

Kapitel 8 Tab fra stalde i DCA-rapport "Normtal for husdyrgødning".

Forfattere:	Peter Kai, Institut for Bio- og Kemiteknologi, Aarhus Universitet, Per Tybirk, SEGES HusdyrInnovation, Michael Holm, SEGES HusdyrInnovation, Henrik Bang Jensen, Landbrug og Fødevarer og Henrik Bækgaard, København FUR.
Fagfællebedømmelse:	Sven G. Sommer, Institut for Bio- og Kemiteknologi, Aarhus Universitet
Kvalitetssikring, DCA:	Specialkonsulent Klaus Horsted, DCA Centerenheden
Publicering:	Kapitlet indgår som kapitel 8 i en DCA-rapport vedr. "Normtal for husdyrgødning", som forventes udgivet i løbet af 2021.
Årlig opdatering:	Efterfølgende er det forventningen, at nærværende netversion opdateres årligt med nye normtal.
Senest opdateret:	13. august 2021
Baggrund:	Kapitlet er udarbejdet efter opdrag fra "Normudvalget vedr. kvælstofnormer, -prognoser og kvælstof i husdyrgødning". Ifølge bemærkninger til "Lov om jordbrugets anvendelse af gødning og om næringsstof-reducerende tiltag" (Gødskningsloven) skal udvalget indstille de årlige husdyrnormer samt relaterede data til Landbrugsstyrelsen. Læs mere i introduktionsafsnittet Normudvalget består på nuværende tidspunkt af repræsentanter fra Nationalt Center for Fødevarer og Jordbrug under Aarhus Universitet (AU-DCA), Nationalt Center for Miljø og Energi under Aarhus Universitet (AU-DCE), Institut for Fødevare- og Ressourceøkonomi under Københavns Universitet (IFRO), SEGES (fagligt videns- og innovationshus under Landbrug & Fødevarer) og Miljø- og Fødevareministeriet.
Eksterne bidrag:	Normudvalget har nedsat en arbejdsgruppe vedr. beregning af normtal for husdyrgødning. Denne arbejdsgruppe har blandt andet nedsat en faglig undergruppe bestående af Peter Kai, AU (formand); Per Tybirk, SEGES; Michael Holm, SEGES; Henrik Bang Jensen, Landbrug og Fødevarer og Henrik Bækgaard, København Fur til at foretage den konkrete gennemgang af det faglige grundlag for AU's opdatering af normtallene for stald.
Finansiering:	Arbejdet er udført som led i aftalen mellem Fødevareministeriet og Aarhus Universitet om forskningsbaseret myndighedsbetjening. Læs mere på https://dca.au.dk/raadgivning/
Citeres som:	Kai, P., Tybirk, P., Holm, M., Jensen, H.B. og Bækgaard, H. 2021. Kapitel 8 Tab fra stalde i DCA-rapport "Normtal for husdyrgødning". 90 sider. Kan findes på: https://anis.au.dk/forskning/sektioner/husdyremaering-og-fysiologi/normtal/

Rådgivning fra DCA:

Læs mere på <https://dca.au.dk/raadgivning/>

Indholdsfortegnelse

8. Tab fra stalde – Kvælstof, fosfor og kalium i husdyrgødning – Normtal 2020-2021	4
8.1. Forord	4
8.2. Sammendrag	4
8.3. Baggrund	5
8.4. Datagrundlag.....	6
8.5. Definitioner og beregningsprincipper	8
8.6. Svinestalde	17
8.7. Kvægstalde.....	36
8.8. Fjerkræstalde	44
8.9. Pelsdyr	58
8.10. Andre husdyr	62
8.11. Samlet oversigt over de anvendte data	62
8.12. Referencer.....	83

8. Tab fra stalde – Kvælstof, fosfor og kalium i husdyrgødning – Normtal 2020-2021

Peter Kai, Aarhus Universitet, Institut for Bio- og Kemiteknologi

Per Tybirk, SEGES HusdyrInnovation

Michael Holm, SEGES HusdyrInnovation

Henrik Bang Jensen, Landbrug og Fødevarer

Henrik Bækgaard, København Fur

8.1. Forord

Følgende personer har været involveret i opdateringen af kapitel 8:

Peter Kai, Institut for Bio- og Kemiteknologi, Aarhus Universitet

Per Tybirk, SEGES HusdyrInnovation (svin)

Michael Holm, SEGES HusdyrInnovation (svin, kvæg)

Henrik Bang Jensen, Landbrug og Fødevarer (fjerkræ)

Henrik Bækgaard, København Fur (mink)

Peter Kai er hovedskribent og har været ansvarlig for fastsættelse af fordampningskoefficienterne til beregning af ammoniaktab og denitrifikationstab fra husdyrgødning i stalde baseret på faglitteraturen eller bedste faglige skøn, hvor dokumentation mangler.

Arbejdsgruppens øvrige medlemmer har bidraget med produktionsfaglig viden om husdyrproduktionen, herunder om indretning og drift af stalde, strøelsesforbrug osv. Arbejdsgruppens medlemmer har haft udkast af kapitlet til kommentering.

Fagfællebedømmelse: Sven G. Sommer, Institut for Bio- og Kemiteknologi, Aarhus Universitet.

8.2. Sammendrag

Husdyr udskiller kvælstof (N), fosfor (P) og kalium (K) med urin og fæces, som opsamles i stalden og efterfølgende anvendes som plantenæringsstoffer. Fra dyrene udskiller næringsstofferne, og indtil de bringes ud i marken, sker der imidlertid tab i form af kvælstof til omgivelserne afhængigt af opstaldningsforholdene og lagerforholdene. Ydermere tildeles der strøelse i en række staldsystemer, hvilket tilfører næringsstoffer til husdyrgødningen.

Dette kapitel beskriver grundlaget for at beregne tilførsel og tab af næringsstoffer i stalden fra dyrenes udskillelse af fæces og urin, og indtil husdyrgødningen fjernes fra stalden. Outputtet bruges som input til at beregne tab af næringsstoffer under lagring af husdyrgødningen inden udkørsel i marken (kapitel 9).

Hver dyreart er opdelt i et antal subkategorier. "Svin" er opdelt i slagtesvin, søer og smågrise samt yderligere i konventionel og økologisk produktion – i alt seks subkategorier. For øvrige husdyrarter er der følgende antal subkategorier: kvæg: 13, fjerkræ: 18, pelsdyr: 1, heste: 4 og får og geder: 4 – i alt 46 subkategorier. For hver subkategori tilknyttes et antal staldtyper, som er karakteriserede i forhold til tilførsel af næringsstoffer med strøelse og tab af næringsstoffer. I alt beregnes der normer for mere end 160 kombinationer. I stalden sker der udelukkende tab af kvælstof (N) i form af ammoniak-N ($\text{NH}_3\text{-N}$) samt frit kvælstof (N_2) og lattergas-N ($\text{N}_2\text{O-N}$) ved denitrifikation, mens fosfor (P) og kalium (K) ikke er involverede i processer, der giver grundlag for fordampningstab.

