

Nitratudvaskning i indsatsområderne Beder og Åbo

Århus Amt

April 2006

Titelblad

Rekvirent: Århus Amt
Natur og Miljø
Lyseng Allé 1
8270 Højbjerg

Rådgiver: Watertech a/s
Søndergade 53
DK-8000 Århus C
Tlf.: +45 8732 2020
Fax: +45 8732 2021

Rapport titel:

Nitratudvaskning i indsatsområderne Beder og Åbo

Dato: 6. april 2006
Sags nr.: 1466
Nøgleord: Nitratudvaskning, Daisy-modellen
Filnavn: Nitratudvaskning_Adslev-Byager-Ajstrup_20060405.doc

Udarbejdet af: Christian Thirup
Kvalitetssikret af: Ulla Lyngs Ladekarl

Indholdsfortegnelse

1	Indledning	1
1.1	Baggrund	1
1.2	Formål	1
1.3	Fremgangsmåde	2
2	Datagrundlag og modelopsætning	3
2.1	Daisy modellen	3
2.2	Klima	3
2.3	Jordbund	5
2.3.1	Reduktion af jordtyper i beregningerne	7
2.3.2	Organisk stof i jorden (humus)	8
2.3.3	Nedre rand	9
2.4	Dyrkningsoplysninger	9
2.4.1	Arealanvendelse	9
2.4.2	Dyrkningsoplysninger	9
2.4.3	Husdyrgødning	11
2.4.4	Afgrødefordeling	11
2.4.5	Udbyttensniveau	11
2.4.6	Kalibrering af udbytte	13
3	Resultater	15
3.1	Landbrugsarealer i omdrift	15
3.1.1	Vandbalance	15
3.1.2	Kvælstofbalance på omdriftsarealer	15
3.2	Arealer udenfor omdrift	18
3.2.1	Fordampning og perkolation (afstrømning)	19
3.2.2	Nitratudvaskning	20
3.3	Vand- og kvælstofbalance for de samlede beregningsområder	20
4	Konklusion	22
5	Referencer	24

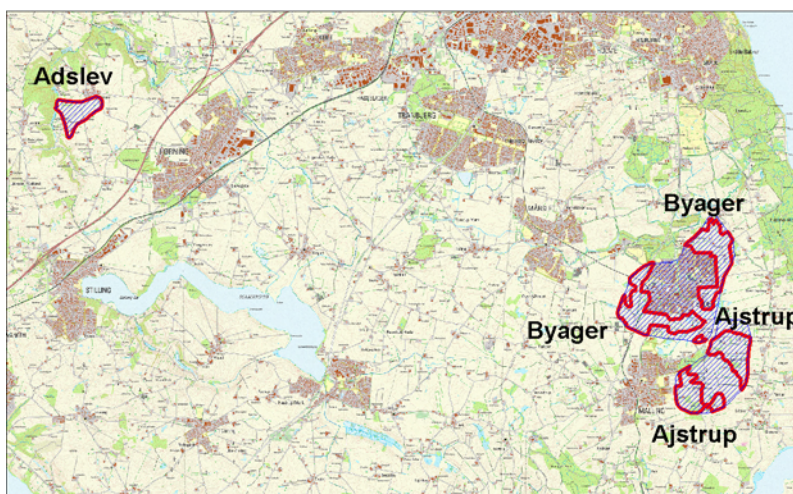
Bilagsoversigt

Bilag 1	Jordtype i gødningsplan i forhold til jordartskort
Bilag 2	Landbrugsbedrifter i beregningsområdet
Bilag 3	Kort over landbrugsbedriftenes placering
Bilag 4	Sædskifter og dyrkningsoplysninger
Bilag 5	Udbytter i forhold til jordtype
Bilag 6	Kvælstofbalancer
Bilag 7	Kort over kvælstofudvaskning
Bilag 8	Kort over nitratkoncentration
Bilag 9	Kort over kvælstofhøst
Bilag 10	Hydrauliske parametre

1 Indledning

1.1 Baggrund

Århus Amt har igangsat udarbejdelse af indsatsplaner til drikkevandsbeskyttelse i indsatsområderne Beder og Åbo. Som et led heri har Århus Amt behov for at kende størrelsen af nitratudvaskningen i nogle af de nitratfølsomme områder indenfor grundvandsdannende oplande til vandværksboringer. Disse benævnes efterfølgende som beregningsområder. Af Figur 1-1 fremgår de områder hvor indenfor der i denne rapport er beregnet nitratudvaskning. Beregningsområderne er opdelt i 1) Adslev, 2) Byager og 3) Ajstrup.



Figur 1-1: Grundvandsdannende områder (blå skravering) og områder i indsatsområderne Beder og Åbo (rød), hvor der er udført detaljerede nitratudvaskningsberegninger (beregningsområder). Beregningerne er udført på 222 ha omdriftsareal. På øvrige arealer er der anvendt erfaringsværdier.

1.2 Formål

Nitratudvaskningen ud af rodzonen ved den nuværende landbrugspraksis er beregnet på detaljeret niveau på omdriftsarealerne. På de øvrige arealer indenfor beregningsområderne er der foretaget en vurdering af nitratudvaskningen. Resultaterne danner, sammen med resultaterne af grundvandskortlægningen baggrund for, om der er behov for at iværksætte tiltag overfor den nuværende nitratudvaskning for sikring af drikkevandsinteresserne i indsatsområderne.

Områderne hvor indenfor nitratudvaskningen er bestemt, er på 354 ha. Omdriftsarealerne udgør ca. 222 ha fordelt på ca. 34 ejendomme. Endnu enkelte ejendomme driver landbrugsarealer i området, men disse er enten braklagt eller ligger i permanent græs.

1.3 Fremgangsmåde

Beregningerne er gennemført på baggrund af data frem til år 2006 indsamlet fra den enkelte landbrugsbedrift. Dette arbejde er primært gennemført af LandbrugsRådgivning Østjylland I/S og Århus-Hadsten Landboforening. Fra enkelte mindre ejendomme er oplysningerne indsamlet af Watertech.

Ud fra dyrkningsoplysninger, jordtype og klimadata er nitratudvaskningen beregnet på detaljeret niveau på omdriftsarealerne med Daisy-modellen. På øvrige arealer er der anvendt erfaringsværdier for nitratudvaskning.

2 Datagrundlag og modelopsætning

I dette kapitel præsenteres nitratudvaskningsmodellen Daisy samt datagrundlaget for beregning af nitratudvaskningen i beregningsområderne i indsatsområderne i Beder og Åbo. Datagrundlaget omfatter klimadata, jordbundsdata og dyrkningsdata.

2.1 Daisy modellen

Beregning af nitratudvaskningen er udført med Daisy-modellen /1/ og /2/ i brugerfladen DaisyGIS. Der er udarbejdet en ståbi til en standardiseret opsætning af Daisy /3/. Denne ståbi er fulgt mht. fremgangsmåde for modellering, ændringer og dokumentation. I referencelisten er angivet henvisninger til Daisy-modellens hjemmeside og til den standardiserede opsætning af Daisy, hvor detaljerede informationer om modellen kan læses.

Daisy er en dynamisk, numerisk model i én dimension, der kan simulere og integrere processer i jord, planter og atmosfære. Ud fra målte klimadata og data for dyrkningspraksis, samt kendte parametre for henholdsvis jord og vegetation, kan modellen bl.a. beregne planteproduktionens størrelse samt vand- og kvælstofbalance for den enkelte mark. Modellen kan således simulere, hvorledes forskellige dyrkningssystemer og forskellig dyrkningspraksis influerer på planteproduktion såvel som på ressource-udnyttelse og miljøbelastning, herunder udvaskning af kvælstof fra rodzonen.

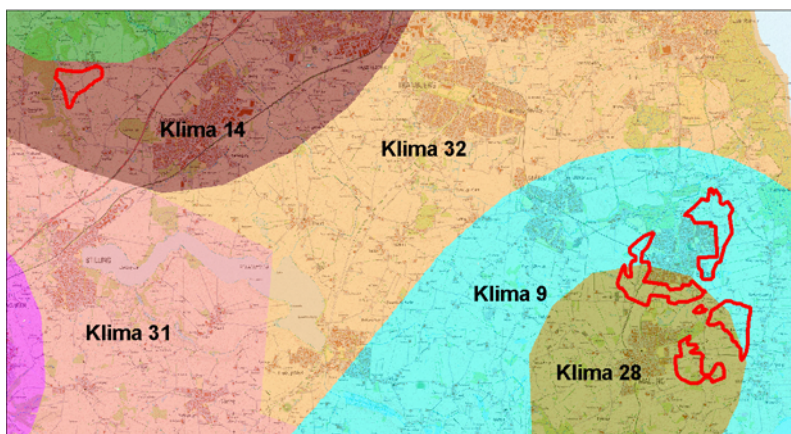
Daisy-modellen er under løbende udvikling og opdateres efterhånden som ny viden kan indbygges i modellen. I dette projekt er version 3.79 anvendt.

2.2 Klima

Daisy-modellen anvender døgnværdier for nedbør, temperatur, globalstråling og referencefordampning. Der er anvendt følgende værdier:

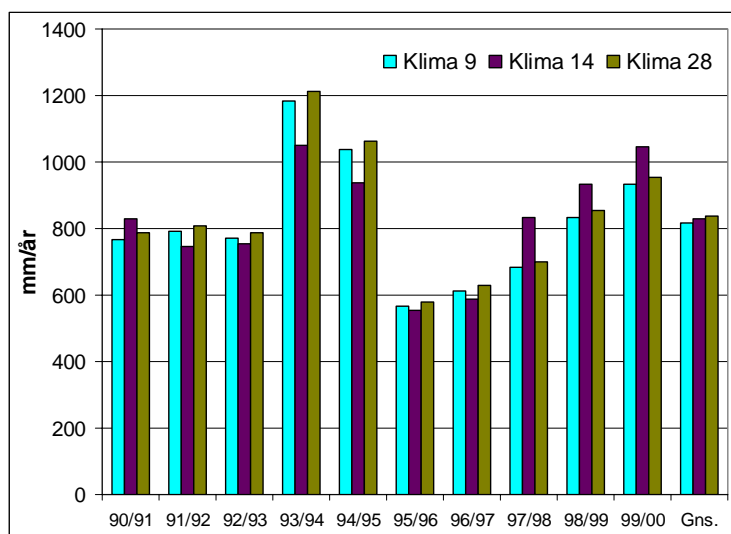
- Globalstråling: Station Ødum
- Lufttemperatur: Gridværdier (40 km x 40 km gridstørrelse)
- Referencefordampning: Gridværdier (40 km x 40 km gridstørrelse)
- Nedbør: Zone 9, Zone 14 og zone 28 fra beregning af nettonedbør i grundvandsmodellen opstillet for området /13/.

Korrektion af nedbør og beregning af klimazoner er beskrevet i /13/. Klimazone 9 og 28 repræsenterer området omkring Byager og Ajstrup og klimazone 14 repræsenterer området omkring Adslev, Figur 2-1.



Figur 2-1: Klimazone-inddeling omkring beregningsområderne i indsatsområderne Beder og Åbo.

Nedbøren i klimazone 9 har i gennemsnit været 818 mm/år i perioden 1. april 1990 til 31. marts 2000. I klimazone 14 har nedbøren i gennemsnit været 827 mm/år og i klimazone 28 har den været 838 mm/år. I Figur 2-2 ses værdierne de enkelte år i hver klimazone. Klimazone 9 og 28, som beskriver området omkring Ajstrup/Byager, har et meget parallelt forløb, mens klimazone 14 (Adslev) afviger fra de to.



Figur 2-2: Årlig nedbør i klimazone 9, 14 og 28 i perioden 1990 – 2000 (1/4 - 31/3).

Ved Daisy modelleringen er der anvendt klimadata fra 1. april 1990 til 31. marts 2000. Klimaperioden er forlænget tilbage til 1980 ved at gentage perioden 1. april 1990 – 31. marts 2000. Årene fra 1980 til 1990 fungerer som indkøringsperiode, hvor jordens organiske pulje kan nå at stabilisere sig i modellen. Dette er i overensstemmelse med Daisy-ståbien /3/. De sidste 10 år (1. april 1990 – 31. marts 2000) i klimaperioden anvendes ved præsentation af resultaterne.

Kvælstofdeposition

Ifølge /9/ har kvælstofdepositionen i Århus Kommune i gennemsnit været 16,6 kg N/ha/år i 2004, næsten ligeligt fordelt på våd- og tørdeposition. Disse værdier er anvendt i beregningerne.

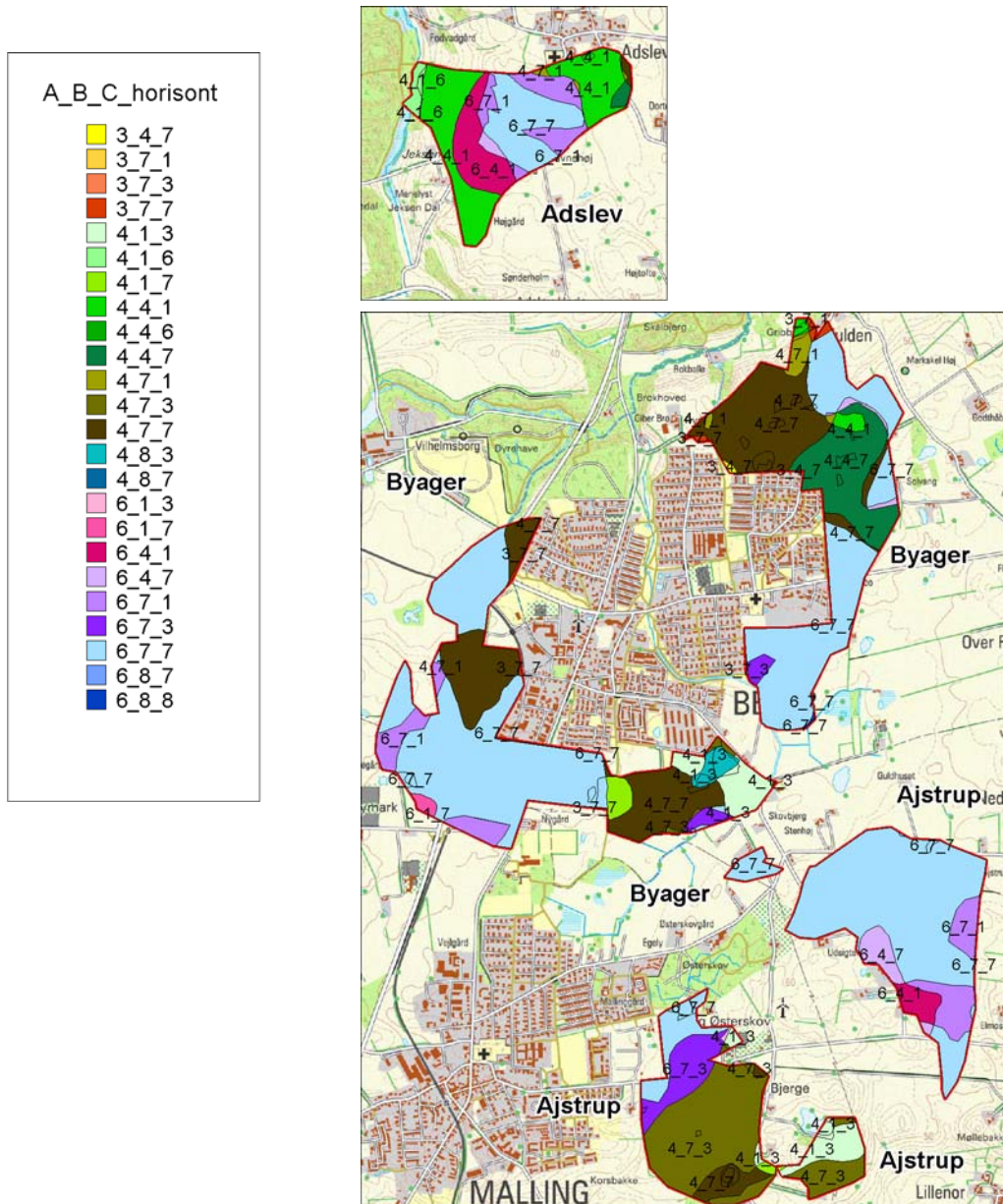
2.3 Jordbund

Århus Amt har gennem de seneste år fået udført kortlægninger af geologien i bl.a. beregningsområderne i Århus Syd ved hjælp af geofysiske målemetoder. Disse målinger giver en god fladedækning af jordarterne, og er blevet anvendt til forbedring af det eksisterende jordartskort /4/. I kortet indgår angivelse af jbn-numre i A, B og C horisont. I Tabel 2-1 ses fordelingen af jordtyper indenfor hvert af beregningsområderne (opland), indenfor markblokkortet og for marker i omdrift. I samme tabel er vist landmændenes vurdering af jordboniteten. Oplandsarealerne er i alt på 354 ha, blokkortarealet er i alt 306 ha og marker i omdrift udgør ca. 222 ha.

