

EMISSION AF DRIVHUSGASSER
VED DYRKNING AF VINTERRAPS
TIL BIODIESEL

INDHOLDSFORTEGNELSE

1	INDLEDNING	4
2	AREALDATA	5
3	HØSTUDBYTTE I VINTERRAPS	6
3.1	UDBYTTE AF RAPSMETHYLESTER (RME)	7
4	EMISSION AF DRIVHUSGASSER FRA FORBRUG AF HJÆLPESTOFFER	8
4.1	FORBRUG AF UDSÆD	8
4.2	FORBRUG AF KVÆLSTOFGØDNING	8
4.3	FORBRUG AF FOSFOR- OG KALIUMGØDNING	11
4.4	FORBRUG AF PESTICIDER	12
4.5	FORBRUG AF KALK	12
4.6	FORBRUG AF BRÆNDSTOF TIL MARKARBEJDE	12
4.7	FORBRUG AF VAND TIL MARKVANDING	13
5	DYRKNING PÅ ORGANOGEN JORD	17
6	EMISSION AF LATTERGAS VED DYRKNING AF VINTERRAPS	18
6.1	DIREKTE EMISSIONER AF LATTERGAS FRA FORBRUG AF KVÆLSTOFGØDNING	18
6.2	EMISSION AF LATTERGAS FRA AFGRØDERESTER	18
6.3	EMISSION AF LATTERGAS FRA AMMONIAKFORDAMPNING	20
6.4	EMISSION AF LATTERGAS FRA TAB AF KVÆLSTOF VED NITRATUDVASKNING	20
7	SAMLET EMISSION AF DRIVHUSGASSER VED DYRKNING AF VINTERRAPS	22
8	LITTERATURLISTE	23

1 INDLEDNING

Nogle år bliver over halvdelen af den danske rapsavl anvendt til produktion af biodiesel. Anvendelsen af raps til biodiesel er reguleret af EU-direktivet om vedvarende energi (2009/28/EC). Et af formålene med direktivet er at sikre, at biobrændstoffer produceres på en bæredygtig måde. Der er krav om, at biobrændstoffer skal reducere emissionen af drivhusgasser med en vis procentdel i forhold til fossile brændstoffer. Fra 2017 er der krav om en reduktion på minimum 50 %. Hvert EU medlemsland skal redegøre for emissionen af drivhusgasser ved dyrkning af afgrøder til biobrændstoffer. Emissionsopgørelserne skal udarbejdes på regionalt niveau, hvilket for Danmarks vedkommende vil sige for hver af de fem regioner: Hovedstadsområdet (inkl. Bornholm), Sjælland, Syddanmark, Midtjylland og Nordjylland.

Dokumentation af emissioner af drivhusgasser er en forudsætning for at kunne sælge raps på markedet for raps til biodiesel.

Det er Aarhus Universitet, der på vegne af Klima- og Energiministeriet, har stået for udarbejdelsen af den danske redegørelse for emissioner af drivhusgasser ved dyrkning af afgrøder til biobrændstoffer. Redegørelsen er publiceret i rapporten med titlen "Greenhouse gas emissions from cultivation of winter wheat and winter rapeseed for biofuels". Den seneste reviderede version af rapporten er fra den 28. juli 2015. I det følgende har denne rapport referencen Elsgaard (2015). På nogle punkter er der i denne rapport anvendt anvendt andre beregningsmetoder end i Elsgaard (2015). Den væsentligste ændring består i, at der her er anvendt et trendudbytte i stedet for et gennemsnitsudbytte for en historisk periode. Endvidere indregnes den obligatoriske kvælstofeftervirkning efter vinterraps i vinterrapsens nettoforbrug af kvælstofgødning.

Forbruget af kvælstofgødning er en afgørende parameter i beregningen af drivhusgasemissioner. Med afskaffelsen af de reducerede kvælstofnormer i 2016 og 2017 er der opstået en ny situation, der også gør det aktuelt at genberegne emissionstallene. Hvis de tidligere års reducerede kvælstofnormer fortsat havde været gældende i 2016, ville undergødskningen med kvælstof i gennemsnit have været godt 20 %. Med de gældende kvælstofnormer for 2016 var undergødskningen ca. 7 % i forhold til de indstillede og økonomisk optimale kvælstofnormer. I 2017 var undergødskningen helt afskaffet.

I beregningerne er der anvendt udbyttedata for perioden 2006-2017 for de fem regioner. Den gennemsnitlige årlige udbyttetigning er dog beregnet ud fra data for en lidt længere periode for at opnå et mere sikkert tal. Der er anvendt perioden 1999-2017. Arealdata vedrørende dyrkningen af vinterraps er baseret på data for høstårene 2013, 2014 og 2015.

Opgørelsen af emissionerne af drivhusgasser er foretaget efter de retningslinjer, der fremgår af direktivet om fremme af anvendelsen af energi fra vedvarende energikilder af 23. april 2009.

2 AREALDATA

Opgørelsen af arealdata om dyrkningen af vinterraps i Danmark er baseret på data fra det Generelle Landbrugsregister (GLR data). Der er anvendt data for samtlige marker med vinterraps i høstårene 2013, 2014 og 2015. For hver region og for hele landet er opgjort, hvordan det dyrkede areal med vinterraps har været fordelt på jordbundstyper.

Tabel 2-1 Areal med vinterraps 2006-2017, 1.000 ha (Danmarks Statistik).

Region	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Hovedstaden	6,7	8,5	6,9	8,5	8,7	5,4	5,8	8,7	7,9	9,2
Sjælland	26	40,4	29,8	34,4	39	28,5	23,6	46	43,6	47,8
Syddanmark	36,1	55,4	48,7	46,6	48,8	50,2	31,9	52,6	48,3	51,7
Midtjylland	34,2	47	54,1	46,1	44,3	39,7	40	42,8	41,4	52
Nordjylland	22,3	28	32,7	27,4	25,7	26,8	27,8	27,1	24,9	32,5
Hele landet	125,4	179,2	172,1	163,1	166,5	150,5	129,1	177,2	166,1	193,2

Region	2016	2017	Gns.
Hovedstaden	8,2	9,2	
Sjælland	39,4	46,6	
Syddanmark	46,2	49,1	
Midtjylland	42,3	44,5	
Nordjylland	28,2	28,3	
Hele landet	164,3	177,6	

Tabel 2-2 Areal med vinterraps fordelt på jordbundstyper, antal ha i gennemsnit for 2013-2015 (GLR data)

Region	JB 1	JB 2	JB 3	JB 4	JB 5	JB 6	JB 7	JB 8	JB 11	I alt
Hovedstaden	34	81	131	3.557	927	2.504	1.153	10	152	8.551
Sjælland	164	307	298	7.164	423	28.113	7.730	220	873	45.292
Syddanmark	4.226	337	4.706	10.151	3.419	23.117	3.527	247	728	50.457
Midtjylland	5.171	2.102	2.238	19.150	768	12.430	1.787	161	706	44.512
Nordjylland	2.669	9.967	235	10.825	178	2.313	872	87	1.091	28.236
Hele landet	12.264	12.793	7.607	50.848	5.715	68.477	15.070	725	3.550	177.049

Tabel 2-3 Areal med vinterraps fordelt på jordbundstyper i regioner, % (ud fra tabel 2-2).