I Poulsen *et al.* (2001) og frem til og med gødningsåret 2007/08 blev tabet af $\text{NH}_3\text{-N}$ i stalden beregnet på grundlag af den udskilte husdyrgødningens samlede indhold af kvælstof (total-N). Da fordampningen af NH_3 fra husdyrgødning imidlertid er direkte relateret til gødningens indhold af NH_3 (Sommer *et al.*, 2006a; 2006b), blev beregningsmetoden ændret, så NH_3 -tabet i gødningsåret 2008-2009 og fremadrettet blev beregnet på grundlag af dyrenes udskilte mængde kvælstof i urin (urin-N) kaldet TAN (Total Ammoniakalsk Nitrogen dvs. summen af $\text{NH}_4^+\text{-N}$ og $\text{NH}_3\text{-N}$). Anvendelse af TAN-baserede fordampningskoefficienter er begrænset til gyllebaserede staldsystemer samt stalde med fast staldgødning og ajle, da det faglige grundlag for at ændre beregningsmetoden for dybstrøelse vurderes at være for spinkelt.

Kapitel 8 – Tab fra stalde blev sidste gang udgivet i 2018. Efterfølgende er der udarbejdet specifikke normer for økologisk svineproduktion, som hidtil har benyttet sig af de konventionelle normer.

8.3. Baggrund

Dette kapitel beskriver grundlaget for at beregne tilførsel og tab af næringsstoffer i stalden fra dyrenes udskillelse af fæces og urin, og til husdyrgødningen fjernes fra stalden. Tilførsel af næringsstoffer omfatter også kvælstof (N), fosfor (P) og kalium (K) og tørstof (ts) tilført med strøelse. Tab af næringsstoffer omfatter udelukkende kvælstofforbindelser i form af $\text{NH}_3\text{-N}$ samt frit kvælstof (N_2) og lattergas-N ($\text{N}_2\text{O-N}$) ved denitrifikation. P og K er ikke involverede i tabsgivende processer, hvorfor ab stald- og ab lager-værdierne for disse næringsstoffer beregnes på grundlag af ab dyr-værdierne med tillæg for bidrag via strøelse.

NH_3 -fordampningen i stalde er stærkt relateret til mængden af TAN i gødningen. TAN stammer primært fra nedbrydning af urinstof (urea), der udskilles i urinen fra pattedyr og urinsyre i fjerkrægødning. Indholdet af kvælstof i dyrenes ekskrementer (fæces) er hovedsageligt organisk, men indeholder dog også mindre mængder af TAN. Urin indeholder ud over urinstof (urea) også andre organiske N-forbindelser, herunder blandt andet kreatinin, allantoin og urinsyre. Disse forbindelser nedbrydes dog relativt hurtigt efter udskillelsen til TAN. Beregningsmæssigt antages det derfor per definition, at urinens beregnede indhold af N (urin-N) er lig med TAN. Tilsvarende antages per definition, at det beregnede indhold af N i fæces er organisk kvælstof.

I stalde fordamper NH_3 fra overflader, som i større eller mindre grad er belagt med fæces og urin, herunder gyllekanaler og dybstrøelse samt gulvarealer, der er tilmudset med fæces og urin (under et kaldet "gødning"). NH_3 -fordampningen er grundlæggende bestemt af koncentrationen af TAN, gødningens pH-værdi, gødningens overfladeareal, temperatur samt luftens hastighed og turbulens.

Kvælstofindholdet i husdyrgødning og tab af kvælstof afhænger af en række betydende faktorer:

- fodersammensætning og fordøjelighed af det anvendte foder, der har indflydelse på både den samlede mængde næringsstoffer i gødningen og fordelingen mellem fæces og urin
- koncentration af kvælstof i urinen
- produktionsniveauet for de enkelte dyrearter (tilvækst, mælke- og ægproduktion)
- art, alder og vægt af husdyrene
- gødningens pH-værdi og temperatur
- staldsystem, gødningshåndtering
- gødningens opholdstid i stalden
- overfladens beskaffenhed for arealer, hvor der afsættes gødning
- arealet af gødningsdækkede overflader
- indeklimaforhold, herunder temperatur og lufthastighed over gødningsdækkede overflader.

Ud over de ovenfor nævnte faktorerers indflydelse på fordampningen observeres der i praksis stor variation i NH_3 -emissionen mellem stalde – også inden for samme dyreart og stalddtype. De væsentligste årsager til dette er forskelle i gødningshåndtering, driftsledelse samt dyrenes adfærd.

8.4. Datagrundlag

I det følgende er fordampningskoefficienterne for NH_3 og denitrifikation fastlagt i forhold til dyrenes beregnede udskillelse af urin-N eller total-N. Til beregning af NH_3 -tabet i stalde med gylle eller ajle benyttes gyllens eller ajlens indhold af urin-N som grundlag, mens N-tab i form af NH_3 -N samt ved denitrifikation i dybstrøelse og andre faste gødningstyper beregnes på grundlag af gødningens indhold af total-N.

Usikkerheder

De fleste udenlandske data vedrørende fordampning fra stalde er beregnet som fordampning per tids-enhed per stiplads, kvadratmeter, "animal unit"/"livestock unit" (500 kg levende vægt) eller per varme-producerende enhed (VPE¹). Den internationale litteratur fokuseret på gasemissioner fra stalde opgiver kun sjældent fodringstype, fodringsstrategi eller øvrige produktionsrelaterede forhold. En del af de op-givne emissionsfaktorer er derfor i mangel af bedre omregnet ud fra de i litteraturen opgivne emissions-data og derefter sat i relation til dansk fodringsstandard og deraf beregnet kvælstofudskillelse ab dyr. Fordampningskoefficienter, der er fremkommet på denne måde, er behæftet med en betydelig usik-kerhed. Hvor der foreligger danske resultater, er fodersammensætning og fodringsstrategi ofte beskre-vet, og det bevirker, at kvælstofudskillelsen ab dyr kan bestemmes og danne direkte grundlag for at beregne emissionsfaktoren som funktion af kvælstofudskillelsen.

Det skal bemærkes, at strøelsesmateriale og -mængde kan have indflydelse på fordampningen af NH₃ fra gødningen. Det har ikke været muligt ud fra det foreliggende datagrundlag at tage disse forhold i betragtning. Derfor er de anvendte emissionsdata relateret til de anvendte strøelsesmaterialer og -mængder, der typisk anvendes i Danmark.

Emissionen af NH₃ og andre gasser fra stalde beregnes som produktet af ventilationsydelse og koncen-tration af gas målt i vægt per m³ luft. I de fleste stalde med mekanisk ventilation kan både luftmængde og gaskoncentration måles direkte, hvilket indebærer, at emissionen kan bestemmes med relativ stor nøjagtighed. Under optimale forhold kan emissionsværdier for mekanisk ventilerede stalde fastlægges med en usikkerhed på $\pm 10\%$ af den målte værdi (Calvet *et al.*, 2013). I tillæg hertil er der relativ stor variation i NH₃-emissionen mellem såvel måledage som mellem stalde på forskellige lokaliteter som følge af forskelle i produktivitet og management (Mosquera *et al.*, 2008). **Standard-fordampningskoef-ficienter gældende for mekanisk ventilerede stalde skønnes, når de er baserede på staldmålinger, at kunne tillægges en usikkerhed på minimum 25 %** svarende til, at emissionen for samme staldtype på forskellige ejendomme varierer fra ca. 0,075 til ca. 1,25 kg NH₃-N per kg TAN ab dyr, hvis standard-fordampningskoefficienten er 0,10 kg NH₃-N per kg TAN ab dyr.

