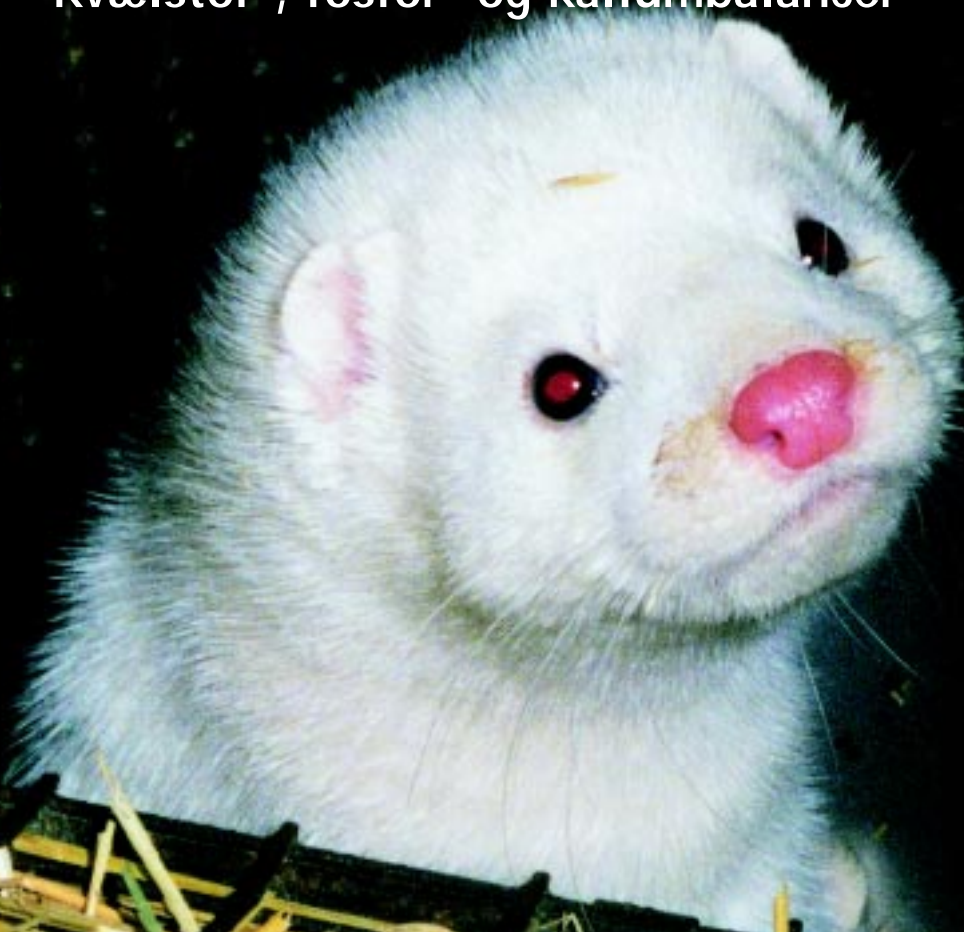


Ammoniakfordampning fra minkhaller

Kvælstof-, fosfor- og kaliumbalancer



Søren Pedersen, Afd. for Jordbrugsteknik & Peter Sandbøl, Dansk Pelsdyravlerforening

Pelsdyravlen, og her især mink-avlen, har i de seneste år været i søgelyset med hensyn til ammoniakfordampningen. Dette skyldes dels, at proteinindholdet i minkfoder er høj, og dels at gødning og urin opsamles på sandbund eller i åbne gyllerender.

For at belyse disse forhold nærmere har Danmarks Jordbrugsforskning (DJF) i 1999 og 2000 gennemført undersøgelser af ammoniakfordampningen fra minkhaller. Undersøgelserne i 1999 blev gennemført i samarbejde med Landbrugets Rådgivningscenter og Skov- og Naturstyrelsen, mens undersøgelserne i 2000 blev gennemført for midler stillet til rådighed af Dansk Pelsdyravlerforening.