Region	JB 1	JB 2	JB 3	JB 4	JB 5	JB 6	JB 7	JB 8	JB 11	I alt
Hovedstaden	0,4	0,9	1,5	41,6	10,8	29,3	13,5	0,1	1,8	100
Sjælland	0,4	0,7	0,7	15,8	0,9	62,1	17,1	0,5	1,9	100
Syddanmark	8,4	0,7	9,3	20,1	6,8	45,8	7,0	0,5	1,4	100
Midtjylland	11,6	4,7	5,0	43,0	1,7	27,9	4,0	0,4	1,6	100
Nordjylland	9,5	35,3	0,8	38,3	0,6	8,2	3,1	0,3	3,9	100
Hele landet	6,9	7,2	4,3	28,7	3,2	38,7	8,5	0,4	2,0	100

Arealdata for 2013-2015 er anvendt til beregning af de gennemsnitlige kvælstofnormer i vinterraps og som grundlag for udvaskningsberegninger.

3 HØSTUDBYTTE I VINTERRAPS

Ifølge direktivet skal høstudbytte opgøres på NUTS 2 niveau, der svarer til de fem danske regioner. Danmarks Statistik har opgjort høstudbytte i raps for hver af de fem regioner siden 2006. For årene 2006-2014 er høstudbytte opgjort separat for vinterraps og vårraps. For 2015 har Danmarks Statistik kun opgjort udbytte samlet for vår- og vinterraps, da arealet med vårraps er så lille, at opgørelsen er behæftet med stor usikkerhed. I tabel 3-1 er fra og med 2015 anvendt det af Danmarks Statistik offentliggjorte høstudbytte for raps (vinterraps + vårraps).

Tabel 3-1 Udbytte i vinterraps 2006-2017 for de fem danske regioner og på landsplan, hkg/ha (Danmarks Statistik).

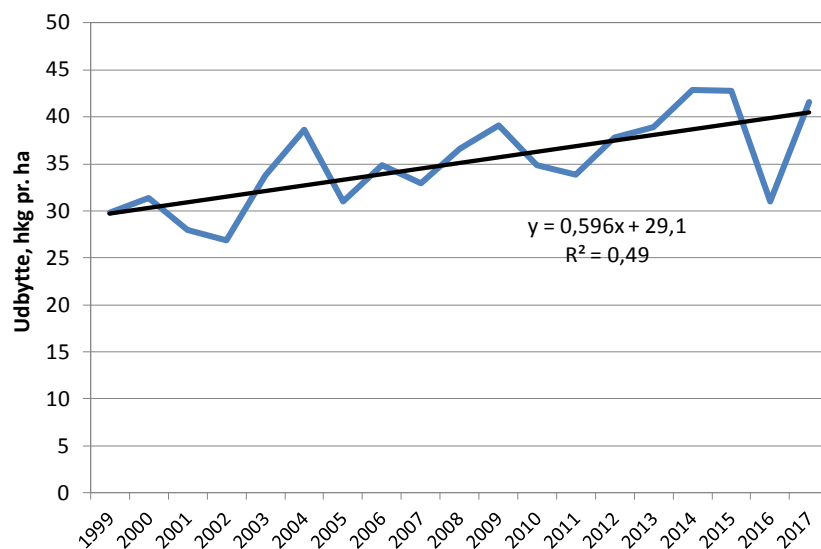
Region	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Hovedstaden	36,9	32,8	40,1	38,1	35,1	28,6	39,6	39,9	43,2	42,8
Sjælland	38,7	34,5	40,1	43,5	38,0	32,2	41,9	42,7	43,9	43,1
Syddanmark	35,7	32,8	36,8	38,1	36,3	32,6	36,5	39,6	42,7	41,6
Midtjylland	33,6	32,4	35,1	38,2	32,4	32,7	39,0	36,6	43,1	43,9
Nordjylland	30,8	31,5	34,5	37,1	31,8	41,1	33,6	34,7	40,8	42,3
Hele landet	34,9	32,9	36,6	39,1	34,9	33,9	37,8	38,9	42,9	42,8

Region	2016	2017	Gns.
Hovedstaden	38,5	44,3	38,3
Sjælland	32,7	39,4	39,2
Syddanmark	30,5	41,8	37,1
Midtjylland	30,4	43,3	36,7
Nordjylland	28,2	41,6	35,7
Hele landet	31,0	41,6	37,3

Udbytte i vinterraps har været stigende gennem en lang årrække. Derfor er et beregnet trendudbytte mere retvisende for det forventede udbytte de nærmest kommende år end det gennemsnitlige udbytte for en historisk periode. Det fremgår af figur 3-1, at udbyttet på landsplan i gennemsnit er steget med 0,6 hkg pr. ha pr. år siden 1999. Udbyttetrenden er beregnet fra starten af den periode (1999-2015), hvor det har været obligatorisk at anvende reducerede kvælstofnormer. Udbyttetrenden for en længere periode vil være påvirket af den udbyttenedgang, som de reducerede normer medførte. Der er ikke foretaget nogen korrektion af udbytte eller det beregnede trendudbytte som følge af ændringerne i kvælstofnormerne i 2016 og 2017.

Det fremgår af tabel 3-1, at 2016 var et år med meget lave udbytte i vinterraps. Udbytte i 2016 var de laveste siden 2005. De årlige udbyttevariationer som følge af vejr- og vækstforhold er betydelige.

Det beregnede trendudbytte for 2018 fremgår af tabel 3-2. Trendudbyttet er beregnet ud fra det gennemsnitlige udbytte for hver region i perioden 2006-2017 (tabel 3-1) og ved at tillægge den gennemsnitlige årlige udbytteestimering for hele landet på 0,6 hkg pr. ha pr. år.



Figur 3-1 Udbytte i vinterraps 1999-2017 på landsplan og tendenslinje (Danmarks Statistik).

Eksempel:

Gns. udbytte på Sjælland i perioden 2006-2017	39,2 hkg/ha
Udbyttetigning frem til 2018 (6,5 år x 0,6 hkg/ha/år)	3,9 hkg/ha
Trendudbytte 2018	43,1 hkg/ha

Tabel 3-2 Trendudbytte for 2018 beregnet i forhold til udbytterne i perioden 2006-2017, hkg pr. ha.

Region	Trendudbytte 2018, hkg/ha
Hovedstaden	42,2
Sjælland	43,1
Syddanmark	41,0
Midtjylland	40,6
Nordjylland	39,6
Hele landet	41,2

3.1

3.1 Udbytte af rapsmethylester (RME)

Det antages, at 1 kg rapsfrø svarer til 16,3 MJ rapsmethylester (RME) ligesom i Elsgaard (2015) og Ahlgren et al. (2009).

Tabel 3-3 Udbytte af rapsmethylester (RME) pr. ha ved trendudbyttet for 2018, MJ pr. ha.