I stalde med naturlig ventilation kan ventilationsydelsen ikke måles direkte. I stedet kan man fastlægge den indirekte ved anvendelse af sporgasteknik, f.eks. ved beregning af staldens kuldioxidbalance (CO₂-balance) (Pedersen & Sällvik, 2002; Pedersen *et al.*, 2008). Denne metode er behæftet med en betyde-

¹ En varmeproducerende enhed, VPE, er lig med en total varmeproduktion fra dyrene på 1000 W ved en rumtem-peratur på 20° C.

lig usikkerhed, som er knyttet til dyrenes CO₂-udskillelse (absolut niveau såvel som variation over døgnet), husdyrgødningens CO₂-bidrag, antal og placering af målepunkter i stalden samt korrektion for baggrundskoncentrationer, herunder fra andre nærliggende kilder (gødningslagre, nabostalde). Indirekte måling af ventilationsydelsen i naturligt ventilerede stalde er endvidere forbundet med ringe mulighed for validering, da der ikke eksisterer en anerkendt referencemetode. **Fordampningskoefficienter gældende for naturligt ventilerede stalde vurderes derfor at være forbundne med væsentligt større usikkerhed end for mekanisk ventilerede stalde** (Calvet *et al.*, 2013).

I stalde med dybstrøelse tager beregningsmetoden baseret på opstillingen af en CO₂-balance ikke hensyn til dannelsen af CO₂ i dybstøelsesmåtten. Data fra Rom & Henriksen (2000) viser, at dybstrøelsen i dybstrøelsesstalde bidrager med en betydelig mængde (20-25 %) CO₂, hvorfor CO₂-balancemetoden ikke kan anvendes i disse stalde.

I de tilfælde, hvor der ikke findes måledata for specifikke staldsystemer, baseres fordampningskoefficienterne på ekspertskøn baseret på bedste faglige viden, hvilket øger usikkerheden, sammenlignet med når der foreligger måledata.

I de følgende afsnit er forudsætningerne beskrevet for de individuelle fordampningskoefficienter samt beregning af næringsstofomsætning i stalde. Tabel 8.5 specificerer parameterværdierne, der er anvendt i de staldrelaterede beregninger for hver dyrekategori og staldtype.

8.5. Definitioner og beregningsprincipper

Tabel 8.1 viser en oversigt over påvirkningen af husdyrgødningsmængden og næringsstofindholdet i stalden.

Tabel 8.1. Tilførsel, tab og omlejring af husdyrgødning og næringsstoffer i stalde

	Stald	Næringsstoffer
Tilførsel	Strøelse	N, P, K, ts
	Foderspild*	N, P, K, ts
Tab	Fordampning af NH ₃	N
	Denitrifikation af kvælstof	N
	Tørstoftab	ts
Omlejring mellem fast og flydende gødning	Fast gødning til ajle	N, P, K, ts
	Ajle til fast gødning	N, P, K
	Ajle til strøelse	N, P, K

*Foderspild er indregnet i ab dyr-værdierne.

8.5.1. Gødningstyper

Ved beregning af staldtab og gødningens næringsstofindhold ab stald er anvendt følgende definitioner på husdyrgødning:

Gylle er en pumpbar blanding af fæces (fækalier, ekskrementer), urin, vand og strøelse med tørstofindhold på maksimalt 10-12 %. I Husdyrgødningsbekendtgørelsen er gylle defineret som husdyrgødning med en tørstofprocent under 12 og et kvælstofindhold over 0,3 kg N per ton. Gylle opsamles normalt i gyllekanaler/gyllekummer under spaltegulvet eller i gyllekanaler i kvægstalde med faste gulve, hvor gyllen, der er afsat på gulvet, skrubes hen til kanalen med f.eks. et linespilsanlæg. Der er ikke fundet dokumentation for, at gyllebaserede staldsystemer er forbundet med denitrifikation i betydeligt omfang (Groenestein & Van Faassen, 1996). Der regnes derfor ikke med N-tab ved denitrifikation ved beregning af gødningsnormer.

I stalde med stort strøelsesforbrug, f.eks. stalde med delvis spaltegulv til løsgående drægtige søer, etableres der ofte gødningskanaler med mekanisk udmugningssystem som f.eks. linespilsanlæg, fordi det erfaringsvis kan være vanskeligt at håndtere den tørstofrige gylle i et traditionelt rørudslusningssystem. Gødningen skrubes til en tværkanal i enden af stalden og derfra til en fortank, hvorfra den pumpes til gylletank.

Fast staldgødning består af en blanding af fæces, urin samt strøelse. Staldgødning fra kvæg- og svinestalder indeholder i tillæg hertil urin, som opsuges i fæces og strøelse ([omlejring](#)), mens hovedparten af urinen kontinuerligt ledes til en ekstern beholder. Den faste staldgødning bliver normalt dagligt muget ud af stalden til en møddingsplads.

I fjerkræstalder består fast staldgødning udelukkende af fækalier, som hos fjerkræ på grund af deres særlige anatomi består af både fæces og urin.

Ajle er en blanding af urin, opløst fæces, drikkevandsspild og vaskevand, der udledes gennem afløb til en ekstern beholder (ajle- eller gylletank). Hovedparten af kvælstoffet i ajle består af ammonium-kvælstof (TAN).

Dybstrøelse er et fast gødningsprodukt bestående af strøelse, fæces, urin og vandspild. Strøelsen består typisk af halm, men kan også bestå af andet organisk materiale såsom savsmuld, træpiller, -spåner, -flis, lyng og spagnum. Strøelsen tildeles i en mængde, så der ikke forekommer udsivning af væske fra gødningen i stalden. I svinestalde vil dybstrøelse begynde at kompostere, hvilket dels er forbundet med et øget kvælstoftab i form af såvel NH_3 samt N_2 og N_2O . Dette tilskrives en kombination af dyrenes gøde- og rodeadfærd. Der er ikke fundet tegn på denitrifikation i betydeligt omfang i dybstrøelse i kvægstalde.

8.5.2. Omlejring af husdyrgødning og næringsstoffer

I bindestalde til køer med grebning og i svinestalde med fast gulv forekommer der omlejring (overførsel) af næringsstoffer mellem gødningstyper. En vis mængde fæces opløses i urinen og udledes med denne i form af ajle. Ligeledes opsuges en vis mængde urin i svinefæces og strøhalm. Kvæg-fæces skønnes vandmættet ved udskillelsen, hvorfor det vurderes, at kvæg-fæces ikke opsuger urin i bindestalde. Der er regnet med følgende (uændret fra Poulsen *et al.*, 2001):

Fæces i aile: 5 % af fæces ab dyr

Urin opsuget i svinefæces: 0,5 kg per kg fæces ab dyr

Urin opsuget i strøhalm: 2,5 kg per kg strøhalm.

8.5.3. Strøelse

Ved anvendelse af strøelse tilføres masse og næringsstoffer til den udskilte gødningsmængde. I de tekniske tabeller er strøelsestype og mængde angivet, så de kan indregnes i den samlede gødningsmængde, der fjernes fra stalden. Strøelsesmateriale og strøelsesmængde angivet i normtallene er primært baseret på erfaringer fra praksis og fra undersøgelser udført af SEGES, København Fur samt Aarhus Universitet.

Indholdet af næringsstoffer i halm er i gennemsnit fastsat til (uændret i forhold til Poulsen *et al.*, 2001):

Kvælstof: 0,0050 kg N per kg tørstof

Fosfor: 0,00068 kg P per kg tørstof

Kalium: 0,01475 kg K per kg tørstof

Tørstofindhold: 85 %.

