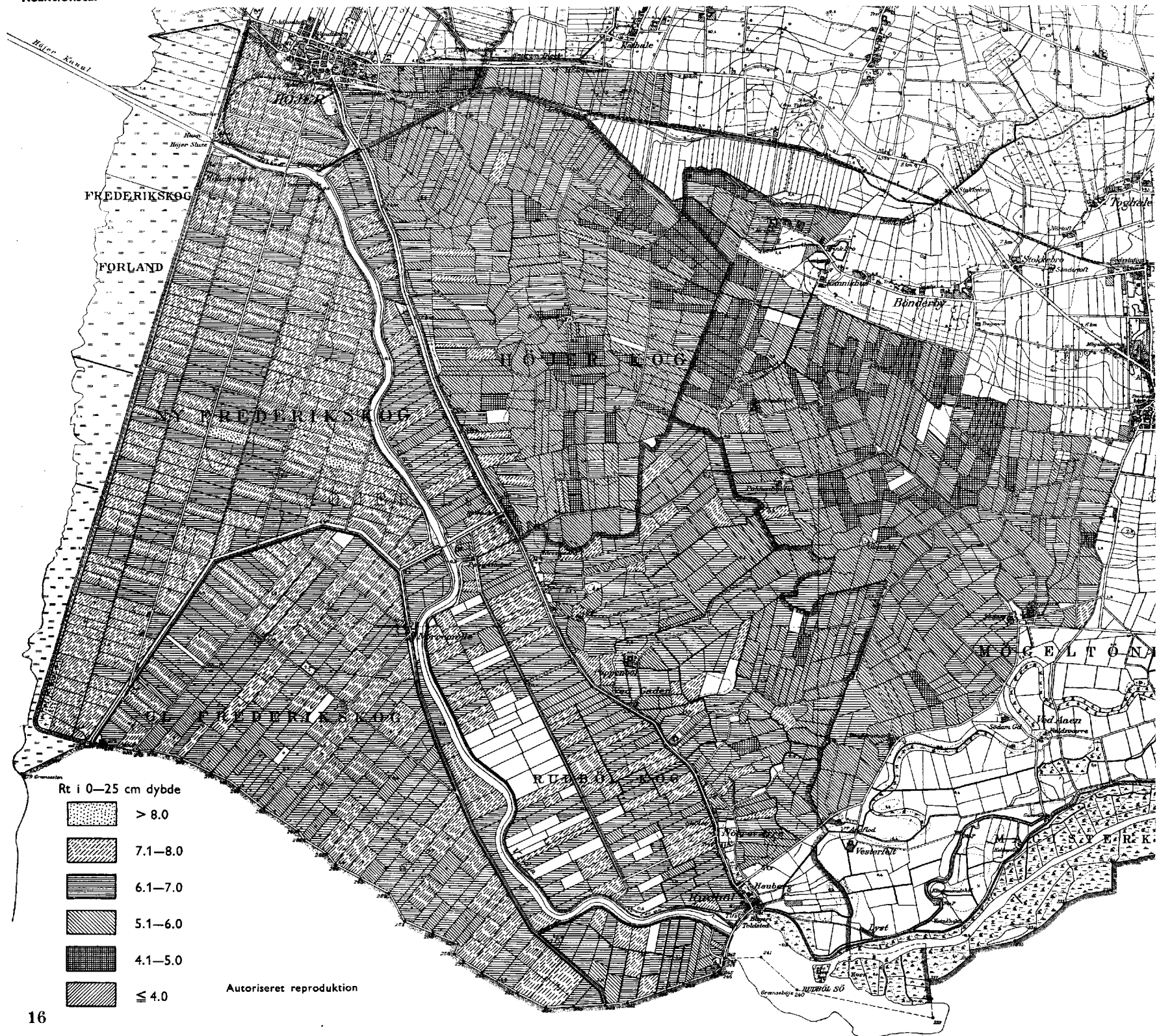
7. at der stedvis, men dog ret sjældent, forekommer en så høj saltkoncentration i de nedre jordlag (75-100 cm), at plante-rødderne ikke vil kunne udvikle sig her.