Region	RME 2018, MJ/ha
Hovedstaden	68.786
Sjælland	70.253
Syddanmark	66.830
Midtjylland	66.178
Nordjylland	64.548
Hele landet	67.156

4 EMISSION AF DRIVHUSGASSER FRA FORBRUG AF HJÆLPESTOFFER

Dyrkning af vinterraps medfører emission af drivhusgasser fra produktion og transport af hjælpepestoffer. Direktivet om fremme af vedvarende energikilder angiver, at opgørelsen skal inkludere emissionerne fra fremstillingen af de produkter, der forbruges ved produktionen (jf. direktivet, bilag V, del C, afsnit 6). Første trin i beregningerne for hvert hjælpepestof er en opgørelse af det gennemsnitlige forbrug af det pågældende hjælpepestof. Det er væsentligt, at der ikke blot anvendes tilførselsnormer, hvis tilførselsnormerne ikke afspejler det reelle forbrug. Der er foretaget beregninger af emissionerne fra følgende hjælpepestoffer:

- Udsæd
- Kvælstofgødning
- Fosforgødning
- Kaliumgødning
- Kalk
- Pesticider
- Brændstof (diesel)
- Vand til markvanding

4.1 Forbrug af udsæd

I vinterraps anvendes 3-5 kg rapsudsæd pr. ha. Det indgår i beregningerne ved at fratrække 5 kg fra høst-udbyttet.

4.2 Forbrug af kvælstofgødning

Fordelingen af det dyrkede areal med vinterraps på jordbundstyper fremgår af tabel 4-1.

Tabel 4-1 Fordeling af arealer med vinterraps på jordbundstyper (baseret på GLR-data 2013-2015), %.

	Fordeling af areal med vinterraps 2013-2015 på jordbundstyper									I alt
	JB 1	JB 2	JB 3	JB 4	JB 5	JB 6	JB 7	JB 8	JB 11	
Hovedstaden	0,4	0,9	1,5	41,6	10,8	29,3	13,5	0,1	1,8	100
Sjælland	0,4	0,7	0,7	15,8	0,9	62,1	17,1	0,5	1,9	100
Syddanmark	8,4	0,7	9,3	20,1	6,8	45,8	7,0	0,5	1,4	100
Midtjylland	11,6	4,7	5,0	43,0	1,7	27,9	4,0	0,4	1,6	100
Nordjylland	9,5	35,3	0,8	38,3	0,6	8,2	3,1	0,3	3,9	100
Hele landet	6,9	7,2	4,3	28,7	3,2	38,7	8,5	0,4	2,0	100

Det samlede landbrugsareal, der kan markvandes, er opgjort af Danmarks Statistik (2010) til 464.324 ha. Det samlede landbrugsareal, der blev markvandet i 2010, er opgjort til 318.991 ha. Det svarer til, at 68,7 % af det areal, der kunne vandes, blev vandet i 2010. Der er ikke data for, hvor stor en del af det dyrkede areal med vinterraps, der kan vandes. På landsplan blev der vandet 7.687 ha med vinterraps i 2010 (Danmarks Statistik, 2011). Det antages, at forholdet mellem arealet med vinterraps, der blev vandet, og arealet med vinterraps, der kunne vandes, er det samme som for andre afgrøder. Det samlede areal med vinterraps, der kunne vandes i 2010 var da 11.189 ha. Det svarede til 6,8 % af arealet med vinterraps i 2010. På baggrund heraf antages, at kvælstofnormen for vandet sandjord anvendes for 6,8 % af rapsarealet. Det antages endvidere, at det helt overvejende er arealer med JB 1 og JB 3, der kan markvandes.

Tabel 4-2 Areal med vinterraps, der kan vandes, ha og som % af rapsareal.

	Areal med vinterraps 2010, ha	Vandet 2010, Ha	Kan vandes, ha	Kan vandes, %
Hovedstaden	8.606	20	29	0,0
Sjælland	39.464			
Syddanmark	48.349	3.313	4.822	10,0
Midtjylland	43.691	3.413	4.968	11,4
Nordjylland	25.611	941	1.370	5,3
Hele landet	165.721	7.687	11.189	6,8

Tabel 4-3 Fordeling af arealer med vinterraps på kvælstofnorm kategorier, %. (Ud fra tabel 2-2 og 2-3)

	Kvælstofnorm kategorier				
	JB 1 + JB 3	JB 2 + JB 4 + JB 10-12	JB 1-4 vandet	JB 5-6	JB 7-9
Hovedstaden	1,9	44,3	0,0	40,1	13,6
Sjælland	1,0	18,4	0,0	63,0	17,6
Syddanmark	7,7	22,2	10,0	52,6	7,5
Midtjylland	5,2	49,3	11,4	29,6	4,4
Nordjylland	5,0	77,5	5,3	8,8	3,4
Hele landet	4,4	38,0	6,8	41,9	8,9

Tabel 4-4 Kvælstofnorm for vinterraps 2018, kg N/ha (Vejledning om gødsknings- og harmoniregler 2017-18).

	Kvælstofnorm kategorier				
	JB 1 + JB 3	JB 2 + JB 4 + JB 10-12	JB 1-4 vandet	JB 5-6	JB 7-9
Vinterraps N-norm	205	217	217	224	227

Tabel 4-5 Gennemsnitlig kvælstofnorm for vinterraps på regionalt niveau 2018 (før korrektion for kvælstofeftervirkning) og forventet kvælstofanvendelse i vinterraps, kg N/ha.

	Gns. kvælstofnorm 2018 kg N/ha	Forventet kvælstofanvendelse 2018 (92 % af norm) kg N/ha
Hovedstaden	221	203
Sjælland	223	205
Syddanmark	221	203
Midtjylland	219	201
Nordjylland	217	200
Hele landet	220	202

Efter afskaffelsen af de reducerede kvælstofnormer har landmændene i gennemsnit ikke anvendt den fulde kvælstofkvote, hvilket også er naturligt, da den økonomisk optimale kvælstofanvendelse for halvdelen af landmændene i princippet er lavere end den gennemsnitlige, økonomiske optimale kvælstofnorm. I gennemsnit har landmændene anvendt godt halvdelen af den ekstra mængde kvælstof, som det har været

muligt at anvende som følge af afskaffelsen af de reducerede kvælstofnormer. Forbruget svarer til ca. 92 % af den fulde kvælstofnorm.

Netto forbruget af kvælstof i vinterraps opgøres som kvælstoftilførslen til afgrøden minus den kvælstofeffervirkning, som det er obligatorisk at indregne i kvælstofnormen for den efterfølgende afgrøde.

Efter de danske gødskningsregler er det obligatorisk, at der skal indregnes en kvælstofeffervirkning på 23 kg N pr. ha, jf. Vejledning om gødsknings- og harmoniregler 2017-18 fra Landbrugs- og Fiskeristyrelsen.

Den kvælstofeffervirkning, der fratrækkes kvælstofforbruget ved dyrkning af vinterraps, skal til gengæld tillægges kvælstofforbruget ved dyrkning af 1. års vinterhvede. Samlet medfører det således ingen ændringer i de beregnede emissioner fra vinterraps og vinterhvede samlet set.