8.5.4. Foderspild

Foderspild indregnes i næringsstoffmængden ab dyr.

8.5.5. Gulvtyper

Fast gulv: Gulv, typisk betongulv, uden gennemgående åbninger/spalter til underliggende gyllekumme. I svinestalde vil gulvet typisk være udført med fald mod drænet gulv eller spaltegulv, så evt. afsat urin drænes fra gulvoverfladen. Gylleoverfladen i gyllekanaler er den største kilde til NH₃-fordampning i svinestalde. Hvis det faste gulv blot etableres som elementer oven på en gyllekanal, vil der derfor fortsat fordampe NH₃ og andre gasser fra gyllearealet under det faste gulv. De fordampningskoefficienter, der er fastsat for svinestalde, er baseret på, at arealet under fast gulv ikke anvendes til opsamling og lagring af gylle.

Spaltegulv er et gulv udført med spalteåbninger eller lignende, som tillader dræning af fæces, urin og vandspild til en underliggende gylle- eller gødningskanal. Eksempler på spaltegulve omfatter betonriste/-elementer, plastelementer, triangelriste (stål) og støbejernsriste. Åbningsarealet i spaltegulvselementer vil typisk være op til ca. 20 % for beton og op til ca. 50 % for stål og plast.

Ofte vil der være spaltegulv eller drænet gulv med underliggende gyllekanal i inspektionsgangen i svinestalde, hvilket øger gylleoverfladen og dermed NH₃-fordampningen. Fastlæggelsen af emissionsfaktorer baserer sig typisk på målinger i stalde både med og uden gylle under inspektionsgangen.

Drænet gulv anvendes i svinestalde og er defineret som "et gulv med maks. 10 % åbningsareal" jævnfør "forslag til lov om indendørs hold af smågrise, avls- og slagtesvin" (1999/1 LSF 37). Drænet gulv er i praksis udformet som et spaltegulv udført med færre gennemgående spalteåbninger.

Fast drænet gulv anvendes kun i sengebåsestalde til kvæg og er defineret som et betongulv med 1-2 % fald mod ajle afløb i langsgående retning i gangmidten. Gulvet har ajle afløb, og den faste gødning skrubes væk 12 gange dagligt. Åbningsarealet må maksimalt udgøre 5 %. Der findes forskellige udformninger med en plan overflade eller med drænriller på langs eller tværs.

8.5.6. Ammoniaktab i stalden

Husdyrgødningens indhold af kvælstof ab lager beregnes ved at korrigere mængden af kvælstof ab dyr for tab i henholdsvis stald og lager, dvs:

$$N_{ab \text{ lager}} = N_{ab \text{ dyr}} + N_{strøelse} - N_{tab \text{ stald}} - N_{tab \text{ lager}} \quad [8.1]$$

$N_{ab \text{ lager}}$ er mængden af kvælstof ab lager, $N_{ab \text{ dyr}}$ er mængden af kvælstof ab dyr, $N_{strøelse}$ er mængden af kvælstof tilført i stalden, $N_{tab \text{ stald}}$ og $N_{tab \text{ lager}}$ er tab af kvælstof, der finder sted under lagring af husdyrgødningen i henholdsvis stald og lager.

Husdyrgødningens indhold af kvælstof opdeles i henholdsvis en del, der udskilles med urinen, kaldet urin-N, og en del, der udskilles med fæces. Mens fæces-N i det væsentligste er organisk bundet i form af ufordøjet foderprotein og mikrobielt protein, som er relativt immobil i den relativt korte periode, som gyllen typisk opholder sig i stalden, består urin-N hovedsageligt af urinstof, som nedbrydes til NH_4^+ og NH_3 inden for relativt kort tid (timer til døgn). Urin-N defineres derfor som TAN (Total Ammoniakalsk Nitrogen = NH_4^+ -N + NH_3 -N). Da TAN fordampes meget let, er urin-N per definition flygtigt. NH_3 -fordampningen fra gylle er derfor i langt højere grad relateret til urin-N end til total-N.

I Poulsen *et al.* (2001) og frem til og med normtal 2007/08 blev NH_3 -tabet fra de forskellige dyregrupper og staldtyper beregnet som en andel af dyrenes samlede kvælstofudskillelse (total-N):

$$E_{NH_3} = K_{f,N} \cdot N_{ab \text{ dyr}} \quad [8.2]$$

Hvor E_{NH_3} (kg NH_3 -N per produceret dyr eller årsværk), $K_{f,N}$ er andelen af total-N ab dyr, der tabes i form af NH_3 -N, og $N_{ab \text{ dyr}}$ er den totale mængde af udskilt kvælstof per årsværk eller produceret dyr.

Sommer *et al.* (2006a, 2006b) foreslog en forbedret metode til beregning af NH_3 -tabet fra stalde baseret på den udskilte mængde kvælstof i urinen (urin-N), hvor NH_3 -fordampningen beregnes som fast andel af den udskilte mængde urin-N, dvs.:

$$E_{NH_3} = K_{f,TAN} \cdot TAN_{ab \text{ dyr}} \quad [8.3]$$

Hvor E_{NH_3} (kg NH_3 -N per produceret dyr eller årssdyr), $K_{f,\text{TAN}}$ er TAN-fordampningskoefficienten (kg NH_3 -N per kg TAN ab dyr). $\text{TAN}_{\text{ab dyr}}$ er mængden af udskilt urin-N (kg TAN per produceret dyr eller årssdyr).

Ved omlægningen fra total-N-baseret til TAN-baseret tabsberegning i forbindelse med gødningsåret 2008-2009, blev de TAN-baserede fordampningskoefficienter beregnet på grundlag af de hidtil anvendte værdier for udskilt total-N og TAN fra hver husdyr- og staldtype i Poulsen *et al.* (2001) samt den tilhørende total-N-baserede fordampningskoefficient, idet:

$$K_{f,\text{TAN}} = K_{f,\text{N}} \cdot \text{total-N} / \text{TAN} \quad [8.4]$$

Hvor $K_{f,\text{N}}$ total-N-fordampningskoefficienten (kg NH_3 -N per kg total-N ab dyr), og TAN er mængden af udskilt urin-N per produceret dyr eller årssdyr.

Den generelle omlægning fra fordampningskoefficienter baseret på total-N ab dyr til fordampningskoefficienter baseret på TAN ab dyr blev foretaget med udgangspunkt i ab dyr-værdierne i normtal 2000/01 (Poulsen *et al.*, 2001). På den måde skete omlægningen 1:1 – dvs. NH_3 -tabet fra stalde var det første år ikke påvirket af omlægningen.

Efterfølgende er de individuelle fordampningskoefficienter revurderet ved fremkomst af ny viden.