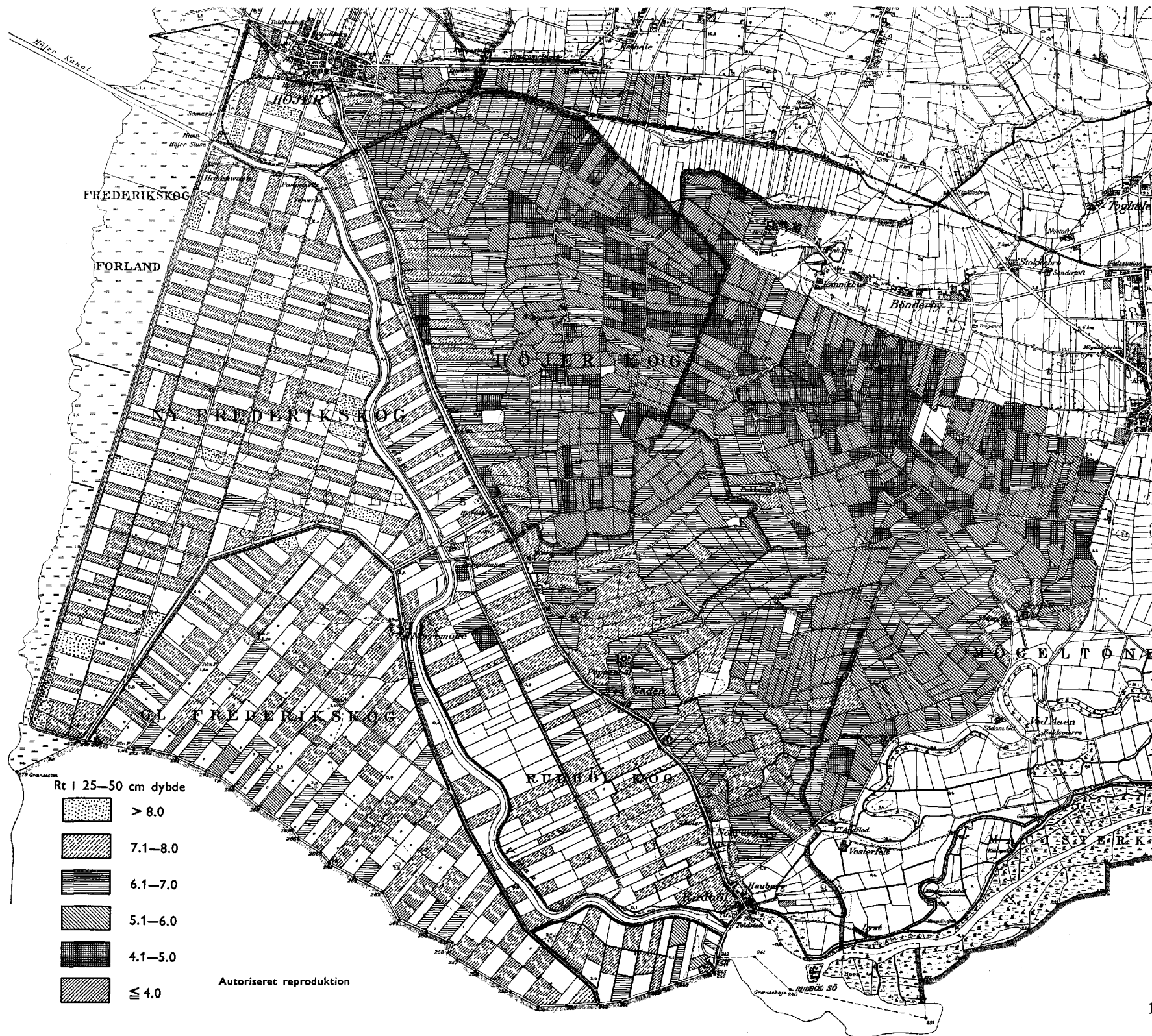


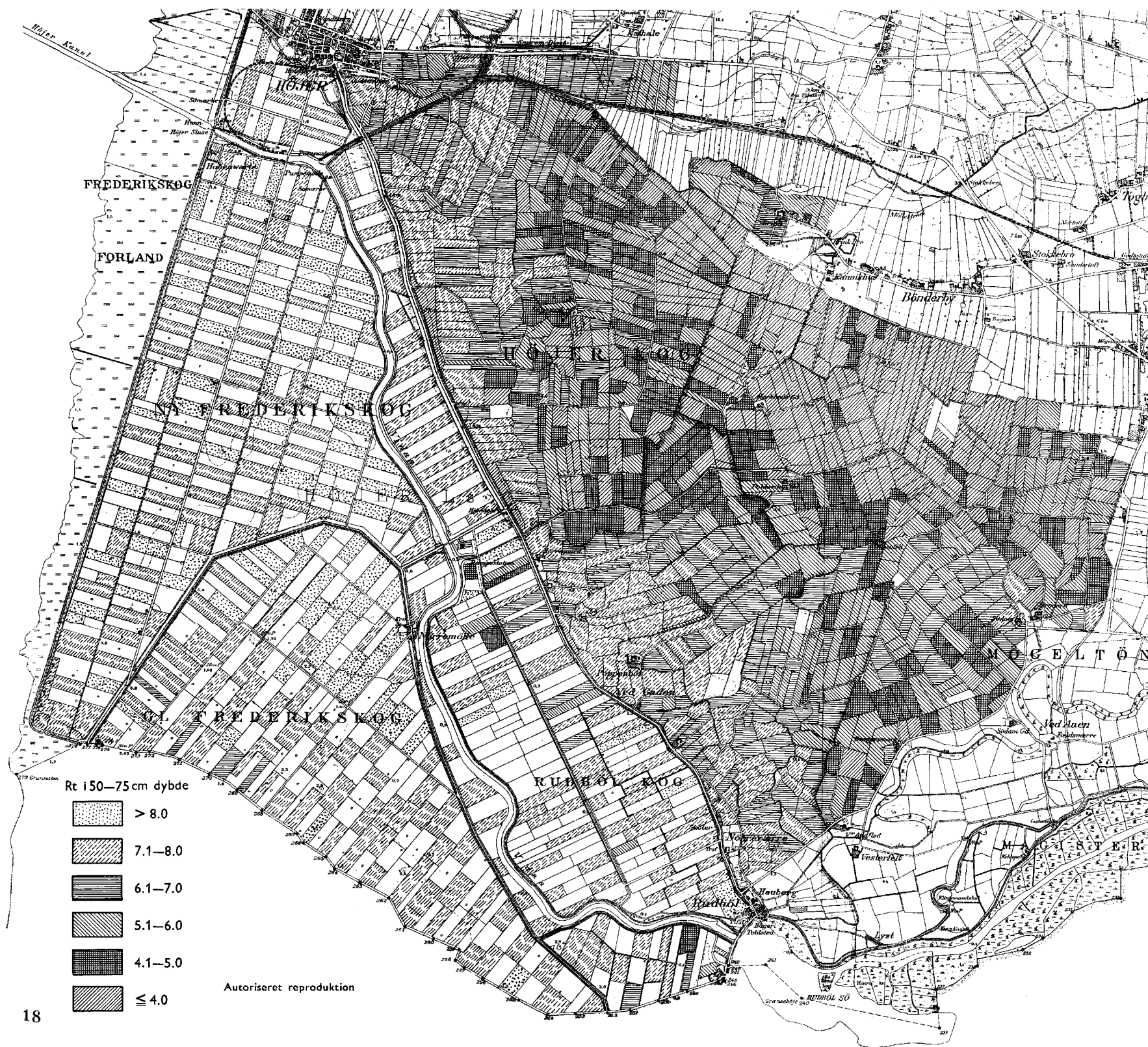


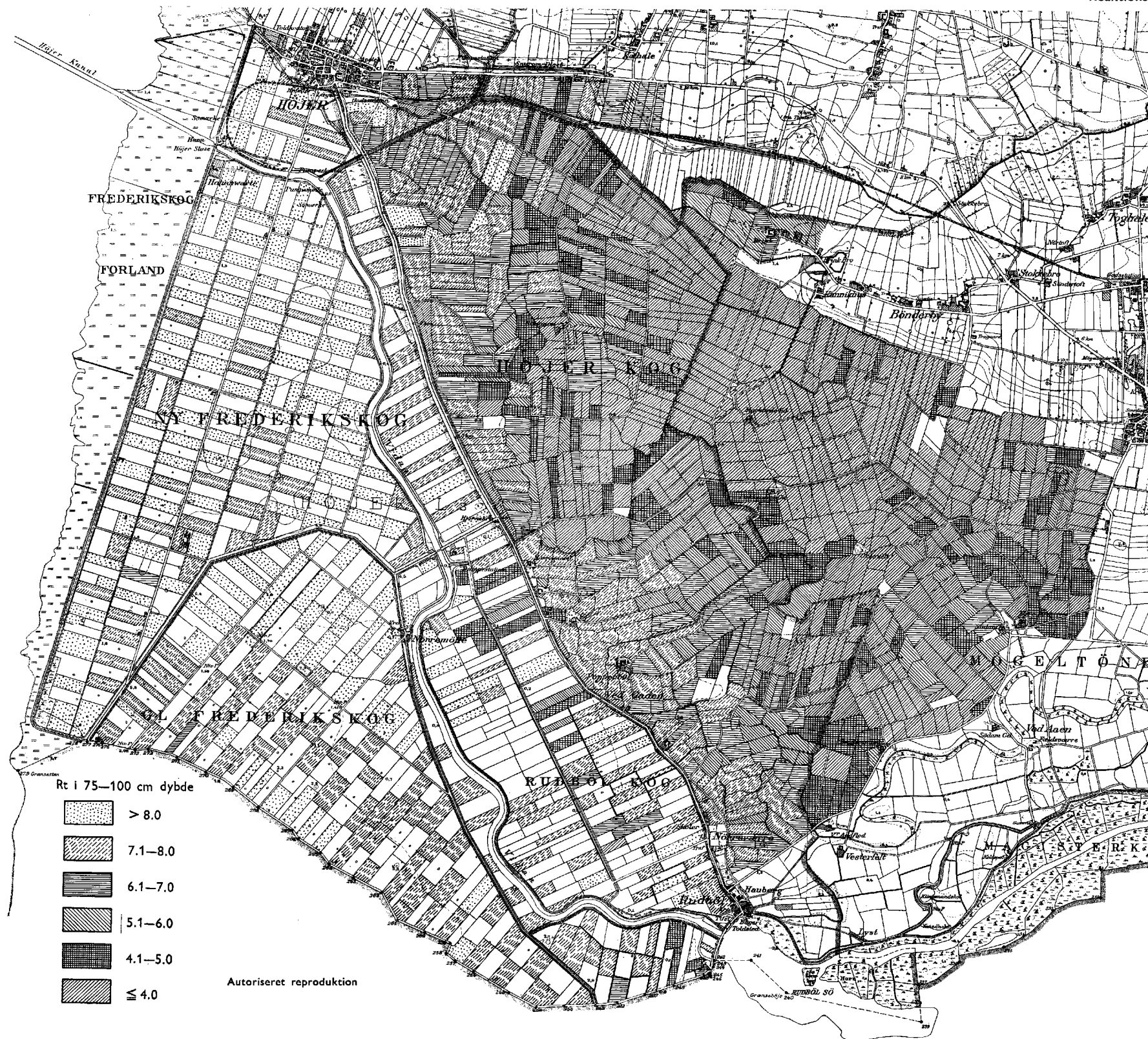


