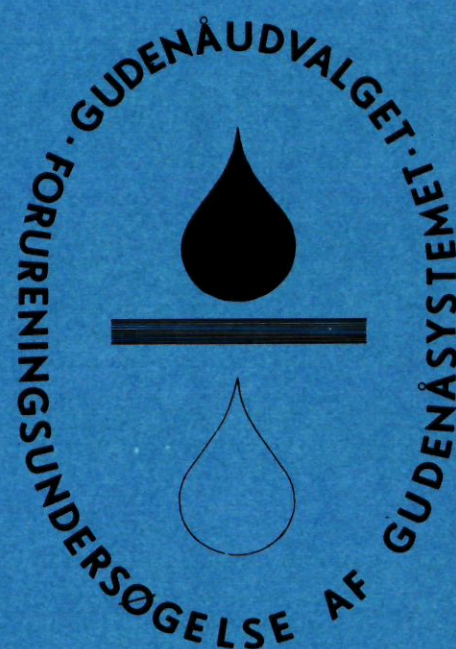


---

# RAPPORT NR. 28

---

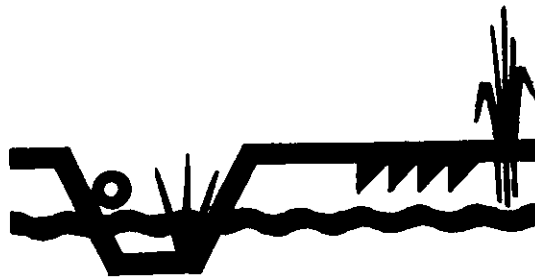


---

**GUDENÅUNDERSØGELSEN**  
**Næringsstofbelastning - Landbrug**

---

LANDBRUGETS POTENTIELLE BIDRAG TIL VANDLØBS NÆRINGSSALTS-  
BELASTNING. EN UNDERSØGELSE I TO OPLANDE TIL GUDENÅEN



Udarbejdet af Viggo Larsen

**DET DANSKE HEDESELSKAB**

*Forsøgsvirksomheden*

Januar 1976

## F O R O R D

I forbindelse med Gudenåundersøgelsen 1973 - 75 anmodede Vandkvalitetsinstituttet, ATV, på Gudenåudvalgets vegne Det danske Hedeselskab om at gennemføre en delundersøgelse af "landbrugets bidrag til næringsstofftilførslerne i Gudenåsystemet".

Undersøgelsen har dels omfattet et måle- og analyseprogram, hvis data er bearbejdet og præsenteret i Gudenåundersøgelsens rapport nr. 12, "STOFTRANSPORT i Gudenåsystemet", og dels en oplandsregistrering med tilhørende næringsstofbalancevurdering.

Til gennemførelsen af dette projekt har Gudenåudvalget modtaget støtte fra Miljøstyrelsen, idet det skønnedes, at undersøgelsesresultaterne måtte have landsdækkende interesse.

Gudenåudvalget udsender hermed Det danske Hedeselskabs materiale i uændret form som Gudenåundersøgelsens rapport nr. 28, idet denne offentliggørelse ikke nødvendigvis er et udtryk for Gudenåudvalgets synspunkter.

## INDHOLDSFORTEGNELSE

	Side nr.
Konklusion og sammendrag	1
Undersøgelser over landbrugets potentielle bidrag til vandløbs næringssaltbelastning	4
Indledning	4
Kvælstof og fosfor i jord og gødning	6
Metodik	8
Resultater	10
1. Topografisk opland og befolkningstæthed	10
2. Ejendomsstørrelse	10
3. Arealbenyttelse	12
4. Indkøbt tilførsel af kvælstof og fosfor	12
5. Naturlig tilførsel	15
6. Bruttotilførsel	16
7. Udførsel af kvælstof og fosfor ved varesalg	16
8. Produktion af husdyrgødning. Ammoniaktab	17
9. Nettotilførsel af næringsstoffer. Potentiel udvaskning	18
10. Aktuel udvaskning	20
11. Denitrifikation	21
12. Ophobning af kvælstof og fosfor i jord	21
13. Kloakerings- og afløbsforhold	22
Diskussion	25
Litteratur	28
Bilag 1. Spørgeskema	
Bilag 2a. Ejendomsstørrelse, antal storkreaturer pr. ha, samt tilført og bortført kvælstof (fosfor bilag 2b) pr. ha for oplandet til Gjelbæk.	
Bilag 3a. Ejendomsstørrelse, antal storkreaturer pr. ha, samt tilført og bortført kvælstof (fosfor bilag 3b) pr. ha for oplandet til Voel bæk.	

## KONKLUSION OG SAMMENDRAG

1. Undersøgelsen bestod i et interview hos samtlige landbrug i to deloplande til Gudenåsystemet. De to områder var oplandet til Gjelbæk i Hammel kommune og Voel bæk i Gjern kommune. De indsamlede data var ejendomsstørrelse, arealbenyttelse, indkøb af foder og kunstgødning, husdyrhold samt kloakeringsforholdene. De indsamlede data blev behandlet statistisk og vurderet i relation til mulig vandforurening med næringsalte.
  2. De i denne undersøgelse beregnede næringsstoffbalancer gælder for en ejendom eller for et opland. De processer og omsætninger, der finder sted i selve jorden kræver en anden beregning, idet det da er nødvendigt at inddrage jordens humus og tilgængeligheden af næringsstofferne i husdyrgødning og jord. Sådanne beregninger kræver flere oplysninger og falder udenfor rammerne for denne undersøgelse.
  3. Ejendomsstørrelsen påvirkede de enkelte landbrugs struktur og dyrkningsforhold. De mindste ejendomme fandtes i oplandet til Voel bæk (13,8 ha i gennemsnit) og de større ejendomme fandtes i oplandet til Gjelbæk (21,7 ha). På de mindre ejendomme var der pr. arealenhed en større kvægbesætning og derfor også et relativt større areal med grovfoder end på de større ejendomme. Den gennemsnitlige kvægbesætning og grovfoderarealet i oplandet til Voel bæk var større end landsgennemsnittet. Befolkningstætheden i de to områder var større end den gennemsnitlige landbobefolkning i Danmark.
  4. Der blev indkøbt ca. 83 kg N/ha/år og ca. 14 kg P/ha/år med kunstgødning. Der var ingen sikker forskel mellem de to oplande med hensyn til indkøbt kunstgødning. Undersøgelsesåret afveg fra et normalt år med hensyn til indkøbt kunstgødning på grund af meget store prisstigninger. Mængderne har antagelig været ca. 20% lavere i forhold til året før.
- Indkøbet af foderkvælstof og foderfosfor var i gennemsnit 43 og 55 kg N/ha/år og 11,7 og 15,7 kg P/ha/år for henholdsvis Gjelbæk og Voel bæk. Pr. storkrea-

tur indkøbtes ca. 44 kg N/år og ca. 8 kg P/år. Indkøbet af foderkvælstof på ejendommene i oplandet til Voel bæk i relation til antallet af storkreaturer var signifikant større end indkøbet på ejendommene ved Gjelbæk, hvilket skyldes mere intensiv udnyttelse af arealet ved Voel bæk gennem et større husdyrhold.

Medtages nedbør og kvælstoffixering er der beregnet en årlig bruttotilførsel på 171 og 172 kg N/ha/år og 25,7 og 29,7 kg P/ha/år for henholdsvis Gjelbæks og Voel bæks opland.

5. Udførsel af kvælstof og fosfor ved varesalg (kød, mælk, korn m.v.) var i gennemsnit 53 og 50 kg N/ha/år og 13,8 og 13,3 kg P/ha/år for henholdsvis Gjelbæk og Voel bæk. Indenfor de grænser der er almindelige i Danmark, fjernes pr. arealenhed mindre mængder kvælstof og fosfor jo større antal storkreaturer. For ejendomme med ren kornavl fjernes ca. 75 kg N/ha/år og 16 kg P/ha/år.

6. Produktionen af kvælstof og fosfor ved husdyrgødningen er beregnet til at være 99 og 123 kg N/ha/år og 24 og 29 kg P/ha/år. Kun en lille del af kvælstoffet er tilgængeligt i udbringningsåret. Ammoniaktabet er beregnet til at være ca. 36 kg N/ha/år hvoraf 95% er fra husdyrgødningen, resten fra kunstgødning.

7. Nettotilførte mængder næringssalte (differencen mellem bruttotilførte og fjernet ved varesalg samt ammoniaktab) er beregnet til at være 86 og 83 kg N/ha/år og 11,9 og 16,4 kg P/ha/år. Når der ses bort fra en mindre udvaskning af fosfor, er det nettotilførte fosfor praktisk taget identisk med ophobet fosfor. Selv med en årlig ophobning i jorden på ca. 14 kg P/ha er der ingen fare for forøget udvaskning af fosfor fra landbrugsjorder, da jordens fosforadsorptionskapacitet er meget stor.

Nettotilført kvælstof vil være betydelig forskellig fra ophobet kvælstof i jorden, da der sker dels udvaskning dels denitrifikation. Denitrifikationen er ud fra massebalanceforhold skønnet at være på henholdsvis 27 og 25 kg N/ha/år for Gjelbæk og Voel bæk området. Ved forøget tilførsel af minæralkvælstof til jorden aftager kvælstoffixeringen og denitrifikation stiger, hvilket i nogen grad kan regulere udvaskningen af kvælstof.

Den årlige ophobning af kvælstof i jorden er beregnet til 29 og 36 kg N/ha for henholdsvis Gjelbæk og Voel væk, hvilket er meget skønsmæssige værdier.

8. Afløbsforholdene fra toiletterne på landbrugsejendomme består af en septic-tank hvor vandet fra de 40% vedkommende behandles ved filtrering gennem jorden, mens 60% løber i dræn eller grøft. På sandjordsarealerne ved Voel bæk blev jorden i større udstrækning anvendt til filtrering af spildevand.

Tages personerne i oplandet i betragtning og antages det at fosfor, der udledes på jordoverfladen eller gennem sivebrønde, praktisk taget kvantitativt fastlægges i jorden, kan en væsentlig del af vandløbenes fosfor koncentration tilskrives personernes bidrag.

Afløbet fra møddingsstederne opsamles for ca. 40% vedkommende og anvendes som gødning, mens ca. 45% løber på åben mark og 15% løber i dræn eller grøft.

## UNDERSØGELSER OVER LANDBRUGETS POTENTIELLE BIDRAG TIL VANDLØBS NÆRINGSSALTBELASTNING

### INDLEDNING

Efter anmodning fra Gudenåudvalget har Hedeselskabets Forsøgsvirksomhed foretaget en undersøgelse over produktionsforholdene i 2 oplande til Gudenåen for at klarlægge landbrugets eventuelle bidrag til vore vandløbs næringssaltbelastning. Undersøgelser blev foretaget i oplandet til Gjelbæk i Hammel kommune og Voelbæk i Gjern kommune.

Der er i Danmark foretaget en del undersøgelser over kvælstof- og fosforudvaskningen fra landbrugsoplande, Lønholt (1973) og Edens (1975). Disse undersøgelser viser, at kvælstofudvaskningen til vandløb varierer fra 12 til 24 kg N/ha/år, og fosforudvaskningen varierer fra nul til ca. 0,4 kg P/ha/år. I drænvand findes ofte større kvælstofkoncentration og mindre fosforkoncentration end i vandløb, Hansen (1972). Denne forskel kan skyldes dels vandstrømningsforhold og dels biologiske og kemiske omsætninger i jorden og i recipienten.

Det er af stor praktisk betydning at have et bedre kendskab til såvel planteproduktionens som husdyrproduktionens bidrag til vandforureningen. Markens bidrag kan dels være naturbetinget, d. v. s. nedbør og kvælstof fixering og dels betinget af gødningstilførsel (Kjellerup, 1975). Staldens bidrag opstår som følge af affaldsprodukter fra den forædlede landbrugsproduktion. Affaldsprodukterne kan være husdyrgødning (fast gødning og ajle), ensilagesaft, affald fra malkerum, maskinhus m. v.