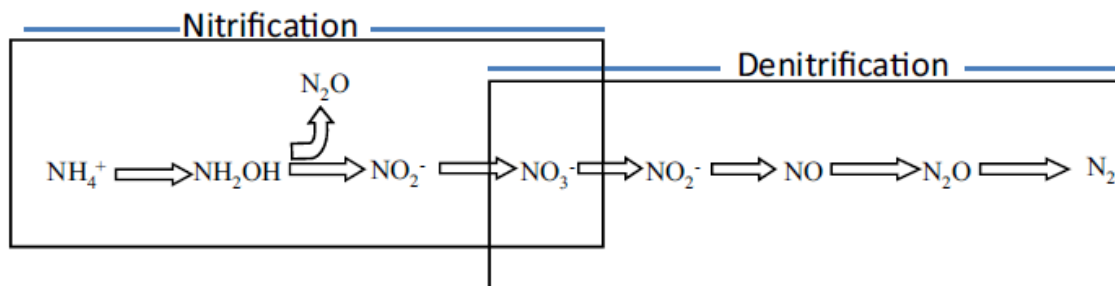
Dybstrøelse

Da der er stor usikkerhed om omsætningen i dybstrøelse i stalde, herunder mineralisering af organisk N til NH_4^+ -N, beregnes NH_3 -tabet i dybstrøelsesstalde fortsat på grundlag af dyrenes udskillelse af total-N, dvs. ved anvendelse af ligning [8.2].

Fæces fra høns har et tørstofindhold på 20-25 %, og kvælstofindholdet fordeler sig med 60-75 % fra urinsyre og 25-40 % af kvælstof fra ufordøjet protein (Groot Koerkamp, 1998). Urinsyre er en heterocyclisk N-forbindelse, der omsættes til urea og derefter til ammonium via en serie enzymatiske processer. Nedbrydningen af urinsyre til urea og videre til ammonium foregår i et langsommere tempo end fra urea til ammonium (Groot Koerkamp, 1998). Både urinsyre og ureaomsætningen er påvirket af pH, vandaktivitet og temperatur (Elliot & Collins, 1982; Groot Koerkamp, 1998). Det vurderes, at der ikke foreligger tilstrækkelig dokumentation til at ændre beregningsmetode for fjerkræstalde, hvorfor NH_3 -emissionen fra fjerkræstalde er beregnet på grundlag af total-N ab dyr ved anvendelse af ligning [8.2].

8.5.7. Denitrifikationstab

Nitrifikation og denitrifikation er betegnelsen for processer, der finder sted i blandt andet husdyrgødning under varierende tilstedeværelse af ilt (O_2). Nitrifikation beskriver den iltforbrugende process, hvorved NH_4^+ omdannes til nitrit (NO_2^-) og nitrat (NO_3^-), men hvor der også dannes lattergas (N_2O) i varierende mængde afhængigt af mængden af O_2 . Ved denitrifikation reduceres nitrat til frit kvælstof (N_2). Undervejs i processen dannes der varierende mængder af kvælstofilte (NO) og N_2O .



Figur 8.1. Skematisk præsentation af nitrifikations- og denitrifikationsprocesserne, hvorunder NH_4^+ først omdannes til nitrit og nitrat og derefter reduceres til frit kvælstof (Chatwick et al., 2011).

Fordi slutproduktet af denitrifikation er N_2 , som i forvejen udgør ca. 78 % af atmosfærisk luft, er det meget vanskeligt at kvantificere fordampningen af N_2 og dermed fastlægge N-tabet ved denitrifikation i staldmiljøer. Påvisning af N_2O i luften er imidlertid en indikator for nitrifikation og denitrifikation. Ulempen er, at denitrifikationstab ikke kan kvantificeres. Der er eksempler på, at den beregnede rest ved N-balancer i mangel af bedre er benyttet som grundlag for kvantificering af N-tab ved denitrifikation. Dette indebærer dog en risiko for fejl, idet massebalancens rest per definition er summen af alle ikke-målte parametre plus målefejl:

$$N_{\text{foder}} = N_{\text{tilvækst}} - N_{\text{foster}} - N_{\text{mælk/æg}} - N_{\text{fæces}} - N_{\text{urin}} - N_{\text{NH}_3} - N_{\text{N}_2\text{O}} \pm N_{\text{rest}} \quad [8.5]$$

Hvor N_{foder} er mængden af N tilført med foder, $N_{\text{tilvækst}}$ er mængden af N afsat i kropstilvækst, N_{foster} er mængden af N afsat til fosterudvikling, $N_{\text{mælk/æg}}$ er mængden af N i mælk eller æg, $N_{\text{(fæces)}}$ er mængden af N i fæces, N_{urin} er mængden af N udskilt med urin, N_{NH_3} er mængden af fordampet $\text{NH}_3\text{-N}$, $N_{\text{N}_2\text{O}}$ er mængden af fordampet $\text{N}_2\text{O-N}$ og N_{rest} er det tal, der beregnes for at få balancen til at gå op. N_{rest} kan derfor både antage positive og negative værdier.

Af bekvemmelighed benyttes i det følgende "denitrifikation" som fællesbetegnelse for det N-tab, der opstår i forbindelse med den koblede nitrifikation-denitrifikation.

Gylle

Gylle er så vandholdig, at O_2 kun trænger få mm ned i gyllen. Der finder derfor kun denitrifikation sted i ringe omfang i stalde, hvor husdyrgødningen håndteres som gylle. I Italien målte Baldini *et al.* (2016) fordampning af N_2O i fire kvægstalde med sengebåse og gyllekanaler ved anvendelse af statisk fluxkammerteknik. Fra gangarealerne blev der i gennemsnit målt 0,12-0,49 mg $\text{N}_2\text{O-N/time}$ per m^2 afhængigt af golvprofilen og gødningssystemet. Fra sengebåsene (hvileareal) blev der i gennemsnit målt mellem 0,14 og 3,7 mg $\text{N}_2\text{O-N/time}$ per m^2 afhængigt af golvprofilen og gødningssystemet. Målingerne er udtryk for ringe produktion af lattergas og denitrifikation.

I Belgien fastlagde Philippe *et al.*, (2007) gasemissioner fra slagtesvin opstaldet i henholdsvis stier med fuldspaltegulv og gyllesystem og stier med dybstrøelse og fandt, at stier med fuldspaltegulv i gennemsnit udledte 0,34 g N₂O-N/dag per gris eller halvt så meget N₂O som fra stier med dybstrøelse. For stalden med gyllesystem svarer emissionen til ca. 30 g N₂O-N per produceret gris eller til skønnet ca. 1 % af total-N af dyr, hvilket ikke er meget i sig selv, men det indikerer, at der finder denitrifikation sted i et vist omfang.

Philippe *et al.* (2011) målte gasemissioner fra stalde til løsgående drægtige søer opstaldet i henholdsvis stier med spaltegulv og gyllesystem samt stier med dybstrøelse og fandt, at emissionen af N₂O fra stier med spaltegulv var beskedne 0,30 g N₂O-N/dag per so eller kun ca. 20 % af emissionen fra stierne med dybstrøelse. N₂O-N-emissionen svarer til skønnet ca. 0,5 % af total-N af dyr, hvilket ikke er meget i sig selv, men det indikerer, at der finder denitrifikation sted i et vist omfang.

Indtil der foreligger yderligere dokumentation, antages det, at der ikke tabes kvælstof fra gyllekanaler ved denitrifikation.

Dybstrøelse og fast staldgødning

I stalde med dybstrøelse tildeles der store mængder strøelse til gødningen, hvilket påvirker gødningens vandindhold og struktur. O₂ har således lettere ved at trænge ned i dybstrøelsen og drive nitrifikationen. Samtidig kan der være iltfrie områder i dybstrøelsen, hvor denitrifikation kan finde sted. Dette er særligt udtalt i dybstrøelsesmåtter til svin (Nicks *et al.*, 2003; Philippe *et al.*, 2007 og Philippe *et al.*, 2011).