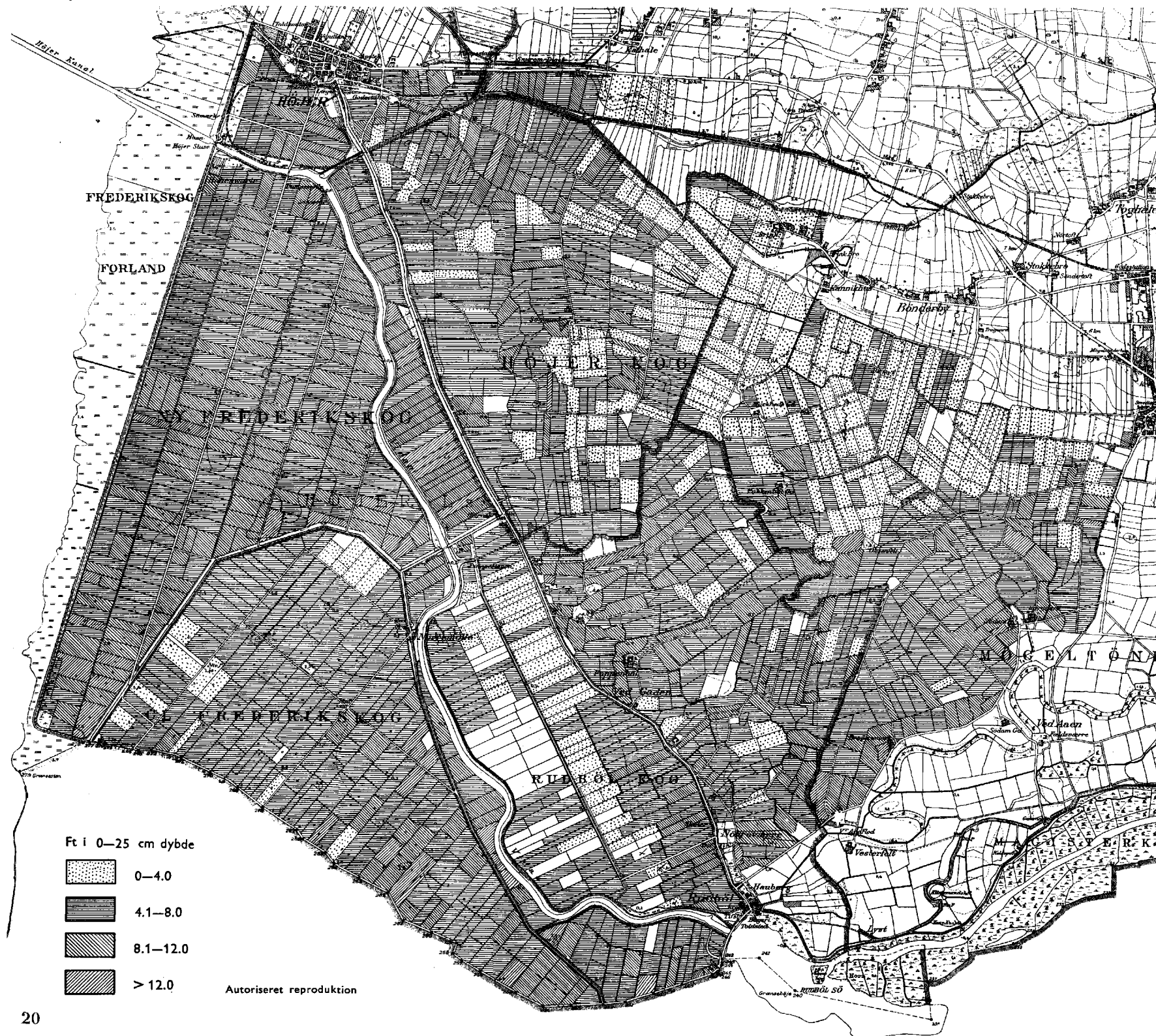


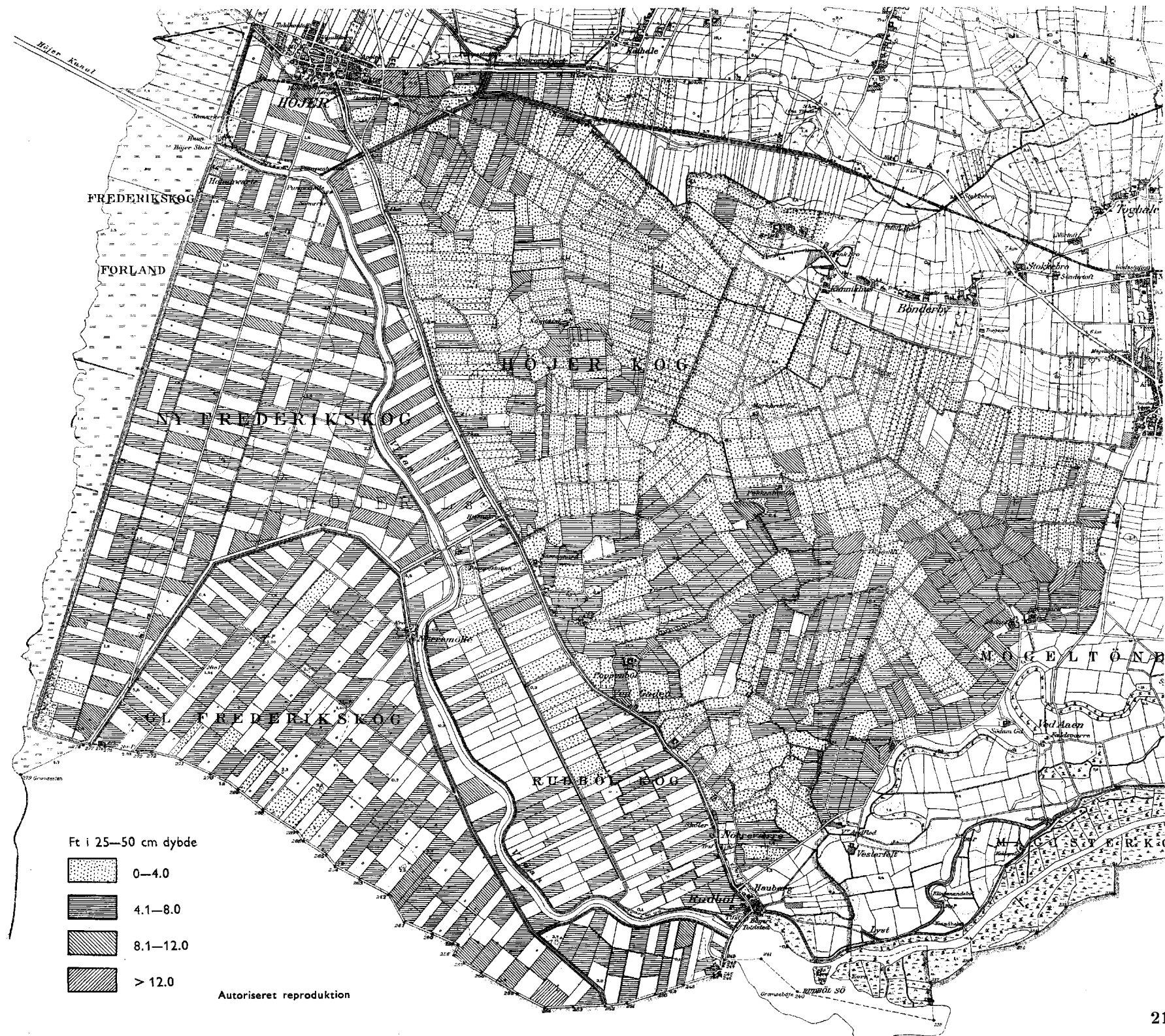






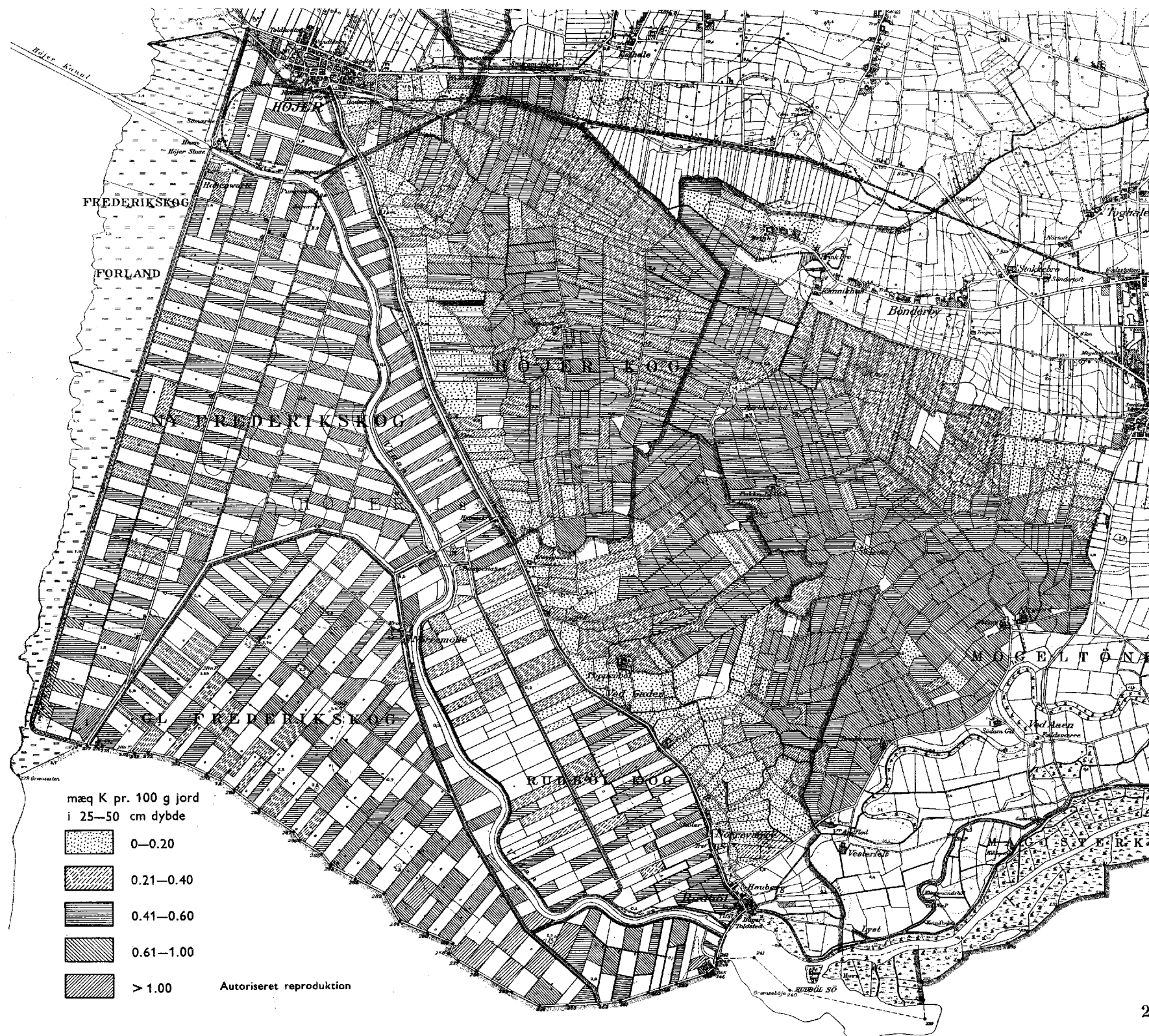