Undersøgelserne skal ses på baggrund af, at ammoniakfordampningen fra pelsdyrfarme ikke tidligere har været undersøgt i Danmark, til trods for, at den danske pelsdyravl repræsenterer omkring 40% af verdensproduktionen.

Mens undersøgelserne i 1999 kun omfattede kvælstoftabet via ammoniakfordampningen fra hallerne, så omfattede undersøgelserne i 2000 tillige kvælstof-, fosfor- og kaliumbalancer.

Ammoniakfordampning

Måleteknisk er det kompliceret at gennemføre nøjagtige målinger af ammoniakfordampningen fra åbne minkhaller, hvorfor målingerne blev gennemført med en sektion indesluttet i et telt, som vist i foto 1 og 2.

Idet „telthuset“ blev ventileret med en kendt luftmængde, og ammoniakkoncentrationen i afkastningsluften målt kontinuerligt, kunne ammoniakfordampningen beregnes. I 1999 blev gyllerenderne tømt med intervaller fra 1 til 7 døgn, mens renderne i 2000 blev tømt 2 gange om ugen (mandag og fredag). I 1999 bestod bunden i hallerne af et lag sand, mens der i 2000 var udlagt et lag snittet byghalm over sandet til opsamling af gødning, urin, spildt

drikkevand og foder. Figur 1 viser et eksempel på, hvordan den målte ammoniakkoncentration over en uge afhænger af lufttemperaturen i „telthuset“. Det fremgår heraf klart, at det er de høje temperaturer, der får ammoniakken til at fordampe.

Forsøgene omfattede i alt 187 måledøgn, heraf 83 måledøgn i 1999 med sand under burene og 104 måledøgn i 2000 med snittet halm under burene. Målingerne er analyseret med en model, som på baggrund af temperatur, dyrenes vægt, tiden siden sidste tømning af gyllerenden og tiden siden halmen under burene (2000) er udskiftet, kan beskrive 75% af den totale variation i materialet. Resultatet heraf er vist i figur 2 med sand under burene, og i figur 3 med halm under burene, der har ligget i 7 dage.

Med sandbund under burene og daglig tømning udgør kvælstoftabet via ammoniakfordampning: 0,44 g N/dyr/døgn ved 6 °C
0,62 g N/dyr/døgn ved 16 °C
Kvælstoftab ved ugentlig tømning: 0,59 g N/dyr/døgn ved 6 °C
1,15 g N/dyr/døgn ved 16 °C

Med snittet halm under burene øges fordampningen med antal dage siden halmen er skiftet. Efter én uge og ved ugentlig tømning af gyllerenderne stiger fordampningen til:

0,70 g N/dyr/døgn ved 6 °C og
1,44 g N/dyr/døgn ved 16 °C

Det ses af figur 2, at ammoniakfordampningen ved 16 °C øges til det dobbelte ved at lade gødningen ligge over en uge frem for over et døgn, samt at ammoniakfordampningen cirka halveres, når udetemperaturen går ned fra 16 °C til 6 °C.

Foto 1. Minkhus, Afsnit A, med telt



Idéen med at anvende et lag halm under burene er, at kvælstof-fet opsamles i halmen i stedet for at akkumuleres i sandet under burene, og det ser ud til, at teorien holder, hvis halmen skiftes tit. Da halmen samtidig giver en større overflade, er dette nok grunden til, at fordampningen stiger efterhånden som halmen mættes med væske.