I Belgien er der målt gasemissioner fra henholdsvis dybstrøelsesstier til slagtesvin og stier med dybstrøelse til løsgående drægtige søer. Philippe *et al.* (2007) fandt, at slagtesvinestier med dybstrøelse i gennemsnit udledte 0,71 g N₂O-N/dag per gris eller dobbelt så meget som slagtesvinestier med spaltegulv og gyllesystem. Ved et efterfølgende forsøg sammenlignede Philippe *et al.* (2012) udledningen af N₂O fra slagtesvinestier med dybstrøelse med stier med et strawflow-system og fandt, at N₂O-emissionen var dobbelt så høj fra dybstrøelsesstierne (0,95 vs. 0,43 g N₂O-N/dag per gris). I gennemsnit svarer de målte N₂O-emissioner fra forsøgene med dybstrøelse til ca. 75 g N₂O-N per produceret gris eller til skønnet ca. 2,5 % af total-N af dyr, og det indikerer, at der sandsynligvis finder en betydelig denitrifikation sted i dybstrøelsen.

Tilsvarende viste målinger, at udledningen af N₂O fra dybstrøelsesstier til løsgående søer i gennemsnit var 1,44 g N₂O-N/dag per so eller fem gange højere end fra løsdriftsstier med spaltegulv (Philippe *et al.*, 2011). N₂O-N-emissionen svarer til skønnet ca. 2 % af total-N af dyr, og det indikerer, at der finder en betydelig denitrifikation sted i dybstrøelsen.

Siden normtal 2000/01 er der regnet med et skønnet denitrifikationstab på 0,10 kg N per kg total-N af dyr i svinestalde med dybstrøelse.

I dybstrøelsesmåtter til kvæg er der tilsyneladende ringe mulighed for nitrifikation/denitrifikation. Der er således kun dokumenteret ingen eller ringe fordampning af N_2O fra dybstrøelsesmåtter i kvægstalde (Rom og Henriksen, 2000; Mosquera *et al.*, 2006), hvorfor det antages, at der ikke finder betydelig denitrifikation sted i dybstrøelsesmåtter i kvægstalde.

Der er målt høje temperaturer i dybstrøelsens øvre lag med højeste temperatur målt i en dybde af 10 cm som udtryk for aktive komposteringsprocesser (Rom og Henriksen, 2000). Disse processer formodes at forbruge den tilgængelige ilt, og dermed hæmmes ilt i at trænge længere ned i dybstrøelseslaget. Den øvre temperaturgrænse for de nitrificerende bakterier er ca. 40° C, hvilket er målt i dybstrøelsen i 5 cm's dybde og nedefter, hvor gødningens pH og NH_3 -indhold også er højt. Alle tre forhold er hæmmende for de nitrificerende mikroorganismer. Dette ses ved, at nitratkoncentrationen er konstant og lav ned igennem dybstrøelsesmåtten (Rom og Henriksen, 2000). Derfor må man forvente, at nitrifikation og denitrifikation kun vil forekomme i de øverste få cm af dybstrøelsen. Kvæg afsætter store mængder urin per uriner, derfor vil hovedparten af urinen hurtigt infiltrere dybstrøelsen til større dybder end 5 cm, og der ophobes urinen i et miljø, hvor potentialet for nitrifikation og denitrifikation er begrænset eller ikke til stede.

8.5.8. Tørstoftab af gødning under opbevaring i stalde

I gødningsnormerne beregnes i tillæg til de absolutte næringsstofmængder i husdyrgødningerne også gødningsvolumener og næringsstofkoncentrationer. Dette gøres på grundlag af en tørstofmassebalance (se kapitel 9). Som "stald"-input til balancen indgår dels tørstof tilført med strøelse samt netto-mineralisering af kulstof i stalden.

Tørstoftab i gylle

Tørstoftab, der finder sted, mens gyllen lagres i stalden, har ikke været genstand for megen forskning. Sørensen *et al.* (1998) har i modelstudier observeret tørstoftab i gylle på 12 % efter 28 dage og 17 % efter 140 dage. Tørstoftabet i gylle under lagring i stalden er for alle typer gylle skønsmæssigt fastsat til 10 % af tørstof tilført med fæces, urin og strøelse. Skønnet for tørstoftab er forbundet med stor usikkerhed, da tørstoftabet i praksis er afhængigt af foderets sammensætning, gyllens temperatur og opholdstiden i stalden.

Tørstoftab i fast staldgødning og dybstrøelse

I dybstrøelse sker der en betydelig nedbrydning af organisk materiale som følge af kompostering. Omsætningen sker under varmeudvikling, som medfører en betydelig vand- og NH_3 -fordampning. Rom & Henriksen (2000) rapporterede, at dybstrøelse i kvægstalde var forbundet med et tørstoftab på 25-30 % over en 3-måneders periode. Tørstoftabet i dybstrøelse fra kvægstalde er derfor i denne opgørelse skønnet til 28 % af tørstof tilført med fæces, urin og strøelse.

På baggrund af målinger af Provstgaard *et al.* (2010) i to rugeægsstalder er tørstoftabet i dybstrøelse og fast staldgødning i hønsestalder fastsat til 30 % af tørstof tilført med fæces, urin og strøelse.

Analyseusikkerhed

Under opbevaring af gødning i stalden omdannes en del organisk stof i gylle først til flygtige organiske syrer og derefter delvis til metan og kuldioxid. Nøjagtig og præcis fastlæggelse af tørstof-tab er vanskelig, blandt andet fordi metoden, der benyttes til analyse af gødningens indhold af tørstof, har en tendens til at underestimere tørstofindholdet. Årsagen er, at standard-analysemetoden, der benytter tørring ved 105° C, bevirker, at varierende andele af gødningens indhold af TAN og organiske syrer tabes ved tørstofbestemmelsen (Karlsson & Wiquist, 2013). Dette har betydning ved fastlæggelse af tørstoffabet under lagring af husdyrgødning, idet det analysemæssige tab af TAN stort set vil være det samme ved start- og slutmålingen, men i slutmålingen kan en del af det målte tørstoffab skyldes, at en andel af de organiske syrer, der er dannet under lagringen, fordampes ved tørstofanalysen som følge af opvarmning. Tabet af organiske syrer ved tørstofanalysen afhænger af gyllens pH og indholdet af TAN; sidstnævnte, fordi tab af NH_3 ved inddampning sænker pH og dermed øger tabet af organiske syrer. Der er derfor betydelig usikkerhed omkring det reelle tab af tørstof under lagring af gylle, da tidligere undersøgelser ikke har set på analyseproblematikken ved tørstofbestemmelser.

8.5.9. Korrektioner for stalddage

Mængden af strøelse og produceret gødning er som udgangspunkt beregnet på grundlag af 365 stalddage per år. Hvis produktionstiden er kortere end 365 dage, beregnes strøelsesforbruget og gødningsmængden per produceret dyr.

8.5.10. Korrektioner for gødning afsat i udearealer uden fast bund

For staldsystemer, hvor dyrene har adgang til udeareal uden fast bund, fratrækkes den andel af den udskilte fæces og urin, som skønnes afsat i udearealet, inden beregning af kvælstoftab i form af NH_3 og denitrifikation, tilførsel af strøelse og evt. fordeling af den tilbageværende fæces og urin mellem gødningstyper i stalden (se f.eks. æglæggende høner, etageanlæg, frilandsproduktion og økologisk produktion). Der regnes ikke med hverken stald- eller lagertab for husdyrgødning, der afsættes i udeareal uden fast bund. Husdyrgødning, der afsættes i udeareal, benævnes "anden husdyrgødning" i gødningsnormerne.