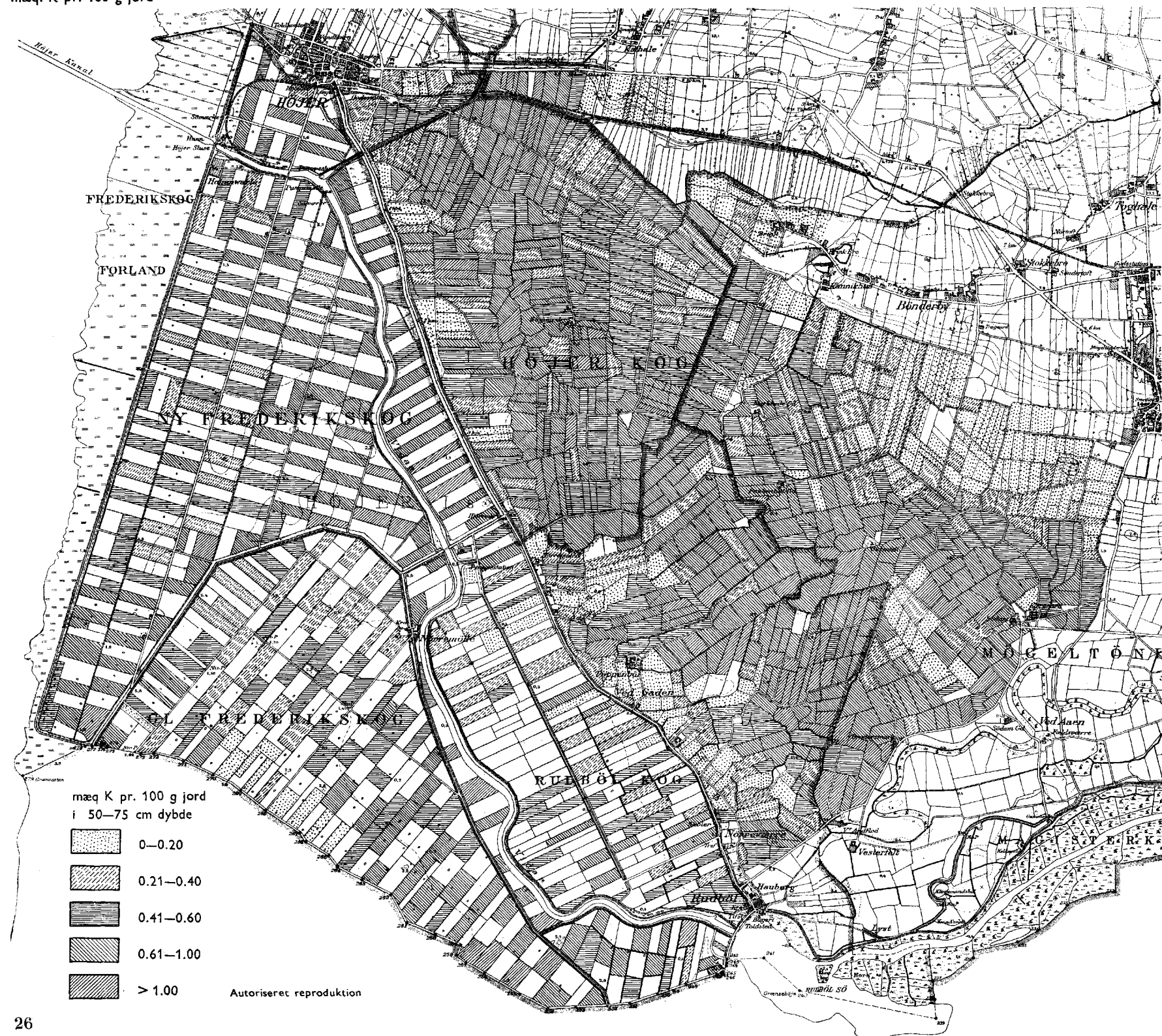






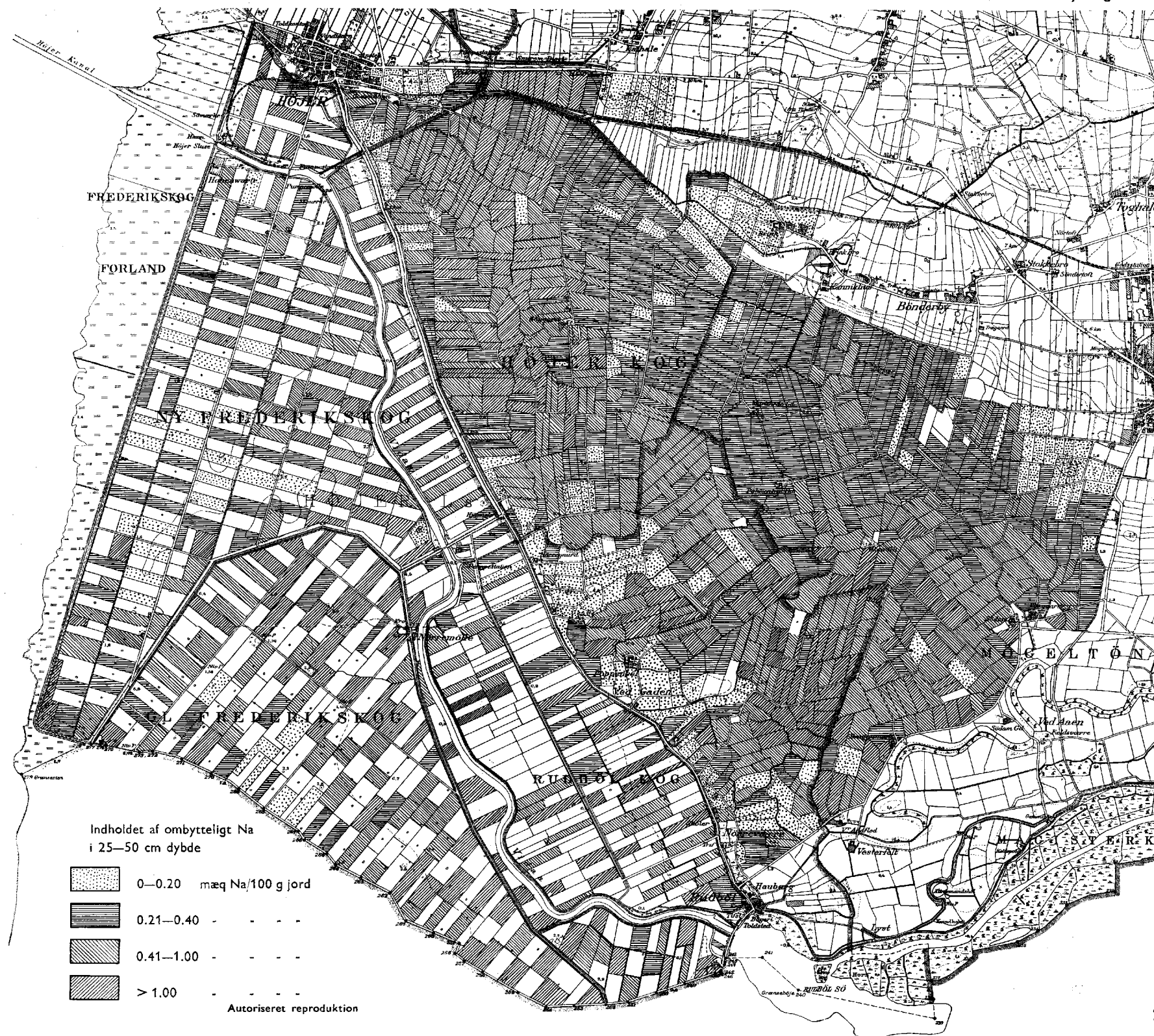


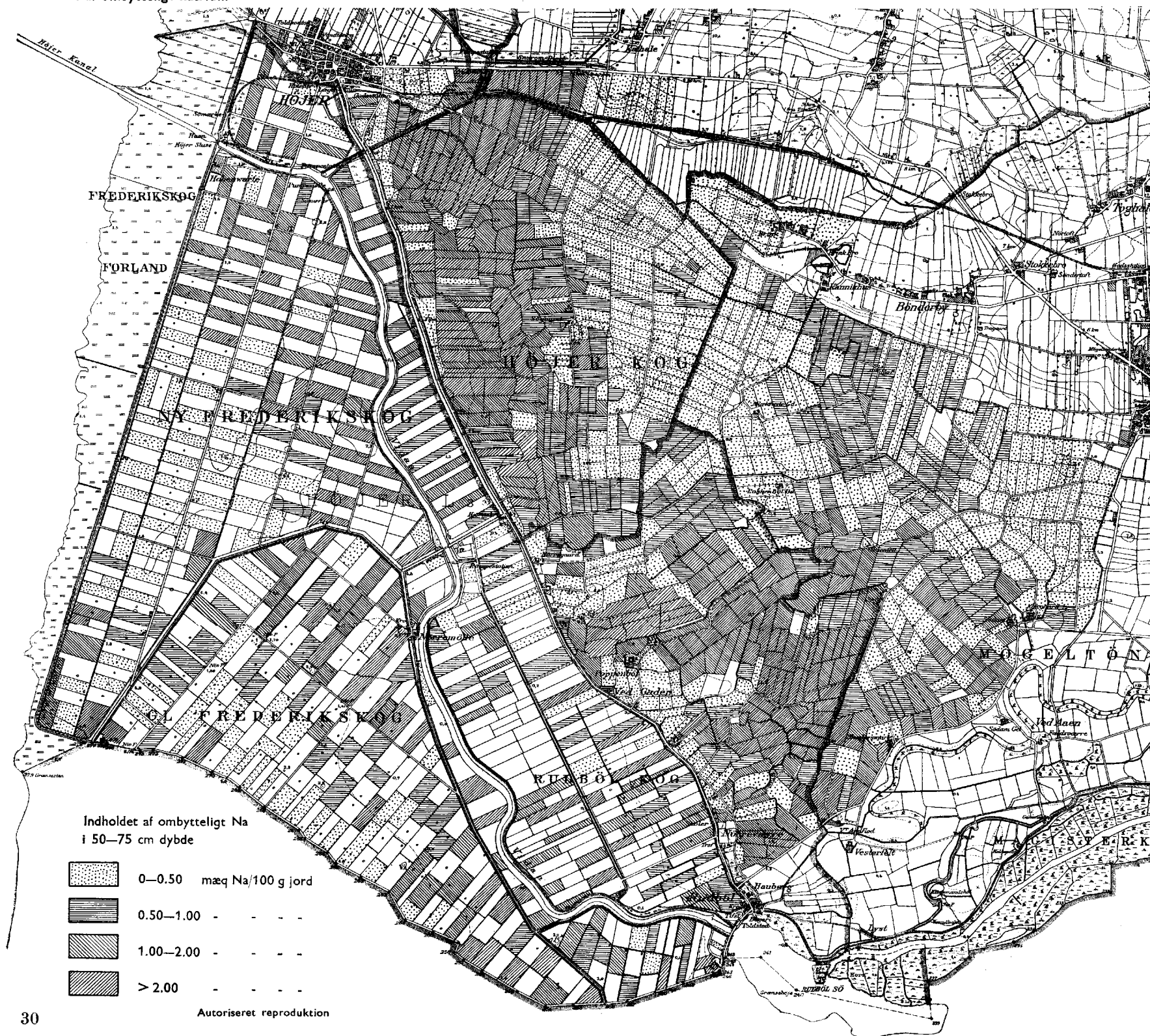