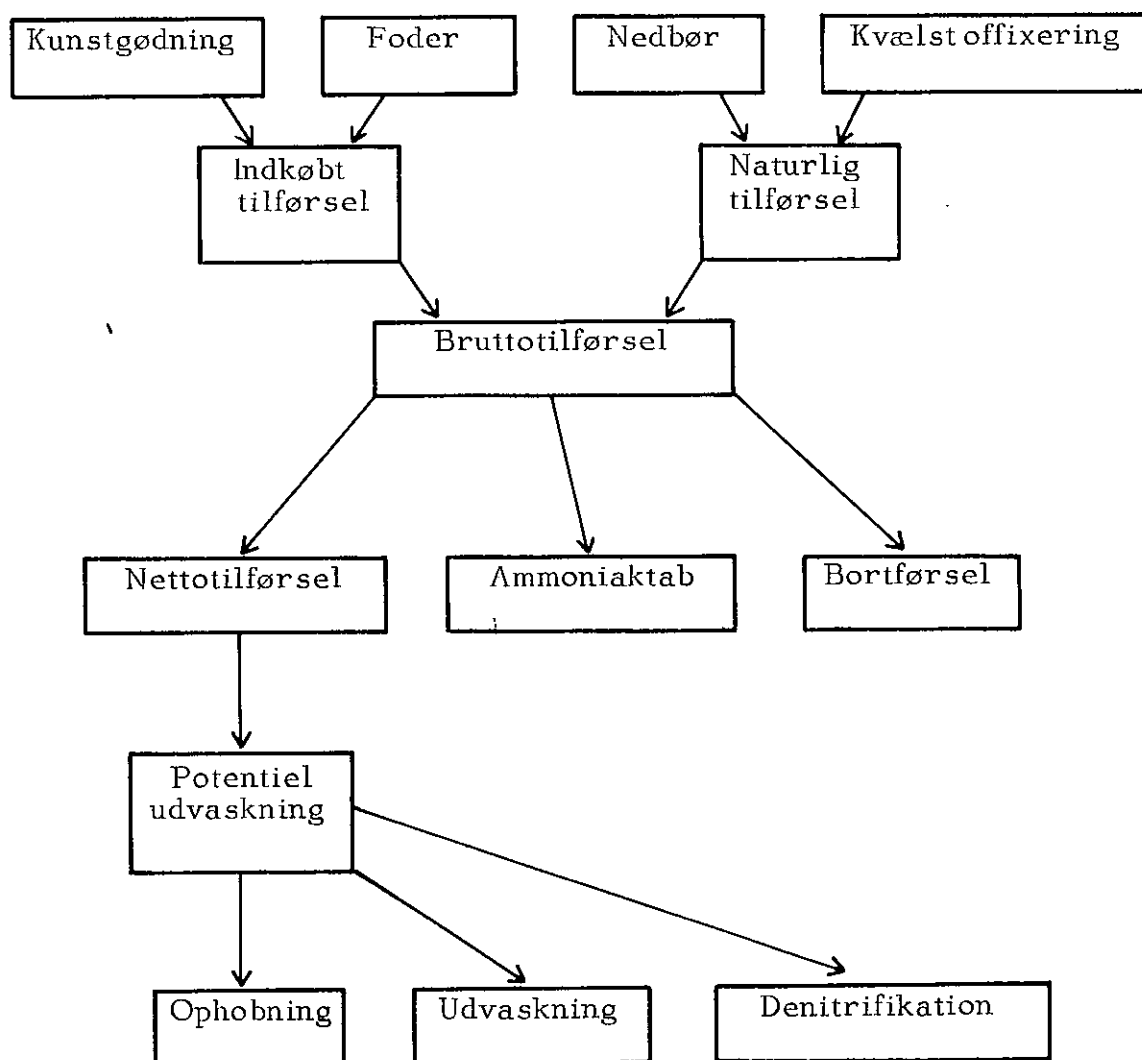
De undersøgelser, der er foretaget over landbrugets bidrag til vandforureningen, har søgt at belyse næringssalttransporten fra et større opland uden større bebyggelse. Lindhard (1970 og 1971) søgte at opstille en landsdækkende balance, og hans undersøgelser må betragtes som det første skridt hen mod en bedre forståelse af landbrugets produktionsforhold i relation til vandforureningen.



I den herværende undersøgelse er foretaget en interview undersøgelse på samtlige 113 ejendomme i Gjelbæks og Voel bæks oplande. Formålet har været at indhente oplysninger om gødnings- og foderindkøb, dyrkningsforhold, kloakeringsforhold, m.v. og søge at vurdere disse oplysninger i relation til landbruget som potentiel bidragsyder til vandforureningen.

I fig. 1 er vist en skitse over 'de anvendte benævnelser i denne undersøgelse samt forskellige muligheder for tilførsel og fjernelse af næringsalte indenfor landbruget. Figuren angiver situationen for en ejendom eller et opland og medtager ikke forholdene i jordbunden, hvor bl.a. jordens humus skal tages i betragtning.

Fig. 1. Skitse over og definitioner af forskellige former for tilførsel og fjernelse af kvælstof og fosfor i landbruget.



### Kvælstof og fosfor i jord og gødning.

Kvælstof i jord findes hovedsageligt som organisk kvælstof, ca. 95%, mens en mindre del findes som mineralkvælstof, d. v. s. som nitrat og ammonium. I pløjelaget findes ca. 3000 kg N/ha. Ammoniumionen udvaskes normalt ikke let fra landbrugsjorder, men tilbageholdes i adsorberet form på lerkolloiderne. Ammonium omdannes praktisk taget kvantitativt til nitrat ved nitrifikationen, men nitrifikationen kan hæmmes i vinterperioden, samt på jorder med dårlig iltforsyning. Nitratkvælstoffet følger drænvandets bevægelse i jorden og udvaskes let.

Ved planternes vækst om sommeren dannes betydelige mængder rødder. Efter høsten nedbrydes rødderne delvis, og via mineraliseringen kan der opstå ammonium og nitrat, der under de store afstrømningsperioder udvaskes.

Ved tilførsel af organisk kvælstof som f. eks. husdyrgødning dannes efterhånden ammonium eller, afhængig af jordens pH, ammoniak. Derved kan der opstå ammoniaktab. Der kan som gennemsnit regnes med et ammoniaktab på 30% for husdyrgødning og 3% for ammoniumholdig kunstgødning, Kofoed (1961) og Lindhard (1970).

Bælgplanter og fritlevende bakterier i jord er i stand til at binde frit kvælstof, som omdannes til ammonium og indgår i planternes proteinindhold. Kvælstof, der tilføres landbruget på denne måde, udgør som gennemsnit 25 kg N/ha/år, Lindhard (1970).

Kvælstof, der tilføres jorden med nedbøren, kan sættes til 15 kg N/ha/år, Jørgensen (1974).

Kvælstof i kunstgødning tilføres for 2/3 vedkommende som ammonium og 1/3 som nitrat. Omtrent halvdelen af de tilførte mængder tilføres som granuleret NPK-gødninger, ca. 35% som flydende ammoniak, mens resten tilføres på anden måde. Praktisk taget alt kvælstoffet til korn og rodfrugter tilføres i marts - april, mens kvælstoffet ofte tildeles ad flere gange til græsmarker i vækstperioden.

Kornafgrøden tilføres normalt ca. 120 kg N/ha/år. Græsmarker og rodfrugter tilføres fra 100 - 250 kg N/ha/år.

Omtrent 50% af agermarkens fosforindhold findes som organisk fosfor og ca. 50% som uorganisk fosfor. I pløjelaget findes normalt ca. 1500 kg P/ha. Størstedelen af det uorganiske fosfor i jorden udtrykkes ved fosforsyretallet (Ft), hvor 1 Ft enhed er 75 kg P/ha i pløjelagets dybde. Fosforsyretallet varierer normalt fra 4 til 8. Ikke alt uorganisk fosfor er plantetilgængeligt, og en normal landbrugsafgrøde kræver kun ca. 20 - 30 kg F/ha/år.

Fosfor i husdyrgødning findes dels som organisk dels som uorganisk fosfor, og det antages, at alt fosfor i husdyrgødning efterhånden mobiliseres og bliver plantetilgængeligt.

Fosfor i kunstgødning forefindes overvejende som superfosfat,  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ . Ved tilførsel af superfosfat på jordoverfladen vil fosforet dels blive adsorberet dels blive udfældet som tungere opløselige kalciumfosfater, hvoraf hydroxylapatit er det mest betydningsfulde kalciumfosfat i danske agerjorder. Jordvæskens fosforkoncentration, som er afgørende for planteproduktionen, bestemmes af kalciumfosfaternes opløselighed samt af adsorptions- og transportprocesser i jorden.

Fosforet i kunstgødning tilføres ligeligt fordelt med NPK og med PK gødninger. Det er sjældent, at der tilføres rent superfosfat. Fosfor tilføres markerne i marts - april.

## METODIK

Undersøgelsen blev tilrettelagt således, at alle landbrug i de to afstrømningsområder blev besøgt i april 1975. Ved besøget blev der indsamlet de væsentligste oplysninger om produktionsforholdene.

Ved beregning af indkøbt tilførsel (se fig. 1) d. v. s. kunstgødning og foder blev anvendt garantianalyse for indhold og omregnet til rene næringsstoffer. For forskellige grovvarer samt mælk, valle og kød anvendtes de i tabel 1 angivne gennemsnitstal.

Tabel 1. Forskellige produkters indhold af kvælstof og fosfor.

	Procent N	Procent P	Kildeangivelse
Byg, kerne	1,68	0,37	Håndbog for plantedyrking (1976)
Byg, halm	0,69	0,09	
Rodfrugter (rod)	0,10	0,16	-
- (top)	2,57	0,27	-
Hø	2,8	0,33	-
Skummetmælk	0,52	0,10	-
Valle	0,10	0,03	-
Sødmælk	0,52	0,09	-
Kød	2,7	1,0	Statens Husdyrbrugsforsøg

Ved beregning af produktionen af husdyrgødning er det antaget, at 1 storkreatur producerer ca. 75 kg N/år og ca. 18 kg P/år, idet der regnes med såvel sommer- som vinterproduktion. I tabel 2 er angivet, hvor mange husdyr der medgår til 1 storkreatur.

Tabel 2. Antal dyr der medgår til 1 storkreatur (Håndbog for driftsplanlægning, 1972).

1 ko	2 kvier	3 fedekalve	2,5 årssøer
1,5 hest	4 kalve	7 fedesvin	

Ved beregning af udførsel af kvælstof og fosfor ved varesalg blev anvendt gennemsnitsplanteproduktion, som angivet i tabel 3, hvor det ikke var muligt at få oplysninger om produktionens størrelse.

Tabel 3. Gennemsnitstal for produktions størrelse.

Korn, hkg kerne/ha	39
Rodfrugter, hkg tørstof/ha	133
Hø, hkg tørstof/ha	86
Mælk pr. årsko, kg	4500

For malkekvægbesætningen blev der taget hensyn til, at der udsættes køer. Et eksempel for en ejendom med 12 malkekøer er vist i tabel 4. Fra en ejendom med 12 køer fjernes i alt  $5100:12 = 425$  kg kød/årsko plus 4.500 kg mælk, hvilket giver  $425 \times 0,027 + 4.500 \times 0,0052 = 35$  kg N (og 8,1 kg P) pr. år pr. malkeko. Fra rene fedekvægsbesætninger (eller svinebesætninger) regnes kun med eksport af kød. Der er ikke taget hensyn til, at produkterne på ejendommene med kraftig gødskning og fodring har et højere indhold af kvælstof og fosfor end gennemsnitstal. En mere detaljeret beregning ansås for at være unødvendigt i denne undersøgelse.

Tabel 4. Eksempel på beregning af eksport af kød fra en malkekvægbesætning bestående af 12 køer.

12 køer, 4,8 udskiftedes á 550 kg	2.640 kg
5 kvier (4,8 erstatter køer, 1,2 sælges á 300 kg)	360 kg
6 tyrekalve, sælges á 350 kg	<u>2.100 kg</u>
I alt	<u>5.100 kg</u>

## RESULTATER

### 1. Topografisk opland og befolkningstæthed.

Afstrømningsområdet for de to oplande er vist i fig. 2. Det topografiske opland til Gjelbæk består af morænelerjord og er på ca. 1200 ha. Oplandet til Voel bæk består af morænesandjord og er på ca. 1100 ha. Begge områder er noget kuperede. I den følgende opgørelse anvendes det undersøgte landbrugsareal som udgjorde henholdsvis 1057 og 884 ha for Gjelbæk og Voel bæk. Det topografiske opland er således ca. 18% større end det undersøgte opland.

Ved interview undersøgelsen blev besøgt i alt 113 ejendomme, hvilket udgør alle landbrug i oplandene. På landbrugsejendommene boede på besøgstidspunktet 150 og 210 personer i oplandet til henholdsvis Gjelbæk og Voel bæk, hvilket svarer til 0,14 og 0,24 personer pr. ha baseret alene på landbrugsarealerne. I gennemsnit var der 3,2 personer pr. ejendom. Befolkningstætheden er større i disse to oplande sammenlignet med den øvrige landbobefolkning i Danmark, hvor der kan regnes med en befolkningstæthed på ca. 0,10 person pr. ha.