8.5.11. Tilførsel og tab af vand

Gødningens vandindhold påvirker gødningsmængden. Vand tilføres gødningen via overbrusningsanlæg i stalden, vandspild fra vandventiler og drikkekar samt vaskevand. Endvidere bidrager nedbør, som falder i gylletanke med tæt overdækning (f.eks. naturligt flydelag), med vand. Der tabes ligeledes vand ved fordampningen i såvel stalden som i gødningslageret. På grundlag af manglende datagrundlag beregnes gødningsmængderne ab lager i stedet på grundlag af beregnede tørstofbalancer ab lager samt erfaringstal for tørstofindholdet i gødningen ab lager.

8.6. Svinestalde

Indretning af svinestalde er i det væsentligste opdelt efter følgende dyrekategorier:

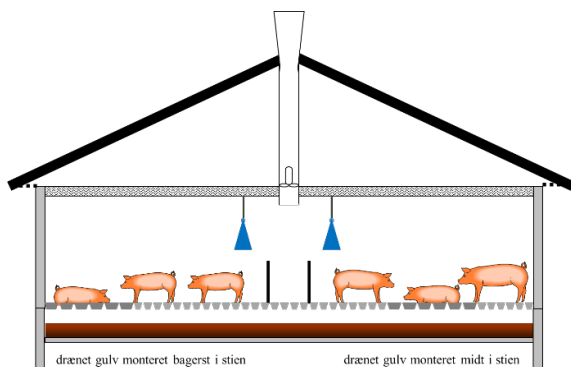
Staldtyper	Beskrivelse
Løbe-/drægtighedsstalde	Dækker både løbe-/kontrol- og drægtighedsstalde. Søerne flyttes i forbindelse med fravænningen af pattegrisene fra farestalden til løbestalden, hvor de opholder sig i 7-35 dage, afhængigt af om løbestalden også benyttes som kontrolstald, dvs. hvor søerne undersøges for drægtighed, inden de overføres til drægtighedsstalden, hvor de opholder sig 11-15 uger, indtil de atter flyttes til farestalden ca. en uge før forventet faring. Foderforbrug til sopolte og besætningsorner er inkluderet i søernes foderforbrug og dermed gødningsnorm.
Farestalde	Stalde, hvor søerne opstaldes fra ca. en uge inden faring og indtil fravænnning af grisene. Opholdstiden er 4-6 uger per produktionscyklus.
Smågrisestalde	Stalde til grise fra fravænnning ved 6-8 kg til de vejer 28-35 kg.
Slagtesvinestalde	Stalde til grise fra 28-35 kg og indtil slagtning.
Økologiske svinestalde	Stalde til grise og som lever op til reglerne om økologisk produktion.

8.6.1. Slagtesvinestalde

Drænet gulv og spaltegulv

Slagtesvinestier med drænet gulv og spaltegulv er kendetegnede ved, at minimum 33 % af gulvarealet i grisenes rådighedsareal består af drænet gulv, mens resten af gulvarealet består af spaltegulv. Så længe der kan opretholdes en god stihygge, kan det drænede gulv udgøre en større andel af stiareale end 33 %, uden at det skønnes at påvirke NH₃-fordampningen. Det drænede gulv vil normalt være placeret bagerst i stien, men det kan også være placeret midt i stien med spaltegulv i begge ender eller i stiens længderetning langs en vådfoderkrybbe. Placeringen af det drænede gulv i stien skønnes ikke at påvirke NH₃-fordampningen, så længe der kan opretholdes en god stihygge.

Der indregnes intet strøelsesforbrug, idet der i de fleste stalde benyttes andre former for rode-/beskæftigelsesmateriale.

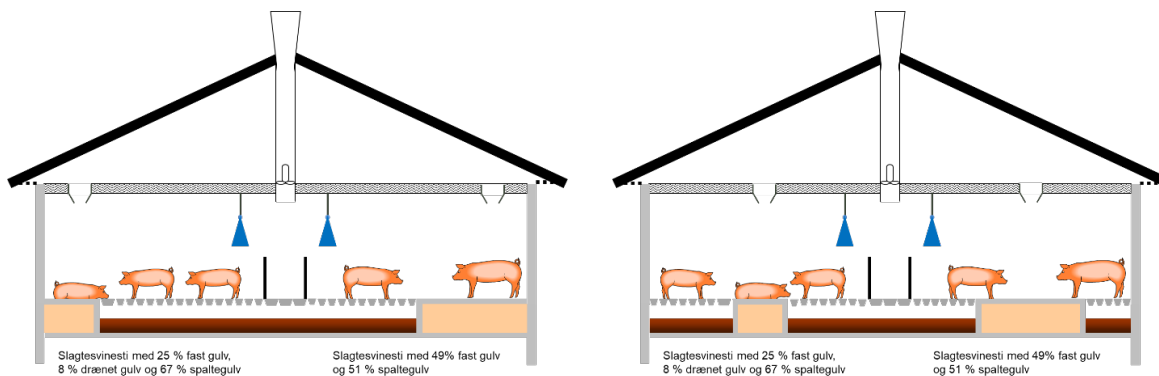


Figur 8.2. Eksempler på slagtesvinestier, der er omfattet af definitionen på drænet gulv og spaltegulv. Tv.: Skitse af slagtesvinestier med henholdsvis drænet gulv bagerst og midt i stien (Tegning: Peter Kai. Th.: Foto af sti med drænet gulv (bagerst) og spaltegulv (forrest) (Foto: SEGES)).

N-tabet er fastsat til **0,21 kg NH₃-N per kg TAN ab dyr**, der er baseret på en omregning fra et skønnet tab på 0,14 kg NH₃-N per kg total N jf. Poulsen *et al.* (2001). Undersøgelser gennemført af SEGES Svineproduktion i slagtesvinestalde med drænet gulv og spaltegulv i forbindelse med test af miljøteknologier giver ikke anledning til at ændre fordampningskoefficienten (Pedersen & Jensen, 2010; Holm, 2012; Pedersen & Jensen, 2012; Jørgensen *et al.*, 2013; Riis *et al.*, 2013; Riis og Jørgensen, 2014; Riis *et al.*, 2014; Riis, 2016; Holm *et al.*, 2017; Riis og Jonassen, 2018).

Delvis spaltegulv (25-49 % fast gulv)

I stier med delvis spaltegulv (25-49 % fast gulv) udgør det faste gulv mellem 25 og 49 % af stiareale. Det forudsættes, at arealet under det faste gulv er afgrænset fra gyllekanalen og derfor ikke benyttes til opsamling og lagring af gylle. Der findes eksempler på slagtesvinestalde med stier, hvor det faste gulv er placeret midt i stien efter hollandsk forbillede, og hvor der derfor er spaltegulv i begge ender af stien. Dette gøres for at reducere risikoen for svineri, hvis grisene begynder at afsætte gødning i den "forkerte" ende af stien modsat gødearealet. Der kan også findes eksempler på, at det faste gulv er placeret langs vådfoderkrybben i staldsystemer, hvor der praktiseres restriktiv vådfodring. Dette vurderes ikke at have negativ betydning for emissionerne af NH₃, lugt og drivhusgasser, da det faste gulv er bestemmende for stiens samlede gylleareal og dermed som udgangspunkt for den emissionsmæssige klassificering af stitypen. Ofte vil der være gyllekanal under inspektionsgangen. Dette øger gylleoverfladen og dermed NH₃-fordampningen. Dette er der dog ikke taget hensyn til ved fastlæggelsen af emissionsfaktorer, som baserer sig på målinger i stalde både med og uden gylle under inspektionsgangen.