Tabel 2-1: Fordeling af jordtyper indenfor hvert af beregningsområderne i indsatsområderne Beder og Åbo. Oplysninger fra gødningsplan er landmandens vurdering af boniteten i pløjelaget, mens oplysninger fra Rodzonekortet er opdelt i 3 horisonter.

Opland	Gødningsplan			Rodzonekort						
	JB-nr	Areal (ha)	%	Horisont A_B_C	Opland		Blokkort		Marker i omdrift	
					Ha	%	ha	%	ha	%
Adslev	4	5	16	4_1_6	1	3	1	3		
	5	15	45	4_4_1	19	39	15	36	8	28
	6	3	9	4_4_7	1	2	1	2	1	2
	7	2	6	4_7_1	<1	1	<1	1	<1	1
	Ukendt	8	24	4_7_7	<1	1	<1	1	<1	1
				6_4_1	8	16	7	16	3	12
				6_4_7	1	1	1	1	<1	2
				6_7_1	7	14	6	15	5	19
				6_7_7	11	24	11	26	10	36
Ajstrup	3	6	7	4_1_3	6	5	4	4	2	3
	4	1	2	4_1_7	<1	<1	<1	<1	<1	<1
	5	25	33	4_7_3	31	26	27	27	10	14
	5-6	1	2	4_7_7	4	3	3	3	<1	1
	6	39	52	6_1_3	<1	<1	<1	<1	<1	<1
	Ukendt	3	4	6_4_1	3	2	2	2	2	3
				6_4_7	3	3	3	3	2	3
				6_7_1	8	7	8	8	6	9
				6_7_3	7	6	6	6	5	7
			6_7_7	55	47	47	47	40	59	
Byager	4	5	4	3_4_7	<1	<1	<1	<1	<1	<1
	5	18	16	3_7_3	<1	<1				
	6	83	75	3_7_7	1	1	1	<1	<1	<1
	7	1	1	4_1_3	6	3	4	3	1	1
	Ukendt	4	4	4_1_7	2	1	2	1	1	1
				4_4_1	2	1	2	1	1	1
				4_4_7	17	9	16	10	12	11
				4_7_1	2	1	2	1	1	1
				4_7_3	1	<1	1	<1	<1	<1
				4_7_7	50	26	42	26	28	24
				4_8_3	2	1	2	1	<1	<1
				6_1_7	1	<1	1	1	1	1
				6_4_7	1	<1	1	1	1	1
				6_7_1	6	3	5	3	4	4
				6_7_3	3	1	2	1	2	2
				6_7_7	95	50	82	51	61	54
			6_8_8	<1	<1	<1	<1			

Fordelingen af jordtyper i oplandene ses i Figur 2-3. og i Bilag 1 er fordelingen af landmændenes oplysninger vist sammen med jordarten fra Rodzonekortet i A, B og C-horisont. I Daisy-simuleringerne repræsenterer A-horisonten de øverste 30 cm, B-horisonten 30-80 cm og C-horisonten 80-300 cm.



Figur 2-3: Fordeling af jordtype i A, B og C-horisont i oplandene ifølge Rodzonekortet. Horisonterne repræsenterer hhv. 0-30 cm, 30-80 cm og 80-300 cm.

Til hver horisontdybde og jordtype er der koblet en tekstur, Tabel 2-2, se også /14/. Teksturen er omsat til USDA-teksturklassifikation til brug i Daisy-modellen og for beregning af retentionsparametre med Hypress-modellen. I A-horisonten kan humus-indholdet variere væsentligt fra sted til

sted afhængig af fortiden. Det er derfor valgt at tildele jorden det samme humusindhold, som findes i en standard jord ifølge Daisy-ståbi'en.

De hydrauliske parametre for hver jordtype bestemt med Hypress er vist i Bilag 10.

Tabel 2-2: Tekstur (USDA) for indgående jordtyper i beregningsområderne. Data fra /14/.

	Humus	Ler <2 µm	Silt <50 µm	Finsand <200 µm	Grovsand >200 µm	Volumen vægt
JB-nr	A-horisont 0-30 cm					
4	2.5	8.0	19.4	39.9	30.2	1.41
6	2.5	12.1	21.9	37.7	25.8	1.53
	B-horisont 30-80 cm					
1	1.0	4.0	8.0	25.7	61.9	1.50
4	1.0	5.9	12.8	35.1	44.8	1.51
7	1.0	17.8	20.6	33.9	28.2	1.68
8	1.1	28.6	22.7	26.1	13.9	1.68
	C-horisont 80-300 cm					
1	0.3	4.3	4.8	28.8	62.1	1.55
3	0.3	6.8	14.3	28.6	50.2	1.63
7	0.3	19.4	24.6	30.3	25.7	1.73
8	0.3	22.5	21.9	30.0	22.3	1.73

2.3.1 Reduktion af jordtyper i beregningerne

På omdriftsarealerne der indgår i nitratudvaskningsberegningerne forekommer der 16 kombinationer af A, B og C-horisont. Enkelte af kombinationerne omfatter et meget lille areal. For at reducere antallet af modelberegninger er helt små arealer lagt ind under andre sammenlignelige kombinationer. De resulterende 11 kombinationer ses i Tabel 2-3 med angivelse af effektiv roddybde. For de fravalgte jorde gælder, at de udgør et lille areal. Forenklingen udgør dermed ikke nogen ensidig fejl, og har kun mindre betydning for den samlede udvaskning fra områderne.

Tabel 2-3: Jordtyper der indgår i beregningerne med angivelse af anvendt effektiv roddebyde i modellen.

Jordtype (horisont A_B-C)	Areal (ha)	Effektiv Roddebyde (cm)
6_7_7	95,16	100
4_7_7	28,25	100
6_7_1	13,64	80
4_4_7	12,55	90
4_7_3	9,74	80
4_4_1	9,03	80
6_4_1	7,65	75
6_7_3	6,71	85
4_1_3	3,53	80
6_4_7	3,48	90
4_7_1	1,29	80
4_1_7	1,13	
6_1_7	0,82	
3_4_7	0,18	
4_8_3	0,11	
6_1_3	0,05	
I alt	193	

2.3.2 Organisk stof i jorden (humus)

Rodzonen indeholder en stor pulje af organisk materiale, hvor der typisk er indbygget 5-10 ton kvælstof pr. ha i den øverste meter. Indholdet af organisk stof i dyrket jord er bl.a. afhængig af dyrkningssystemet, klima, geologi, vegetationstype, afvandsforhold og topografiske forhold. Efter en opdyrkning eller ved ændringer i dyrkningssystemet vil jorden med tiden nærme sig en ny ligevægt. Hastigheden hvormed der sker ændringer i organisk stof i en jord, afhænger af, hvor langt jorden er fra ligevægtssituationen for den dyrkningsform, der aktuelt praktiseres.

Da grundvandspåvirkning af nitrat skal ses på lang sigt, ønskes nitratudvaskningen beregnet i en situation, hvor der antages at være nogenlunde ligevægt i den organiske pulje for området som helhed.

I Daisy-modellen inddrages det organiske stof i tre puljer: 1) En langsom omsættelig del, 2) en hurtig omsættelig del, og 3) en del der ikke omsættes. Den måde hvorpå man i modellen justerer på udviklingen i den organiske pulje, er ved at justere på fordelingen mellem de tre puljeder fra begyndelsen af beregningsperioden. Indkøringsperioden på 10 år forud for den periode der indgår i resultaterne, har til formål at få stabiliseret den organiske pulje. Fordelingen mellem de tre puljeder er baseret på kalibreringer, hvor den organiske pulje forsøges holdt nogenlunde i ligevægt for området som helhed.

2.3.3 Nedre rand

Der er indlagt dræn i alle jorde med JB4 eller derover i C-horisonten. På drænedede jorde er C-horisonten defineret ned til aquitard-dybden, som er defineret til -250 cm. På ikke-drænedede jorde (fri afdræning) er nederste horisont defineret til -300 cm. Begge dele er i henhold til ståbien.

Resultaterne er logget i -250 cm i modellen for alle jorde. Daisy-ståbien anbefaler, at resultaterne logges i -200 cm, dog i aquitard-dybden for drænedede jorde. For at have konsistens i beregningerne er alle resultater logget i -250 cm.

2.4 Dyrkningsoplysninger

2.4.1 Arealanvendelse

Beregningsområdernes samlede areal er 354 ha. Fordelingen på de enkelte oplande fremgår af Tabel 2-4. Af tabellen fremgår arealanvendelsen indenfor det enkelte opland. Denne er opgjort ud fra indsamlede data fra lodsejerne (241 ha) samt luftfoto fra 2002 og AIS-kort (ArealInformations-System) for de arealer, der mangler oplysninger for (113 ha).

Tabel 2-4: Arealanvendelse i de enkelte beregningsområder i indsatsområderne Beder og Åbo. Arealer er angivet i hektar.

Arealanvendelse	Adslev	Ajstrup	Byager	I alt (ha)
Landbrug (omdrift m. oplysninger)	32,1	67,4	93,9	193
Landbrug (omdrift u. oplysninger)	0,6	1,0	27,2	29
Permanent græs	6,6	19,0	14,3	40
Brak	1,9	1,2	11,1	14
Løvskov	1,7	11,3	3,8	17
Levende hegn	0,8	4,8	10,5	16
Natur	1,1	3,2	3,7	8
Ejendomme, åbent land	0,4	6,0	3,4	10
By	1,1		12,6	14
Jernbane			1,5	2
Vej	1,4	3,2	7,4	12
Sø			0,6	1
I alt (ha)	48	117	190	354

2.4.2 Dyrkningsoplysninger

Der er indsamlet dyrkningsoplysninger fra 37 landbrugsbedrifter med 241 ha indenfor beregningsområderne. Heraf udgør omdriftsarealer ca. 193 ha. Af luftfoto er det vurderet, at yderligere ca. 29 ha er omdriftsarealer. Ud-

vaskningsmæssigt er disse arealer blevet tildelt den gennemsnitlige udvaskning fra de arealer, der indgår i beregningerne.

Af Bilag 2 fremgår oplysninger for den enkelte bedrift ang. dyrket areal i alt samt i beregningsområdet, harmoniareal (areal til udbringning af husdyrgødning), produktion og forbrug af husdyrgødning. Placeringen af den enkelte bedrifts arealer fremgår af Bilag 3.

Dyrkningsoplysningerne er indsamlet i januar-marts 2006 for Århus Amt af LandbrugsRådgivning Østjylland I/S og Århus-Hadsten Landboforening. Fra enkelte mindre ejendomme er oplysningerne indsamlet af Watertech.

Dyrkningsoplysningerne omhandler den nuværende og forventede fremtidige dyrkning af arealerne. Informationerne er indhentet i form af: Markplan 2006, Sædskifteoversigt, Gødningsplan, Skema A 2006 og B 2005, Gødningsbudget 2006 og Modtaget organisk gødning 2006. Skemaerne er suppleret med oplysninger om dyrkningen specifikt på arealerne i beregningsområdet.

Dyrkningsoplysningerne omfatter hele bedrifter, men der er fokuseret på arealerne indenfor beregningsområderne. I beregningerne anvendes oplysningerne fra den enkelte bedrift til opstilling af sædskifter, gødningstildeling mv. Marker indenfor den enkelte bedrift, der dyrkningsmæssigt ligner hinanden behandles ens. Opstilling af sædskifter og gødningstildelinger er sket ud fra følgende kriterier:

- Hvis der er angivet forventede ændringer til den fremtidige drift inddrages disse primært.
- Afgrødefordelingen i indeværende år vægtes højere end de tidligere år.
- Afgrødefølgen skal forekomme i sædskifteoversigten.
- Forbruget af husdyrgødning i de opstillede sædskifter skal være i overensstemmelse med det angivne forbrug i indeværende år.
- Gødningstildeling til de enkelte afgrøder skal så vidt muligt også forekomme i gødningsplanen.

Supplerende oplysninger

På bedrift 43 i Adslev-området var det ikke muligt at indhente dyrkningsoplysninger fra ejeren. Arealet er på 6,4 ha og centralt beliggende i området. På dette areal er beregningerne baseret på oplysninger fra GLR-registeret og Gødningsregnskabsregisteret og omhandler afgrøder i perioden 2001 – 2005 og gødningsforbrug i perioden 2001 – 2003.

Et areal på ca. 10 ha Sydvest for Beder (markeret med grønt på bilag3) er ved at overgå fra omdriftsareal til byområde. I nitratudvaskningsberegningerne figurerer dette areal som by.

2.4.3 Husdyrgødning

Af Bilag 2 fremgår produktion og forbrug af husdyrgødning på de bedrifter, der dyrker jord i beregningsområderne. Det fremgår, at den gennemsnitlige tilførsel på bedrifternes samlede harmoniareal er ca. 46 kg N/ha/år, svarende til ca. 0,46 DE/ha. På arealerne i beregningsområdet der indgår i nitratudvaskningsberegningerne (193 ha) tildeles der ifølge oplysningerne ca. 42 kg N/ha/år i gennemsnit. 46 % tildeles i form af svinegødning, 46 % som kvæggødning og ca. 8 % som blandet gylle samt hest- og fåregødning. Gødning afsat under afgræsning er inkluderet i beregningerne. Det er usikkert hvor meget kvælstof, der afsættes under afgræsning. På marker der afgræsses er det i beregningerne antaget, at der først tages et slæt, hvorefter der afgræsses resten af sommeren og efteråret frem til 1. november. I beregningerne afsættes der ca. 0,25 kg N/døgn i husdyrgødning i græsningsperioden.