Forudsat at 1 person bidrager med 5 kg N/år og 2,5 kg P/år, bliver personernes bidrag med disse to næringsalte ca. 1 kg N/ha og 0,4 kg P/ha.

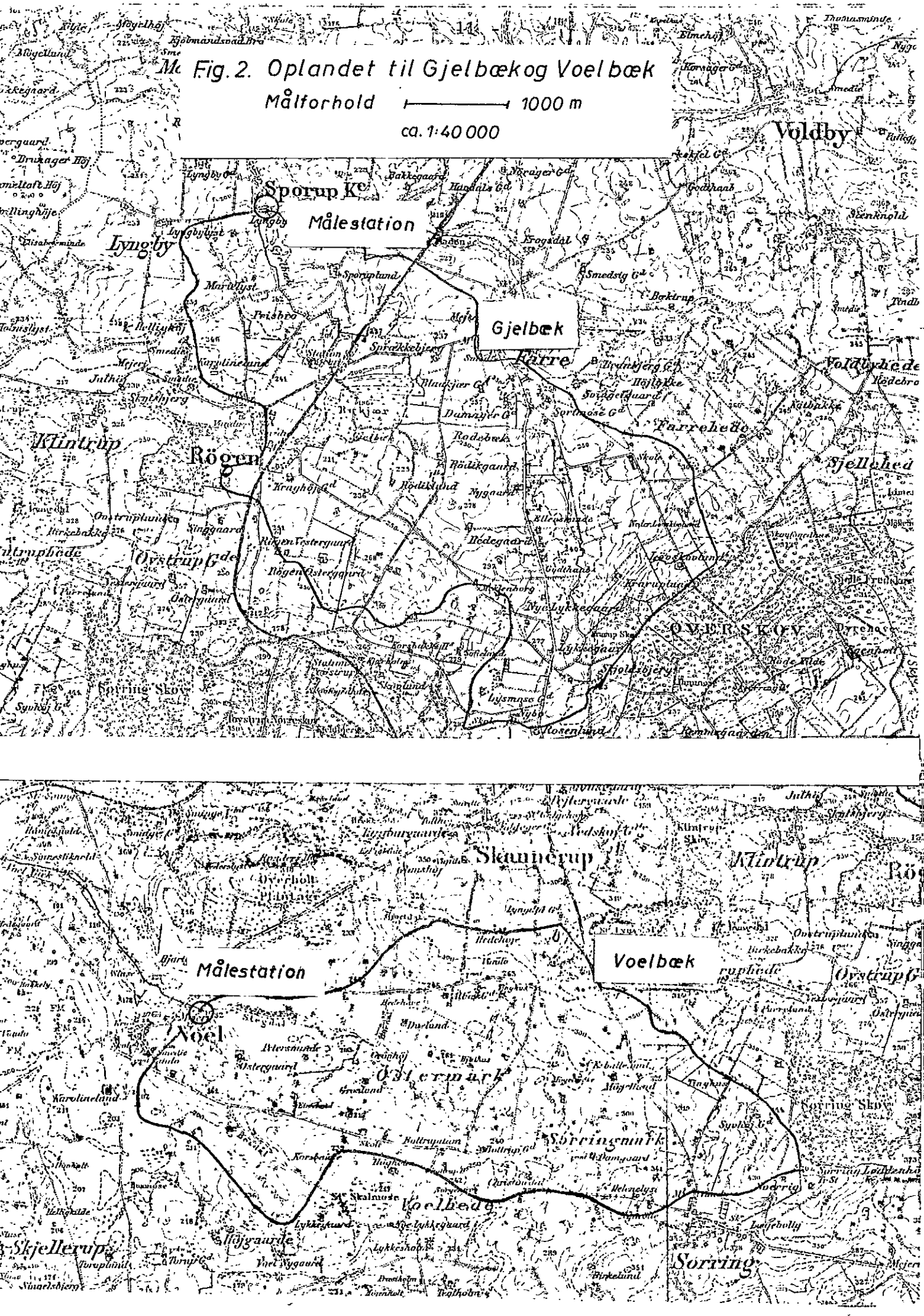
### 2. Ejendomsstørrelse.

I bilag 2 og 3 er angivet de væsentligste indsamlede oplysninger. I tabel 5 er angivet den gennemsnitlige ejendomsstørrelse for de to oplande samt spredningen på ejendomsstørrelsen. Gårdene er væsentligt større på lerjordsområdet (Gjelbæk) end på sandjordsområdet (Voel bæk). Selvom der er stor spredning på gennemsnitsstørrelsen, er forskellen dog statistisk sikker. Denne forskel giver sig udtryk i driftsformen, da der sædvanligvis drives mere intensivt landbrug på mindre gårde.

Fig. 2. Oplandet til Gjelbæk og Voelbæk

Målforshold  $\longleftarrow$  1000 m

ca. 1:40 000



Tabel 5. Den gennemsnitlige ejendomsstørrelse samt standardafvigelsen (s).

	Gennemsnit	s
Gjelbæk	21,6 ha	17,5 ha
Voel bæk	13,8 ha	7,9 ha

### 3. Arealbenyttelse.

Arealbenyttelse for de to oplande er angivet i tabel 6. Af tabel 6 fremgår, at oplandet til Voel bæk udnyttes mere til grovfoderproduktion d.v.s. græs og rodfrugter end oplandet til Gjelbæk, hvor der til gengæld produceres relativt mere korn. Engarealet findes hovedsageligt langs de to vandløb og udgør kun en lille del af hele oplandet. Arealer, der er udyrkede, er dels gårdsplads, have m.v. samt lidt skov. Når det totale areal angivet i tabel 6 ikke er så stort som det topografiske opland, skyldes det spredt beliggende huse uden landbrug samt offentlige veje m.v. som ikke indgår i undersøgelsen.

Tabel 6. Arealbenyttelse i ha; tallene i parentes angiver den procentvise fordeling.

	Korn	Græs	Rodfrugter	Specialafgrøder	Eng	Udyrket	I alt
Gjelbæk	674 (64)	201 (19)	80 (8)	23 (2)	19 (2)	60 (5)	1057 (100)
Voel bæk	499 (56)	230 (26)	93 (11)	10 (1)	19 (2)	34 (4)	884 (100)

Sammenlignes arealbenyttelsen for Gjelbæks og Voel bæks oplande med Århus og Viborg amter samt hele landet (tabel 7) ses, at Gjelbæk oplandet kan sammenlignes med Århus amt og Voel bæks opland med Viborg amt. Det gælder dog ikke ejendomsstørrelsen som stort set er ens for de to amter.

Tabel 7. Den procentvise fordeling af arealbenyttelse samt den gennemsnitlige ejendomsstørrelse i Århus amt, Viborg amt og for hele landet. (Landbrugsstatistik, 1973).

	Korn	Græs	Rodfrugter	Eng	Øvrige arealer	I alt	Ejendomsst. ha
Århus amt	64	12	7	2	15	100	21,7
Viborg amt	56	19	10	5	10	100	19,8
Hele landet	60	16	10	2	12	100	22,2

I tabel 8 er angivet antallet af storkreaturer (kvæg og svin) for de to oplande. Det ses, at antallet af kvæg pr. ha er væsentligt større for Voel bæks opland end for Gjelbæks opland, hvilket direkte kan sættes i relation til det større areal med grovfoder, der findes i oplandet til Voel bæk. Antal svin pr. ha er ens for de to oplande. Forskellen mellem de to oplandes dyrkningsforhold og ejendomsstruktur ses således først og fremmest i den forskel, der er mellem kvægbesætningernes størrelse.

Det kan beregnes, at det gennemsnitlige areal med græs og rodfrugter pr. storkreaturer i form af kvæg var 0,25 ha græs og 0,10 ha rodfrugter.



Tabel 8. Antal storkreaturer i alt og pr. ha landbrugsareal.

	<u>Storkreaturer i alt</u>			<u>Storkreaturer pr. ha</u>		
	kvæg	svin	total	kvæg	svin	total
Gjelbæk	765	622	1387	0,72	0,59	1,31
Voel bæk	942	510	1452	1,07	0,57	1,64

#### 4. Indkøbt tilførsel af kvælstof og fosfor.

De gennemsnitlige årlige indkøbte mængder af kvælstof og fosfor med kunstgødning og foder fremgår af tabel 10. Resultaterne for de enkelte ejendomme fremgår af bilag 2 og 3. Endvidere kan der henvises til fig. 1.

Forbruget af kvælstof og fosfor i kunstgødning var i gennemsnit 88 og 77 kg N/ha/år, og 14,0 og 14,0 kg P/ha/år for henholdsvis Gjelbæk og Voel bæk området. Der er ingen forskel mellem de to oplande med hensyn til gødningsforbrug. Derimod er der meget stor forskel på f.eks. kvælstofforbruget mellem de enkelte ejendomme; laveste mængde kvælstof var 10 kg N/ha og største mængde var 220 kg N/ha. Der er en tendens til, at det er ejendomme med den store grovfoderproduktion, der indkøber og anvender de største mængder kvælstof i form af kunstgødning. Dette ses bl.a. for ejendomme i oplandet til Voel bæk, hvor der tilføres yderligere ca. 12 kg N pr. storkreatur udover en grundgødsning på ca. 70 kg N/ha, se fig. 3. På ejendomme i Gjelbæk oplandet ses denne besætnings-effekt på kunstgødningskvælstof ikke.

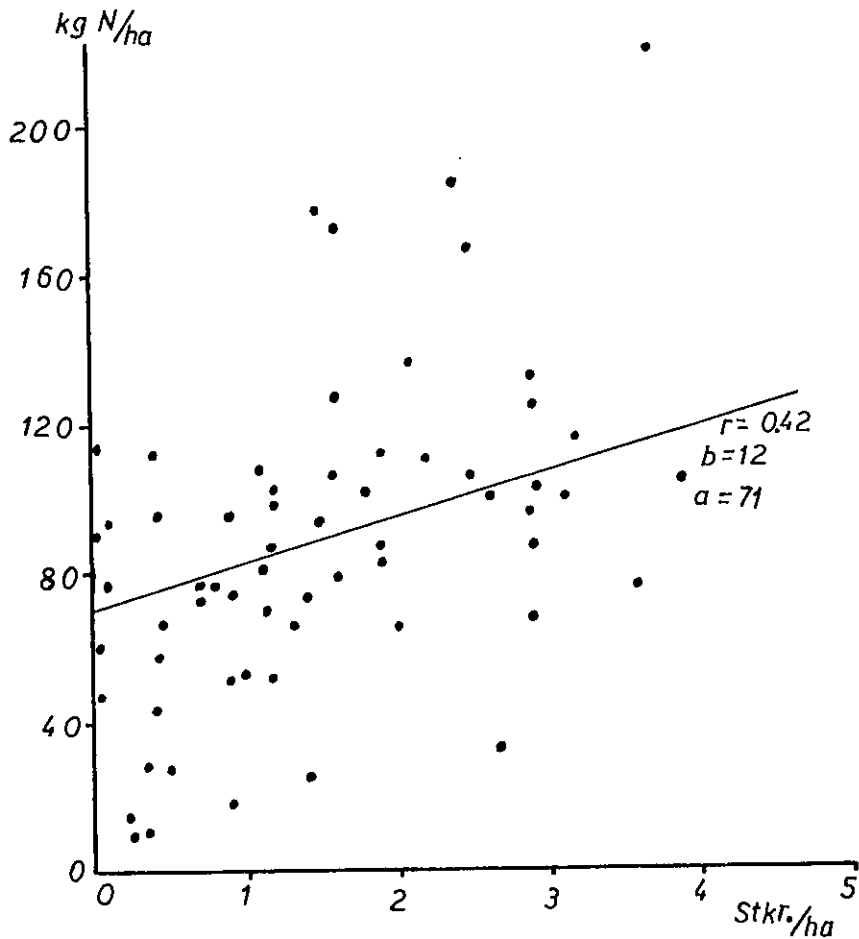
Forbruget af fosfor pr. ha med kunstgødning ligger ret konstant uanset produktionsform og uden forskel mellem de to afstrømningsområder. Det kan bemærkes, at der er en svag tendens (men ikke sikker) til at der indkøbes mindre fosfor med kunstgødning, når ejendommene har et større husdyrhold.

Undersøgelsesåret afveg fra et normalt år med hensyn til anvendelse af kunstgødning. Det skyldes de store prisstigninger på kunstgødning som fandt sted i 1973. Anvendelsen af kvælstof og fosfor har antagelig været 20% under normal. I tabel 9 er vist tendensen i gødningsforbruget gennem de sidste 4 år for Århus og Viborg amter samt for hele landet.