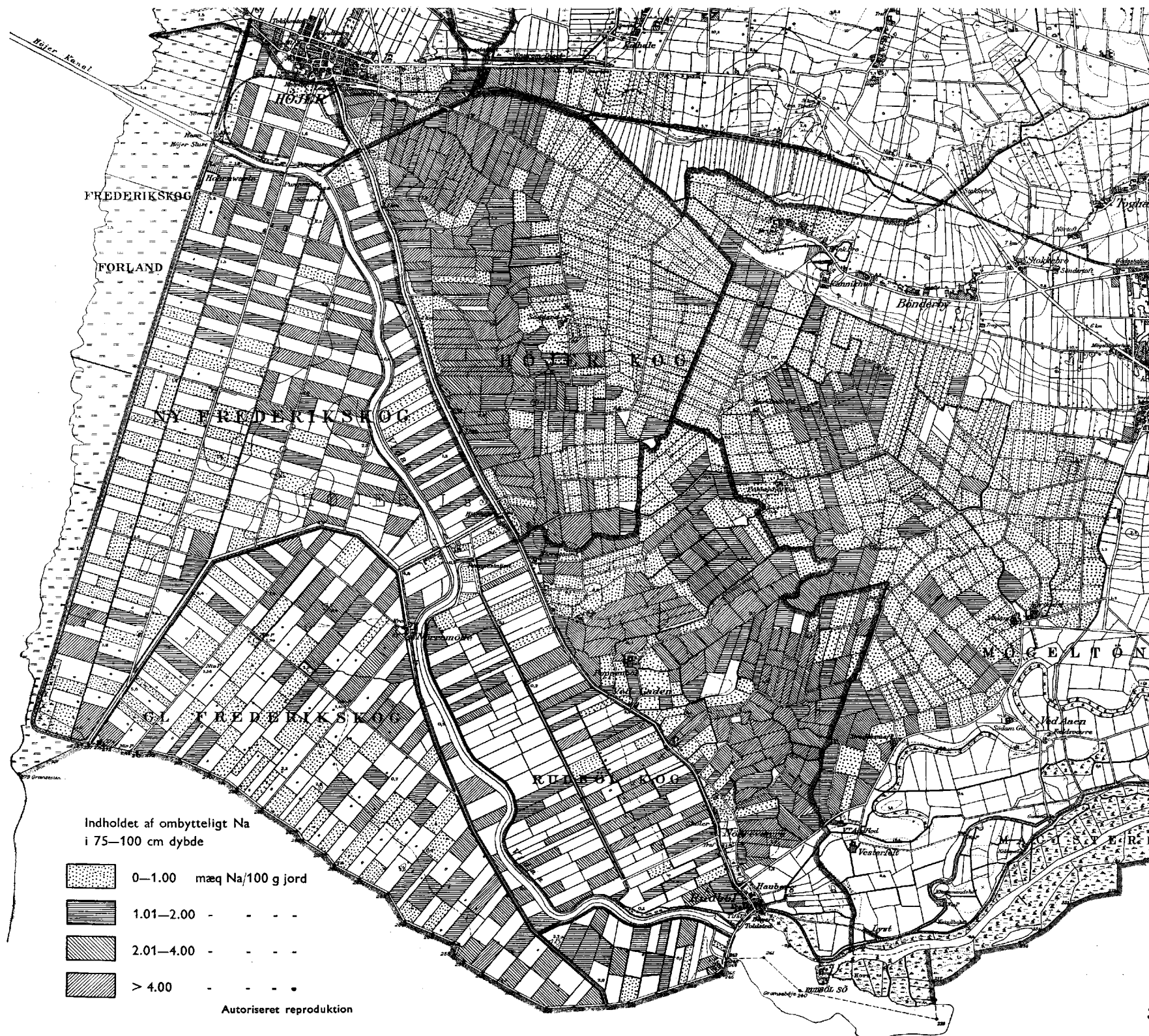


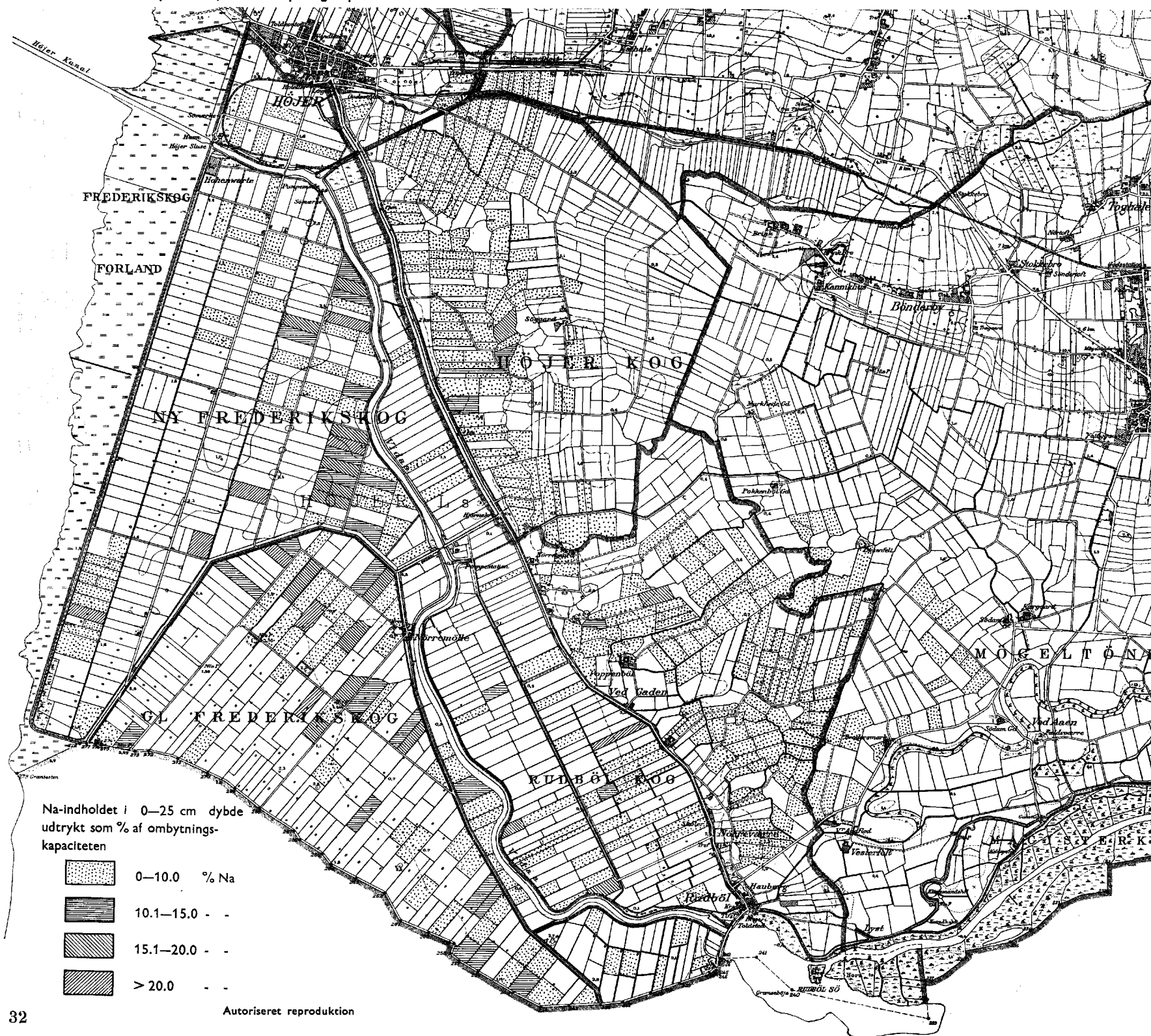


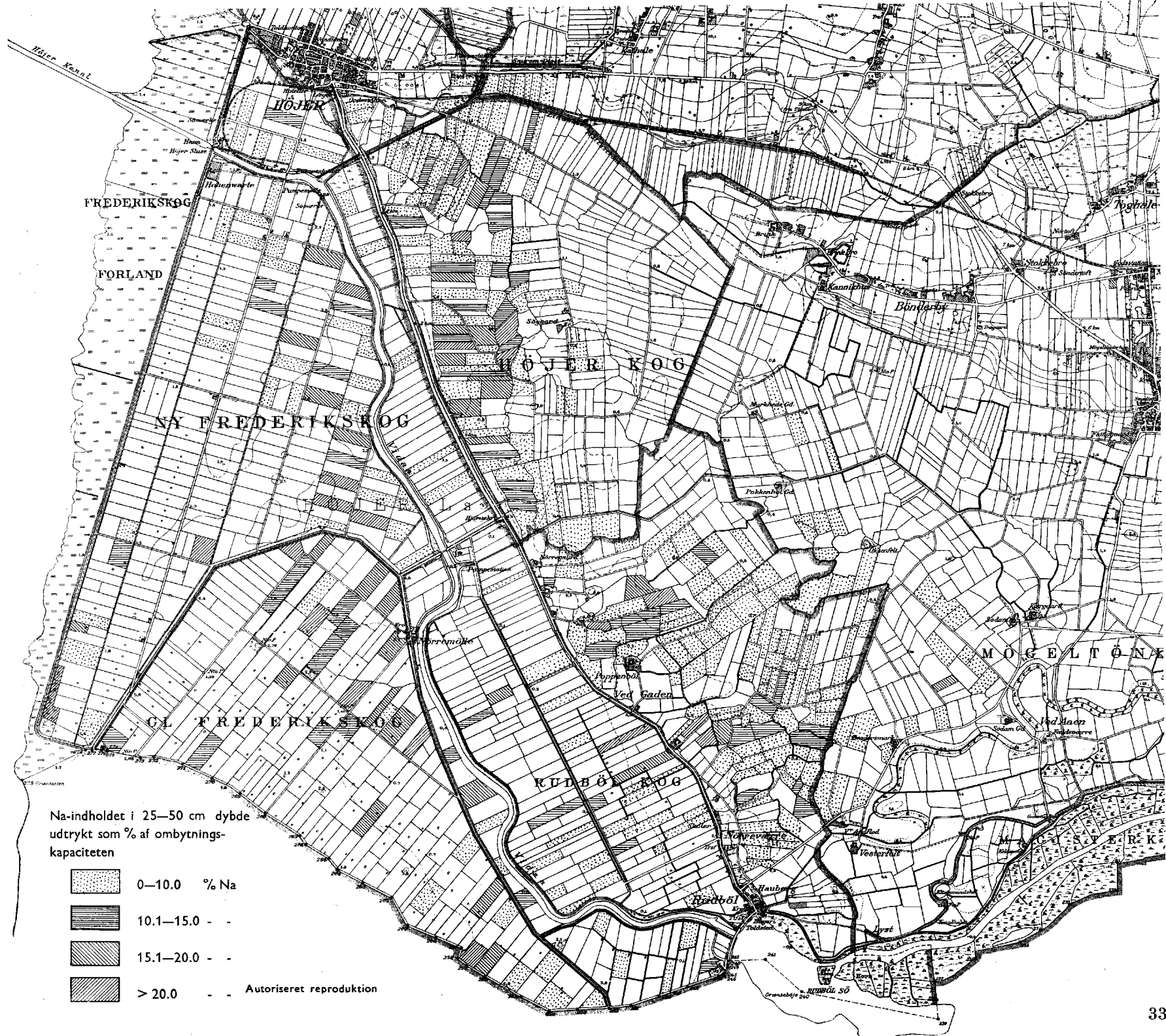