Tabel 4-4 Gennemsnitligt forventet forbrug af kvælstof i vinterraps på regionalt niveau 2018 korrigeret for kvælstofeffervirkning, kg N/ha

	Forventet kvælstofanvendelse 2018 korr. for efter- virkning, kg N/ha
Hovedstaden	180
Sjælland	182
Syddanmark	180
Midtjylland	178
Nordjylland	177
Hele landet	179

Der er regnet med samme emission af drivhusgasser i forbindelse med produktion af kvælstofgødning som i Elsgaard (2015), nemlig 3,1 kg CO₂e/kg N. Emissioner forbundet med transport af kvælstofgødning til Danmark er også beregnet som i Elsgaard (2015). Der er regnet med 1.000 km transport til søs a 8,99 g CO₂e/ton/km og 350 km transport på landevej a 227 g CO₂e/ton/km.

Tabel 4-5 Emission af drivhusgasser pr. kg N forbrugt, kg CO₂e/kg N.

	Emission kg CO₂e pr. kg N
Produktion	3,10
Søtransport (1.000 km)	0,01
Vejtransport (350 km)	0,08
I alt pr. kg N forbrugt	3,19

Tabel 4-6 Emission af drivhusgasser fra produktionen af forbruget af N-gødning ved dyrkning af vinterraps, kg CO₂e/ha.

	2018 kg CO₂e/ha
Hovedstaden	575,0
Sjælland	581,2
Syddanmark	573,8
Midtjylland	569,0
Nordjylland	564,5
Hele landet	573,2

4.3 Forbrug af fosfor- og kaliumgødning

Forbruget af fosfor og kalium kan opgøres ud fra bortførslen med frøudbyttet. Specielt for kaliums vedkommende er tilførselsnormen væsentlig større end bortførslen; men hovedparten af det fosfor og kalium, der ikke bortføres med afgrøden, vil være til rådighed for efterfølgende afgrøder. Bortførslen med afgrøden er derfor et mere retvisende udtryk for afgrødens forbrug af gødning end tilførselsnormerne.

Næringsstofindholdet i rapsfrø er ifølge Mark Online 2015 0,76 % P i tørstof og 1,00 % K i tørstof. Bortførsel af næringsstoffer med rapshalm kan udelades, da næringsstofferne forbliver på marken eller tilbageføres til marken.

Ligesom i Elsgaard (2015) og i den svenske emissionsopgørelse (Ahlgren et al.; 2009) er her regnet med drivhusgasemissioner fra produktion af fosfor- og kaliumgødning på henholdsvis 0,71 kg CO₂e/kg P og 0,46 kg CO₂e/kg K.

Tabel 4-7 Bortførsel af fosfor (P) og kalium (K) med frøudbyttet ved trendudbyttet i vinterraps 2018, kg/ha.

	2018	
	kg P/ha	kg K/ha
Hovedstaden	29,2	38,4
Sjælland	29,8	39,2
Syddanmark	28,4	37,3
Midtjylland	28,1	36,9
Nordjylland	27,4	36,0
Hele landet	28,5	37,5

Tabel 4-8 Emission af drivhusgasser forbundet med forbrug af fosfor- og kaliumgødning ved dyrkning af vinterraps 2018, kg CO₂e/ha.

	2018	
	Fosfor	Kalium
Hovedstaden	20,7	17,7
Sjælland	21,2	18,0
Syddanmark	20,1	17,2
Midtjylland	19,9	17,0
Nordjylland	19,4	16,6
Hele landet	20,2	17,2

4.4 Forbrug af pesticider

I perioden 2006-2014 var det gennemsnitlige forbrug af aktivstof i dansk planteavl 1,68 kg/ha. Der findes ikke statistik over forbruget i de enkelte regioner eller i de enkelte afgrøder. Emission af drivhusgasser ved produktion af pesticider kan sættes til 5,37 kg CO₂eq pr. kg aktivstof (Elsgaard, 2015). Forbrug af pesticider eksklusiv udbringning giver dermed anledning til en emission af drivhusgasser på 9,0 kg CO₂e pr. ha dyrket areal.

4.5 Forbrug af kalk

Der findes ikke statistik over forbruget af kalk i de enkelte regioner. På landsplan er der i Danmark i gennemsnit for perioden 2005-2014 anvendt 452.000 ton kalk (CaCO₃) årligt. Det svarer til 170 kg pr. ha. De direkte emissioner fra anvendelse af kalk kan beregnes med emissionsfaktoren 0,12 kg C/kg CaCO₃ svarende til 0,44 kg CO₂/kg CaCO₃. Dertil kommer udvinding og transport (0,019 kg CO₂/kg CaCO₃). Forbrug af kalk eksklusiv udbringning giver dermed anledning til en emission af drivhusgasser på 78,0 kg CO₂e pr. ha dyrket areal.

4.6 Forbrug af brændstof til markarbejde

Der findes ingen statistik over brændstofforbruget til dyrkning af vinterraps på hverken landsplan eller regionalt niveau. Forbruget af brændstof beregnes derfor ud fra det estimerede omfang af markopgaver og brændstofforbruget pr. markopgave. Ligesom i Elsgaard (2015) er brændstofforbruget pr. ha ganget med 1,1 på lerjord (JB 7 og derover) og med 0,9 på sandjord (JB 1-4). Fordelingen af det dyrkede areal på brændstofkategorier fremgår af tabel 4-11.

Tabel 4-9 Fordelingen af det dyrkede areal med vinterraps på kategorier af jordbundstyper i forhold til brændstofforbrug, % af dyrket areal med vinterraps.

Region	JB 1-4	JB 5-6	JB 7-9
Hovedstaden	46	40	14
Sjælland	19	63	18
Syddanmark	40	53	7
Midtjylland	66	30	4
Nordjylland	88	9	3
Hele landet	49	42	9

I Elsgaard (2015) er der regnet med stubharvning, pløjning og tromling på hele rapsarealet. Et mindre areal bliver imidlertid dyrket pløjefrit og hovedparten af arealet bliver ikke stubharvet forud for pløjning.

Tabel 4-10 Frekvens af arbejdsopgaver og forbrug af diesel ved dyrkning af vinterraps på JB 5-6, l/ha.

	Frekvens antal gange/ha	Diesel forbrug l/gang	Reference	Diesel forbrug l/ha
Pløjning	0,9	23,0	a	17,6
Stubharvning	0,3	4,0	b	1,2
Gødskning (handelsgødning)	2,0	1,7	b	3,4
Kombi-harve såning	1,0	6,4	b	6,4
Tromling (særsilt behandling)	0,4	1,8	b	0,7
Marksprøjtning	3,0	1,5	a/b	4,5
Skårlægning	0,5	2,0	c	1,0
Mejetærskning inkl. transport	1,0	14,0	a	14,0
Kalk spredning	0,2	7,5	a	1,5
I alt til markopgaver				50,3

a) Dalgaard (2006) b) Håndbog til driftsplanlægning 2012 c) Egen vurdering.

I tabel 4-13 er beregnet dieselforbruget i gennemsnit pr. ha for hver region ud fra tabel 4-12 og i forhold til fordelingen af rapsarealet på jordtyper i regionerne. Som i Elsgaard (2015) er der regnet med emissioner svarende til 3,36 kg CO₂e pr. liter diesel.