2.4.4 Afgrødefordeling

I Tabel 2-5 er afgrødefordelingen på omdriftsarealerne i beregningsområderne i år 2006 vist. 84 % af omdriftsarealet dyrkes med korn. Vinterhvede er den mest dyrkede afgrøde med ca. 51 % af arealet. Som det fremgår af Tabel 2-4 er der endvidere ca. 14 ha brak og 40 ha permanent græs i beregningsområderne.

Tabel 2-5: Afgrødefordeling på omdriftsarealer i beregningsområderne i indsatsområderne Beder og Åbo i 2006

Afgrøde	Areal	Procent
Vinterhvede	95	51,2
Vårbyg	36	19,5
Vinterraps	15	8,1
Græs, omdrift	12	6,5
Havre	10	5,7
Vintertriticale	9	4,8
Vinterbyg	6	3,0
Markært	1	0,7
Helsæd, byg-ært	1	0,3
Frøgræs	0	0,2
I alt	185	100

2.4.5 Udbyttensniveau

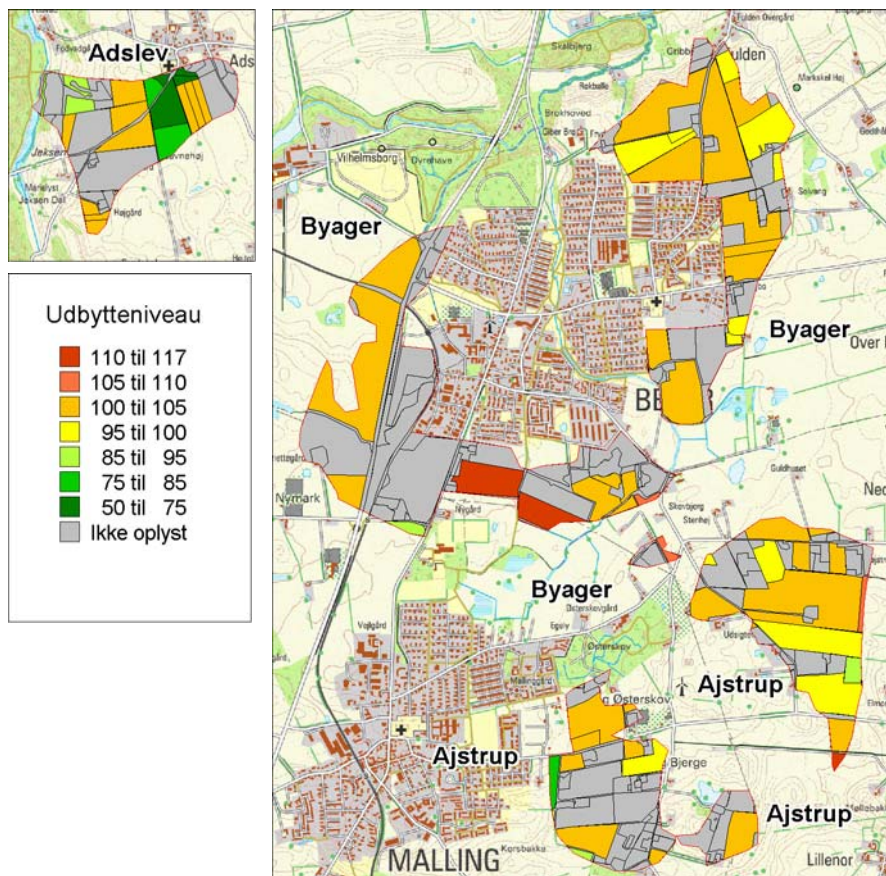
Det er vigtigt ved beregning af nitratudvaskningen, at modellen beregner et realistisk udbyttensniveau. Når den aktuelle til- og fraførsel af kvælstof i form af gødning og høstet afgrøde er kendt, så minimeres usikkerheden på udvaskningen væsentligt.

Under indsamling af dyrkningsoplysninger fra bedrifterne er der indsamlet oplysninger om udbyttensniveau så vidt det har været muligt. Udbyttene er

angivet som gennemsnitligt udbyttensniveau i forhold til Plantedirektoratets norm for hver mark /5/.

Udbyttet er generelt oplyst som svarende til tæt på norm, Figur 2-4, i Byager og Ajstrup. I Adslev-oplandet er der flere marker med udbytter under norm. De meget lave udbytter er dog oplyst på marker, hvor der dyrkes økologiske afgrøder. I Byager-oplandet ses enkelte relativt høje udbytter i forhold til normen.

Udbytternes størrelse i forhold til normen er i Tabel 2-6 opgjort på oplandsniveau. Det bør bemærkes, at de lave udbytter på de økologisk dyrkede marker i Adslev har stor betydning for det gennemsnitlige udbytte i oplandet.



Figur 2-4: Oplyste udbytter i % af norm.

Tabel 2-6: Arealvægtet udbyttensniveau i forhold til normudbytter i beregningsområderne (oplande) i indsatsområdet.

Opland	Areal, ha	Gns udbytte %
Adslev	22.4	91.6
Ajstrup	62.3	99.5
Byager	63.5	101.4
I alt	148	99.1

Udbyttensniveauerne på markerne i forhold til de oplyste jordtyper, Tabel 2-7 og Bilag 5, viser at der på størstedelen af markerne opnås et udbytte omkring normen. Relativt lave udbytter ses på små arealer med JB 3, JB5-6 og marker, hvor jordtypen ikke er oplyst.

Tabel 2-7: Oplyste udbyttensniveauer i forhold til normen opdelt på jordtyper.

JB ifølge Gødningsplan	Areal (ha)	Arealvægtet Udbytte %
3	5.5	95
4	7.2	97
5	55.2	97
5-6	1.2	92
6	73.5	102
7	3.3	100
i.o	2.3	90

I Byager og Ajstrup ses gennemsnitlige udbytter lidt over normen på JB5 og JB6 jorder, mens udbytter over normen i Adslev ses på JB6 og JB7 jorder.

2.4.6 Kalibrering af udbytte

Forud for de endelige beregninger er Daisy-modellen kalibreret til at give udbytter på niveau med værdierne oplyst af landmændene. Som anført i Daisy Ståbi'en /3/ så gennemføres kalibreringen ved at ændre parameteren DSEff forholdsvist op eller ned ved DS 1 og 2, samt evt. raten for kvælstofoptagelse. Dette er tekniske termer, der kun er angivet her for at dokumentere, hvilke ændringer der er foretaget i afgrødemodellerne. Det fremgår af Tabel 2-8 hvilke justeringer, der er foretaget.

Tabel 2-8: Afgrødekalkibreringer i Daisy-modellen i de afgrødemodeller, hvor der er foretaget ændringer.

Afgrøde	DSEff ved DS 1 og 2	MxNH4Up og MxNO3Up
Vinterhvede	-6%	-10%
Vårbyg	-4%	-6%
Vinterraps	-1%	+30%
Slætgræs	-6%	-16%
Vinterbyg	+4%	+70%
Markært	+6%	
Frøgræs	-35%	-27%

3 Resultater

Der er beregnet nitratudvaskning på landbrugsarealer i omdrift i tre beregningsområder i indsatsområderne Beder og Åbo. Dette omhandler 193 ha fordelt på 29 bedrifter. Beregningerne er udført med Daisy-modellen (version 3.79) på baggrund af dyrkningsoplysninger indsamlet fra bedrifterne. Yderligere ca. 29 ha i områderne vurderes at være omdrifts-arealer. Da der ikke foreligger dyrkningsoplysninger for disse, er de blevet tillagt gennemsnitlige udvaskningsværdier. Resultaterne for de enkelte sædskifter fremgår af Bilag 6, og beskrives i de følgende afsnit. Nitratudvaskningen fra alle øvrige arealer i oplandene er anslået ud fra erfaringsværdier.

3.1 Landbrugsarealer i omdrift

3.1.1 Vandbalance

Af Tabel 3-1 fremgår den beregnede årlige vandbalance for de landbrugsarealer i omdrift, der er indgået i beregningerne. Vandbalancen er beregnet som gennemsnit over perioden 1. april 1990 – 31. marts 2000. Nedbøren er i gennemsnit 834 mm/år. Der sker ingen markvanding i området. Fordampningen er beregnet til 521 mm/år. Perkolationen ud af rodzonen er beregnet til 315 mm/år, hvoraf 41 mm foregår som drænaftstrømning.

Tabel 3-1: Beregnet vandbalance for omdriftsarealer i beregningsområderne i indsatsområderne Beder og Åbo.

Opland	Areal (ha)	Nedbør (mm/år)	Fordampning (mm/år)	Afstrømning (mm/år)		
				Matrix	Dræn	I alt
Adslev	32	827	515	299	16	314
Ajstrup	68	836	521	285	32	317
Byager	93	835	522	258	55	314
I alt	193	834	521	274	41	315

3.1.2 Kvælstofbalance på omdriftsarealer

Af Bilag 6 fremgår kvælstofbalancen for de enkelte sædskifter på hver jordtype. I Tabel 3-2 fremgår den arealvægtede kvælstofbalance opdelt på beregningsområder for landbrugsarealer i omdrift.

Tabel 3-2: Beregnede kvælstofbalancer på omdriftsarealer i beregningsområder i indsatsområderne Beder og Åbo. Under areal fremgår det beregnede omdriftsareal først, efterfulgt af det totale omdriftsareal i parentes.

Opland	Areal (ha)	Tilførsel (kg N/ha/år)					Fraførsel (kg N/ha/år)					Puljeændring (kg N/år)	Konc. nitrat (mg/l)
		Gødning	Deposition	N-fiksering	Så-sæd	I alt	Fordampning	Udvaskning	Denitrifikation	Høst	I alt		
Adslev	32 (33)	137	16	8	4	165	3	39	20	106	167	-3	55
Ajstrup	68 (68)	155	16	2	4	177	2	33	24	128	186	-9	46
Byager	93 (121)	143	16	8	4	171	2	41	22	112	176	-6	57
I alt	193 (222)	147	16	6	4	172	2	38	22	116	178	-6	53

Nitratudvaskning

Den gennemsnitlige nitratudvaskning fra landbrugsarealer i omdrift (222 ha) er beregnet til 38 kg N/ha/år svarende til ca. 53 mg/l. Heraf udgør omdriftsarealerne uden oplysninger 29 ha, som er blevet tildelt den gennemsnitlige udvaskning fra øvrige omdriftsarealer. Den gennemsnitlige beregnede udvaskning fra omdriftsarealer dækker over meget store forskelle, fra 12 mg/l til 118 mg/l. Langt de fleste arealer ligger dog i et interval mellem 40 og 70 mg/l. Den laveste gennemsnitlige udvaskning er beregnet i Ajstrup-oplandet (46 mg/l).

Sammenligning med Landovervågningsoplande

Som sammenligningsgrundlag kan anvendes resultater fra Landovervågningsoplandene /6/, hvor der i perioden 1990 og frem til i dag er foretaget måling af kvælstofbalancen i tre lerjordsoplande og to sandjordsoplande. I perioden 1999/00 – 2003/04 har nitratudvaskningen i gennemsnit været 50 og 79 kg N/ha/år i hhv. lerjords- og sandjords-oplandene, hvorimod den i beregningsområderne, der kan karakteriseres som overvejende lerjordsområder, er beregnet til 38 kg N/ha/år. Sammenligningen viser, at det beregnede niveau for udvaskning ligger lavt i forhold til områderne i Landovervågningsprogrammet. Målingerne i Landovervågningsprogrammet er dog foretaget i en periode, hvor tiltagene til reduktion af nitratudvaskningen i Vandmiljøplan II ikke var fuldt implementeret. Det betyder, at målingerne i dag sandsynligvis vil være lidt lavere.

En anden årsag til det lave udvaskningsniveau er, at beregningerne er udført i en ligevægtssituation, hvor det forudsættes, at den organiske pulje for områderne som helhed er i ligevægt. Dette vil være tilfældet på lang sigt, men undersøgelser viser, at der i gennemsnit over de seneste årtier har været en nettonedbrydning af den organiske pulje. Med de forudsætninger, der er anvendt ved modelleringen, så vil en større nedbrydning medføre en højere udvaskning, som dermed vil nærme sig målingerne i Landovervågningsoplandene.

Høstudbytte

Det gennemsnitlige høstede udbytte er beregnet til 116 kg N/ha/år på omdriftsarealer i beregningsområderne. Dette dækker over en betydelig variation afhængig af både afgrøde og jordtype. Af Bilag 9 fremgår de beregnede kvælstof-udbytter fordelt på arealerne. Til sammenligning har de gennemsnitlige høstudbytter i landovervågnings-oplandene i perioden 1999/00 – 2003/04 ligget på 108 kg N/ha i lerjordsoplande og 139 kg N/ha/år i sandjordsoplande /6/. I Landovervågningens sandjordsoplande udgør grovfoder-afgrøderne en større andel end i beregningsområderne, hvilket er hovedårsagen til forskellene i udbytniveauet.

Ammoniakfordampning

Ved udbringning af husdyrgødning sker der en vis ammoniakfordampning. Denne formindskes ved slangeudlægning, nedfældning af gylle samt ved hurtig indarbejdning i jorden. Al gylle i området slangeudlægges eller nedfældes. Der udbringes i gennemsnit 41,1 kg N i husdyrgødning, samt 0,9 kg N under afgræsning på omdriftsarealerne i beregningsområderne. Fordampningen er beregnet til i gennemsnit 2,0 kgN/ha/år, hvilket medfører en ammoniakfordampning på ca. 5 % af total-N i husdyrgødningen.

Denitrifikation

På trods af de seneste 10-15 års ihærdige forsøg på at bestemme størrelsen af denitrifikationen, mangler der stadig en del viden på dette område; specielt vedr. opskalering af punktmålinger til totale mængder på årsbasis.

På baggrund af de foreliggende måleresultater har Danmarks Jordbrugsforskning udviklet en empirisk model til beregning af det forventede denitrifikationstab (SimDen) /7/. Som gennemsnit for hele landbrugsarealet i Danmark, er beregnet en denitrifikation på mellem 9 og 25 kg. I 2003 blev denitrifikations-modulet i Daisy-modellen kalibreret mod resultater fra den empiriske model, så Daisy nu beregner mere sandsynlige niveauer for denitrifikation. Denitrifikationen er større på lerjord end på sandjord og stiger med mængden af husdyrgødning.

I beregningsområderne som i overvejende grad er lerjord, og hvor tilførslen af husdyrgødning er lav, er denitrifikationen med Daisy beregnet til 22 kgN/ha/år i gennemsnit. Det er således en meget betydelig del af kvælstofoverskudet, der ifølge beregningerne går til denitrifikation. Efterfølgende er nogle af resultaterne ligeledes beregnet med den empiriske SimDen-model. Beregninger viser, at de to modeller beregner samme niveau af denitrifikation i det aktuelle område.

Kvælstoffiksering

Kvælstoffikseringen fra atmosfæren er i gennemsnit beregnet til 6 kg N/ha/år. I kløvergræs kan Daisy-modellen i sin nuværende form ikke selv beregne kvælstoffiksering. Derfor er den mængde kvælstof, der forventes at blive fikseret i stedet tilført i form af handelsgødning. Dette er gjort efter

hvert slæt samt løbende under afgræsning. I praksis vil der være meget stor variation i kvælstoffikseringen fra mark til mark.