Balancemålinger i 2000

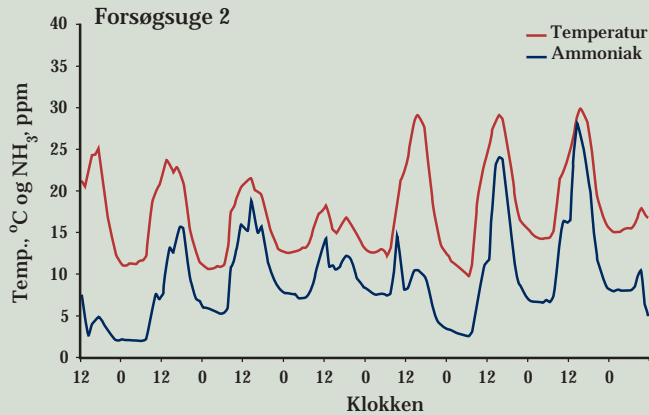
Den kvælstofmængde, som tilføres med foderet, fordeler sig på følgende poster:

N-foder = N-fordampet + N-gylle + N-aflejret i dyret + N-akkumuleret i sandbund + N-opsamlet i halm

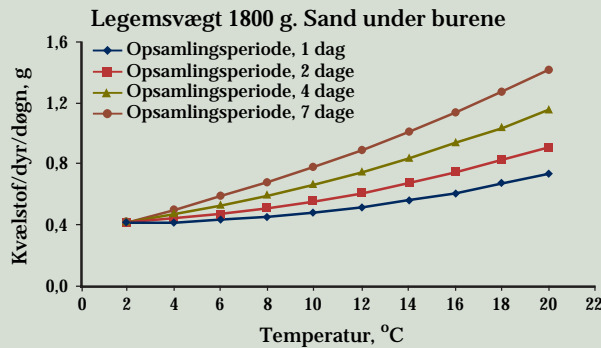
Balanceforsøgene er gennemført efter planen i tabel 1, idet Afsnit A, B og C alle er i den samme hal.

Som det ses, er forsøgsperioden opdelt i 3 perioder, hver på 3 uger, for hvert af afsnittene:

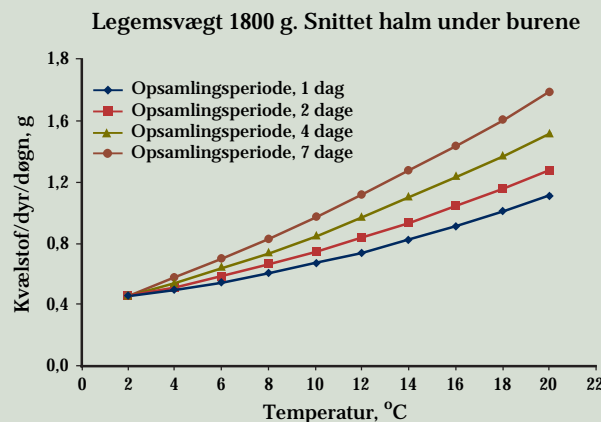
- **Afsnit A**
System med gyllerende og halm udlagt under burene, hvor hele Afsnit A er indesluttet i et plastictelt og forsynet med mekanisk ventilation
- **Afsnit B**
System med gyllerende og halm udlagt under burene og med naturlig ventilation
- **Afsnit C**
System uden gyllerende og halm udlagt under burene og med naturlig ventilation



Figur 1. Temperatur- og ammoniakmålinger i anden forsøgsuge i 2000



Figur 2. Kvælstoffordampning ved forskellig opsamlingsperiode, lufttemperatur og sand under burene (Afsnit A)



Figur 3. Kvælstoffordampning ved forskellig opsamlingsperiode for gyllerender, lufttemperatur og med snittet halm, der har ligget under burene i 7 dage (Afsnit A)

Baggrunden for den stigende anvendelse af gyllerender er en antagelse af, at langt hovedparten af kvælstoffet falder på de første 385 mm fra den ende, hvor drikkeventilerne sidder. Gyllerendens placering i Afsnit A og B fremgår af foto 3, mens afsnit C med halm udlagt under burene fremgår af foto 4. I forsøgsafsnit C blev urin og gødning opsamlet i snittet halm udlagt under burene.

Udtrykkes det opsamlede, aflejrrede og fordampede kvælstof i procent af foderforbruget, bliver fordelingen for kvælstof i perioden 14. august-16. oktober 2000 som anført i tabel 2.