Tabel 4-11 Forbrug af diesel (l/ha) og emission af drivhusgasser (kg CO₂e/ha) ved dyrkning af vinterraps i regioner.

Region	Gns. forbrug af diesel, l/ha	Emission af drivhusgasser, kg CO ₂ e/ha
Hovedstaden	49,5	166,2
Sjælland	50,3	163,8
Syddanmark	49,5	161,9
Midtjylland	48,8	168,8
Nordjylland	48,2	166,3
Hele landet	49,3	165,6

4.7 Forbrug af vand til markvanding

Omfanget af markvanding er ikke ens i de forskellige afgrøder. Markvanding er mere udbredt på kvægbrug og på bedrifter med kartofler end på andre bedriftstyper. Derudover er vandforbruget til markvanding pr. ha vandet areal forskelligt i forskellige afgrøder, da vandingsbehovet afhænger af den enkelte afgrødes vækstsæson. Desuden varierer vandforbruget meget fra år til år afhængig af vejrforholdene. Til brug for beregning af emissionerne af drivhusgasser ved dyrkning af vinterraps anvendes det gennemsnitlige vandforbrug set over en længere årrække pr. ha dyrket areal (totalt areal).

Danmarks Statistik opgør det årlige forbrug af vand til markvanding. Indberetningerne af vandforbrug før kommunalreformen er mangelfulde for nogle områder af landet. Derfor baseres opgørelsen af vandforbrug til markvanding i vinterraps på perioden 2006-2015.

Tabel 4-12 Vandforbrug til markvanding 2006-2016, mio. m³ (Statistikbanken, Danmarks Statistik).

Region	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Gns.
Hovedstaden	0,9	0,6	1	1	0,8	0,5	0,7	0,8	1,2	0,9	0,8
Sjælland	1,5	1	1,6	1,5	1,4	1	1,3	1,6	1,7	1,0	1,3
Syddanmark	99,7	42,9	87,7	95,4	79,4	90,6	45	95	81,4	48,4	79,8
Midtjylland	80,7	41,5	103,8	108,6	104,7	83,7	63,9	144,4	168,5	68,6	98,1
Nordjylland	4,6	4	10,1	6,6	6,4	3,8	3,9	6,6	7,3	3,2	5,9
Hele landet	187,5	89,9	204,2	213,1	192,8	179,7	114,7	248,4	260,1	122,1	185,9

Region	2016	2017	Gns.
Hovedstaden	0,9		0,9
Sjælland	1,1		1,3
Syddanmark	51,9		74,3
Midtjylland	68,6		99,0
Nordjylland	3,2		5,3
Hele landet	122,1		180,9

Danmarks Statistik har for 2010 opgjort det vandede areal i forskellige afgrøder. 2010 var et år med et vandforbrug lidt over middel og vurderes at være rimelig repræsentativ for perioden 2006-2017.

Tabel 4-13 Markvanding 2010 fordelt efter afgrøder, ha (Danmarks Statistik, 2011).

Region	Korn	Majs	Bælgsæd	Kartofler	Sukkerroer	Raps	Græs	Andet	I alt
Hovedstaden + Sjælland	256	33	0	1.080	16	20	363	2.297	4.065
Syddanmark	58.457	18.150	549	8.655	41	3.313	42.027	7.150	138.342
Midtjylland	86.041	10.239	969	14.900	0	3.413	34.531	9.080	159.173
Nordjylland	6.961	999	32	2.339	0	941	5.517	465	17.254
Hele landet	151.715	29.421	1.550	26.974	57	7.687	82.438	18.992	318.834

Det beregnede vandingsbehov ved optimal vanding i perioden 1987-2010 (tabel 1-3) anvendes som nøgle til fordeling af vandforbruget mellem de enkelte afgrøder.

Tabel 4-14 Vandingsbehov på grovsandet jord (JB 1) 1987-2010, mm (Hvid, 2011).

	Korn	Majs	Bælgsæd	Kartofler	Sukkerroer	Raps	Græs	Andet
Vandingsbehov	117	76	103	155*	76	121	177	(150)

*) Vandingsbehovet i kartofler er hævet med 50 % i forhold til det modelberegnete behov, da det skønnes at en tredjedel af vandingsvandet tabes ved nedsivning mellem kartoffelkammene.

Ud fra tabel 4-15 og tabel 4-16 beregnes vandingsbehovet i m³ vand i de forskellige afgrøder.

Tabel 4-15 Vandingsbehov fordelt efter afgrøder, 1.000 m³ (ud fra tabel 4-15 og 4-16).

Region	Korn	Majs	Bælgsæd	Kartofler	Sukkerroer	Raps	Græs	Andet	I alt
Hovedstaden + Sjælland	300	25	0	1.674	12	24	643	3.446	6.123
Syddanmark	68.395	13.794	565	13.415	31	4.009	74.388	10.725	185.322
Midtjylland	100.668	7.782	998	23.095	0	4.130	61.120	13.620	211.412
Nordjylland	8.144	759	33	3.625	0	1.139	9.765	698	24.163
Hele landet	177.507	22.360	1.597	41.810	43	9.301	145.915	28.488	427.021

Tabel 4-16 Fordeling af vandforbrug mellem afgrøder på regionalt niveau, pct. (ud fra tabel 4-17).

Region	Korn	Majs	Bælgsæd	Kartofler	Sukkerroer	Raps	Græs	Andet	I alt
Hovedstaden + Sjælland	4,9	0,4	0,0	27,3	0,2	0,4	10,5	56,3	100
Syddanmark	36,9	7,4	0,3	7,2	0,0	2,2	40,1	5,8	100
Midtjylland	47,6	3,7	0,5	10,9	0,0	2,0	28,9	6,4	100
Nordjylland	33,7	3,1	0,1	15,0	0,0	4,7	40,4	2,9	100
Hele landet	41,6	5,2	0,4	9,8	0,0	2,2	34,2	6,7	100

Tabel 4-17 Vandforbrug fordelt efter afgrøder på regionalt niveau 2006-2015, 1.000 m³ (ud fra tabel 4-14 og 4-18).

Region	Korn	Majs	Bælgsæd	Kartofler	Sukkerroer	Raps	Græs	Andet	I alt
Hovedstaden + Sjælland	105	9	0	589	4	9	226	1.213	2.156
Syddanmark	29.467	5.943	244	5.780	13	1.727	32.049	4.621	79.844
Midtjylland	46.696	3.610	463	10.713	0	1.916	28.351	6.318	98.067
Nordjylland	1.977	184	8	880	0	276	2.371	169	5.867
Hele landet	78.246	9.746	715	17.962	18	3.928	62.998	12.321	185.933

Tabel 4-18 Dyrket areal (vandet og uvandet) efter afgrøde i perioden 2006-2015, ha (Danmarks Statistik).