Ændring i den organiske pulje

Indholdet af organisk stof i dyrket jord er afhængig af dyrkningssystemet men også af bl.a. klima, geologi, vegetationstype, afvandingsforhold og topografiske forhold. Efter en opdyrkning eller ved ændringer i dyrkningssystemet vil jorden med tiden nærme sig en ny ligevægt. Hastigheden, hvor med indholdet af organisk stof i en jord ændres, afhænger af, hvor langt jorden er fra ligevægtssituationen for den dyrkningsform, der aktuelt praktiseres. Ofte vil der først ske en hurtig ændring af C-indholdet, hvorefter det går langsommere, jo nærmere jorden når ligevægts-niveauet. Tidsrummet for opnåelse af en fuldstændig ligevægt kan dog være meget lang. Christensen /8/ angiver et tidsrum på mellem 50 til flere hundrede år. Over en kortere årrække er det især sædskifte, gødningsniveau, omfang af halmnedmuldning og brug af husdyrgødning, der har effekt på indholdet af organisk stof i jorden. Ved simulering med Daisy-modellen kalibreres modellen således, at ændringen i det organiske stof i jorden er lille og derefter benyttes en 10 års indkøringsperiode, hvor puljen kan stabilisere sig.

Da grundvandspåvirkning af nitrat skal ses på lang sigt, ønskes nitratudvaskningen beregnet i en situation, hvor der antages at være nogenlunde ligevægt i den organiske pulje for området som helhed. I disse beregninger er modellen kalibreret til, som gennemsnit for de samlede områder, at holde den organiske pulje i balance. Sammenlagt sker der således en puljeudvikling på - 6 kg N/ha/år. Der er dog stadig stor variation mellem sædskifterne, som afhænger af hvilken praksis der lige nu er på ejendommen.

3.2 Arealer udenfor omdrift

Nitratudvaskningen er kun beregnet for landbrugsarealer i normal omdrift. Fra andre arealtyper i beregningsområderne er vandbalance, nitratudvaskning og nitratkoncentration baseret på målte værdier fra forsøg. Arealfordelingen fremgår af Tabel 2-4.

De anvendte værdier for fordampning, perkolation, N-udvaskning og nitratkoncentration ses i Tabel 3-3.

Tabel 3-3: Anslået vandbalance, nitratudvaskning og -koncentration på arealer, der ikke er i omdrift. Til sammenligning er medtaget beregnede gennemsnitlige værdier for omdriftsarealer. Værdier er vist for et middelt klima for området med en gennemsnitlig nedbør på 834 mm/år.

Arealtype	Areal (ha)	Nedbør (mm/år)	Fordampning (mm/år)	Perkolation og dræn (mm/år)	Kvælstofudvaskning (kgN/ha)	Nitratkoncentration (mg/l)
Omdrift	222	834	521	315	38	54
Permanent græs	40	834	491	343	18	23
Brak	14	834	460	374	14	17
Løvskov	17	834	500	334	10	13
Levende hegn og krat	16	834	545	289	22	34
Natur	8	834	480	354	5	6
Ejendomme, åbent land	10	834	434	400	14 (+2 / 5 kg pr. ejendom)	24 / 37
By	14	834	390	219	15	29
Jernbane	2	834	460	374	14	17
Vej	12	834	412	422	7	7

3.2.1 Fordampning og perkolation (afstrømning)

Fordampningen fra landbrugsarealer i omdrift er højere end fra lav vegetation på samme jordtype /11/, /12/. Perkolationen (afstrømningen) fra permanent græs (lavt gødningsniveau), brak og natur (lav vegetation) forventes dermed generelt at være højere end fra både skov og landbrugsarealer i omdrift. Fordampningen fra natur er antaget at være på niveau med fordampningen fra overdrev beskrevet i /16/.

Fordampningen fra løvskov afhænger i høj grad af nedbøren. Værdier af fordampning og resulterende perkolation er estimeret ud fra /15/. Fordampningen fra ny skov vil være relativ lav fordi bladarealet er lavt i etableringsfasen. Fordampningen fra levende hegn og krat forventes at være høj på grund af høj vindpåvirkning.

Fordampningen fra byer, ejendomme i det åbne land og veje afhænger af befæstningsgraden og jordtypen. Fra befæstede arealer (30 % i byer, 20 % på landejendomme og 25 % ved veje) fordamper 10 % af nedbøren og resten løber til kloak, faskine eller grøft. I byområder er der regnet med at kloakvand føres ud af området. Fra landejendomme og veje er der regnet med nedsivning i området. Af det ikke-befæstede areal beregnes en fordampning som fra landbrugsarealer. Befæstelsesgraden for veje er anslået ud fra en vurdering af vejbredden. Vej-polygoner indeholder udover selve vejen også vejkant med grøft.

For jernbaner forventes fordampningen at være lav og på niveau med brakarealer.

3.2.2 Nitratudvaskning

Fra brakarealer er der i forsøg typisk målt en nitratudvaskning på 10-20 kg N/ha/år. I vurderingerne i beregningsområderne er der anvendt 14 kg N/ha. Permanente græsarealer uden anden gødningstilførsel end fra græssende dyr forventes at have en udvaskning, som kun er lidt højere end fra brakarealer. Dette understreges af målinger fra forsøg på denne arealtype i Drastrup-området ved Aalborg /11/. I vurderingerne er der anvendt en udvaskning på 18 kg N/ha.

Fra gammel skov er nitratkoncentrationen typisk under 10 mg/l. Ved skovrejsning på landbrugsjord sker der normalt et kraftigt fald i koncentrationen til under 10 mg/l ca. 8-10 år efter skovrejsningen. Efter ca. 20 år stiger koncentrationen dog igen til et niveau på ca. 20 mg/l. Udvasningen vedbliver på dette niveau resten af skovens levetid /10/. I foryngelsesfasen ved renafdrift og stormfald, samt ved juletræsdyrkning er nitratkoncentrationen ofte høj. De første 3-5 år er koncentrationen ofte over 50 mg/l /10/.

Udvasningen fra byområder er i høj grad styret af gødningsmængden i haver. Det er antaget, at 40 % af byarealet normalt vil kunne gødes, men at det reelt kun sker på 1/3 af dette areal. Gødningsmængden antages i gennemsnit at være 120 kg N/ha/år. Det gødede areal omfatter hovedsageligt græsarealer. Det antages at 30 % af byarealet er befæstet. De øvrige ikke-befæstede arealer i byområderne (30 %) antages mht. udvaskning at være sammenlignelige med *løvskov*.

Landbrugsejendomme antages at gøde på 15 % af arealet med 120 kg N/ha/år. Som for byarealer vurderes udvasningen fra dette areal at være ca. 40 kg N/ha/år. Fra de øvrige ikke-befæstede arealer antages udvasningen at være sammenlignelig med *løvskov* (65 % af arealet). Endvidere vurderes nedsivningen af spildevand at bidrage med 5 kg N/år/ejendom, dog kun med 2 kg N/år/ejendom indenfor 300-meter zoner omkring vandværksboringer, idet der her vil blive stillet særlige krav mht. rensning af spildevand. Nedsivningen af spildevand er i beregningerne tildelt hver ejendom og udvasningen fra landejendomme i hvert af beregningsområderne er derfor afhængig af antallet af ejendomme. I Byager er antallet af ejendomme ca. 13 (3 indenfor 300m-zonen), i Ajstrup ca. 24 (8 indenfor 300m-zonen) og Adslev 2 (0 indenfor 300m-zonen).

3.3 Vand- og kvælstofbalance for de samlede beregningsområder

Baseret på beregningerne på omdriftsarealer og vurderinger på alle andre arealer, er den gennemsnitlige nitratudvaskning i de enkelte beregningsområder anført i Tabel 3-4. I Adslev er den gennemsnitlige nitratkoncentration beregnet til 43 mg/l. I Ajstrup 35 mg/l og i Byager 43 mg/l.

Tidligere analyser af usikkerheden på denne type nitratudvaskningsberegninger på omdriftsarealer har vist, at usikkerheden indenfor et rimeligt

sandsynligheds-felt ligger i størrelsesordenen +/- 5 kg N/ha/år, her svarende til ca. +/- 7 mg nitrat pr. liter. Fra øvrige arealtyper vurderes usikkerheden at være minimal. Den samlede usikkerhed for hvert beregningsområde fremgår af Tabel 3-4, og er i størrelsesordenen 5 mg nitrat/l.

Tabel 3-4: Samlet nitratudvaskning i beregningsområderne i indsatsområderne Beder og Åbo.

	Adslev	Ajstrup	Byager
Areal (ha)	48	117	189
Perkolation (mm/år)	324	330	319
N-udvaskning (kgN/ha)	32	26	31
Nitratkoncentration (mg/l)	43	35	43
Usikkerhed (mg/l)	5	4	4

4 Konklusion

Århus Amt har igangsat udarbejdelse af en indsatsplan til drikkevandsbeskyttelse i indsatsområderne Beder og Åbo. Som en del af grundlaget for indsatsplanen er der i denne rapport beregnet nitratudvaskning på omdriftsarealer (222 ha) i tre beregningsområder (354 ha) indenfor nogle af de nitratfølsomme områder. Nitratudvaskningen fra alle øvrige arealer indenfor beregningsområderne er anslået ud fra erfaringsværdier. De tre beregningsområder er dele af vandværksoplande ved Beder, Ajstrup og Adslev.

Nitratudvaskningen er beregnet på 29 landbrugsbedrifter. Beregningerne er gennemført på baggrund af indsamlede data fra bedrifterne omhandlende nuværende og fremtidig afgrødevalg, gødningsanvendelse, udbytt niveau, markvanding og dyrkningspraksis. Nitratudvaskningen er beregnet på markniveau med Daisy-modellen.

Der er hermed fremskaffet et fagligt forsvarligt grundlag for vurdering af nitratbelastningen, som udgør en del af grundlaget for indsatsplanens stillingtagen til eventuelle tiltag overfor nitratudvaskning fra landbruget.

Projektets resultater har ført til følgende konklusioner:

1. Perkolationen (afstrømningen) fra omdriftsarealerne er beregnet til ca. 315 mm/år i alle tre beregningsområder.
2. Den gennemsnitlige nitratudvaskning fra landbrugsarealer i omdrift (222 ha) er beregnet til 38 kg N/ha/år svarende til ca. 53 mg/l. Udvasningen fra omdriftsarealerne varierer fra 46 mg/l i Ajstrup til 57 mg/l i Byager.
3. Kvælstofudbyttet er beregnet til 116 kg N/ha/år i gennemsnit, hvilket er på niveau med registrerede udbytter i området. Udbytterne ligger i de fleste afgrøder på niveau med Plantedirektoratets normudbytter.
4. Da grundvandspåvirkning af nitrat skal ses på lang sigt, ønskes nitratudvaskningen beregnet i en situation, hvor der antages at være nogenlunde ligevægt i den organiske pulje for området som helhed. I disse beregninger er modellen kalibreret til, som gennemsnit for de samlede områder, at holde den organiske pulje i balance. Sammenlagt sker der således en puljeudvikling på - 6 kg N/ha/år. Der er dog stadig stor variation mellem sædskifterne, som afhænger af hvilken praksis der lige nu er på ejendommen.
5. Fra alle andre arealtyper i beregningsområderne er vandbalance, kvælstof-udvaskning og nitratkoncentration skønnet på baggrund af værdier fra tidligere forsøg. Baseret på beregningerne på omdriftsarealer og vurderinger på alle andre arealer, er den gennemsnitlige nitratkoncentration i de enkelte beregningsområder som følger:

- a. Adslev: 43 mg/l
- b. Ajstrup: 35 mg/l
- c. Byager: 43 mg/l

Beregningerne er det bedste bud på niveauet af nitratudvaskning på den enkelte mark i beregningsområdet. Resultaterne skal dog ikke betragtes som eksakte værdier, men derimod som det bedste bud på niveauet af nitratudvaskning.

Tidligere analyser af usikkerheden på denne type nitratudvaskningsberegninger på omdriftsarealer har vist, at usikkerheden indenfor et rimeligt sandsynligheds-felt ligger i størrelsesordenen +/- 5 kg N/ha/år, her svarende til ca. +/- 7 mg nitrat pr. liter. Fra øvrige arealtyper vurderes usikkerheden at være minimal. Den samlede usikkerhed for alle beregningsområder er i størrelsesordenen 5 mg nitrat/l.

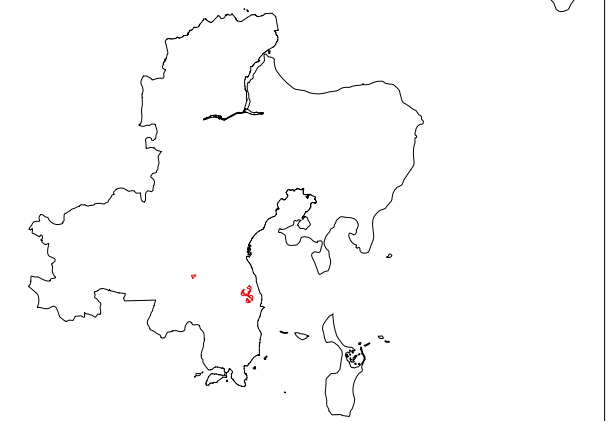
Beregningerne er baseret på dyrkningsforholdene i 2006 og landmændenes forventede fremtidige afgrødevalg. Ændringer i forudsætningerne vil kunne medføre ændringer i nitratudvaskningen.

5 Referencer

- /1/ Hansen, S, Jensen, HE, Nielsen, NE, Svendsen, H (1990): DAISY - a soil plant atmosphere system model. NPO-forskning fra Miljøstyrelsen, A10, Miljøministeriet
- /2/ Hansen, S (2002): Daisy, a flexible Soil-Plant-Atmosphere system Model. Daisy-modellens hjemmeside: <http://www.dina.kvl.dk/~daisy/>
- /3/ DHI, KVL, DJF, Watertech, LR (2004): Standardopstillinger til Daisy-modellen, Vejledning og baggrund. Hjemmeside: http://www.dina.kvl.dk/~daisy/Daisy_staabi_2004_rapport.pdf
- /4/ Århus Amt (2006): Revideret jordartskort – bestemmelse af grænsemodstand ud fra PACES-data. Udarbejdet af Watertech a/s.
- /5/ Plantedirektoratet (2005): Vejledning og skemaer 2005/06
- /6/ DMU (2005) Landovervågningsoplande 2004. Faglig rapport fra DMU nr. 552.
- /7/ Vinther, F. P. & Hansen, S. (2004): SimDen - En simpel model til kvantificering af N₂O-emission og denitrifikation. DJF-rapport 104.
- /8/ Christensen-BT (1988): Sædskiftets indflydelse på jordens indhold af organisk stof. I. Forsøg i rammeanlæg med halmnedmuldning og anvendelse af staldgødning, 1956-1986. Tidsskrift for Planteavl 92, 295-306.
- /9/ DMU (2005): Atmosfærisk deposition 2004. Faglig rapport nr. 555.
- /10/ Skov & Landskab (2003): Grundvand fra skove – muligheder og problemer. Skovbrugsserien nr. 34.
- /11/ Gundersen-P, Friis-E, Hansen-K (2001): Nitratudvaskning fra skovrejsning og vedvarende græsarealer 1998-2001 – Drastrup projektet. Aalborg Kommune og Forskningscentret for Skov & Landskab, 30 sider.
- /12/ Ladekarl, U.L. (2004). Effects of changing landuse on groundwater recharge in a GIS-modelling environment – does afforestation decrease recharge? Poster præsenteret ved EGU, Nice, april 2004.
- /13/ Århus Amt (2005). Grundvandsmodel for Århus Syd. Modelopstilling. Rapport udarbejdet af DHI.
- /14/ Århus Amt (2002). Rodzonedatabase for Aarhus Amt og oplande til Mariager Fjord og Gudenåen. November 2002. Rapport udarbejdet af Conterra.
- /15/ Ladekarl-UL (2005): Skovrejsning og grundvandsdannelse. Vand og Jord. Nr. 4, 2005.
- /16/ Pedersen, L.B., Ingerslev, M., Buttenschön, R.M., Friis, E og Nielsen, B.O. 2001. Husdyrgræsningens effekt på stofkredsløb. I Pedersen et al.: Græsning på ekstensivt drevne naturarealer. Park og Landskabs-serien nr. 34., 49-66.