Der er ved forsøgene foretaget udslusning af gylle 2 gange om ugen (fredag og mandag). Nedennævnte 20,1% fordampning som kvælstof i form af ammoniak i Afsnit 1 skal derfor ses som den mængde, der kan forventes ved 2 gange ugentlig udslusning.

Det ses, at omkring 45% af N i foderet opsamles i gyllerenderne, omkring 19% er opsamlet i halmen udenfor gyllerenderne, ca. 5,5% aflejreres i minkene, og de resterende 11% repræsenterer kvælstof akkumuleret i sandet under burene samt eventuelle måleunøjagtigheder.

Ved opgørelserne i tabel 2 er der ikke skelnet imellem foder ædt og foder spildt. Foderspildet sættes normalt til 8% af foderværdien. Korrigeres der for et foderspild på 8%, øges de 20,1 i Afsnit A til 21,8%.

Ved forsøgets start blev der lavet et overslag over forholdet imellem kvælstof tilført med strøelsen og kvælstof tilført med foderet, for at sikre at en eventuel unøjagtighed på strøelsesmængden ikke kunne påvirke resultaterne

Tabel 1. Oversigt over forsøgsplanen for 2000

Uge 2000	Afsnit A "telthuset"	Afsnit B	Afsnit C
33-35	1	1	1
36-38	2	2	2
39-41	3	3	3



Foto 2. Burenes placering i husene

(Blandeventilatoren ophængt under taget blev kun benyttet i uge 10 og 11 i 1999)



Foto 3. Gyllerendens placering i Afsnit A og B

væsentligt, idet fodermængden er mere nøjagtigt bestemt end strøelsesmængden.

Det fremgik heraf, at den mængde kvælstof, som blev tilført med strøelsen, ville være lille sammenholdt med foderets indhold. De faktiske tal viste, at halmens kvælstof kun udgør ca. 3,5%.

Et lignende gunstigt billede fremkommer for fosforets vedkommende, hvor indholdet i halmen udgør ca. 4%. Derimod er tallene for kalium mindre gunstige, idet halmens kaliumindhold ligger på ca. 50% af indholdet i foderet, hvorfor kaliumbalancen anses for at være mindre nøjagtig end balancen for kvælstof og fosfor.

Kvælstof- og fosforophobning i sandet under burene

Efter forsøgenes afslutning er der gennemført kvælstof- og fosforanalyser af sandet under gødningshobene i Afsnit C, der er uden gyllerender, idet de eksisterende gyllerender blev fyldt op med sand.

Da det skønnes, at den største nedsvivning forekommer i gyllerendekområdet, blev der udtaget prøver i hhv. 50 og 150 mm dybde i det sand, der lå i gyllerenden. Koncentrationen var her 2347, hhv. 1997 ppm N.

1 ppm = 1 liter ammoniak pr.
1 million liter luft

Med den aktuelle sandmængde i renden, svarer det til, at der over en 16 ugers periode er ophobet totalt 1,25 kg N i de to gyllerender, der hver er på 4 m. Da der dagligt er tilført ca. 210 g N i Afsnit C eller 23,5 kg N over 16 uger, svarer



Foto 4. Ajle og gødning opsamles i snittet byghalm

Tabel 2. Kvælstofbalance, procentfordeling

	Periode	Foder	Gylle	Halmlag/gød.	Aflejret	Fordampet	Rest
Afsnit A	1	100	48,2	10,5	8,0	19,5	13,7
	2	100	43,6	18,2	6,8	21,8	9,7
	3	100	44,4	22,1	3,6	19,0	10,9
	Gns	100	45,4	17,0	6,1	20,1	11,4
Afsnit B	1	100	45,6	14,3	6,5	(19,5) ^{*)}	14,1
	2	100	45,6	21,0	4,5	(21,8)	7,2
	3	100	41,3	27,5	3,3	(19,0)	9,0
	Gns	100	44,1	20,9	4,8	(20,1)	10,1
Afsnit C	1	100	32,9 ^{**)}	16,3	6,7		44,0
	2	100	29,0	17,3	5,3		48,4
	3	100	34,0	32,0	3,9		30,1
	Gns	100	32,0	21,9	5,3		40,8

^{*)} Fordampning antaget som i Afsnit A ^{**)} For Afsnit C gødningshobe

dette til at godt 5% af N ab dyr kan genfindes i sandet på „gylle-rendearealet“. Hertil kommer, at der er ophobet kvælstof i sandet udenfor gyllerenden. En del af de 11,4% der mangler at blive gjort rede for i tabel 2, Afsnit A, kan således tilskrives ophobning i sandbund.