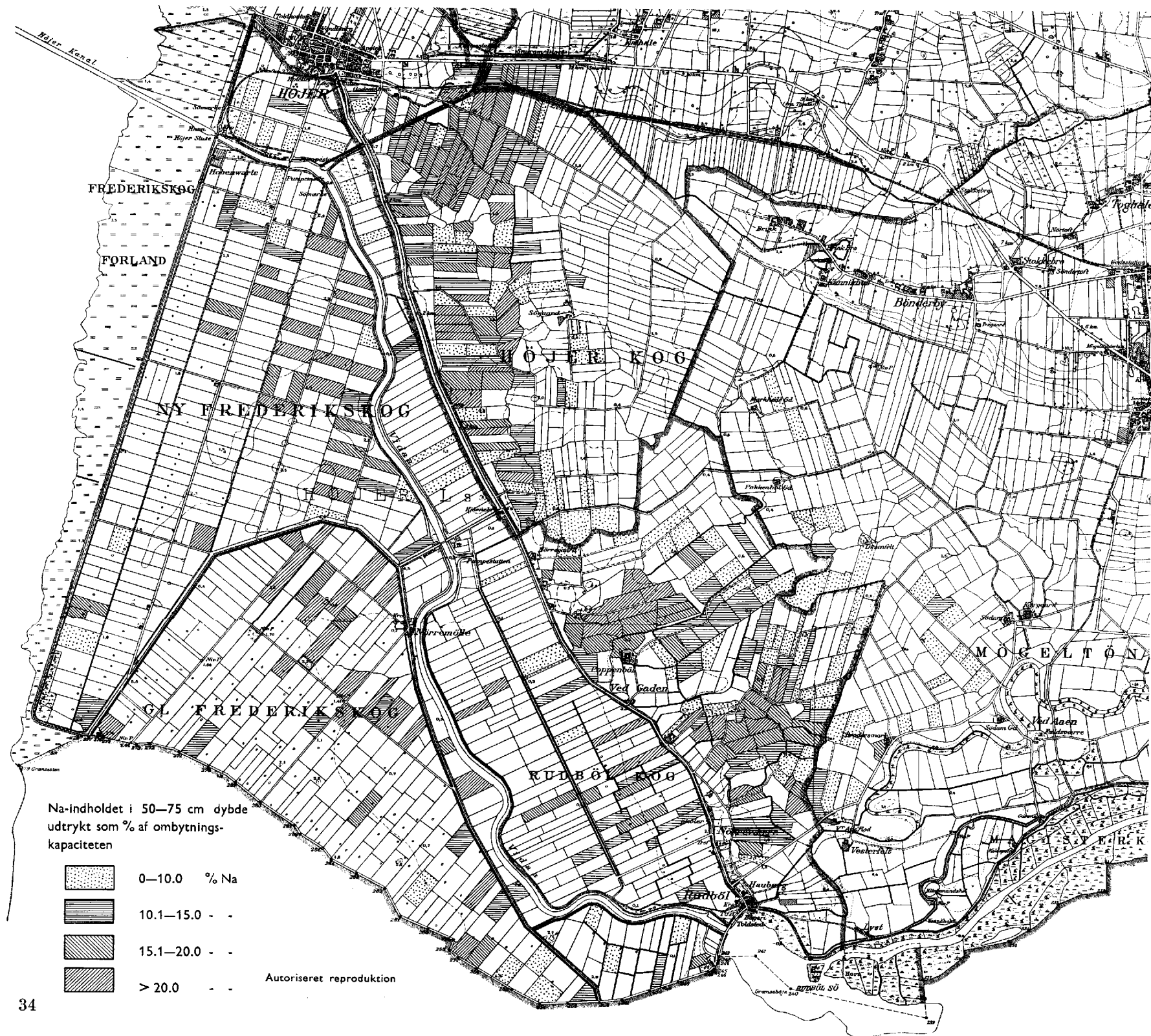


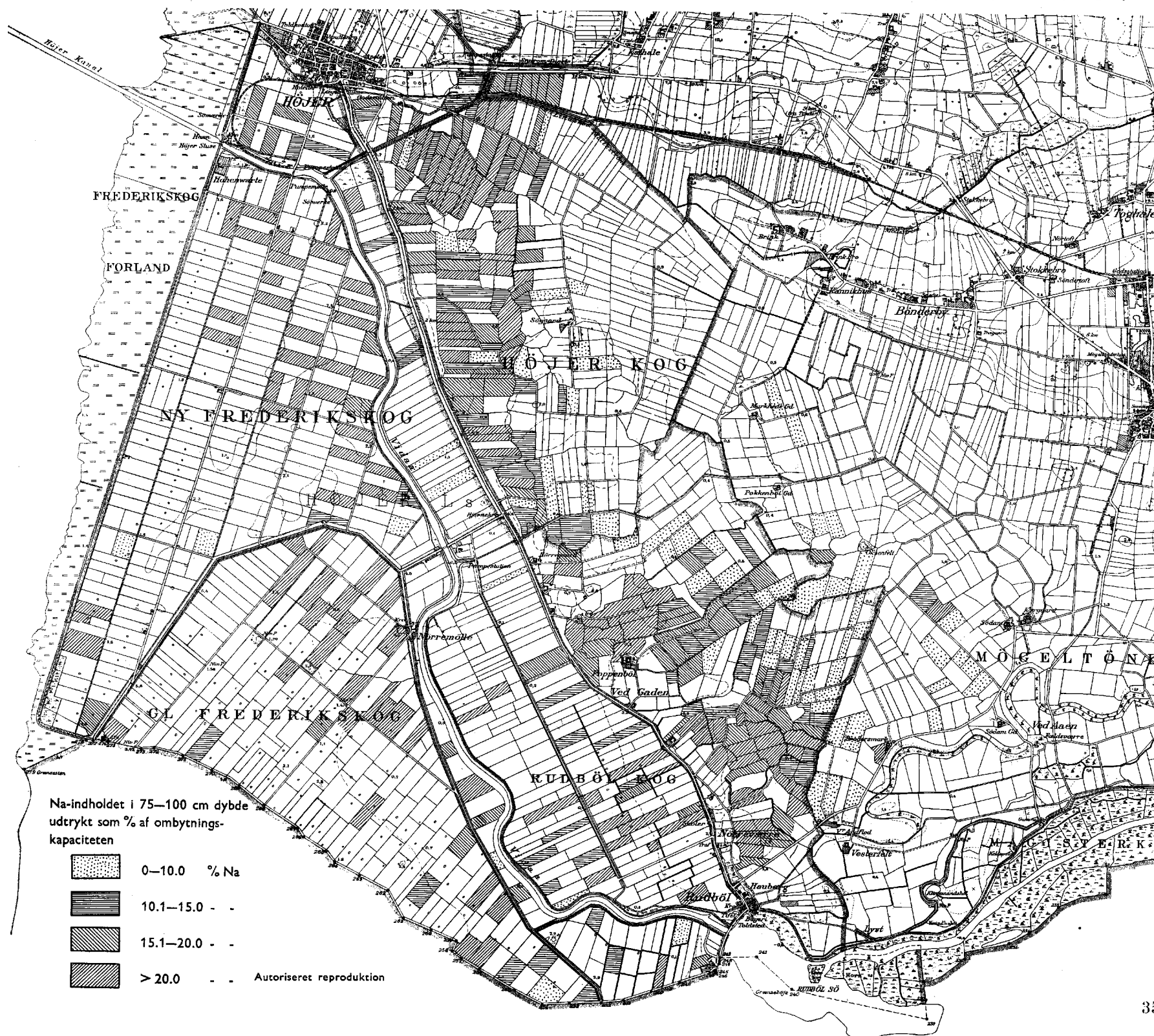