Region	Korn	Majs	Bælgsæd	Kartofler	Sukkerroer	Raps	Græs
Hovedstaden	56.486	2.415	240	560	701	7.776	12.063
Sjælland	294.958	6.112	1.693	1.966	37.632	35.570	19.024
Syddanmark	411.454	79.426	1.947	11.620	14.998	46.328	101.393
Midtjylland	448.855	48.634	3.008	19.808	21.730	43.425	98.119
Nordjylland	262.429	32.050	1.170	6.628	8.005	27.166	70.124
Hele landet	1.474.183	168.637	8.058	40.582	83.065	160.264	300.723

Tabel 4-19 Vandforbrug til markvanding pr. ha dyrket areal (vandet og uvandet) efter afgrøde i perioden 2006-2015, mm (ud fra tabel 4-19 og 4-20).

Region	Korn	Majs	Bælgsæd	Kartofler	Sukkerroer	Raps	Græs
Hovedstaden	0,0	0,1	0,0	23,3	0,0	0,0	0,7
Sjælland	0,0	0,1	0,0	23,3	0,0	0,0	0,7
Syddanmark	7,2	7,5	12,5	49,7	0,1	3,7	31,6
Midtjylland	10,4	7,4	15,4	54,1	0,0	4,4	28,9
Nordjylland	0,8	0,6	0,7	13,3	0,0	1,0	3,4
Hele landet	5,3	5,8	8,9	44,3	0,0	2,5	20,9

Energiforbruget til markvanding kan sættes til 4,6 kWh/mm/ha (Jens J. Høy, pers. medd.). Energiforbruget til markvanding efter afgrøde på regionalt niveau fremgår af tabel 4-22. Emissionen af drivhusgasser pr. kWh har været faldende gennem en årrække og var i 2015 ifølge miljødeklarationen af el fra Energinet.dk 233 g CO₂e pr. kWh (200 % metoden).

Tabel 4-20 Energiforbrug til markvanding pr. ha dyrket areal (vandet og uvandet) efter afgrøde i perioden 2006-2015, kWh/ha (ud fra tabel 4-21).

Region	Korn	Majs	Bælgsæd	Kartofler	Sukkerroer	Raps	Græs
Hovedstaden	0	0	0	107	0	0	3
Sjælland	0	0	0	107	0	0	3
Syddanmark	33	34	58	229	0	17	145
Midtjylland	48	34	71	249	0	20	133
Nordjylland	3	3	3	61	0	5	16
Hele landet	24	27	41	204	0	11	96

Tabel 4-21 Emission af drivhusgasser forbundet med markvanding pr. ha dyrket areal (vandet og uvandet) efter afgrøde, kg CO₂e/ha (ud fra tabel 4-22).

Region	Korn	Majs	Bælgsæd	Kartofler	Sukkerroer	Raps	Græs
Hovedstaden	0,03	0,11	0,00	25,01	0,01	0,02	0,78
Sjælland	0,03	0,11	0,00	25,01	0,01	0,02	0,78
Syddanmark	7,68	8,02	13,41	53,31	0,10	4,00	33,88
Midtjylland	11,15	7,95	16,50	57,97	0,00	4,73	30,97
Nordjylland	0,81	0,62	0,73	14,23	0,00	1,09	3,62
Hele landet	5,69	6,19	9,50	47,44	0,02	2,63	22,45

5 DYRKNING PÅ ORGANOGEN JORD

I henhold til IPCC (2006) er der tale om organogen jord, hvis kulstofindholdet i jorden er højere end 20 %. Det svarer til et indhold af humus på 35 %. Der findes ingen dansk kortlægning af arealer med et kulstofindhold over 20 %. Der findes imidlertid en kortlægning af arealer, der ifølge den danske jordklassificering betegnes som humusjord (JB 11). Det er arealer med et kulstofindhold over 6 %, der svarer til 10 % humus. Derudover findes der en kortlægning af arealer med et kulstofindhold over 12 % svarende til 20 % humus. Det er den såkaldte Tørv2014 kortlægning. I tabel 5-1 er vist arealerne med vinterraps på henholdsvis humusjord (<6 % C) og arealer med et kulstofindhold over 12 %.

Tabel 5-1 Arealer med vinterraps på humusjord/JB 11 og arealer med over 12 % C i 2013, 2014 og 2015, ha

Region	Over 6 % C (JB 11/humusjord) fra jordbundskortlægningen			Over 12 % C fra Tørv2014 kortlægningen		
	2013	2014	2015	2013	2014	2015
Hovedstaden	157	160	140	0	11	1
Sjælland	875	840	904	97	47	50
Syddanmark	654	754	775	25	81	15
Midtjylland	555	627	935	62	104	162
Nordjylland	794	1.024	1.454	58	100	146
Hele landet	3.036	3.406	4.208	242	343	373

Det er velkendt, at overvintrende afgrøder dyrkes i meget begrænset omfang på arealer med et højt kulstofindhold. Det skyldes, at der er en sammenhæng mellem mængden af kulstof og afvandingstilstanden, således at jo højere kulstofindhold jo dårligere er afvandingstilstanden generelt, især i vinterhalvåret. På humusrig jord sker der let "opfrysning", der ødelægger vinterrapsens rodnet. Derfor er det forventet, at vinterraps udgør en aftagende del af arealet med stigende indhold af kulstof i jorden. Det fremgår af tabel 5-1 og 5-2, at det forholder sig sådan. Ved ekstrapolation kommer man til at areal på 0 ha med vinterraps på arealer med over 20 % C. Vi kan selvfølgelig ikke vide, om der skulle være nogle få arealer; men arealet er under alle omstændigheder så ubetydeligt, at det ikke behøver indgå i opgørelsen af drivhusgasemissioner ved dyrkning af vinterraps.

Tabel 5-2 Vinterrapsandel af arealer med højt kulstofindhold i Danmark, %.

	Landbrugs- areal i alt, ha	Areal med vinterraps, ha (gns. 2013-15)	Andel med vinterraps, %
Alle arealer	2.605.000	177.440	6,8
Over 6 % C	114.271	3.550	3,1
Over 12 % C	70.481	319	0,5
Over 20 % C	48.531	0 (ekstrapoleret)	0 (ekstrapoleret)

6 EMISSION AF LATTERGAS VED DYRKNING AF VINTERRAPS

En meget betydelig del af den samlede klimapåvirkning ved dyrkning af vinterraps (og andre afgrøder) kommer fra den beregnede emission af lattergas direkte i marken og de beregnede emissioner i forbindelse med tab af kvælstof til det omgivende miljø. Opgørelsen af emissioner af lattergas omfatter følgende poster

- Direkte emissioner fra forbruget af kvælstofgødning
- Emission fra omsætning af overjordiske og underjordiske afgrøderester
- Emission fra fordampet ammoniak
- Emission fra udvasket nitratkvælstof

6.1 Direkte emissioner af lattergas fra forbrug af kvælstofgødning

Emission af lattergas beregnes i henhold til IPCC (2006) efter Tier 1 metoden, der også anvendes i forbindelse med opgørelsen af det nationale drivhusgasregnskab. Standard emissionsfaktoren er 0,01 kg N₂O-N/kg N. Ifølge IPCC (2006) skal tilført N i handelsgødning ikke som tidligere fratrækkes tab ved ammoniakfordampning.