Målingerne over ammoniakfordampning i 2000 blev fortsat i 4 døgn, efter at minkene var taget ud. Ammoniakkoncentrationen

var her omkring 3 ppm dagen efter huset var tømt, faldende til omkring 2 ppm efter 4 døgn. Supplerende målinger 4 måneder efter, at dyrene var taget ud viste i øvrigt, at der stadig fordampede ammoniak fra sandlaget under burene.

Beregninger vedrørende fosfor viser, at der over en 16 ugers periode er udskilt 3,65 kg fosfor ab dyr, hvoraf 0,23 kg eller godt 6% er ophobet på gyllerende-

arealet. Regnes der med, at der også her er ophobet en tilsvarende mængde fosfor i sandet under burene, kan det forklare en del af den ubeskrevne rest.

Opfattes Afsnit A med telt og Afsnit B uden telt som identiske, kan resultaterne sammenfattes som vist i tabel 3.

Af ovenstående fremgår, at der er 14-15% fosfor, som ikke er opsamlet, mens det tyder på, at næsten al kalium er opsamlet.

Tabel 3. Resultatet af kvælstof-, fosfor- og kaliumbalancer år 2000

Tabskilde	Kvælstof, %		Fosfor, %		Kalium, %	
	m. rende	u. rende	m. rende	u. rende	m. rende	u. rende
Gylle/gødningshobe	44,8	32,0	65,4	62,8	68,6	64,5
Halm	19,0	21,9	14,8	17,6	31,0	28,8
Aflejret	5,5	5,3	5,3	5,2	3,0	2,8
Fordampet	20,1					
Rest	10,6	40,8 ^{*)}	14,5	14,4	-2,5	3,8

^{*)} Inklusive fordampning og nedsvivning

Tabel 4. Kvælstofregnskabet på års- og landsbasis (11 mill. voksende mink)

Måned	Vægt ^{*)} (gram)	Tilvækst (gram/mnd)	Temp (grader)	Foder (tons pr. år)	Råprot. (% i råvare)	Prot tot. (tons pr. år)	Kvælstof (tons pr. år)	N aflejret (tons pr. år)	N ab dyr (tons pr. år)
Januar			0	15249	18,3	2791	446	-	446
Februar			0	14326	18,3	2622	419	-	419
Marts			2,1	16451	18,3	3011	482	-	482
April	0	0	5,7	13581	17,7	2404	385	-	385
Maj	197	197	10,8	20078	17,7	3554	569	65	504
Juni	701	504	14,3	47150	17,7	8346	1335	192	1143
Juli	1231	530	15,6	68084	16,3	11098	1775	206	1569
August	1630	399	15,7	73353	14,8	10856	1737	135	1602
Sep.	1855	225	12,7	71474	14,8	10578	1693	49	1644
Okt.	1937	82	9,1	73925	14,8	10941	1751	-	1751
Nov.	1944	7	4,7	43012	14,8	6366	1019	-	1019
Dec.	1944	1	1,6	14874	14,8	2201	352	-	352
			7,7	471557		74766	11963	647	11315

^{*)} Ved månedens slut

Årlig ammoniakfordampning på landsbasis

Kvælstof ab dyr

På baggrund af oplysninger om landets samlede forbrug af minkfoder måned for måned, og de tilhørende proteinindhold og kvælstof aflejret, kan kvælstof ab dyr beregnes. De anvendte forudsætninger er kurven i figur 4 over tilvækst og proteinindholdet i mink ved forskellig vægt, se figur 5.