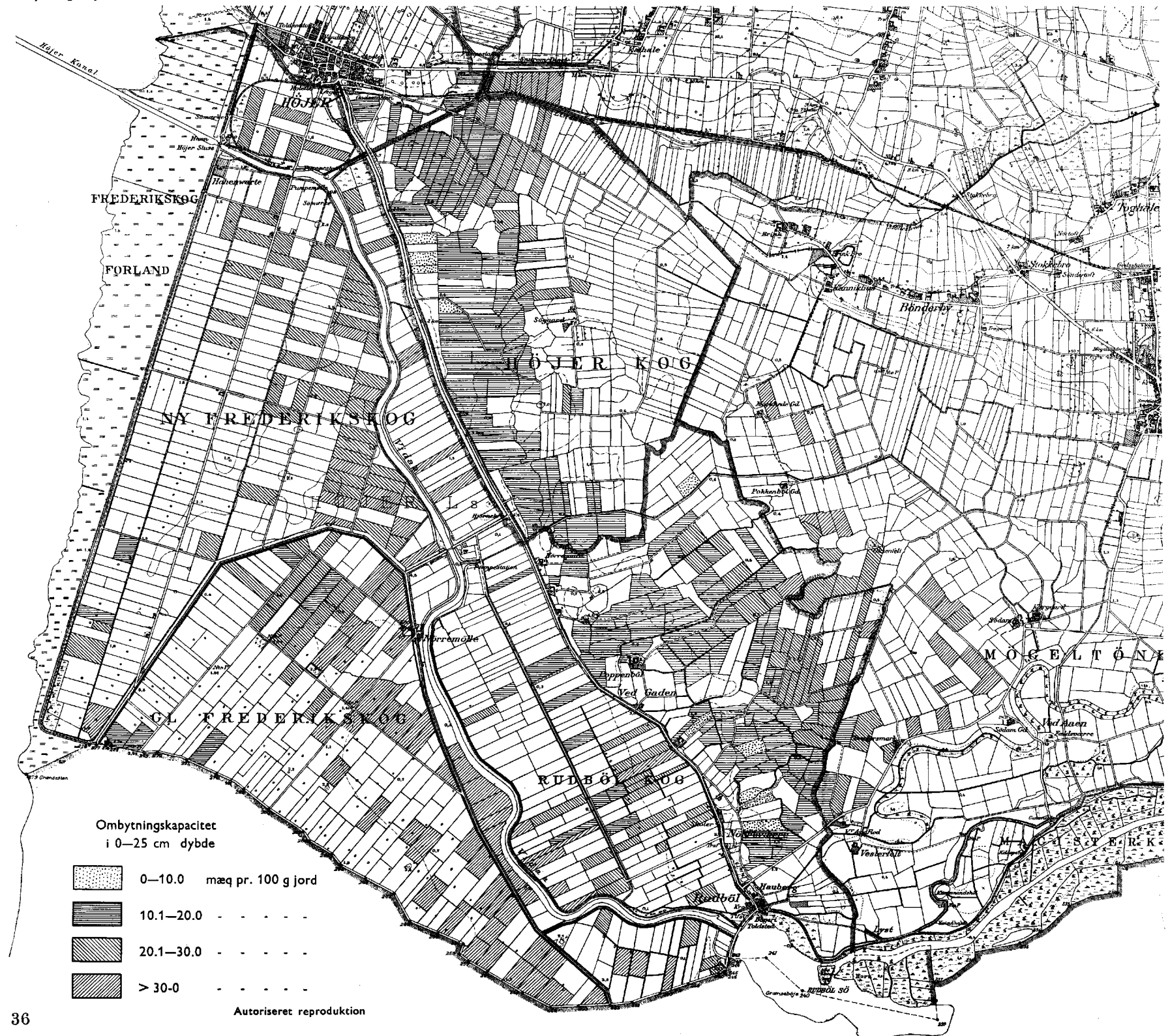


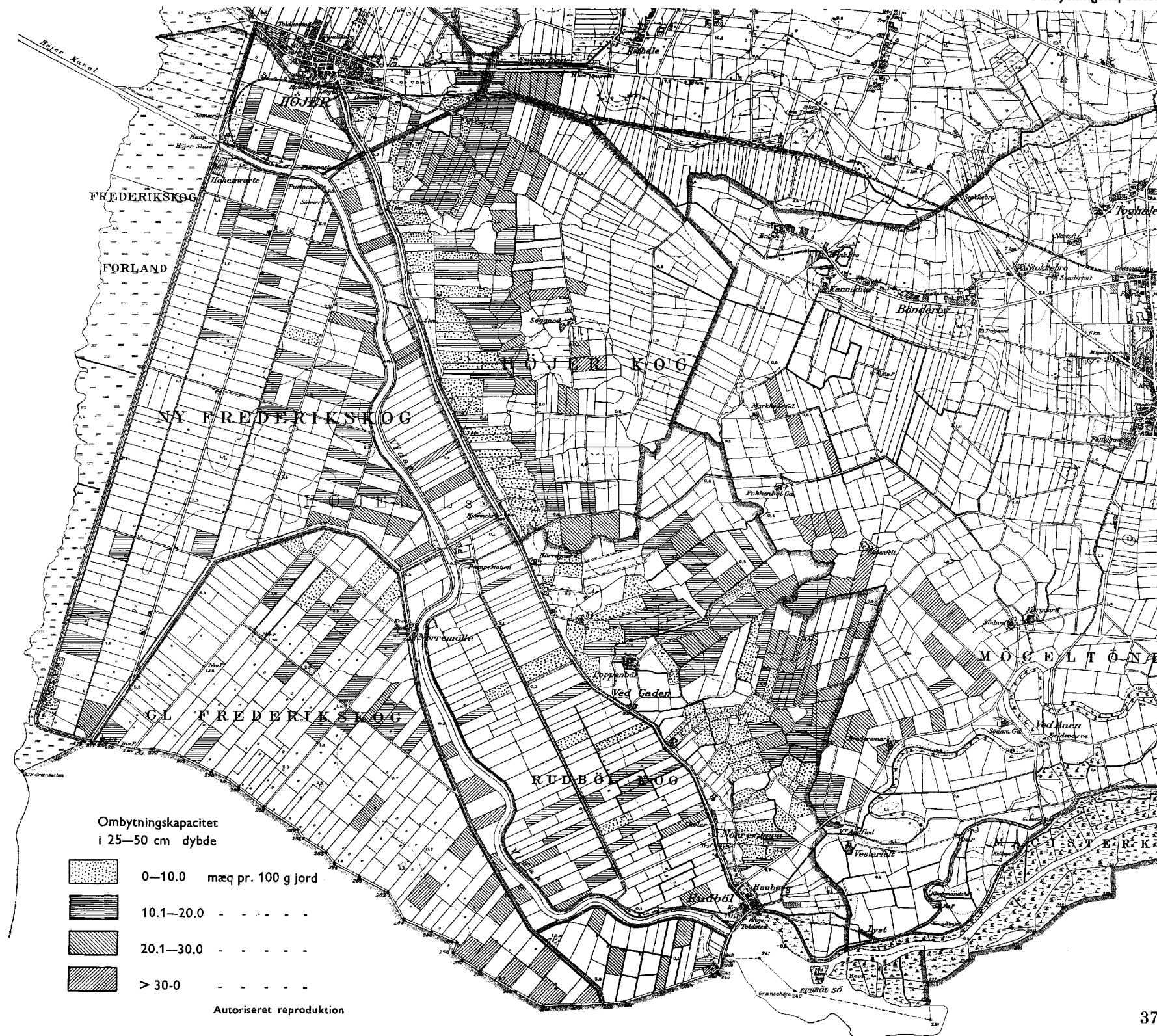


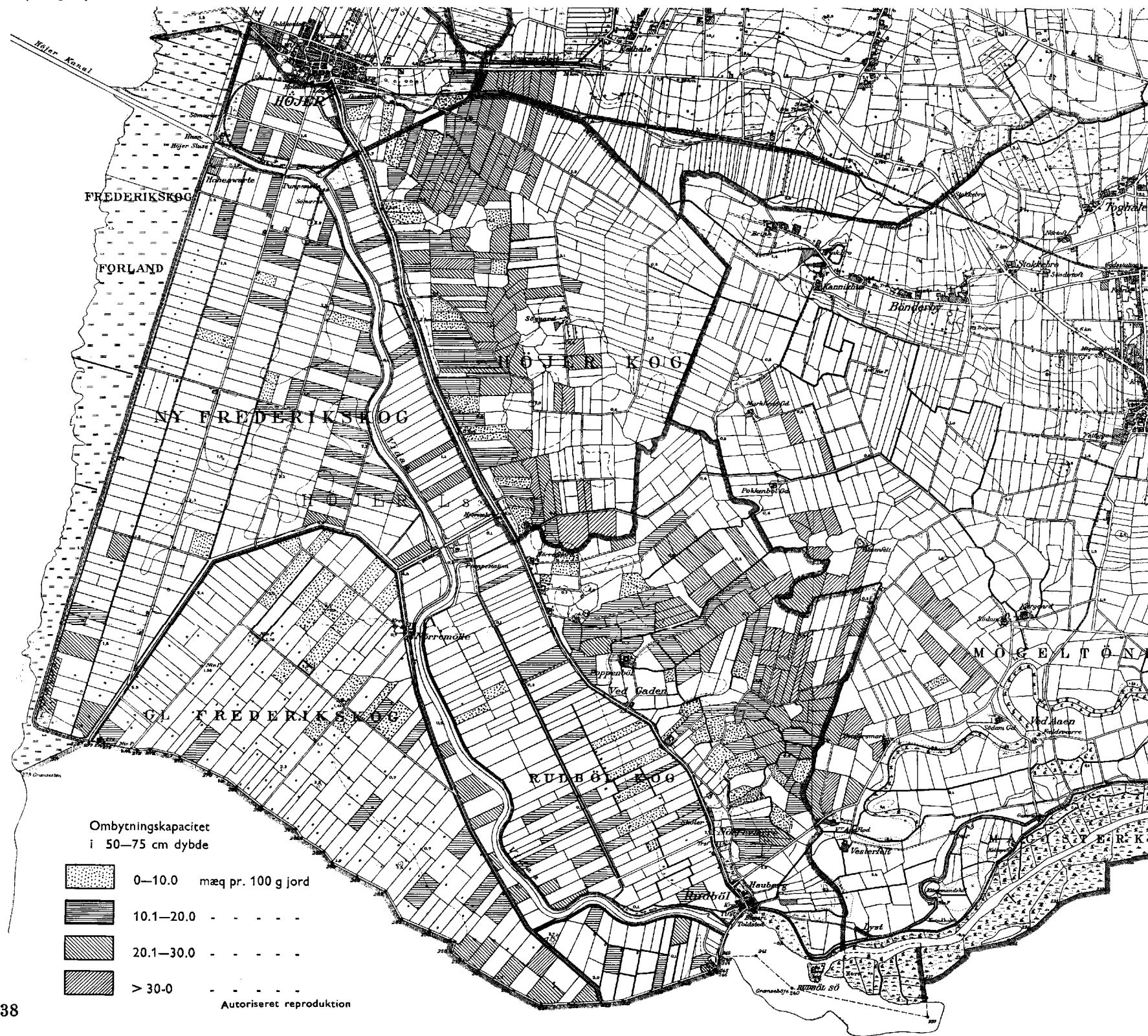