Titel: Jordtyper i gødningsplan Århus Syd
 Århus Amt
 Rekvirent: 1466
 Vor ref.:
 Deres ref.: Jordbund_layout.wor
 Filnavn: ula
 Udført af: 7. april 2006
 Dato: CTH
 Ks udført af:

Oversigtskort Århus Amt
med angivelse af undersøgelsesområde

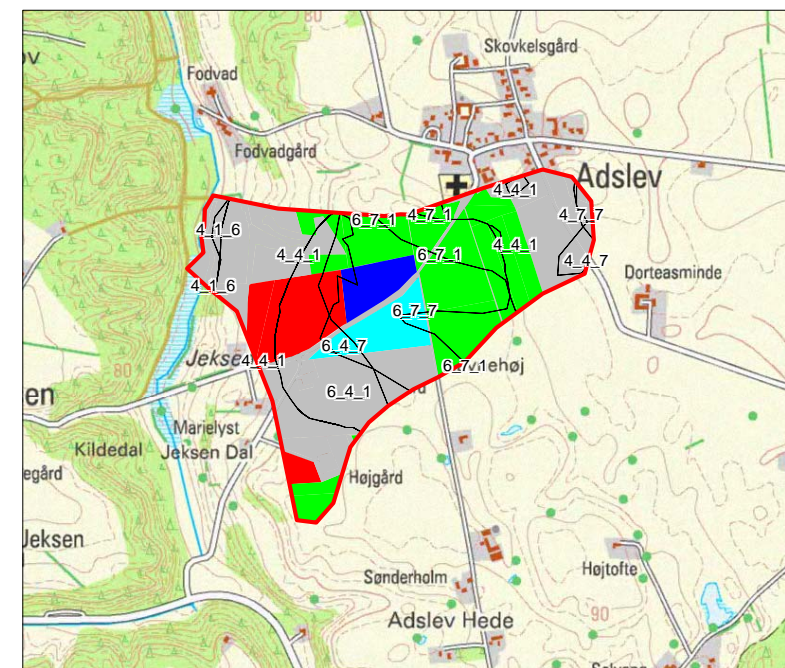
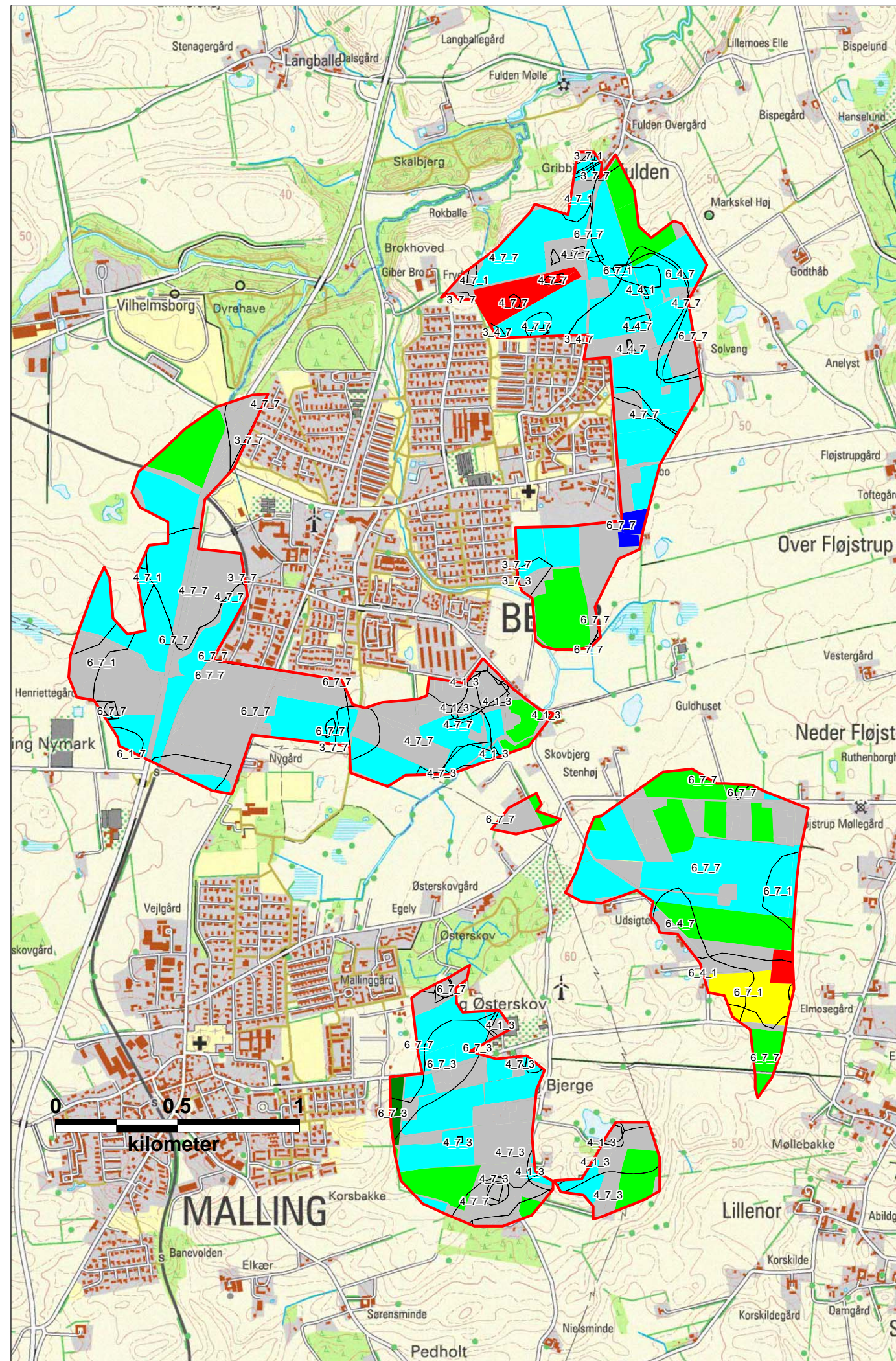


Jordbonitet (JB) ifølge gødningsplanen

- 3
- 4
- 5
- 5-6
- 6
- 7
- Ukendt

4_7_7: Jordtype i jordartskort
 repræsenterer a, b og c-horisont
 hhv. 0-25 cm, 25-80 cm og 80-300 cm

Bilag 1: Jordtype i gødningsplan i forhold til jordartskort



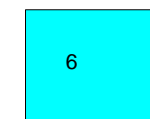
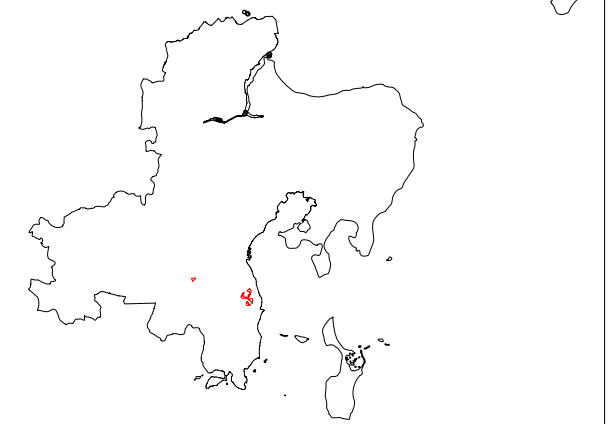
Bilag 2: Landbrugsbedrifter i beregningsområdet

Beregningsområder i indsatsområderne Beder og Åbo

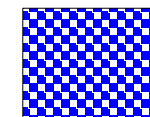
Bedrift (nr.)	Område	Areal (ha)		Harmoniareal (ha)		Organisk gødning (kg N/år)				Handelsgødning (kg N/år)	
		I alt	Område	I alt	Område	Husdyrgødningstype	Produktion	Forbrug	N/ha	Forbrug	N/ha
1	Ajstrup	6,3	2,7	6,3	2,7		0	0	0	939	149
2	Ajstrup	26,0	13,4	24,0	12,2		0	0	0	3.750	144
3	Ajstrup	1,2	1,2	1,2	1,2		0	0	0	120	100
4	Adslev	298,1	3,7	282,1	3,5	Svinegylle	0	15.713	56	26.256	88
5	Ajstrup	83,7	0,5	76,9	0,5	Blandet gylle/dybstrøelse	0	3.018	39	8.409	100
6	Byager, Ajstrup	60,1	4,0	54,8	3,9	Kvæg/svin gylle	0	4.971	91	4.384	73
6 Øko	Byager, Ajstrup	110,9	5,2	110,9	5,2	Kvæg/svin gylle, dybstrøelse	2.512	8.694	78	0	0
7	Byager	5,5	1,4	5,5	1,4	Får/hestedybstrøelse	517	448	81	272	49
8	Ajstrup	117,9	2,6	106,7	2,6	Svinegylle	13.078	13.078	123	6.956	59
9	Adslev	45,3	4,9	41,4	4,0	Kvæg/svin gylle, halmaske	0	4.466	108	2.492	55
10	Ajstrup	54,7	3,7	50,9	3,7	Svinegylle	11.367	5.444	107	3.513	64
11	Ajstrup	110,7	3,7	98,5	3,7	Svinegylle	7.750	7.095	72	9.146	83
13	Byager	110,7	1,0	101,7	1,0	Svinegylle	7.149	7.775	76	6.639	60
17	Byager, Ajstrup	272,7	36,4	259,2	34,8	Svine gylle/dybstrøelse	3.313	10.167	39	26.201	96
18 Øko	Adslev	24,5	10,6	24,5	9,5	Kvæg gylle/dybstrøelse	897	2.365	97	0	0
20	Adslev	438,5	3,2	407,7	2,2	Svinegylle	62.719	44.060	108	28.914	66
22 Øko	Byager	27,3	4,6	27,3	4,6	Svinegylle, kvæg dybstrøelse	1.165	3.151	115	0	0
23	Adslev	4,3	4,3	4,3	0,0		0	0	0	600	140
24	Byager	15,1	8,9	15,1	8,8		0	0	0	1.061	70
25	Ajstrup	77,4	0,4	71,7	0,4	Svinegylle	10.257	9.009	126	4.449	57
26	Adslev	80,4	1,7	66,4	1,7	Svinegylle	0	11.256	140	3.296	41
27	Byager	23,1	5,9	23,1	0,9	svinegylle	0	1.992	86	1.037	45
28	Byager, Ajstrup	262,2	4,4	262,2	4,4	Blandet gylle/dybstrøelse	0	17.036	65	2.500	10
29	Byager	3,0	1,8	3,0	0,0		0	0	0	300	100
30	Byager	8,0	5,5	8,0	4,9		0	0	0	976	122
31	Byager	4,0	4,0	4,0	0,0		0	0	0	400	100
32	Ajstrup	3,7	3,7	3,7	0,0		0	0	0	685	185
33	Ajstrup	0,9	0,9	0,9	0,0		0	0	0	0	0
34	Ajstrup	4,2	4,2	4,2	0,0		0	0	0	500	119
35 Øko	Ajstrup	7,0	2,0	7,0	2,0	Svine/kvæg gylle	0	490	70	0	0
36	Ajstrup	1,5	1,5	1,5	0,0		0	0	0	100	67
37	Adslev	5,0	4,9	5,0	4,9		0	0	0	745	149
38	Byager	8,0	6,4	8,0	5,6		0	0	0	917	115
39	Byager	28,3	28,3	28,3	24,7		0	0	0	4.160	147
40	Byager	311,0	28,5	298,7	28,5	Svinegylle	0	20.636	69	29.856	96
42	Ajstrup	142,7	3,7	141,7	3,7	Svinegylle, kvæg dybstrøelse	23.298	17.834	126	9.608	67
43	Adslev	6,4	6,4	6,4	6,4		0	0	0	800	125
I alt		2.679	230	2.643	193		144.022	208.698	46	189.981	91

Titel: Bedrifter i beregningsområder Århus Syd
 Århus Amt
 Rekvisitent: 1466
 Vor ref.:
 Deres ref.: Bedrifter_layout.wor
 Filnavn: ula
 Udført af: 7. april 2006
 Dato: CTH
 Ks udført af:

Oversigtskort Århus Amt med angivelse af undersøgelsesområde

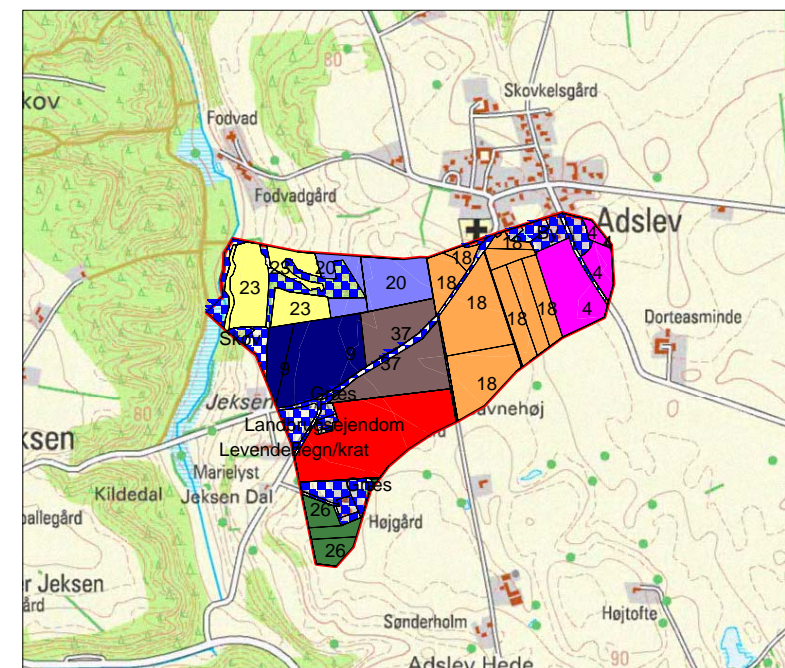
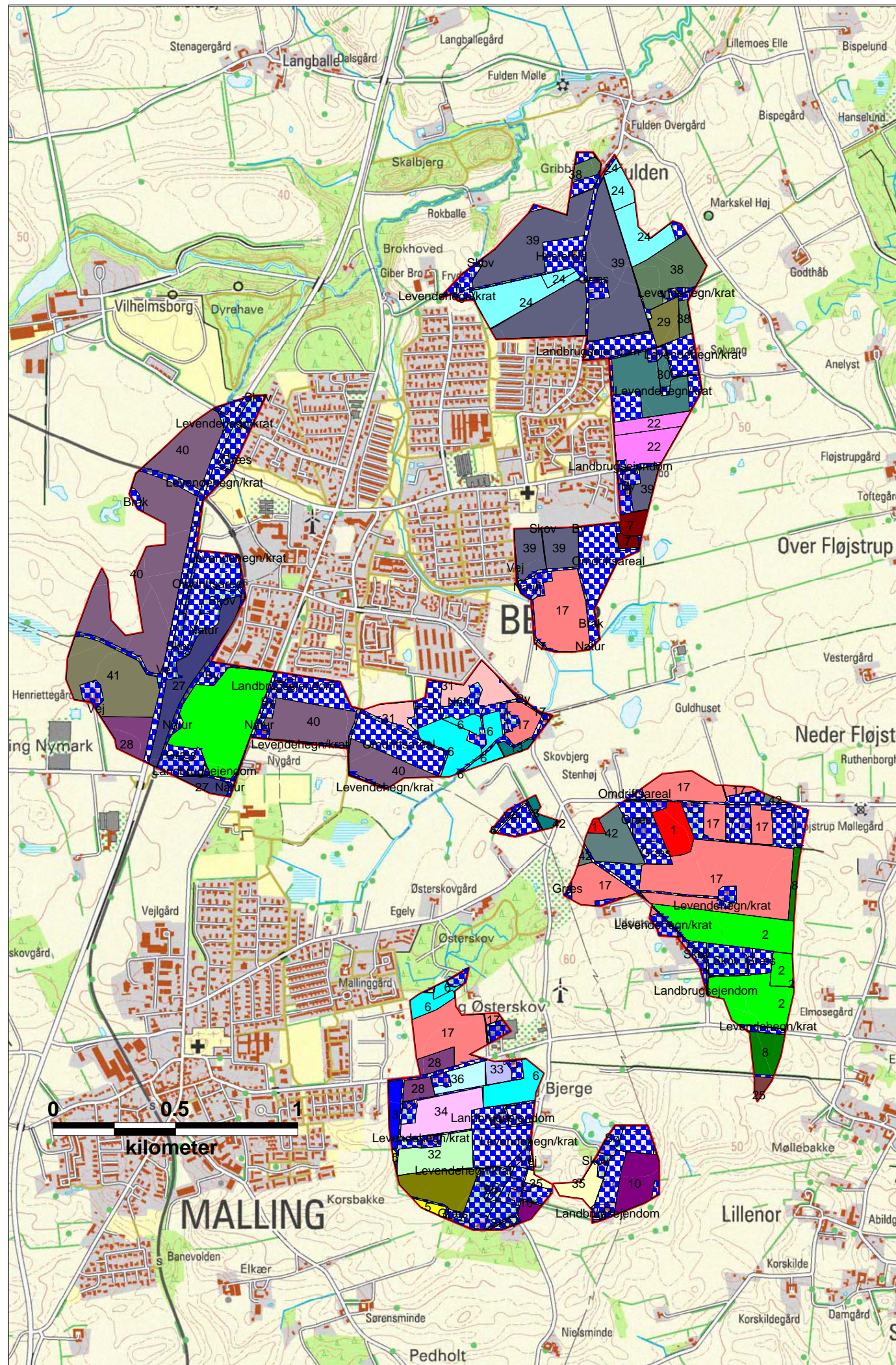


6
 Marker i beregningsområderne. Marker med samme farve dyrkes af samme bedrift. Bedrifts nr. er angivet på den enkelte mark.



Områder uden oplysninger er markeret med gennemsigtig farve og angivelse af arealanvendelse vurderet ud fra luftfoto.

Bilag 3: Bedriftsplaceringer i beregningsområderne i indsatsområde Beder-Åbo



Bilag 4: Sædskifte og dyrkningsoplysninger anvendt til modelopsætning
 Beregningsområder i indsatsområderne Beder og Åbo

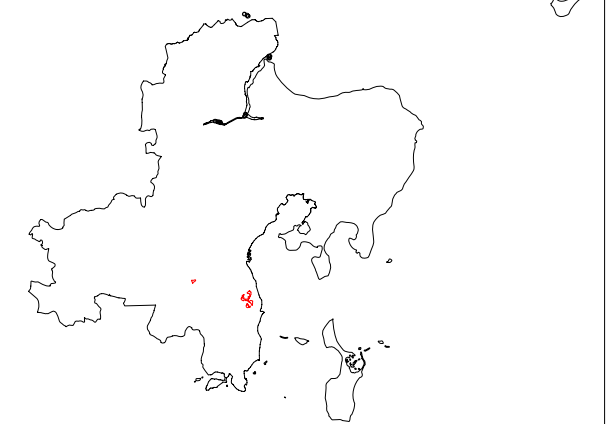
Sædskifte nr.	Mark nr.	Areal (ha)	Sædskifte	Halm fjernes	Kvælstof (kg/ha)			Husdyrgødningstype	Afgræsning kg N/ha	N-fiksering kg N/ha
					Org. gødn.	Handelsg.	N_total			
1-1	2	2,44	vårbyg	ja	0	114	114			
1-2	3	0,27	vinterhvede	ja	0	169	169			
2-1	1,9,11	12,19	vinterhvede	nej	0	160	160			
			vinterhvede	ja	0	160	160			
			vinterbyg	ja	0	140	140			
			vinterraps	nej	0	140	140			
			Gns.		0	150	150			
2-2	11-3	1,16	brak		0	0	0			
3-1	1	1,15	vårbyg	ja	0	100	100			
4-1	5,5-1,5-2	3,46	vintertriticale	ja	100	65	165	Svinegylle		
			vinterbyg	ja	100	75	175	Svinegylle		
			vinterbyg	ja	100	75	175	Svinegylle		
			vinterraps	nej	172	52	224	Svinegylle		
			vinterhvede	ja	0	150	150	Svinegylle		
			Gns.		94	83	178			
4-2	5-3,	0,22	Permanent græs		0	80	80			
5-1	103,104	0,45	vårbyg m. kl.græsudlæg	ja	0	95	95		10	25
			kl.græs slået + afgræsning		51	210	261	svinegylle	50	98
			kl.græs slået + afgræsning		51	176	227	svinegylle	50	98
			Havre	ja	0	81	81		0	0
			vinterhvede	ja	121	97	218	svinegylle	0	0
			Gns.		45	132	242		22	44
6-1 Øko	1,8	0,57	Byg/lært helsæd		75	0	75	Svinegylle		
			vinterhvede	ja	146	0	146	Svinegylle		
			vårbyg	ja	87	0	87	Svinegylle		
			vinterraps	nej	146	0	146	Svinegylle		
			vinterhvede	ja	146	0	146	Svinegylle		
			Gns.		120	0	120			
6-2	15	2,47	vinterhvede	ja	102	77	179	Svinegylle		
			vinterhvede	ja	102	77	179	Svinegylle		
			vinterbyg	ja	102	76	178	Svinegylle		
			vinterraps	nej	114	57	171	Svinegylle		
			vinterhvede	ja	102	77	179	Svinegylle		
			Gns.		104	73	177			
6-3 Øko	9-3,9-4	1,48	vårbyg m. kl.græsudlæg	ja	102	0	102	Svinegylle	10	25
			kl.græs slået + afgræsning		139	0	139	Svinegylle	50	98
			kl.græs slået + afgræsning		139	0	139	Svinegylle	50	98
			Gns.		127	0	237		37	74
6-4 Øko	7,12,12-2	4,59	vinterraps	nej	146	0	146	Svinegylle		
			vinterhvede	ja	146	0	146	Svinegylle		
			Slætgræs		121	0	121	Svinegylle		
			Slætgræs		121	0	121	Svinegylle		
			Slætgræs		121	0	121	Svinegylle		
			Gns.		131	0	131			
7-1	1,3	1,35	vårbyg helsæd m. kl.græsudlæg		163	21	184	Hest dybstrøelse	25	33
			kl.græs afgræsning		0	75	75		50	98
			kl.græs afgræsning		0	75	75		50	98
			Gns.		54	57	229		42	76
8-1	12	1,93	vinterhvede	nej	126	72	198	Svinegylle		
8-2	8	0,68	vårbyg m. græsudlæg	nej	116	21	137	Svinegylle		
9-1	20	3,99	vinterhvede	ja	108	55	163	Svinegylle		
9-2	20-1,	0,89	brak		0	0	0			
10-1	9	3,69	vårbyg m. græsudlæg	ja	91	42	133	Svinegylle		
11-1	11	3,73	vårbyg m. græsudlæg	ja	66	70	136	Svinegylle		
			Havre	ja	66	31	97	Svinegylle		
			vinterhvede	nej	88	97	185	Svinegylle		
			vinterhvede	nej	88	97	185	Svinegylle		
			Gns.		77	74	151			
13-1	15,15-1	0,95	vårbyg	ja	98	46	144	Svinegylle		
			vinterbyg	ja	124	58	182	Svinegylle		
			vinterraps	nej	97	150	247	Svinegylle		
			vinterhvede	ja	124	62	186	Svinegylle		
			vinterhvede	ja	124	93	217	Svinegylle		
			Gns.		113	82	195			
17-1	9,23,31,31-1,31-2,28	23,37	vårbyg	ja	49	76	125	Svinegylle		
			vinterbyg	ja	132	46	178	Svinegylle		
			vinterraps	nej	0	182	182			
			vinterhvede	ja	89	71	160	Svinegylle		
			vinterhvede	ja	0	165	165			
			Havre	ja	0	93	93			
			vinterhvede	ja	97	96	193	Svinegylle		
			vinterhvede	ja	97	96	193	Svinegylle		
			Gns.		58	103	161			
17-2	25,36	11,43	vårbyg	ja	0	110	110			
			vinterbyg	ja	0	145	145			
			vinterraps	nej	0	182	182			
			vinterhvede	ja	0	165	165			
			vinterhvede	ja	0	165	165			
			Havre	ja	0	93	93			
			vinterhvede	ja	0	165	165			
			vinterhvede	ja	0	165	165			
			Gns.		0	149	149			
17-3	23-1,29,29-1	1,57	brak		0	0	0			
18-1 Øko	1,1-1,4	1,07	Græs afgræsning		0	0	0			
18-2 Øko	2,2-1,2-2,5,7,7-1	9,48	havre m kl. udlæg	ja	158	0	158	dybstrøelse, kvæg	10	25
			kl. græs slået + afgræsning		47	0	47	Svinegylle	50	98
			kl. græs slået + afgræsning		47	0	47	Svinegylle	10	98
			vintertriticale	ja	91	0	91	Svinegylle	0	0
			vintertriticale	nej	91	0	91	Svinegylle	0	0
			Havre	nej	73	0	73	Svinegylle	0	0
			vintertriticale	ja	91	0	91	Svinegylle	0	0
			vintertriticale	nej	91	0	91	Svinegylle	0	0
			Gns.		86	0	123		9	28
20-1	36	2,16	vinterraps	nej	127	85	212	Svinegylle		
			vinterhvede	nej	128	52	180	Svinegylle		
			vinterhvede	nej	122	79	201	Svinegylle		
			vinterbyg	nej	101	65	166	Svinegylle		
			Gns.		120	70	190			
20-2	36-1	1,04	brak		0	0	0			

Bilag 4: (fortsat)

Sædskilde nr.	Mark nr.	Areal (ha)	Sædskilde	Halm fjernes	Kvælstof (kg/ha)			Husdyrgødningstype	Afgødsning kg N/ha	N-fiksering kg N/ha
					Org. gødn.	Handelsg.	N_total			
22-1 Øko	1,1-1	4,56	Havre	nej	30	0	30	svinegylle		
			vårbyg/lært + efterafgrøde græs	nej	0	0	0			
			vinterhvede	ja	312	0	312	dybstr., kvæg+svinegylle		
			vinterhvede + efterafgrøde græs	ja	151	0	151	Svinegylle		
			vårbyg + efterafgrøde græs	ja	140	0	140	Svinegylle		
			Havre	nej	0	0	0			
			vinterhvede	ja	147	0	147	Svinegylle		
			vinterhvede + efterafgrøde græs	ja	147	0	147	Svinegylle		
			Gns.		116	0	116			
23-1	45,45-2,45-22,45-3	4,25	Græs afgødsning		0	250	250			
24-1	1,2,10,10-1	8,76	Havre	nej	0	95	95			
			Markært	nej	0	0	0			
			vårbyg	ja	0	119	119			
			vårbyg	ja	0	119	119			
			Vårbyg	ja	0	119	119			
			Gns.		0	90	90			
24-2	9-3	0,16	Græs afgødsning		0	41	41			
25-1	4	0,41	vinterhvede	ja	134	42	176	Svinegylle		
			vinterhvede	ja	134	75	209	Svinegylle		
			vinterbyg	ja	116	60	176	Svinegylle		
			vinterbyg	ja	116	60	176	Svinegylle		
			vinterraps	nej	133	76	209	Svinegylle		
			Gns.		127	63	189			
26-1	12-1,71,72	1,67	vårbyg m. udlæg	ja	140	17	157	Svinegylle		
			Frøgræs	ja	140	32	172	Svinegylle		
			Frøgræs	ja	140	32	172	Svinegylle		
			vinterraps	ja	140	56	196	Svinegylle		
			vinterhvede	ja	140	32	172	svinegylle		
			vinterhvede	ja	140	60	200	Svinegylle		
			vinterhvede	ja	140	60	200	Svinegylle		
			Gns.		140	41	181			
27-1	2	0,88	brak		0	0	0			
27-2	1-1	5,01	vinterhvede	ja	129	67	196	Svinegylle		
28-1	30	2,35	vinterhvede	ja	60	112	172	dybstrøelse, ænder		
			vinterhvede	ja	60	146	206	dybstrøelse, ænder		
			vinterhvede	ja	60	146	206	dybstrøelse, ænder		
			vinterhvede	ja	60	146	206	dybstrøelse, ænder		
			vinterraps	nej	60	144	204	dybstrøelse, ænder		
			Gns.		60	139	199			
28-2	21,21-1	2,05	vårbyg	ja	60	91	151	dybstrøelse, ænder		
			vinterbyg	ja	60	122	182	dybstrøelse, ænder		
			vinterraps	nej	60	151	211	dybstrøelse, ænder		
			vinterhvede	ja	60	112	172	dybstrøelse, ænder		
			vinterhvede	ja	60	146	206	dybstrøelse, ænder		
			vinterraps	nej	60	144	204	dybstrøelse, ænder		
			vinterhvede	ja	60	112	172	dybstrøelse, ænder		
			vinterhvede	ja	60	146	206	dybstrøelse, ænder		
			Gns.		60	128	188			
29-1	1	1,81	Græs afgødsning		0	100	100			
30-1	1	4,93	Vårbyg	nej	0	122	122			
30-2	1	0,56	Græs afgødsning		0	0	0			
31-1	1	3,98	Græs afgødsning		0	0	0			
32-1	1	3,68	Græs afgødsning		0	185	185			
33-1	1	0,86	Græs afgødsning		0	0	0			
34-1	1	4,20	Græs afgødsning		0	126	126			
35-1 Øko	1	2,03	havre m kl. udlæg	ja	70	0	70	Svinegylle		
			vinterhvede	ja	70	0	70	Svinegylle		
			Triticale	ja	70	0	70	Svinegylle		
			Gns.		70	0	70			
36-1	1	1,52	Græs afgødsning		0	100	100			
			Gns.		0	100	100			
37-1	1,2	4,91	vinterhvede	nej	0	150	150			
			vinterbyg	nej	0	151	151			
			vinterraps	nej	0	171	171			
			vinterhvede	nej	0	123	123			
			Gns.		0	149	149			
38-1	1,2	5,65	vårbyg	ja	0	115	115			
38-2	3	0,74	brak		0	0	0			
39-1	1,2,3,4	24,72	Vårbyg	nej	0	114	114			
			vinterhvede	nej	0	163	163			
			vinterhvede	nej	0	163	163			
			Gns.		0	147	147			
39-2	5	2,27	brak		0	0	0			
39-3	6	1,33	Græs afgødsning		0	0	0			
40-1	37,40,70-1	28,49	vinterhvede	nej	0	165	165			
			Frøgræs	nej	74	42	116	svinegylle, efterår		
			Frøgræs	nej	74	42	116	svinegylle, efterår		
			vinterraps	nej	87	83	170	svinegylle, forår		
			vinterhvede	nej	0	149	149			
			vinterhvede	nej	145	110	255	Staldgødning, kvæg		
			vårbyg	nej	67	58	125	svinegylle		
			vinterraps	nej	87	42	129	svinegylle		
			vinterhvede	nej	0	149	149			
			vinterhvede	nej	156	123	279	dybstrøelse, søer		
			Gns.		69	96	165			
41-1		8,08	Omdrift				0			
42-1	61,62,63	3,65	vinterhvede	nej	130	61	191	svinegylle		
			vinterhvede	nej	130	70	200	svinegylle		
			vinterhvede	nej	130	70	200	svinegylle		
			vinterbyg	nej	116	58	174	svinegylle		
			vinterraps	nej	102	78	180	svinegylle		
			Gns.		122	67	189			
43-1	1	6,40	vinterbyg	nej	0	127	127			
			havre	nej	0	82	82			
			vinterhvede	nej	0	170	170			
			vårbyg	nej	0	122	122			
			Gns.		0	125	125			