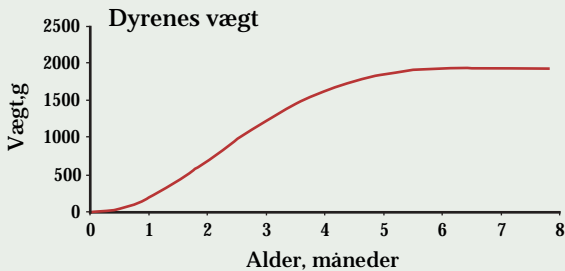
Da resultaterne fra målinger gennemført i august-december anvendes for hele året, er det således forudsat, at kvælstofs villighed til at fordampe som ammoniak også er ens over året. Undersøgelser over forholdet imellem urin og gødning har imidlertid vist, at kvælstof afsat som gødning udgør en større andel, mens hvalpene er små, end senere i opvæksten.

Antages, at kvælstoffordampningen næsten udelukkende sker fra urinen, vil fordampningen

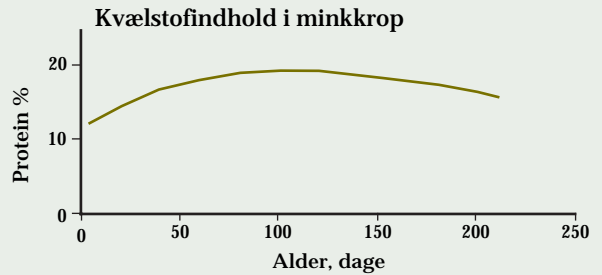
en given kvælstofmængde ab dyr derfor også være mindre. Der er foretaget en korrektion for dette forhold.

Som det fremgår af tabel 4, figur 6 og 7, er der et stort potentiale for fordampning i månederne juni-november.

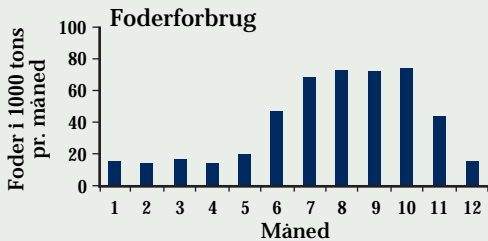
Kombineres figur 2, 6 og 7 kan den årlige kvælstoffordampning via ammoniak beregnes, som vist i figur 8 ved hhv. daglig og ugentlig tømning af gyllerenderne og med sand under burene.



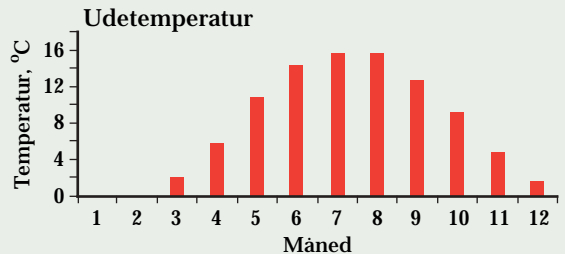
Figur 4. Gennemsnit af 10 undersøgelser.



Figur 5. Kvælstofindhold i minkkrop ved forskellig alder. Gennemsnit af 5 undersøgelser.



Figur 6. Danmarks samlede forbrug af minkfoder i 1999.



Figur 7. Den gennemsnitlige udetemperatur over året, måned for måned.

Grøn Viden indeholder resultater og erfaringer fra Danmarks JordbrugsForskning.

Grøn Viden udkommer i en mark-, en husdyr- og en havebrugsserie, der alle henvender sig til konsulenter og interesserede jordbrugere i videste betydning.

Abonnement kan tegnes hos
Danmarks JordbrugsForskning
Forskningscenter Foulum
Postboks 50, 8830 Tjele
Tlf. 89 99 16 15 / www.agrsci.dk

Prisen for 2001:
Markbrugsserien kr. 210, husdyrbrugsserien
kr. 150 og havebrugsserien kr. 125.

Adresseændringer meddeles særskilt
for de tre serier til postvæsenet.