Tabel 6-1 Direkte emission af lattergas fra anvendelse af kvælstofgødning i vinterraps, kg CO₂e/ha.

	Forventet kvælstofanvendelse 2018 korr. for eftervirkning, kg N/ha	Direkte emission af lattergas fra anvendelse af kvælstofgødning kg CO ₂ e/ha
Hovedstaden	180	837,3
Sjælland	182	846,6
Syddanmark	180	837,3
Midtjylland	178	828,0
Nordjylland	177	823,3
Hele landet	179	832,6

6.2 Emission af lattergas fra afgrøderester

De overjordiske afgrøderester består af stub, avner og ikke-bjerget halm. Halmængden antages at udgøre 90 % af tørstofudbyttet i frø (Danmarks Statistik, 2016). Dette forhold mellem frø- og halmudbytte er baseret på ældre data. Moderne rapssorter er kortstråede. Det er imidlertid ikke undersøgt, om forholdet mellem frø- og halmudbytte er anderledes ved dyrkning af moderne sorter. Andelen af ikke-bjerget halm opgøres årligt af Danmarks Statistik. I gennemsnit for hele landet for perioden 2006-2016 udgør den ikke-bjergede andel af rapshalm 80 %. Der er små forskelle mellem regionerne. Der er regnet med et N-indhold i rapshalm på 1,07 % af tørstof som i Elsgaard (2015). Ifølge Mikkelsen (2006) kan der i gennemsnit regnes med et kvælstofindhold i stub og avner på 4,4 kg N pr. ha i vinterraps.

Tabel 6-2 Udbytte af halm i vinterraps ved trendudbyttet for 2018 samt den gennemsnitlige mængde ikke-bjerget halm pr. ha rapsareal, hkg tørstof pr. ha.

	Halm udbytte hkg tørstof/ha	Ikke bjerget Halm	Ikke bjerget halm i gns. for hele rapsarealet hkg tørstof/ha
	2018	%	2018
Hovedstaden	34,6	94	32,1
Sjælland	35,3	84	29,7
Syddanmark	33,6	76	25,4
Midtjylland	33,3	80	26,2
Nordjylland	32,4	79	25,8
Hele landet	33,7	80	26,9

	N i stub, avner og ikke-bjerget halm kg N/ha	Emission af lattergas fra overjordisk afgrøderest, kg CO ₂ e/ha
	2018	2018
Hovedstaden	38,8	180,4
Sjælland	36,1	168,0
Syddanmark	31,6	146,8
Midtjylland	32,5	151,0
Nordjylland	32,0	148,7
Hele landet	33,2	154,3

	N i underjordisk afgrøderest kg N/ha	Emission af lattergas fra underjordisk afgrøderest, kg CO ₂ e/ha
	2018	2018
Hovedstaden	15,3	71,0
Sjælland	15,6	72,4
Syddanmark	14,8	69,1
Midtjylland	14,7	68,4
Nordjylland	14,4	66,8
Hele landet	14,9	69,4

Ligesom i Elsgaard (2015) beregnes mængden af underjordisk afgrøderest som 22 % af den samlede overjordiske biomasse (frøudbytte, halm, stub, skulper). Det svarer til IPCC's guideline for kornafgrøder. IPCC (2006) har ikke specificeret en beregningsmetode for raps. Der er som i Elsgaard (2015) regnet med et kvælstofindhold i den underjordiske afgrøderest på 0,9 %.

6.3 Emission af lattergas fra ammoniakfordampning

Ligesom i Elsgaard (2015) er antaget, at ammoniakfordampningen fra handelsgødning udgør 2,2 % af den tilførte mængde kvælstof. Standard emissionsfaktoren for nedfald af ammoniak er ifølge IPCC (2006) 0,01 kg N₂O-N/kg NH₃-N.

Tabel 6-3 Ammoniakfordampning (kg N/ha) og emission af lattergas ved nedfald af ammoniak (kg CO₂e/ha).

	Ammoniakfordampning kg N/ha	Emission af lattergas fra NH ₃ kg CO ₂ e/ha
	2018	2018
Hovedstaden	4,0	18,4
Sjælland	4,0	18,6
Syddanmark	4,0	18,4
Midtjylland	3,9	18,2
Nordjylland	3,9	18,1
Hele landet	3,9	18,3

6.4 Emission af lattergas fra tab af kvælstof ved nitratudvaskning

Nitratudvaskningen ved dyrkning af vinterraps er beregnet med N-les 4. Ved beregningen indgår vinterrapsens effekt på nitratudvaskningen i både udlægsåret, høståret og året efter høståret. Udvaskningsberegninger er udført med udgangspunkt i jordtypesammensætningen i hver region. Udvaskningen er beregnet i et sædskifte bestående af Vinterbyg – Vinterraps – Vinterhvede – Vinterhvede – Vårbyg. Som N-niveau i udvaskningsberegningen er anvendt det gennemsnitlige N-niveau i dette sædskifte under forudsætning af, at der alene er gødet med handelsgødning. Der er regnet med fuld implementering af ændrede kvælstofnormer, dvs. der er ikke taget hensyn til, at N-niveauet gradvis øges over en periode på seks år ved ændringer i kvælstofnormerne.

Udvaskningsberegninger er udført for hver region med en afstrømning, der repræsentativ for den pågældende region. Effekten af vinterraps på udvaskningen i udlægsåret er beregnet ved at sammenholde udvaskningen i vinterbyg efterfulgt af vinterraps med udvaskningen i vinterbyg efterfulgt af korn. Effekten af vinterraps som forfrugt på udvaskningen er beregnet ved at sammenholde udvaskningen i vinterhvede med vinterraps som forbrugt med udvaskningen i vinterhvede med korn som forfrugt.

Emission af lattergas fra udvaskning af nitrat beregnes som i Elsgaard (2015) disaggregeret for udvaskning til henholdsvis grundvand (inkl. dræn), vandløb og kystvand. Emissionsfaktoren er for hvert af de tre trin i transporten af nitrat fra rodzone til kystvand 0,0025 kg N₂O-N/kg N. Med udgangspunkt i den nyeste kortlægning af kvælstofretention er den arealvægtede kvælstofretention for alle rapsmarker i hver region beregnet. Retentionen er beregnet for alle rapsmarker i årene 2013-2015. Der er beregnet retention i grundvand, overfladevand og totalt fra rodzone til kystvand (tabel 6-5).

Tabel 6-4 Beregning af nitratudvaskning ved dyrkning af vinterraps ved det forventede kvælstofforbrug 2018, kg N/ha. Beregnet med N-les 4.

	Region					Hele landet
	Hovedstaden	Sjælland	Syddanmark	Midtjylland	Nordjylland	
Mindre udvaskning i udlægsåret i forhold til vinterbyg efterfulgt af korn	-38	-36	-47	-51	-53	-46
Udvaskning i høståret	73	70	98	108	111	94
Merudvaskning med vinterraps som forfrugt i forhold til korn som forfrugt	3	3	4	5	5	4
Netto udvaskning fra vinterraps	38	37	55	57	63	51

Den kombinerede emissionsfaktor for kvælstofudvaskning fra rodzonen kan da beregnes således med tallene for hele landet som eksempel: $(0,0025 \cdot 100 \%) + (0,0025 \cdot 42,4 \%) + (0,0025 \cdot 32,5 \%) = 0,0044$. Den kombinerede emissionsfaktor for hver region er vist i tabel 6-6.