Tabel 9. Anvendelse af kunstgødningskvælstof og fosfor for Århus og Viborg amter samt for hele landet gennem de sidste fire år. (Landbrugets Statistik).

	<u>kg N/ha</u>				<u>kg P/ha</u>			
	71/72	72/73	73/74	74/75	71/72	72/73	73/74	74/75
Århus amt	111	123	130	111	17	20	21	16
Viborg amt	98	106	116	100	16	18	19	13
Hele landet	105	113	124	103	20	21	22	17

Fig. 3. Relationen mellem antal storkreatur (Stkr.) pr. ha og indkøbt tilførsel af kvælstof med kunstgødning for oplandet til Voel bæk.



Indkøbt kvælstof og fosfor med foder (tabel 10) viser, at der købes væsentligt mere foderkvælstof (protein) i Voel bæks opland end i oplandet til Gjelbæk. Forskellen skyldes det større husdyrhold ved Voel bæk. Der er i gennemsnit indkøbt 250 kg protein/år/storkreatur, hvilket er en væsentlig del af et storkreaturs årlige proteinbehov.

Sammenlignes de to oplande, viser en beregning, at der indkøbes 33 og 55 kg N/storkreatur for henholdsvis Gjelbæks og Voel bæks opland. Denne forskel mellem de to oplande er signifikant (fig. 4).

Det kan bemærkes, at indkøbet af fosfor med foder er af samme størrelsesorden, som indkøbet af fosfor med kunstgødning. Det er først, når antallet af storkreaturer pr. ha overstiger ca. 0,4, at indkøbet af foderfosfor begynder, og derefter indkøbes ca. 8 kg P/storkreatur uden forskel mellem de to oplande. Denne forskel ser også ud til at gælde for foderkvælstof, fig. 4, hvor regressionslinierne overskærer abscissen mellem 0,6 og 0,2 storkreatur pr. ha.

Tabel 10. Årlig indkøbt tilførsel af kvælstof og fosfor som kunstgødning og foder.

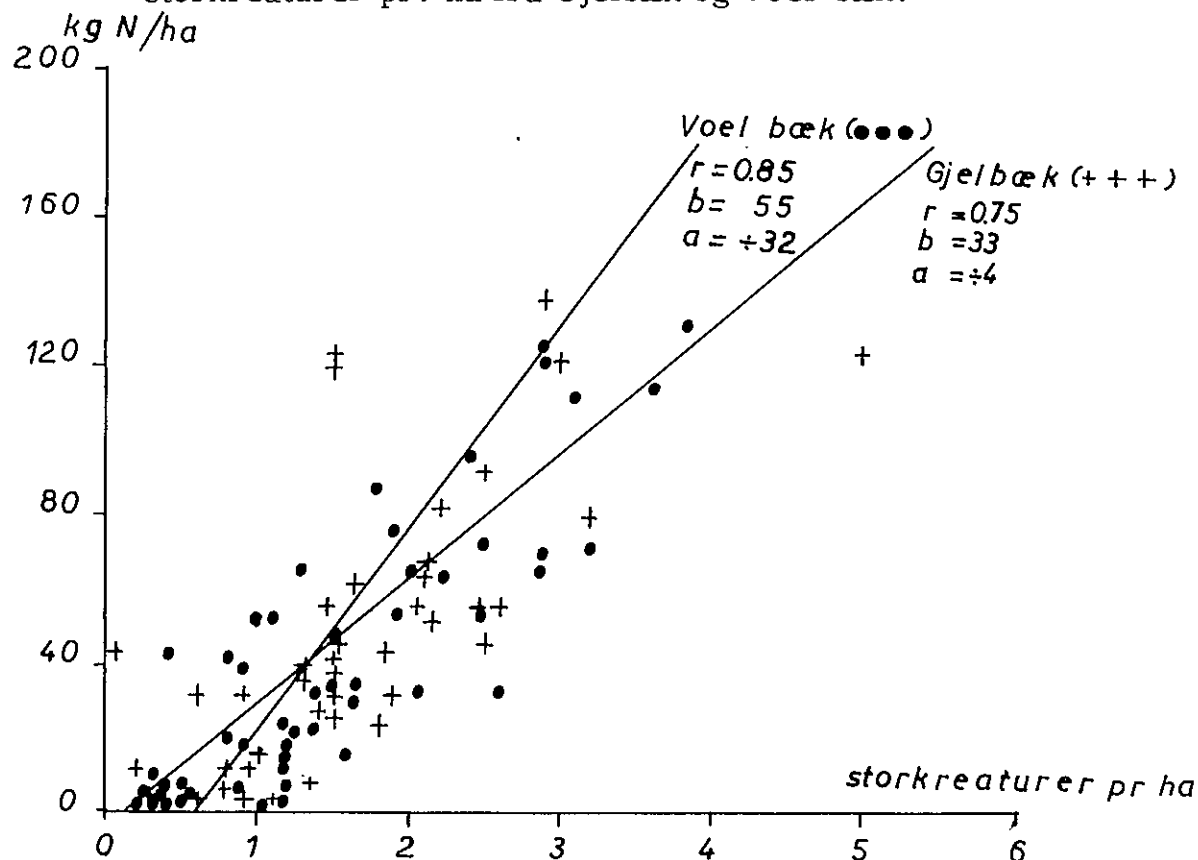
	tons N	kg N/ha	tons P	kg P/ha
			<u>Kunstgødning</u>	
Gjøl bæk	92,9	88	14,8	14,0
Voel bæk	68,0	77	12,4	14,0
			<u>Foder</u>	
Gjøl bæk	45,1	43	12,4	11,7
Voel bæk	48,4	55	13,9	15,7
			<u>Kunstgødning + foder</u>	
Gjøl bæk	138,0	131	27,2	25,7
Voel bæk	116,4	132	26,3	29,7

Summen af næringsalte indkøbt som kunstgødning og foder (tabel 10) viser, at der årligt tilføres ejendommene udefra 131 og 132 kg N/ha og 25,7 og 29,7 kg P/ha for henholdsvis Gjøl bæk og Voel bæk.

### 5. Naturlig tilførsel.

Den naturlige tilførsel består af nedbør og kvælstoffixering og inkluderer kun kvælstof. Den naturlige tilførsel er ikke målt på de to undersøgte oplande, men som et gennemsnitstal kan der anvendes 15 kg N/ha/år med nedbør og 25 kg N/ha/år med kvælstoffixeringen. Der er ikke taget hensyn til forskel i græsmarkernes bælgplanteindhold.

Fig. 4. Sammenhæng mellem indkøbt tilførsel af kvælstof med foder og antal storkreaturer pr. ha fra Gjøl bæk og Voel bæk.



## 6. Bruttotilførsel.

Bruttotilførsel af kvælstof og fosfor er summen af kunstgødning, foder, nedbør og kvælstoffixeringen (se fig. 1). Resultaterne fremgår af tabel 11 og fremkommer som summen af indkøbt tilførsel og naturlig tilførsel.

Tabel 11. Årlig bruttotilførsel af kvælstof og fosfor til de to oplande. Gennemsnitstal.

	<u>Tons N</u>	<u>Kg N/ha</u>	<u>Tons P</u>	<u>Kg P/ha</u>
Gjelbæk	181	171	27,2	25,7
Voel bæk	152	172	26,3	29,7

## 7. Udførsel af kvælstof og fosfor ved varesalg.

Med udgangspunkt i ejendommenes salg af produkter (korn, kød, mælk m.v.) beregnes kvælstof- og fosforbortførselen. Resultaterne af gennemsnitstal er angivet i tabel 12, og for de enkelte ejendomme i bilag 2 og 3. Det fremgår af tabel 12, at der i gennemsnit fjernes 51 kg N/ha/år og 13,6 kg P/ha/år. For oplandet til Voel bæk fjernes væsentligt mere ved salg af forædlede varer end ved salg af afgrøder, f.eks. korn. For ejendomme hvor der udelukkende drives kornavl fjernes ca. 70-90 kg N/ha/år og 15-18 kg P/ha/år, hvilket specielt for kvælstof er noget mere, end tallene givet i tabel 12.

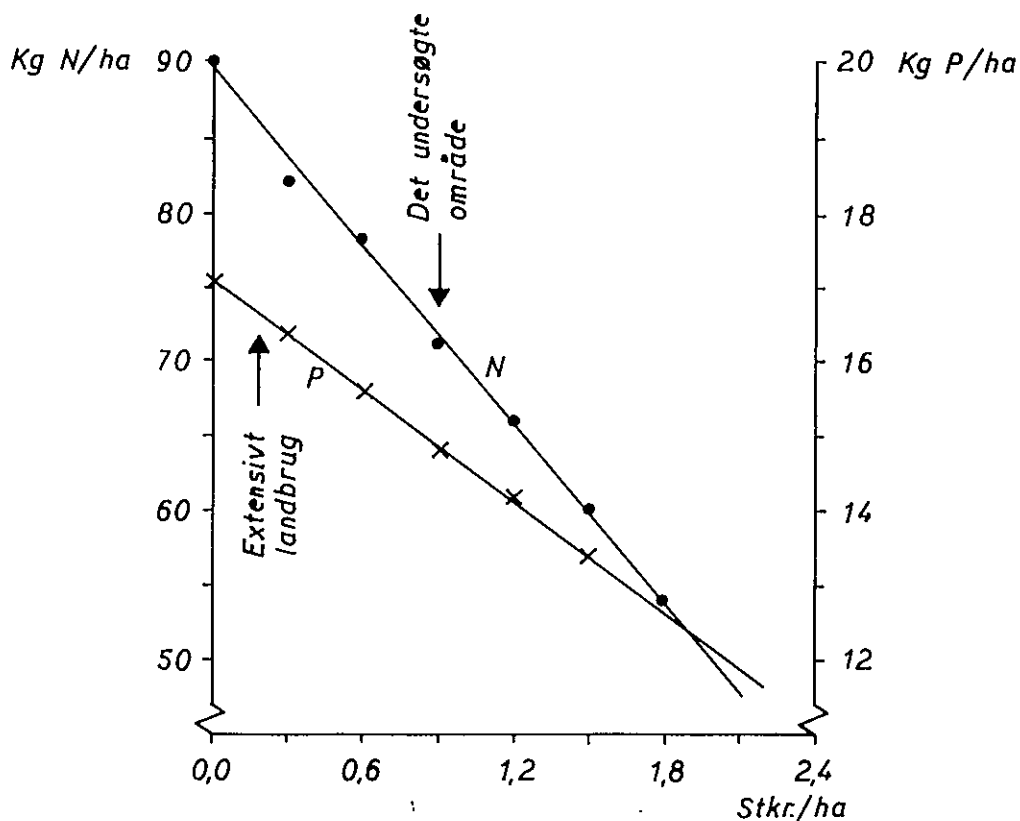
I fig. 5 er vist et eksempel på en beregning over fjernelsen af kvælstof og fosfor fra en ejendom med et varierende antal malkekøer med opdræt. Baggrunden for denne beregning er antagelsen, at der kræves ca. 0,35 ha grovfoderareal (rodfrugter + græs) samt ca. 1000 kg korn pr. malkeko med opdræt. Så længe der produceres mere korn end der medgår til opfodring eksporteres dette korn ud af ejendommen. Når antallet af malkekøer pr. ha stiger, så aftager exporten af korn og ved ca. 1,6 stk. storkreaturer begynder en import af korn til ejendommen og grovfoderarealet udgør da 60% af det samlede areal. På grund af sædskiftemæssige forhold er det ikke sandsynligt, at man vil gå højere op end hvad der praktiseres under nuværende forhold med ca. 30 - 35% grovfoderareal. Da indkøbet af kvælstof og fosfor stiger og fjernelse aftager med stigende antal storkreaturer, i hvert fald indenfor de forhold der gælder i Danmark, må det betyde, at der netto tilbageholdes mere kvælstof og fosfor pr. ha jo større antal storkreaturer pr. ha.

For ejendomme med intensivt landbrug er produkternes indhold af kvælstof og fosfor højere end de gennemsnitstal, der er anvendt her. For sådanne ejendomme fjernes sandsynligvis 10% mere kvælstof og fosfor end angivet i tabel 12.

Tabel 12. Årlige mængder af udført kvælstof og fosfor ved salg af landbrugsprodukter fra de to undersøgte oplande.

	<u>Tons N</u>	<u>Kg N/ha</u>	<u>Tons P</u>	<u>Kg P/ha</u>
Gjelbæk	55,7	53	14,6	13,8
Voel bæk	44,1	50	11,7	13,3

Fig. 5. Beregnet fjernelse af kvælstof og fosfor med salg af landbrugsvarer for en ejendom med et varierende antal storkreaturer i form af malkekvæg.