Redaktør: Anders Correll

Tryk: Rounborgs grafiske hus

ISSN 1397-9868



Grøn Viden

Sættes den samlede ammoniakfordampning fra stalde til 30.000 tons N om året, svarer dette til, at 4,5% af denne fordampning kommer fra minkhaller ved daglig tømning af gyllerender eller 7,6% ved ugentlig tømning.

Konklusion

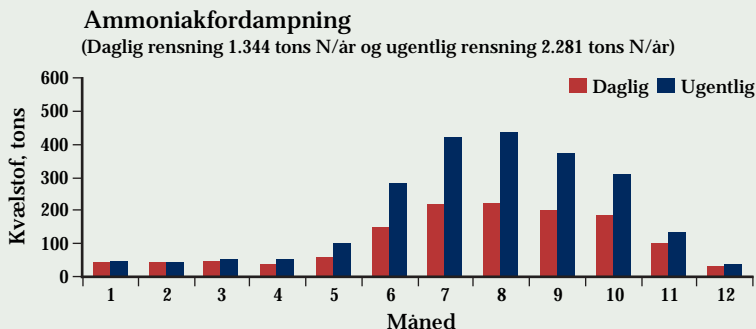
- Med gyllerende og sandbund under burene og daglig tømning udgør kvælstoftabet via ammoniakfordampning:
0,44 g N/dyr/døgn ved 6 °C
0,62 g N/dyr/døgn ved 16 °C
Kvælstoftabet ved ugentlig tømning:
0,59 g N/dyr/døgn ved 6 °C
1,15 g N/dyr/døgn ved 16 °C
- Ved udlægning af et lag snittet halm under burene, øges fordampningen med antal dage siden halmen er skiftet. Efter én uge og ved ugentlig tømning af gyllerenderne stiger fordampningen til:
0,70 g N/dyr/døgn ved 6 °C og
1,44 g N/dyr/døgn ved 16 °C
- Ved opsamling af gylle over én uge fremfor daglig tømning, stiger ammoniakfordampningen næsten til det dobbelte. Stigningen er størst ved høje temperaturer.
- Kvælstoftabet som ammoniakfordampning er på landsplan

omkring 1.344 tons/år ved daglig tømning af gyllerenderne og 2.281 tons/år ved ugentlig tømning af gyllerenderne. Sættes den samlede ammoniakfordampning fra stalde til 30.000 tons N om året, svarer det til, at 4,5% af denne fordampning kommer fra minkhaller ved daglig tømning af gyllerender eller 7,6% ved ugentlig tømning.

- Ved 2 gange ugentlig tømning af gyllerenderne udgør kvælstoffet opsamlet med gyllen ca. 45% af kvælstof i foder. Kvælstoffet opsamlet i halmen udlagt ved siden af gyllerenden udgør ca. 19%, mens 5,5% er aflejret og 20,1% er fordampet. I et forsøgsafsnit uden gyllerende opsamledes ca. 32% i halmen på gyllerendens plads og ca. 22% i halmen på det øvrige

areal. Vedrørende fosfor og kalium opsamledes ca. 65% i gyllerenden. I halmdelede opsamledes ca. 15% af fosforet og ca. 30% af kaliumet.

- Analyser af sandet i den opfyldte gyllerende i Afsnit C viser, at ca. 5% af den kvælstofmængde, som blev tilført med foderet, kunne genfindes her. Kvælstofophobningen i sandet i det øvrige areal er ikke analyseret, men det er sandsynligt, at der også her gemmer sig en del af det kvælstof der mangler for at få kvælstofbalancen til at gå op. Dette bekræftes også af ammoniakmålinger gennemført i Afsnit A (telthuset). Efter at dyrene var taget ud, gyllerenden tømt og halmen under burene fjernet, var ammoniakfordampningen de første dage på ca. 50% af ammoniakfordampningen med dyr i huset.



Figur 8. Ammoniakfordampning ved daglig og ugentlig tømning af gyllerenderne