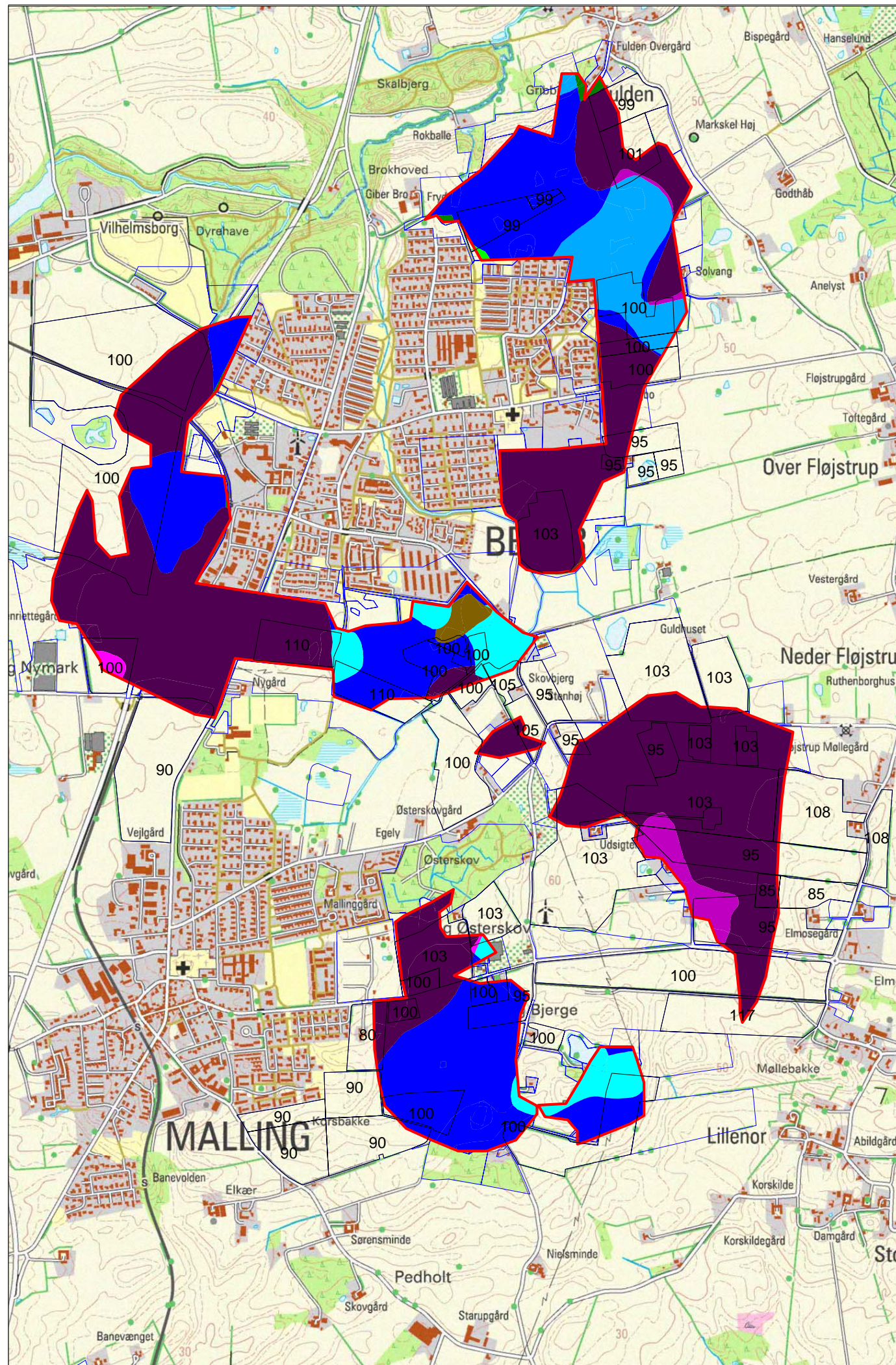
Titel: Jordtyper og udbytter Århus Syd
 Århus Amt
 1466
 Rekviert:
 Vor ref.:
 Deres ref.: Udbytte_layout.wor
 Filnavn: ula
 Udført af: 7. april 2006
 Dato: CTH
 Ks udført af:

Oversigtskort Århus Amt
med angivelse af undersøgelsesområde



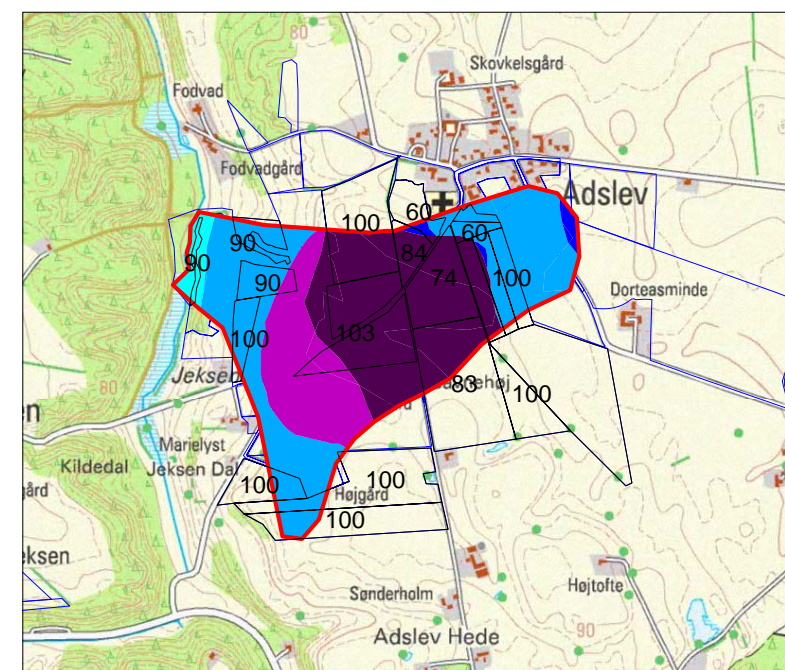
3_4: Jordtype i jordartskort. Viser JB-nr i hhv a og b horisont (0-25 cm og 25-80 cm)

Bilag 5: Oplyste udbytter i forhold til Amtets jordtypekort.



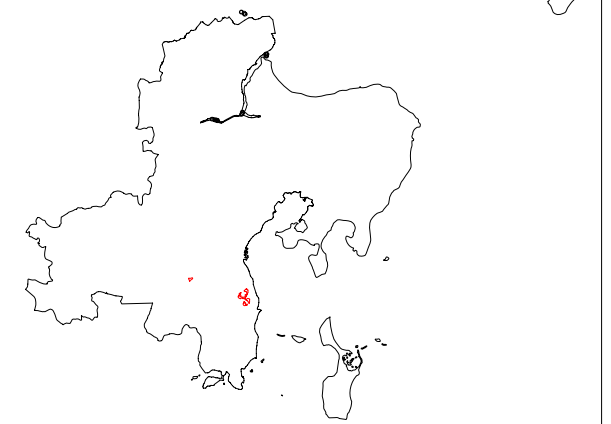
Jb-nr i a_b horisont

- 3_4
- 3_7
- 4_1
- 4_4
- 4_7
- 4_8
- 6_1
- 6_4
- 6_7
- 6_8



Titel: Beregnet kvælstofudvaskning, Århus Syd
 Århus Amt
 Rekviert: 1466
 Vor ref.: layout_udvaskning.wor
 Filnavn: ula
 Udført af: 7. april 2006
 Dato: CTH
 Ks udført af:

Oversigtskort Århus Amt med angivelse af undersøgelsesområde

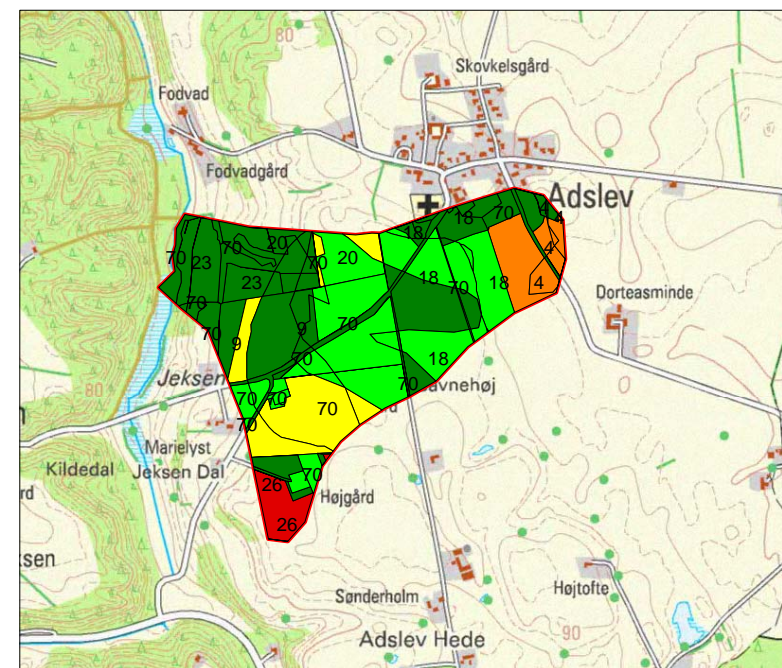
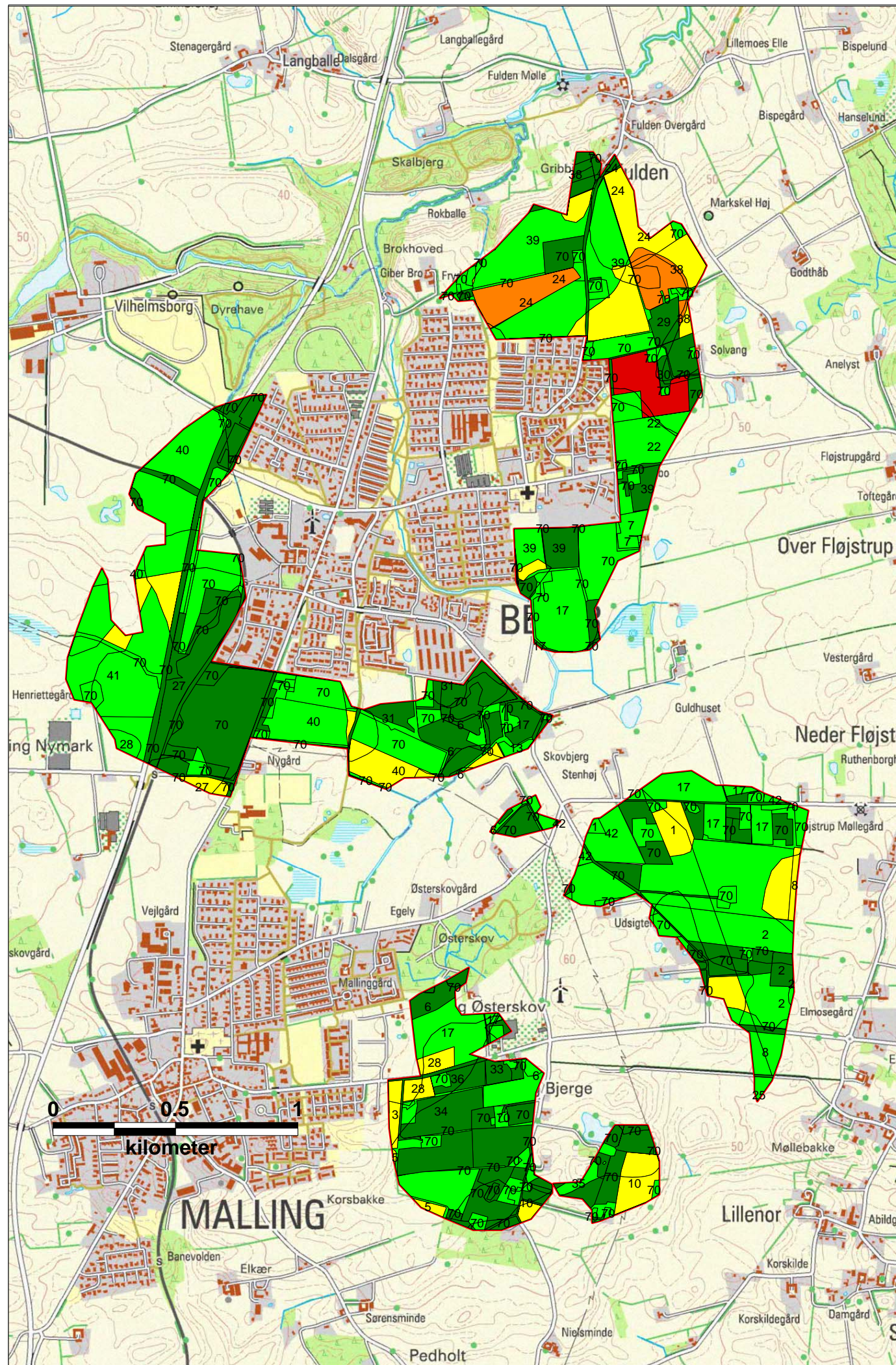


Kvælstofudvaskning (kg N/ha/år)