### 8. Produktion af husdyrgødning. Ammoniaktab.

Udfra kendskab til antallet af storkreaturer er beregnet mængden af produceret husdyrgødning. Husdyrgødningen, der består af fast gødning og ajle, betragtes som et affaldsprodukt, der cirkulerer indenfor de enkelte ejendomme. Da husdyrgødningen transporteres ud på marken, og da der herved opstår et betydeligt ammoniaktab, har mængderne interesse. Såvel vinter- som sommerproduktion er medtaget; 1 storkreatur producerer ca. 75 kg N/år og 18 kg P/år. Produktionen af kvælstof og fosfor ved husdyrgødning udgør 99 og 123 kg N/ha/år og 24 og 29 kg P/ha/år for henholdsvis Gjelbæk og Voel bæk, se tabel 13. Andre typer af opbevaring end åbne møddinger (f.eks. gylletanke m.v.) er ikke taget i betragtning i denne undersøgelse.

Tabel 13. Beregnet årlig produktion af husdyrgødning, samt tab af ammoniak fra husdyrgødning og kunstgødning.

					Ammoniaktab	
					kg N/ha	
	tons N	kg N/ha	tons P	kg P/ha	husdyrg.	kunstg.
Gjelbæk	104	99	25	24	30	2
Voel bæk	109	123	26	29	37	2

Beregningen af ammoniaktabet fra såvel husdyrgødning som kunstgødning er også angivet i tabel 13. Det er forudsat, at 2/3 af kunstgødning er ammoniumgødning. Det totale kvælstoftab udgør efter den beregning ca. 36 kg N/ha/år. Denne mængde fjernes fra området gennem luften som  $\text{NH}_3$ . Variationer i ammoniaktabet mellem ejendommene er meget stor.

### 9. Nettotilførsel af næringsstoffer. Potentiell udvaskning.

Differencen mellem de til ejendommene bruttotilførte næringsstoffer og de fra ejendommene udførte næringsstoffer ved salg samt ammoniakfordampningen giver de nettotilførte mængder næringsstoffer (eller potentiell udvaskning). En del af nettotilført kvælstof udvaskes, en del denitrificeres og resten fastlægges i jorden. Bortset fra en mindre udvaskning bliver praktisk taget alt nettotilført fosfor fastlagt i jorden. I tabel 14 er vist gennemsnitstal for nettotilført kvælstof og fosfor. Resultatet for de enkelte ejendomme fremgår af bilag 2 og 3, se endvidere fig. 7 og 8.

Det nettotilførte kvælstof (tabel 14, bilag 2 og 3, samt fig. 7 og 8) udgør efter beregningerne henholdsvis 86 og 83 kg N/ha/år for Gjelbæk og Voel bæk. Om stigningen i jordkvælstoffet kan måles er tvivlsomt, da den udgør mindre end 5% af jordens totale kvælstofindhold. Endvidere sker der en betydelig omsætning af kvælstof i jorden (denitrifikation, udvaskning), hvilket kan reducere det nettotilførte kvælstof. Disse forhold omtales i de følgende afsnit.

Betragtes nettotilført fosfor i relation til summen af indkøbt fosfor med foder og kunstgødning ses en sikker sammenhæng, fig. 6. Det tyder på, at den potentielle udvaskning af fosfor må være størst for ejendomme med stort husdyrhold. Det kan forklares ved det forhold, at det efterhånden er almindelig gødskningspraksis, at der ikke tages hensyn til om hele avlen fodres op, og der returneres husdyrgødning, eller om hele avlen sælges, og der ikke tilføres husdyrgødning.

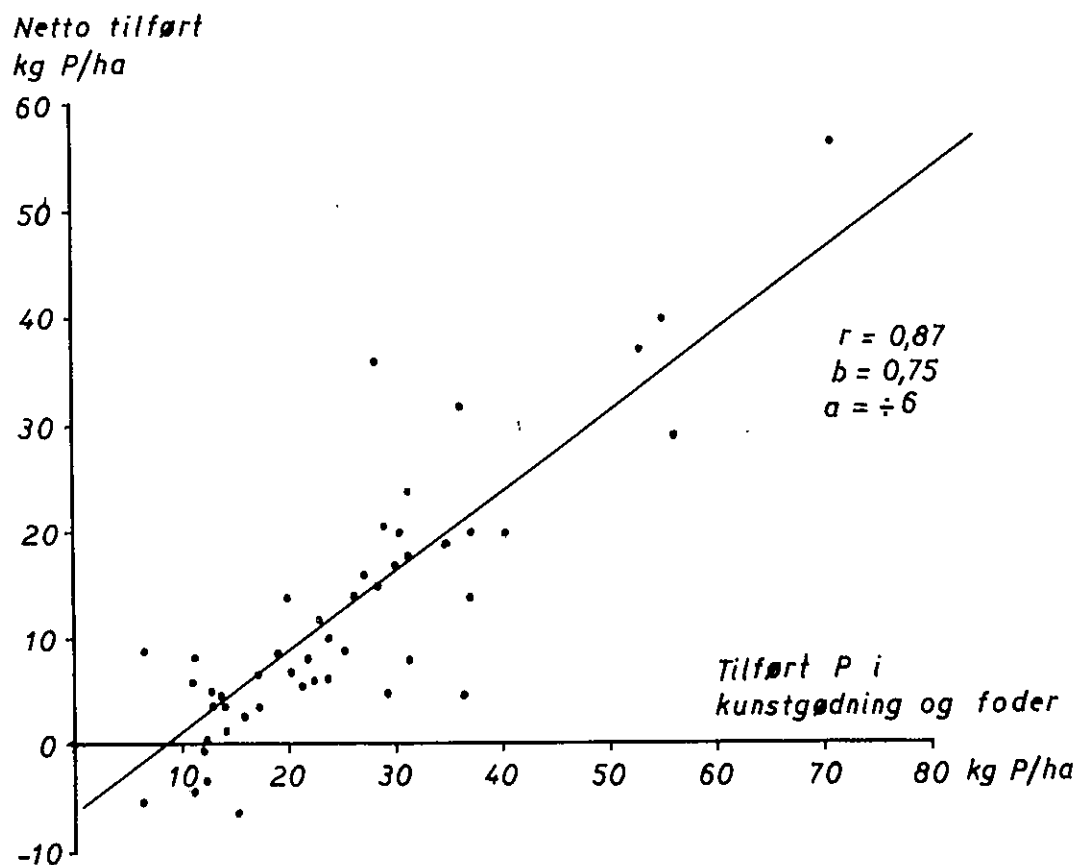
For fosfor må det antages, at alt nettotilført P er det fosfor, som jorden forøges med, da tabet ved udvaskning er ubetydeligt. Jordens gennemsnitlige stigning i fosfor bliver da på ca. 14 kg P/ha/år. Det svarer til en årlig forøgelse i fosforsyretallet (Ft) på ca. 0,19 enhed. At en sådan årlig stigning i jordens fosfortilstand faktisk finder sted, er kendt udfra analyser af jordens fosfortilstand for landet som helhed, hvor det viser sig, at jordens fosforindhold har

været jævnt stigende i de senere år, Olesen (1970). For enkelte ejendomme er der tale om en negativ balance, (d.v.s. der fjernes mere P, end der tilføres). Denne negative balance opstår tilsyneladende på ejendomme, hvor der tilføres mindre end 10 kg P/ha/år (kunstgødning + foder) og oftest på ejendomme uden husdyr.

Tabel 14. Nettotilførsel (potentiel udvaskning) af næringsstoffer beregnet som differens mellem bruttotilførsel og varesalg samt ammoniaktab.

		<u>kg N/ha</u>	<u>kg P/ha</u>
Bruttotilførsel (fra tabel 11)	Gjelbæk	171	25,7
	Voel bæk	172	29,7
Udførsel samt ammoniaktab (tabel 12 og 13)	Gjelbæk	85	13,8
	Voel bæk	89	13,3
Nettotilførsel (differens)	Gjelbæk	86	11,9
	Voel bæk	83	16,4

Fig. 6. Relationen mellem nettotilført (potentiel udvaskning) fosfor og tilført fosfor i kunstgødning og foder for oplandet til Voel bæk.



Da resultaterne synes at indikere, at den potentielle største udvaskningsrisiko findes på ejendomme med stort husdyrhold vil en nærmere vurdering af dette være af interesse.

I tabel 15 er foretaget en opdeling af materialet efter ejendomsstyper (produktionsform). Nettotilførselen af kvælstof (og fosfor) er størst for kvægbesætningerne, hvilket uden tvivl skyldes de store mængder kvælstofgødning til grovfoderarealerne. For ejendomme med ren kornavl nettotilføres ca. 56 kg N/ha (og fra ca. -3 kg til ca. 4 kg P/ha). Andre beregninger af materialet viser f.eks. for malkekvægsbesætninger, at når besætningsstørrelsen forøges med 0,1 storkreaturer pr. ha, forøges nettotilførselen med 3,7 kg N/ha og 0,7 kg P/ha.

Tabel 15. Tilført og bortført kvælstof (kg N/ha) fra forskellige ejendomsstyper samt ejendoms- og besætningsstørrelse. Gennemsnit for de to oplande.

Ejendomsstyper	Antal stkr./ha	Tilførsel			Bortførsel		Nettotilført	Gens. ejendomsstørr. ha
		Kunstgødning	Foder	Naturlig	Varesalg	Ammoniaktab		
Kornavl	0	93	0	40	75	2	56	8,7
Kun svin	1,68	89	63	40	50	38	104	20,2
Kun kvæg	1,46	122	88	40	56	32	162	16,9
Blandet besætning	1,61	78	46	40	51	37	76	17,8
Alle ejendomme	1,46	84	48	40	51	34	86	17,2

#### 10. Aktuel udvaskning.

Det nettotilførte (eller potentielle udvaskede) er ikke de næringsalte, som jorden årligt forøges med, specielt ikke for kvælstof, da der foregår en omsætning i jorden samt en denitrifikation, fastlægning og udvaskning.

Udvaskningen af kvælstof og fosfor fra de to oplande er beskrevet af Nielsen og Nyholm (1975). Disse resultater viser en årlig udvaskning på 30 kg N/ha og 22 kg N/ha og 0,5 kg P/ha og 0,2 kg P/ha for henholdsvis Gjelbæk og Voel bæk.

At udvaskningen af kvælstof og fosfor er lavere ved Voel bæk sammenlignet med Gjelbæk skyldes muligvis, at afstrømningen (l/sek/ha) ved Voel bæk er væsentlig mindre end ved Gjelbæk, hvilket betyder, at den underjordiske afstrømning ved Voel bæk må være større, således at kvælstof og fosfor her kan undergå biologiske og kemiske ændringer i de dybere jordlag.



### 11. Denitrifikation i jord.

Denitrifikation i jord for området er ikke undersøgt, men det er dog almindeligt kendt, at denitrifikation finder sted. Udfra massebalance kan det skønnes, hvor stor den årlige denitrifikation kan være. Baggrunden for denne beregning er forholdet mellem kvælstof og fosfor i jord samt kvælstofbalancen. Kvælstofbalancen kan skrives som følgende:

$$\text{bruttotilført N} \div \text{udført N} \div \text{ammoniaktab} \div \text{udvasket N} \div \text{ophobet N i jord} \div \text{denitrificeret N} = 0$$

og fosforbalancen:

$$\text{bruttotilført P} \div \text{udført P} \div \text{udvasket P} \div \text{ophobet P i jord} = 0$$

Ophobes kvælstof og fosfor i forholdet 2.5:1 (det forhold som oftest findes i jorden) bliver ophobet kvælstof = 2.5 x (nettotilført P ÷ udvasket P) som indsættes i kvælstofbalancen, hvorefter denitrifikation kan beregnes.

Anvendes denne beregningsmåde fås en denitrifikation på henholdsvis 27 og 25 kg N/ha/år for Gjelbæks og Voel bæks oplande (fig. 7 og 8). Disse værdier er af samme størrelsesorden, som angivet af Lindhard (1970) på landsbasis. En mere sikker kvantitativ bestemmelse vil kræve direkte målinger, og det er indlysende, at de ovennævnte tal kun må betragtes som meget skønsmæssige værdier.

### 12. Ophobning af kvælstof og fosfor i jord.

Ved ophobning forstås her en tilbageholdelse (fastlægning) af kvælstof og fosfor i jordprofilen i organisk eller uorganisk form. Derved forøges jordens produktivitet. Ophobningen kan ikke fortsætte i det uendelige, men vil sandsynligvis resultere i, at der opnås en ligevægtssituation, hvor udvaskningen i forhold til nu måske vil forøges. Jordens fosforadsorptionskapacitet er dog så stor, at der næppe indenfor en overskuelig årrække vil kunne iagttages en forøget udvaskning af fosfor.