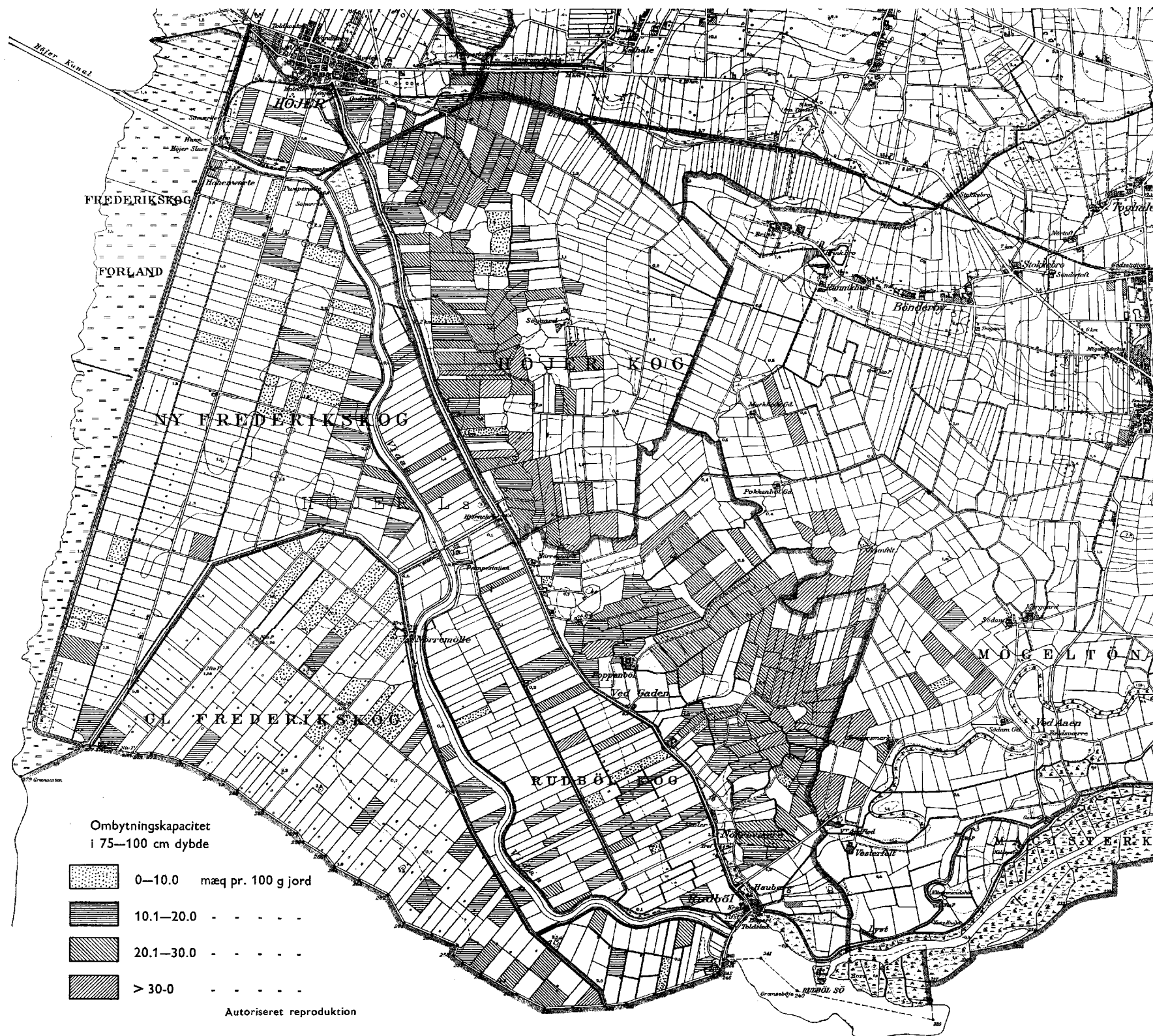












INDHOLD

66. bind, særnummer

Jordbundsundersøgelser i Tøndermarsken. Af K. A. Bondorff.