Tabel 6-5 Kvælstofretention for arealer dyrket med vinterraps i årene 2013-2015 og beregnet andel af rodzoneudvaskningen, der udledes til henholdsvis grundvand/dræn, vandløb og kystvand, %. Egne beregninger.

	Kvælstofretention, %			Andel af rodzoneudvaskning (%), der udledes til		
	Grundvand	Overfladevand	Total	Grundvand eller dræn	Vandløb	Kystvand
Hovedstaden	57,1	24,2	67,5	100	42,9	32,5
Sjælland	48,0	19,6	58,2	100	52,0	41,8
Syddanmark	60,6	22,9	69,6	100	39,4	30,4
Midtjylland	60,5	28,7	71,8	100	39,5	28,2
Nordjylland	61,2	20,8	69,3	100	38,8	30,7
Hele landet	57,6	23,3	67,5	100	42,4	32,5

Tabel 6-6 Emission af drivhusgasser forbundet med kvælstofudvaskning ved dyrkning af vinterraps 2018, kg CO₂e/ha.

	Kvælstofudvaskning kg N/ha	Emissionsfaktor kg N ₂ O-N pr. kg N	Emission af lattergas fra kvælstofudvaskning kg CO ₂ e/ha
	2018		2018
Hovedstaden	38	0,0044	77,8
Sjælland	37	0,0048	82,6
Syddanmark	55	0,0042	107,4
Midtjylland	57	0,0042	111,4
Nordjylland	63	0,0042	123,1
Hele landet	51	0,0044	104,4

7 SAMLET EMISSION AF DRIVHUSGASSER VED DYRKNING AF VINTERRAPS

Tabel 7-1 Emissioner af drivhusgasser ved dyrkning af vinterraps pr. ha og pr. produceret MJ RME, Beregnet ved trendudbyttet for 2018 og det forventede forbrug af indsatsfaktorer i 2018.

	Region					
	Hoved- staden	Sjælland	Syd- danmark	Midt- jylland	Nord- jylland	Hele landet
Forbrug af kvælstofgødning (produktion)	575,0	581,2	573,8	569,0	564,5	573,2
Forbrug af fosforgødning	20,7	21,2	20,1	19,9	19,4	20,2
Forbrug af kaliumgødning	17,7	18,0	17,2	17,0	16,6	17,2
Forbrug af pesticider	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0
Forbrug af kalk	78,0	78,0	78,0	78,0	78,0	78,0
Forbrug af brændstof (diesel)	166,2	166,2	166,2	168,8	168,8	168,8
Forbrug af el til markvanding	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Dyrkning på organogen jord (> 20 % C)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Lattergas fra kvælstofgødning (direkte)	837,3	846,6	837,3	828,0	823,3	832,6
Lattergas fra overjordisk afgrøderest	180,4	168,0	146,8	151,0	148,7	154,3
Lattergas fra underjordisk afgrøderest	71,0	72,4	69,1	68,4	66,8	69,4
Lattergas fra ammoniakfordampning	18,4	18,6	18,4	18,2	18,1	18,3
Lattergas fra kvælstofudvaskning	77,8	82,6	107,4	111,4	123,1	104,4
Emissioner i alt, kg CO₂e/ha	2.052	2.062	2.043	2.039	2.036	2.045
Emissioner allokeret til RME (64,4 %), kg CO ₂ e/ha	1.321	1.328	1.316	1.313	1.311	1.317
Udbytte af RME, MJ/ha	68.786	70.253	66.830	66.178	64.548	67.156
Emissioner i alt, g CO₂eq/MJ RME	19,2	18,9	19,7	19,8	20,3	19,6

Tabel 7-2 Sammenligning af beregnede emissioner af drivhusgasser pr. produceret MJ RME i Elsgaard (2015) og scenariet for 2018.

Region	g CO ₂ e/MJ RME		Reduktion %
	Elsgaard (2015)	2018	
Hovedstaden	22,6	19,2	15
Sjælland	21,4	18,9	12
Syddanmark	23,6	19,7	17
Midtjylland	24,0	19,8	18
Nordjylland	24,4	20,3	17

Det fremgår af tabel 7-2, at de beregnede emissioner for scenariet "2018" er 12-18 % lavere end beregningerne i Elsgaard (2015). De største reduktioner er beregnet for regionerne Midtjylland og Nordjylland, der har de største emissioner pr. produceret enhed.

8 LITTERATURLISTE

Ahlgren, S., Hansson, P.A., Kimming, M., Aronsson, P., Lundkvist, H. (2009). Greenhouse gas emissions from cultivation of agricultural crops for biofuels and production of biogas from manure. Report from Swedish University of Agricultural Sciences (SLU), Dnr SLU ua 12-4067/08, Revised vers. 2009-09-08, 52 pp.

Dalgaard, T., Halberg, N., Jørgensen, M.H. (2004). Status for energiinput og –output i økologisk jordbrug samt muligheder for energibesparelser.

Dalgaard, T., Dalgaard, R. (2006). Model til beregning af fossilt energiforbrug i jordbrugssystemer med og uden mekanisk ukrudtsbekæmpelse. Bekæmpelsesmiddelforskning fra Miljøstyrelsen, Nr. 105, side 115-127.

Danmarks Statistik (2007). Landbrug 2006. Statistik om landbrug, gartneri og skovbrug. 251 sider.

Danmarks Statistik (2011). Landbrug 2010. Statistik om landbrug, gartneri og skovbrug. 182 sider.

Danmarks Statistik (2012). Landbrug 2011. Statistik om landbrug, gartneri og skovbrug. 195 sider.

Elsgaard, L. (2015). Greenhouse gas emissions from cultivation of winter wheat and winter rapeseed for biofuels. Updated vers. 28-07-2015. 31 pp.

Energinet.dk (2016). Miljødeklarationer for el. www.energinet.dk.

Hvid, S.K. (2011). Markvandingsbehov 1987-2010. Planteavlssoriering 616. 08-08-2011.

Håndbog til Driftsplanlægning 2012. Landbrugsforlaget.

IPCC (2006). IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventory. Volume 4 Agriculture, Forestry and other Land Use.

Knudsen, L. (2010). Beregning af konsekvensen af undergødskning. Planteavlssoriering 037. 09-12-2010.

Landbrugs- og Fiskeristyrelsen (2017). Vejledning om gødsknings- og harmoniregler 2017-18.

NaturErhvervStyrelsen (2015). Vejledning om gødsknings- og harmoniregler 2015-16.

NaturErhvervStyrelsen (2016). Vejledning om gødsknings- og harmoniregler 2016-17.

Pedersen, C.A. (1991). Konsekvensen af nedsat gødskning. Ugeskrift for Jordbrug.

Statistikbanken (2016). Statistik om landbrug. Danmarks Statistik.

Vestergaard, A.V. (2015). Kalkstatistik for 2014. Planteavlssoriering 257. 15-05-2015.