For kvælstoffets vedkommende er det ikke sandsynligt, at udvaskningen forøges, fordi bl. a. denitrifikation forøges og kvælstoffixeringen formindskes med stigende tilførsel af mineralkvælstof til jorden. Disse forhold kan dog kun afgøres ved yderligere undersøgelser. Ophobningen af kvælstof og fosfor for de to oplande er givet i tabel 16 og fig. 7 og 8.

Tabel 16. Ophobning af kvælstof og fosfor i jord. Skønsmæssige værdier.

	<u>kg N/ha/år</u>	<u>kg P/ha/år</u>
Gjelbæk	29	11,4
Voel bæk	36	14,3

### 13. Kloakerings- og afløbsforhold.

Kloakerings- og afløbsforholdene på landbrugsejendomme er karakteriseret ved at være primitive. Det betyder oftest, at kloakeringen består af en septictank tilknyttet et sivedræn eller en sivebrønd. Ved besøgene på ejendommene blev der søgt oplyst, hvilken form for kloakering samt form for afløb fra køkken, malke- rum og møddingssted, der fandtes. Resultaterne er givet i tabel 17.

Afløb fra toilet løber alle igennem en septictank. Afløbet fra septictanken be- stod for 14 og 31% af ejendommene i en behandling gennem en sivebrønd, 2 og 24% løber ud på åben mark og infiltreres gennem jorden, 60 og 31% løber i markdræn, og 24 og 14% løber i en recipient for henholdsvis Gjelbæk og Voel bæk.

At jorden i højere grad anvendes som filter for husspildevand i oplandet til Voel bæk sammenlignet med Gjelbæk, skyldes forskel i jordtype, hvor sandjorderne ved Voel bæk er bedst egnede til infiltrering af spildevand.

Konklusionen af dette bliver, at ca. 40% af ejendommenes afløbsvand fra toilet behandles ved infiltrering, mens ca. 60% af ejendommenes afløbsvand ikke be- handles. Stort set det samme gør sig gældende med afløbet fra køkken.

Afløbet fra møddingsstedet (møddingvand) går for 36 og 54% af ejendommenes ved- kommende på åben mark, 31 og 48% opsamles og køres ud som gødning, mens 15% af afløbene fra møddingsstedet går direkte i markdræn.

Tabel 17. Afløbsforhold og behandlingsform for spildevand og møddingvand. Tal- lene angiver den procentvise fordeling.

	Toilet afløb				Køkken afløb			Møddingvand		
	sive- brønd	åben mark	dræn	bæk	åben mark	dræn	bæk	åben mark	dræn	opsamles
Voelbæk	31	24	31	14	40	42	18	54	15	31
Gjelbæk	14	2	60	24	0	67	33	36	15	48

Ved besøg på ejendommene blev der søgt oplysninger om antallet af vandingsste- der for kreaturer langs vandløbene. Resultaterne viser, at ca. 200 kreaturer bliver vandet fra 13 vandingssteder (3 i Gjelbæk resten i Voel bæk). Det viser, at kun ca. 10% af det totale antal kreaturer vandes ved vandløbene, hvilket hæn- ger sammen med, at det kun er et lille antal ejendomme, der har jord ned til vandløbene.

Fig. 7. Kvælstof- og fosforbalance for en gennemsnits ejendom i oplandet til Gjelbæk. Tallene i parentes er for fosfor. Alle tal er i kg pr. ha. Fordelingen på ophobet kvælstof og denitrifikation er meget skønsmæssigt.

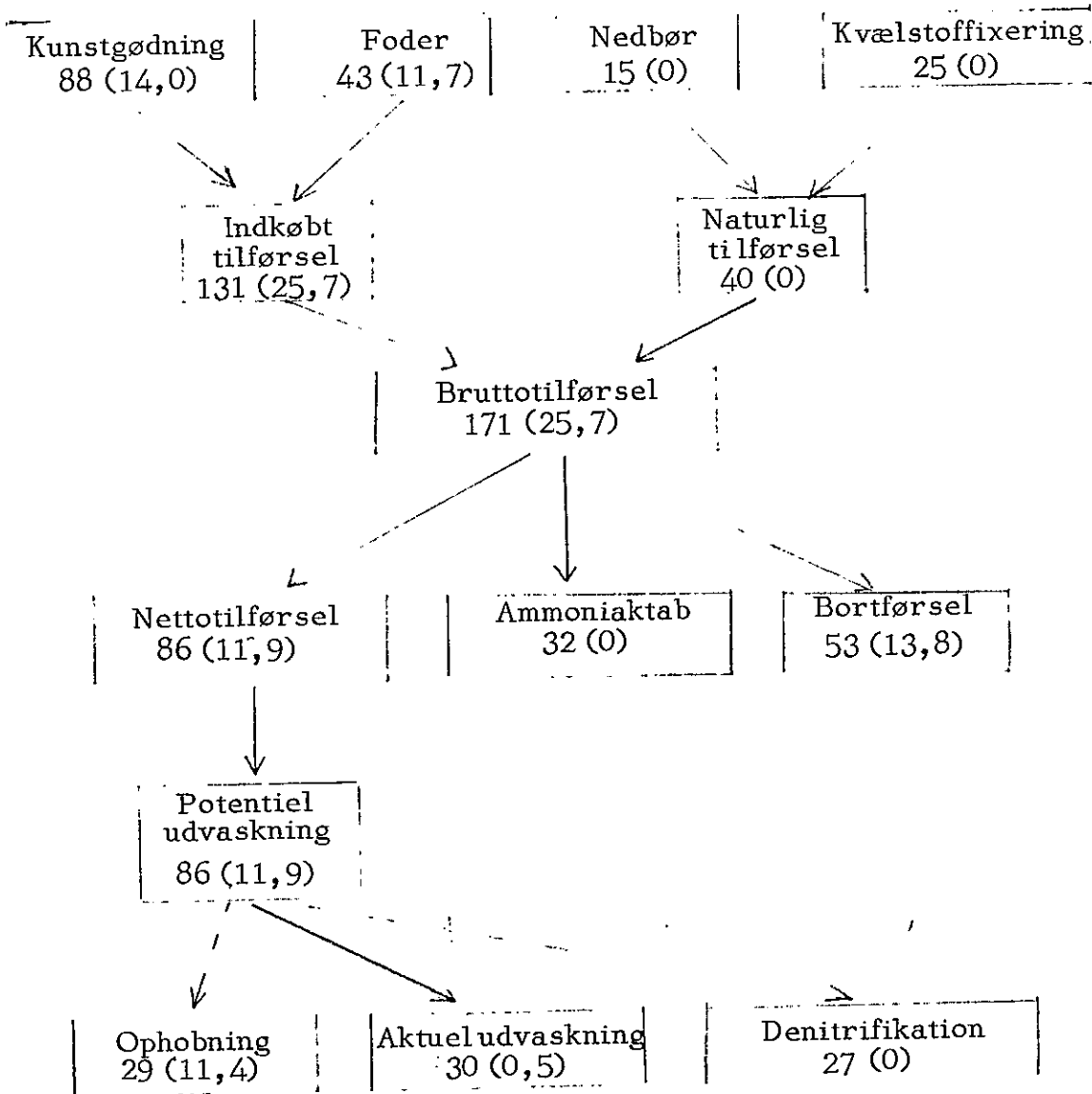
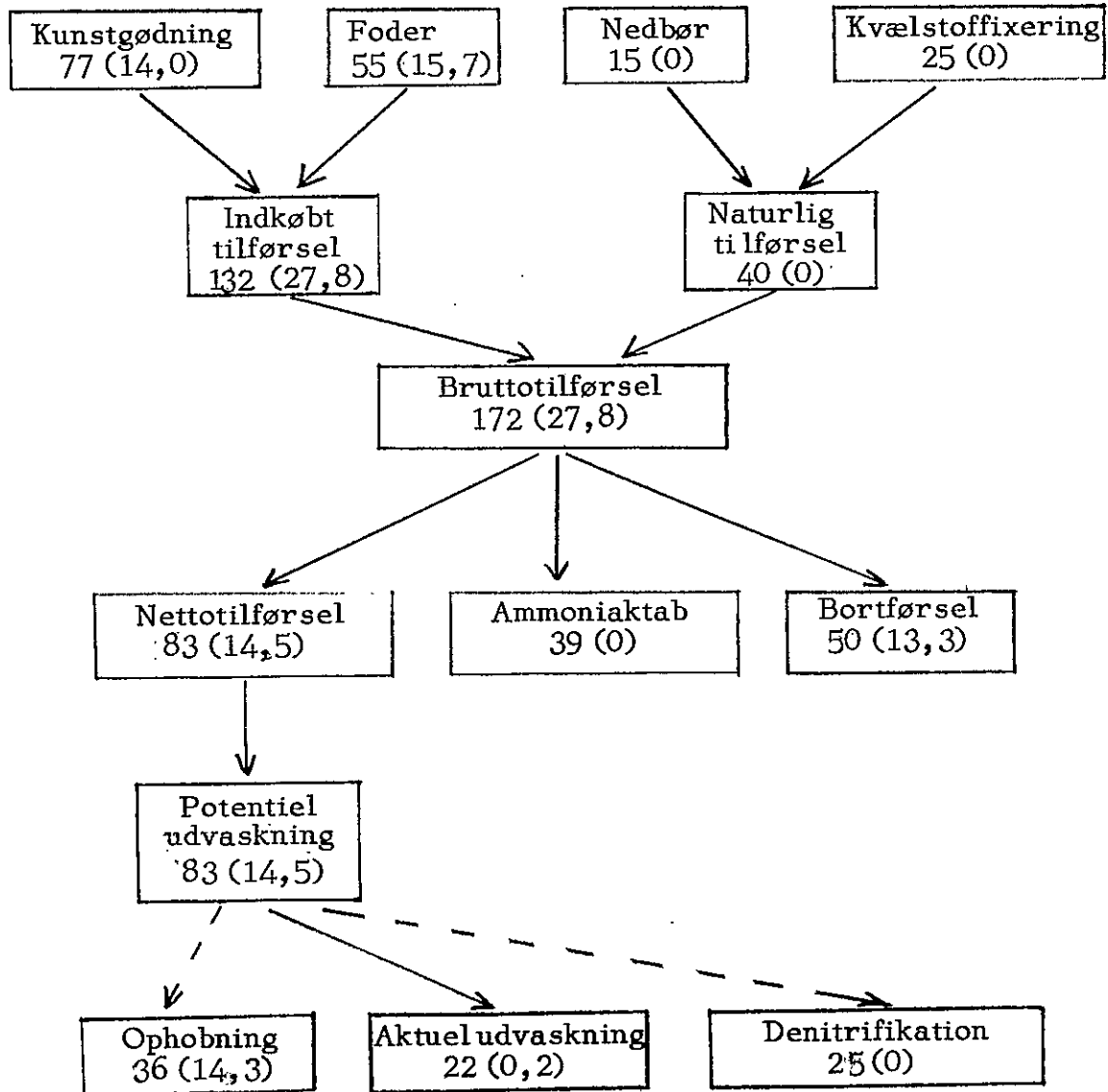


Fig. 8. Kvælstof- og fosforbalance for en gennemsnits ejendom i oplandet til Voel bæk. Tallene i parentes er for fosfor. Alle tal er i kg pr. ha. Fordelingen på ophobet kvælstof og denitrifikation er meget skøns- mæssigt.



## DISKUSSION

Jordbrugets struktur bl. a. ejendomsstørrelser øver afgørende indflydelse på de mængder næringssalte, som de enkelte ejendomme indkøber. De helt små ejendomme, hvor ejeren ofte har arbejde uden for landbruget, drives ekstensivt f. eks. med kornavl.

Gårde med et lidt større arealtilliggende, familiebrugene, har behov for en større produktion f. eks. i form af animalsk produktion for derved at opnå tilfredsstillende indtægt. Den animalske produktion kræver indkøb af såvel protein (d. v. s. kvælstof i foder), som fosfor i foder. På disse ejendomme hvor der er relativ stor animalsk produktion anvendes et relativt større areal til grovfoder, græs og rodfrugter, som samtidig kræver en større tilførsel af kunstgødning end korn. Det må derfor være fra ejendomme med stor animalsk produktion, der kan forventes mulighed for bidrag til vandforurening.