- 80 til 90
- 60 til 80
- 40 til 60
- 20 til 40
- 0 til 20

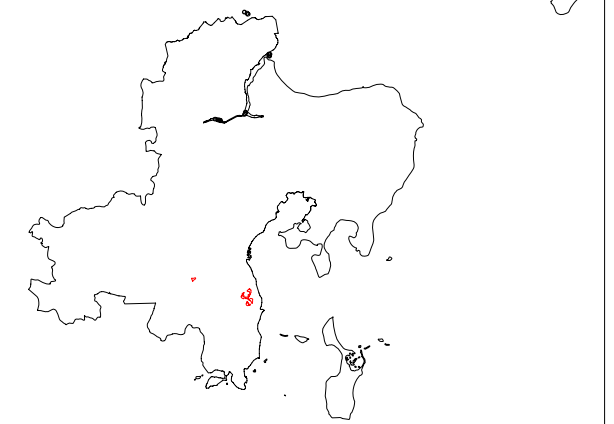
Bedriftsnr. er angivet på den enkelte mark

Bilag 7: Kvælstofudvaskning i beregningsområderne i indsatsområde Beder-Åbo



Titel: Beregnet nitratkoncentration, Århus Syd
 Århus Amt
 Rekvisit: 1466
 Vor ref.:
 Deres ref.: layout_koncentration.wor
 Filnavn: ula
 Udført af: 7. april 2006
 Dato: CTH
 Ks udført af:

Oversigtskort Århus Amt
med angivelse af undersøgelsesområde

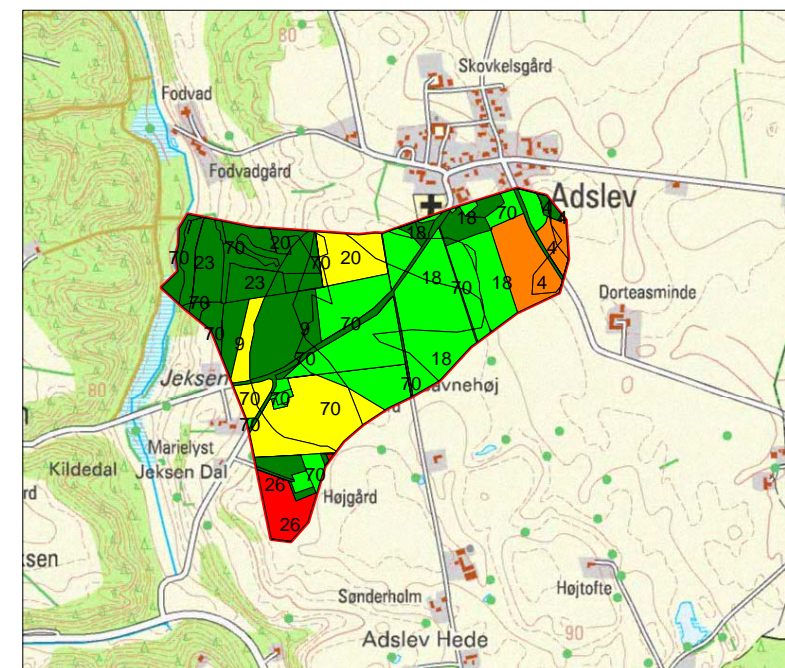
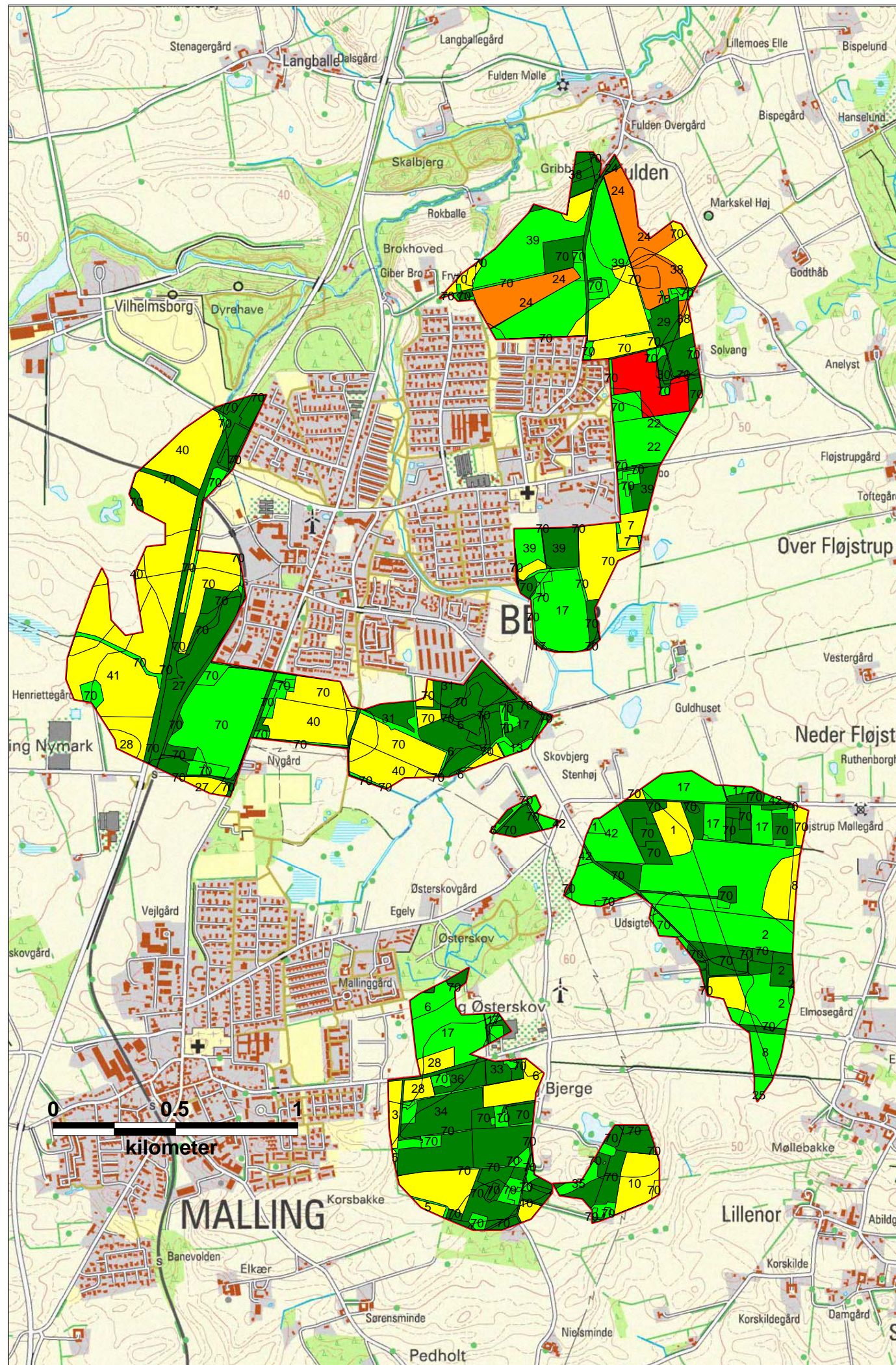


Nitratkoncentration
(mg NO₃/l)

- 100 til 125
- 75 til 100
- 50 til 75
- 25 til 50
- 0 til 25

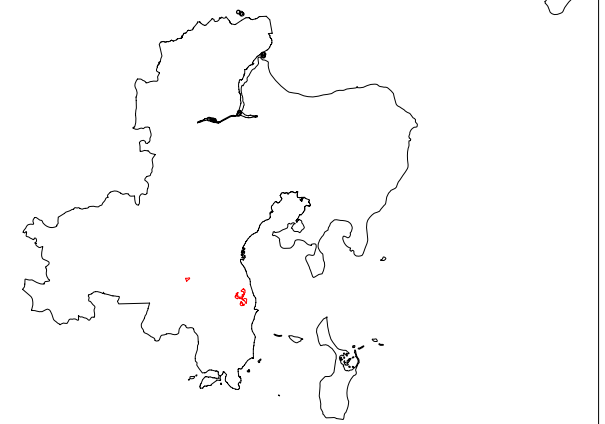
Bedriftsnr. er angivet på den enkelte mark

Bilag 8: Nitratkoncentration i beregningsområderne i indsatsområde Beder-Åbo



Titel: Høstudbytte i indsatsområde Beder-Åbo
 Århus Amt
 Rekvisitent: 1466
 Vor ref.:
 Deres ref.: layout_høst.wor
 Filnavn: ula
 Udført af: 7. april 2006
 Dato: CTH
 Ks udført af:

Oversigtskort Århus Amt med angivelse af undersøgelsesområde

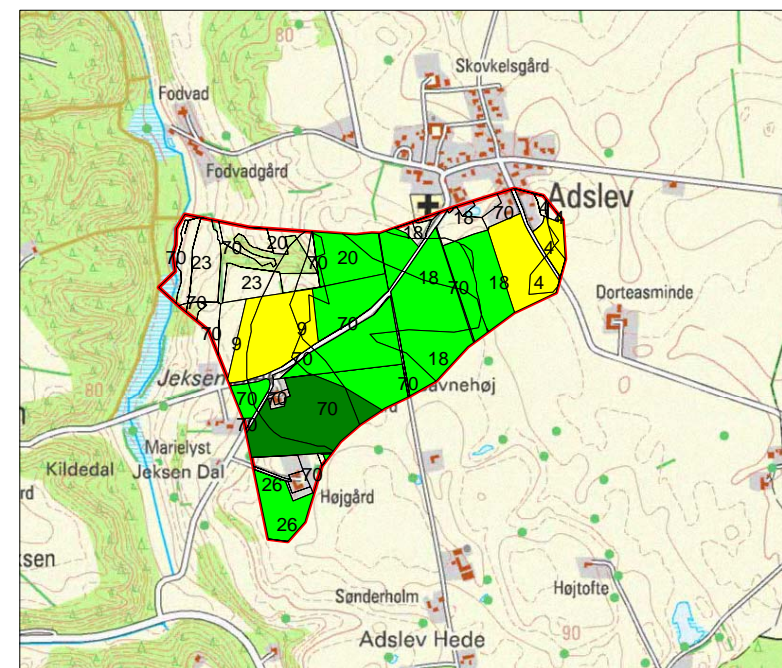
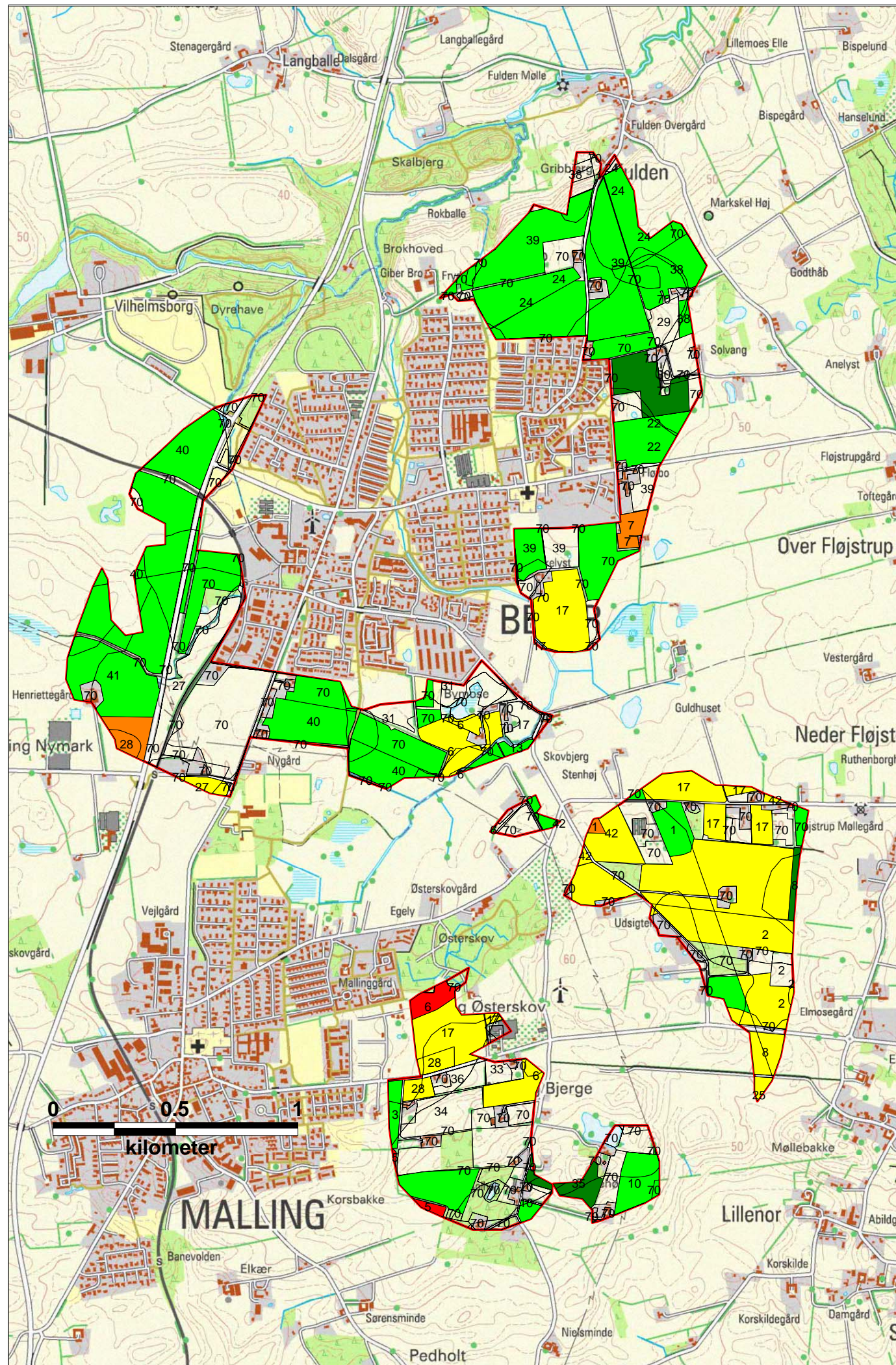


Beregnet høstudbytte (kg N/ha/år)

- 180 til 210
- 150 til 180
- 120 til 150
- 90 til 120
- 60 til 90
- Alle andre

Bedriftsnr. er angivet på den enkelte mark

Bilag 9: Høstudbytte i beregningsområderne i indsatsområde Beder-Åbo



Bilag 10: Hydrauliske parametre

Hydrauliske parametre anvendt i Daisy-modellen for hver jordtype og horisont bestemt med Hypress.

	Alpha	N	Θ_s	Θ_r	Ks (cm/t)	I
JB-nr	A-horisont 0-30 cm					
4	0.0510	1.3106	0.4192	0.0	2.7980	-1.5368
6	0.0485	1.2525	0.3851	0.0	1.67058	-2.3694
	B-horisont 30-80 cm					
1	0.0748	1.4744	0.3867	0.0	2.4790	-0.3824
4	0.0690	1.3903	0.3892	0.0	1.9384	-0.7323
7	0.0536	1.1728	0.3485	0.0	0.6464	-3.2058
8	0.0507	1.1171	0.3708	0.0	0.4573	-4.4489
	C-horisont 80-300 cm					
1	0.0833	1.5507	0.3633	0.0	2.5765	0.5828
3	0.0656	1.3687	0.3562	0.0	1.2539	0.1229
7	0.0441	1.1622	0.3384	0.0	0.5001	-2.5034
8	0.0491	1.1425	0.3386	0.0	0.4446	-3.0702