Sammenlignes de gennemsnitlige ejendomsstørrelser i Gjelbæk (21,7 ha) og Voelbæk (13,8 ha) områderne med landsgennemsnittet (22 ha) ses det tydeligt, at landbrugene i Gjelbæk området i struktur (arealbenyttelse og besætningsstørrelse) ikke afviger meget fra landsgennemsnittet. Det er derimod tilfældet for landbrugene i oplandet til Voelbæk, hvor bl. a. antal storkreaturer pr. ha er ca. 50% større end landsgennemsnittet. Det er karakteristisk for Danmark, at det er ejendomme med en gennemsnitsstørrelse på ca. 15 ha, der pr. arealenhed har det største antal kvæg og svin.

Selvom der blev fundet en væsentlig forskel mellem de to oplande med hensyn til besætningsstørrelse, har mængden af indkøbt kunstgødning stort set været ens for de to oplande. Der er dog en tendens til, at der på ejendomme med stor besætning f. eks. i oplandet til Voelbæk anvendes mere kunstgødningskvælstof, hvilket sandsynligvis skyldes et større grovfoderareal, som kræver mere kvælstof. Under-

søgelsesåret må anses for at være ekstremt forskelligt fra et normalt år på grund af de meget store prisstigninger, der fandt sted i 1973. Betragtet som helhed kan det skønnes, at indkøbet af kvælstof og fosfor i kunstgødning har været ca. 20% lavere end et normalt år.

Indkøbt tilførsel af kvælstof og fosfor i foder afhænger af antallet af storkreaturer. For ejendomme med et lavt antal storkreaturer pr. ha, (d.v.s. under ca. 0,4 pr. ha) indkøbes praktisk taget intet foder. Stiger antallet af storkreaturer udover 0,4 ha, indkøbes ca. 44 kg N/år og ca. 8 kg P/år pr. storkreatur. Ejendommene i oplandet til Voel bæk indkøbte mere foderkvælstof pr. storkreatur end ejendommene ved Gjelbæk.

Fjernelse af kvælstof og fosfor med salg af landbrugsvarer er størst fra ejendomme med ren kornavl. Det skyldes, at der i planteproduktion udnyttes ca. 70% af det tilførte kvælstof og fosfor, mens der i den animalske produktion kun udnyttes ca. 30%. Nogle beregninger viser, at med stigende besætningsstørrelse pr. ha aftager mængden af kvælstof og fosfor, der bortføres med salg af landbrugsvarer.

En negativ balance (udpining af jorden) finder sjældent sted, men kan dog iagttages på ejendomme uden husdyr, hvor tilførsel af kvælstof og fosfor i kunstgødning og foder er under ca. 50 kg N/ha/år og ca. 10 kg P/ha/år.

En væsentlig kilde til fjernelse af kvælstof er ammoniakfordampning fra husdyrgødningen. Den største fordampning er beregnet til 119 kg N/ha/år. Det gennemsnitlige tab af kvælstof via ammoniakfordampning er beregnet til 36 kg N/ha/år. Det er dog meget sandsynligt, at det gennemsnitlige tab er større på grund af den større mekaniserede udbringning af husdyrgødningen, og det er helt sikkert, at tabet af kvælstof fra den om sommeren producerede husdyrgødning (specielt fra kvæg på græs) er betydelig større end de anvendte 30% af husdyrgødningen. Ud fra de foreliggende data har det ikke været muligt at belyse dette forhold nærmere.

Nettotilførselen af næringssalte defineret som bruttotilførsel ÷ bortført ved varesalg samt ammoniaktab er det forhold, der har størst interesse i relation til vandforurening. For fosforets vedkommende må det antages, at nettotilførselen stort set er identisk med ophobningen af fosfor i jorden, da udvaskning af fosfor (ca. 0,4 kg P/ha/år) er lille. Ophobningen af fosfor har været på ca. 13 kg P/ha/år. Hvor længe en sådan ophobning kan fortsætte, uden lækage af fosfor finder sted, har stor praktisk betydning, men kan ikke umiddelbart beregnes. Kendes jordens fosforadsorptionskapacitet, kan det skønnes, hvor længe ophobningen kan fortsætte. Samtidig med at jordens fosforadsorptionskapacitet efterhånden opbruges, forøges jordvæskens fosforkoncentration (ny ligevægtskoncentration indstiller sig), hvorved jorden bliver mere produktiv, men hvorved også forureningsrisikoen ø-

ges. Disse forhold er langt fra klarlagt.

Nettertilførselen af kvælstof er betydelig forskellig fra ophobet kvælstof i jorden, fordi der sker dels udvaskning dels denitrifikation. Denitrifikationen kan muligvis virke som en regulerende faktor på udvasket kvælstof, da forskellige undersøgelser har vist, at denitrifikationen bliver større, jo højere jordvæskens nitratkoncentration er. I denne undersøgelse er der ud fra massebalancer og kvælstof-fosforforhold i jorden skønnet, hvor stor den årlige denitrifikation kan være. En sådan beregning er naturligvis behæftet med stor usikkerhed, da det ikke er kendt, hvorledes N-P-forholdet i jorden ændrer sig med varierende gødsningspraksis.

Resultaterne viser, at nettotilført kvælstof og fosfor (eller potentiel udvaskning) er afhængig af antal storkreaturer. Beregninger viser således, at nettotilførselen stiger med stigende besætningsstørrelse pr. areal enhed indenfor de grænser der er almindelige i Danmark.

Fratrækkes udvasket kvælstof og kvælstoftabet ved denitrifikation, bliver der en årlig ophobning i jorden på ca. 33 kg N/ha/år, som indgår i jordens humusindhold. Om en sådan årlig ophobning vil give anledning til forøget udvaskning, kan vanskeligt besvares. Ophobningen vil forøge jordvæskens koncentration af mineralkvælstof, hvorved jordens produktivitet forøges, men hvorved bl. a. kvælstoffixeringen hæmmes. Kun langt mere indgående undersøgelser over kvælstoffets omsætning i jorden kan klarlægge disse forhold.

Foruden udsivning af næringssalte fra de dyrkede marker sker der en udledning af næringssalte fra beboelserne. Udledes disse næringssalte direkte på jordoverfladen eller gennem sivebrønde vil praktisk taget alt fosfor blive fastlagt i jorden og en del af kvælstoffet fjernes ved denitrifikation, hvorfor indvirkningen på recipienten vil være minimal. Anderledes er forholdet, hvor der sker afledning fra beboelserne direkte til dræn eller recipient uden forudgående filtrering gennem jorden; her kan forureningsvirkningen være betydelig. Denne undersøgelse viser, at ca. 60% af beboelsernes afløbsvand ledes direkte i dræn eller recipient, mens ca. 40% behandles gennem en filtrering i jorden. Foretages derfor en korrektion, idet der tages hensyn til de 40%, tilføres fra personerne i det undersøgte landbrugsopland ca. 0,6 kg N/ha/år og ca. 0,2 kg P/ha/år. En væsentlig del af vandløbenes fosforkoncentration skyldes således personerne i oplandet.

Et andet forhold af interesse er overfladisk tilførsel af næringsstoffer ved vanderosion langs vandløbene og ved kreaturerne trafik i og ved vandløbet. Dette forhold kræver yderligere undersøgelser, men bør dog næppe negliseres.

L I T T E R A T U R

- Edens, J.J., (1975). Nutrient discharge from a 90 km<sup>2</sup> watershed. International Congress on Nitrogen as a water pollutant, København.
- Hansen, L. (1972). Drænvandsundersøgelse i 1971-72. Meddelelse nr. 1068 fra Statens Forsøgsvirksomhed i Plantekultur.
- Jørgensen, V., (1974). Næringsstoffer i nedbøren. 1970-74. Meddelelser nr. 1168 fra Statens Forsøgsvirksomhed i Plantekultur.
- Kjellerup, V., (1975). Kvælstofgødskningens indflydelse på drænvandets indhold af nitratkvælstof. Meddelelse nr. 1220 fra Statens Forsøgsvirksomhed i Plantekultur.
- Kofoed, A. Dam, (1961). Resultater af Statens forsøg i Plantekultur. 8. udgave. Udgivet af Statens Planteavlssudvalg.
- Lindhard, J., (1970). Om vandforurening med gødningsstoffer - kvælstofkredsløbet. Tidsskrift for landøkonomi. 157: 64-77.
- Lindhard, J., (1971). Om vandforurening med gødningsstoffer. Tidsskrift for Landøkonomi. 158: 237-255.
- Lindhard, J., (1974). Om husdyrgødning og dens anvendelse. Ugeskrift for agronomer og hortonomer. 3: 538-541.
- Lønholt, J., (1973). Landbrugets bidrag til N- og P-belastning af vore recipienter. Stads- og Havneingeniøren. Nr. 9173.
- Nielsen, K.S. og N. Nyholm, (1975). The contribution of nutrient from diffuse sources. International Congress on Nitrogen as a water pollutant. København.
- Olesen, Johs., (1970). 69. Beretning om planteavl sarbejdet i landboforeningerne i Jylland. Odense 1970.
- Statens Husdyrbrugsforsøg, (1975). Personlig meddelelse.
- Steenbjerg, F. (1965). Planternes ernæring. DSR Forlag-Boghandel. Den kgl. Veterinær- og Landbohøjskole. pp 550.



Ejendommens nr.: \_\_\_\_\_ Ejendomsforhold: \_\_\_\_\_ Areal: \_\_\_\_\_

Gårdsnavn: \_\_\_\_\_ Adr.: \_\_\_\_\_

Antal voksne: \_\_\_\_\_ børn: \_\_\_\_\_ Jordtype: \_\_\_\_\_

Areal-anvendelse		Ensilage				Besætning		
afgrøde	ha	sum ha	type	opbevaring	beliggenhed	art	antal	stkr.
orn		-				Heste		
ræs		-				Køer		
odfrugt		-				Opdræt		
ng		-				Fedesvin		
pecialafgr.						Søer + gylte		
skov						Får		
arket						Fjerkræ		
Ialt	-					Ialt	-	

Gødning:

	Afgrøde	ha	Gødningstype	Mængde/ha	Udbringelsestidsp.
årsæd					
intersæd					
ræs					
odfrugt					
artofler					
ng					
andre afgrøder					

Bilag 1

Foder  
=====

	mængde	type	mængde	type	mængde	type
Købt foder						
Solgte afgrøder						

Udbinding af kreaturer / staldfodring:

Diverse.

Vandingssted ved vandløbet:

Kunstig vanding (boring eller vandløb) ha \_\_\_\_\_ mm/ha \_\_\_\_\_ ialt mm \_\_\_\_\_

Andre forhold af interesse:

Bilag 2 a. Ejendomsstørrelse, antal storkreaturer pr. ha, samt tilført og bortført kvælstof pr. ha for oplandet til Gjelbæk.

Ejendommens nr.	ha.	Storkreaturer (kvæg + svin)	Kunstgødning	Foder	Kunstgødning og foder	Bortførsel	Husdyrgødning	Ammoniaktab
	1	2	3	4	5 = 3 + 4	6	7	8
1	8,0	1,0	148	0	148	90	58	24
2	22,0	3,2	92	226	318	84	234	69
3	75,0	0,9	53	34	87	20	67	20
4	9,0	0,0	94	0	94	80	0	2
5	1,4	0,0	113	0	113	80	0	2
6	28,0	1,4	79	34	113	28	85	31
7	6,4	0,9	130	0	130	51	63	22
8	8,4	5,0	97	124	221	130	350	107
9	3,0	1,3	69	7	77	41	91	31
10	20,0	1,5	86	123	209	39	105	34
11	11,7	2,1	111	69	180	55	147	46
12	5,5	1,2	113	42	156	29	105	34
13	13,0	1,4	56	29	87	37	98	30
14	2,2	0,9	38	12	50	21	63	20
15	31,0	0,6	73	34	106	16	42	15
16	23,8	2,5	99	96	195	61	175	55
17	8,5	2,5	101	122	223	125	175	55
18	18,0	0,0	113	0	113	66	0	2
19	50,0	0,6	119	2	121	83	42	15
20	17,8	0,3	79	0	79	45	21	8
21	36,0	2,1	73	63	136	75	147	46
22	6,0	3,2	132	80	212	52	224	70
23	6,0	1,5	62	27	89	43	105	34
24	6,9	2,2	60	51	112	58	154	48
25	11,0	0,8	63	12	75	38	56	19
26	12,2	1,7	77	62	139	43	119	38
27	7,5	1,5	100	41	141	36	105	34
28	53,0	1,3	102	36	138	34	91	29
29	23,2	2,1	127	56	183	62	147	47
30	4,4	0,0	83	0	83	83	0	2

## Bilag 2 a fortsat.

Ejendommens nr.	ha.	Storkreaturer (kvæg + svin)	Kunstgødning	Foder	Kunstgødning og foder	Bortførsel	Husdyrgødning	Ammoniaktab
	1	2	3	4	5 = 3 + 4	6	7	8
31	21,0	1,8	19	22	41	78	126	38
32	27,6	2,5	121	47	168	69	175	54
33	6,3	0,0	98	0	98	79	0	2
34	11,0	1,8	76	43	119	79	126	40
35	16,0	2,2	161	81	242	48	154	49
36	50,0	1,3	123	40	163	44	91	29
37	6,5	0,0	61	0	61	94	0	2
38	22,5	2,9	109	139	248	64	203	63
39	21,0	2,0	117	57	174	42	140	44
40	21,5	1,5	63	120	183	40	105	33
41	42,0	1,5	81	59	141	37	105	33
42	10,5	3,0	93	124	217	79	210	68
43	10,5	1,5	101	40	141	42	105	34
44	22,0	1,9	91	31	121	50	133	29
45	40,0	1,0	94	19	113	28	70	23
46	2,8	0,0	77	0	77	79	0	1
47	19,9	1,2	114	0	155	31	84	27
48	79,0	0,2	89	7	96	67	14	6
49	59,5	0,2	78	0	78	48	14	6

Bilag 2 b. Ejendomsstørrelse, antal storkreaturer pr. ha, samt tilført og bortført fosfor pr. ha for oplandet til Gjelbæk.

Ejendommens nr.	ha.	Storkreaturer (kvæg + svin)	Kunstgødning	Foder	Kunstgødning og foder	Bortførsel	Husdyrgødning
	1	2	3	4	5 = 3 + 4	6	7
1	8,0	1,0	29	0	29	24	11
2	22,0	3,2	0	56	56	26	35
3	75,0	0,9	25	11	36	8	10
4	9,0	0,0	17	0	17	17	0
5	1,4	0,0	14	0	14	0	0
6	28,0	1,4	14	6	20	6	15
7	6,4	0,9	23	0	23	5	10
8	8,4	5,0	11	25	36	31	55
9	3,0	1,3	12	2	14	10	14
10	20,0	1,5	16	39	55	15	16
11	11,7	2,1	17	18	35	16	23
12	5,5	1,5	20	11	31	8	16
13	13,0	1,4	10	8	19	10	15
14	2,2	0,9	10	3	13	7	10
15	31,0	0,6	9	11	20	6	7
16	23,8	2,5	14	23	37	18	27
17	8,5	2,5	18	22	40	29	27
18	18,0	0,0	0	0	0	15	0
19	50,0	0,6	25	0	25	18	7
20	17,8	0,3	14	0	14	11	3
21	36,0	2,1	9	22	31	25	23
22	6,0	3,2	12	24	36	20	35
23	6,0	1,5	11	10	21	14	17
24	6,9	2,2	11	12	23	17	24
25	11,0	0,8	11	2	13	9	9
26	12,2	1,7	14	13	27	11	19
27	7,5	1,5	18	10	28	13	17
28	53,0	1,3	12	11	23	12	14
29	23,2	2,1	18	19	37	23	23
30	4,4	0,0	15	0	15	16	0

Bilag 2 b fortsat.

Ejendommens nr.	ha.	Storkreaturer (kvæg + svin)	Kunstgødning	Foder	Kunstgødning og foder	Bortførsel	Husdyrgødning
	1	2	3	4	5 = 3 + 4	6	7
31	21,0	1,8	8	4	12	18	20
32	27,6	2,5	14	9	23	18	27
33	6,3	0,0	12	0	12	17	0
34	11,0	1,8	13	9	22	18	20
35	16,0	2,2	16	14	30	11	24
36	50,0	1,3	22	8	30	11	14
37	6,5	0,0	11	0	11	15	0
38	22,5	2,9	13	58	71	16	32
39	21,0	2,0	14	12	26	12	22
40	21,5	1,5	15	38	53	16	17
41	42,0	1,5	18	17	35	14	17
42	10,5	3,0	14	29	43	22	33
43	10,5	1,5	15	9	24	12	17
44	22,0	1,9	10	7	17	14	17
45	40,0	1,0	10	7	17	10	11
46	2,8	0,0	6	0	6	11	0
47	19,9	1,2	20	11	31	12	13
48	79,0	0,2	5	2	7	16	2
49	59,5	0,2	15	0	15	12	2

Bilag 3 a. Ejendomsstørrelse, antal storkreaturer pr. ha, samt tilført og bortført kvælstof pr. ha for oplandet til Voel bæk.

Ejendommens nr.	ha.	Storkreaturer (kvæg + svin)	Kunstgødning	Foder	Kunstgødning og foder	Bortførsel	Husdyrgødning	Ammoniaktab
	1	2	3	4	5 = 3 + 4	6	7	8
1	26,1	2,9	87	70	158	56	209	65
2	8,5	5,1	102	301	403	118	357	109
3	35,0	1,3	113	66	179	41	91	29
4	21,5	3,7	220	434	654	99	259	82
5	5,2	0,2	15	0	15	77	14	4
6	6,6	1,9	82	78	161	51	133	42
7	19,5	1,8	101	90	191	44	126	40
8	4,7	1,0	66	7	74	14	28	10
9	16,1	1,5	177	35	213	37	105	36
10	15,2	2,9	132	73	205	70	203	64
11	17,7	0,2	91	0	91	70	14	6
12	7,3	1,2	85	0	85	23	84	27
13	18,0	1,4	26	22	48	36	98	30
14	15,4	1,2	80	15	95	33	84	27
15	19,8	0,4	95	0	95	13	28	10
16	10,2	0,5	10	2	12	10	35	11
17	7,5	0,9	88	10	98	17	63	21
18	10,5	0,0	48	0	80	76	0	1
19	16,8	0,0	115	0	115	80	0	2
20	11,0	2,4	184	104	288	64	169	55
21	13,2	1,6	76	23	100	42	84	27
22	6,0	2,0	63	70	133	41	140	43
23	11,5	0,4	58	0	58	29	28	9
24	15,4	1,2	98	6	104	20	84	27
25	20,0	3,2	108	75	183	49	224	69
26	15,3	2,2	110	63	173	55	154	48
27	21,4	0,5	28	0	28	16	35	11
28	12,5	0,4	29	0	29	16	28	8
29	8,3	0,1	78	0	78	61	8	3
30	45,3	1,9	105	118	123	61	133	42

## Bilag 3 a fortsat

Ejendommens nr.	ha.	Storkreaturer (kvæg + svin)	Kunstgødning	Foder	Kunstgødning og foder	Bortførsel	Husdyrgødning	Ammoniaktab
31	5,4	3,9	105	130	235	31	273	84
32	22,6	2,5	106	56	162	62	175	55
33	7,0	0,3	60	10	70	35	21	7
34	21,1	1,2	129	53	182	40	84	28
35	9,9	0,9	51	18	69	25	63	20
36	27,2	1,1	66	51	117	28	70	22
37	16,5	0,0	103	0	103	60	0	2
38	1,0	0,0	0	0	0	22	0	0
39	15,0	8,3	131	547	678	213	581	119
40	7,4	3,6	76	114	190	75	252	77
41	9,8	1,9	86	73	159	47	133	42
42	8,5	0,0	60	0	60	42	0	1
43	11,0	0,4	113	43	156	33	28	10
44	11,3	1,2	102	14	116	48	84	27
45	8,6	0,7	72	42	115	22	49	16
46	11,5	1,5	94	49	143	38	105	34
47	18,4	0,9	75	40	115	20	53	18
48	19,7	2,1	136	34	170	57	147	47
49	9,5	1,6	128	37	165	46	112	37
50	1,8	1,1	109	0	109	19	77	25
51	3,3	0,0	90	-	90	49	0	2
52	24,2	1,6	107	32	139	38	112	36
53	20,1	1,6	79	15	94	38	112	36
54	11,8	0,4	44	0	44	35	28	9
55	11,7	1,4	74	34	107	46	98	31
56	12,8	1,2	70	9	79	33	84	26
57	12,5	3,1	100	124	224	79	217	67
58	8,2	0,7	78	20	98	23	49	17
59	13,9	2,9	101	137	238	67	203	63
60	24,4	1,6	166	21	187	44	112	37



Bilag 3 a fortsat.

Ejendommens nr.	ha.	Storkreaturer (kvæg + svin)	Kunstgødning	Foder	Kunstgødning og foder	Bortførsel	Husdyrgødning	Ammoniaktab
	1	2	3	4	5 = 3 + 4	6	7	8
61	11,0	2,5	166	77	243	70	175	56
62	14,7	2,9	96	124	220	84	203	63
63	4,9	2,6	100	32	133	39	182	57
64	3,6	2,7	34	0	34	86	189	57

Bilag 3 b. Ejendomsstørrelse, antal storkreaturer pr. ha, samt tilført og bortført fosfor pr. ha for oplandet til Voel bæk.

Ejendommens nr.	ha.	Storkreaturer (kvæg + svin)	Kunstgødning	Foder	Kunstgødning og foder	Bortførsel	Husdyrgødning
	1	2	3	4	5 = 3 + 4	6	7
1	26,1	2,9	14	13	27	15	32
2	8,5	5,1	10	58	69	31	56
3	35,0	1,3	15	23	38	14	14
4	21,5	3,7	15	42	58	23	41
5	5,2	0,2	5	0	5	10	2
6	6,6	1,9	9	18	27	13	21
7	19,5	1,8	17	16	33	11	20
8	4,7	0,4	12	2	14	5	4
9	16,1	1,5	21	8	29	10	17
10	15,2	2,9	22	13	35	17	32
11	17,7	0,2	16	0	16	14	2
12	7,3	1,2	21	0	21	7	13
13	18,0	1,4	7	4	11	9	15
14	15,4	1,2	13	3	16	9	13
15	19,8	0,4	17	0	17	3	4
16	10,2	0,5	2	0	2	3	6
17	7,5	0,9	16	1	17	5	10
18	10,5	0,0	10	0	10	14	0
19	16,8	0,0	15	0	15	8	0
20	11,0	2,4	20	22	42	18	26
21	13,2	1,2	15	4	19	10	13
22	6,0	2,0	1	14	15	12	22
23	11,5	0,4	10	0	10	7	4
24	15,4	1,2	13	2	15	6	13
25	20,0	3,2	19	22	41	14	35
26	15,3	2,2	13	13	26	15	24
27	21,4	0,5	5	0	5	6	6
28	12,5	0,4	12	0	12	3	3
29	8,3	0,1	22	0	22	12	1
30	45,3	1,9	18	23	41	23	21

## Bilag 3 b fortsat.

Ejendommens nr.	ha.	Storkreaturer (kvæg + svin)	Kunstgødning	Foder	Kunstgødning og foder	Bortførsel	Husdyrgødning
	1	2	3	4	5 = 3 + 4	6	7
31	5,4	3,9	2	29	31	30	43
32	22,6	2,5	15	10	25	16	28
33	11,0	0,3	10	3	13	9	3
34	21,1	1,2	15	26	41	11	13
35	9,9	0,9	14	5	19	7	10
36	37,2	1,0	8	9	17	8	11
37	16,5	0,0	29	0	29	11	0
38	1,0	0,0	16	0	16	8	0
39	15,0	8,3	3	174	177	67	91
40	7,4	3,6	13	25	38	21	40
41	9,8	1,9	18	11	29	12	21
42	8,5	0,0	9	0	9	8	0
43	11,0	0,4	2	13	15	6	4
44	11,3	1,2	9	3	12	12	13
45	8,6	0,7	13	12	25	7	8
46	11,5	1,5	17	12	29	12	17
47	18,4	0,9	16	8	24	5	10
48	19,7	2,1	18	9	27	18	23
49	9,5	1,6	15	8	23	12	18
50	1,8	1,1	12	0	12	7	12
51	3,3	0,0	10	0	10	11	0
52	24,2	1,6	11	7	18	7	18
53	20,1	1,6	14	3	17	9	18
54	11,8	0,4	14	0	14	7	4
55	11,7	1,4	10	8	18	12	15
56	12,8	1,2	10	2	12	9	13
57	12,5	3,1	7	24	31	23	34
58	8,2	0,7	17	4	21	4	8
59	13,9	2,9	21	26	47	18	32
60	24,4	1,6	15	4	19	10	18

## Bilag 3 b fortsat.

Ejendommens nr.	ha.	Storkreaturer (kvæg + svin)	Kunstgødning	Foder	Kunstgødning og foder	Bortførsel	Husdyrgødning
	1	2	3	4	5 = 3 + 4	6	7
61	11,0	2,5	18	14	32	16	28
62	14,7	2,9	11	25	36	23	32
63	4,9	2,6	12	9	21	14	29
64	3,6	2,7	4	0	4	22	30