Figur 8.3. Eksempler på slagtesvinestier, der er omfattet af definitionen på delvis spaltegulv (25-49 % fast gulv). Tv.: Stier, hvor det faste gulv er monteret længst væk fra gødeområdet. Th.: Stier, hvor det faste gulv er monteret i midten af stien, og der er spaltegulv i begge ender af stien (Tegning: Peter Kai).

Strøelsesmængden i alle typer af stier med delvis spaltegulv er skønnet til 3 kg per produceret slagtesvin (ca. 30 g/dag per gris).

Det er vist, at NH_3 -emissionen afhænger af andelen af fast gulv i stien og derfor er lavere i stalde med reduceret gylleoverflade (Aarnink *et al.*, 1996; Aarnink *et al.*, 1997; Pedersen & Kai, 2008; Pedersen & Jensen, 2010; Pedersen & Jensen, 2012). NH_3 -fordampningen fra gyllekummerne skønnes at være ligefrem proportional med gyllearealet. Når spaltegulvets andel af stiarealeet reduceres, reduceres gyllekummearealet og gyllearealet og dermed NH_3 -fordampningen tilsvarende. Dette er kun delvis korrekt, idet der ofte er gyllekumme under inspektionsgangen. Ud over gyllearealet i gyllekummerne, bidrager gødearealet i stien også til NH_3 -fordampningen fra stien. Grisene udvælger normalt et område i den ene ende af stien som gødeareal. Spaltegulvet i denne del af stien vil derfor være tilsvinnet med fæces og urin og dermed en kilde til NH_3 -fordampningen, mens resten af gulvet i stien er relativt rent og derfor ikke bidrager med NH_3 -fordampning i væsentligt omfang. Der er tendens til, at gødearealet øges, efterhånden som grisene vokser, hvilket øger fordampningsarealet og dermed NH_3 -fordampningen. Der er også tendens til, at det tilsvinede areal stiger mere i stier med fast gulv, fordi grisene i stigende grad, især i varme perioder, ligger på spaltegulvet for at køle sig, og dermed stiger risikoen for, at grisene begynder at gøde på det faste gulv.

Tabel 8.2 viser en oversigt over danske undersøgelser af nyere dato, hvor der er målt NH_3 -fordampning over en længere periode. I mangel af produktivitsdata og værdier for N-udskillelse er der anvendt normtal for urinudskillelse af dyr til at beregne fordampningskoefficienterne. Alle undersøgelser er gennemført i stier med 25 % fast gulv. Gennemsnittet af de tre undersøgelser giver 0,18 kg NH_3 -N per kg TAN af dyr. Der var relativ stor spredning mellem de tre undersøgelser (0,15-0,22 kg NH_3 -N per kg TAN af dyr). Da kun stalde med 25 % fast gulv er undersøgt, og kategorien *slagtesvinestalde med delvis spaltegulv (25-49 % fast gulv)* repræsenterer et større spænd i andelen af fast gulv, og fordi TAN-udskillelse og produktionstid per gris er skønnet ud fra landsgennemsnit og normtal, vurderes det, at resultaterne ikke giver anledning til at ændre den hidtil benyttede fordampningskoefficient på **0,17 kg**

NH₃-N per kg TAN ab dyr, der er baseret på en omregning fra et skøn på 0,11 kg NH₃-N per kg total N jf. normtal 2006/07.

Tabel 8.2. Oversigt over danske emissionsundersøgelser gennemført i slagtesvinestalde med 25 % fast gulv i stierne.

	Målt NH ₃ -N fordampning (g NH ₃ -N time ⁻¹ gris ⁻¹)	Måleperiode	Tilvækst per gris (kg gris ⁻¹)	Daglig til- vækst (kg dag ⁻¹ gris ⁻¹)	Urin-N udskil- else (kg N prod. gris ⁻¹)	Fordamp- ningskoeffi- cient (kg NH ₃ - N kg TAN ab dyr)
Jørgensen og Riis (2014)	0,14	1 år	75 ¹	0,916 ²	1,88 ¹	0,15
Jørgensen og Riis (2015)	0,21	1 år	76 ³	0,931 ⁴	1,88 ³	0,22
Holm <i>et al.</i> (2017)	0,16	1 år	79 ⁵	0,950 ⁶	1,90 ⁵	0,17
Gennemsnit						0,18

¹Normtal for husdyrgødning 2013/14

²Lands gennemsnittet i danske svinebesætninger 2013 (Hansen, 2020)

³Normtal for husdyrgødning 2014/15

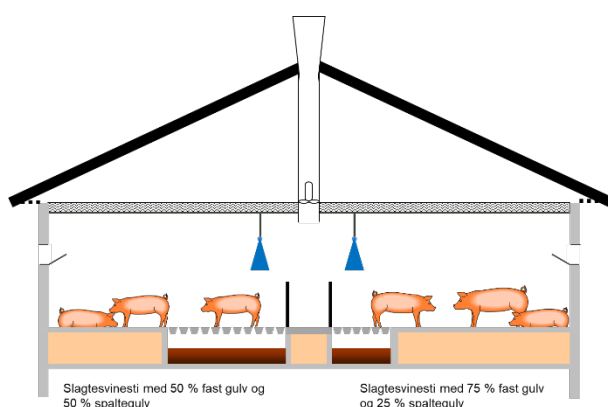
⁴Lands gennemsnittet i danske svinebesætninger 2014 (Hansen, 2020)

⁵Normtal for husdyrgødning 2016/17

⁶Lands gennemsnittet i danske svinebesætninger 2016 (Hansen, 2020)

Delvis spaltegulv (50-75 % fast gulv)

I slagtesvinestalde med delvis spaltegulv (50-75 % fast gulv) udgør det faste gulv mellem 50 og 75 % af stiarealet. Det forudsættes, at arealet under det faste gulv er afgrænset fra gyllekanalen og derfor ikke benyttes til opsamling og lagring af gylle. Der findes eksempler på slagtesvinestalde med stier, hvor det faste gulv er placeret midt i stien efter nederlandsk forbillede, og hvor der er spaltegulv i begge ender af stien. Dette gøres for at reducere risikoen for svineri, hvis grisene begynder at afsætte gødning i den "forkerte" ende af stien modsat gødearealet. Dette vurderes ikke at have negativ betydning for emissionerne af NH₃, lugt og drivhusgasser, da det faste gulv er bestemmende for stiens samlede gylleareal og dermed som udgangspunkt for den emissionsmæssige klassificering af stitypen.



Figur 8.4. Eksempler på slagtesvinestier, der er omfattet af definitionen på delvis spaltegulv (50-75 % fast gulv). Tv.: Sti med fast gulv i 50 % af stiarealet. Th.: Sti med fast gulv i 75 % af stiarealet. Tegningen er vist med fast gulv i inspektionsgangen, men i praksis vil der ofte være gyllekanal under inspektionsgangen (Tegning: Peter Kai).

Pedersen *et al.* (2010) målte NH₃-emissionen fra henholdsvis en staldsektion med slagtesvinestier med 58 % fast gulv og en sektion med slagtesvinestier med drænet gulv og spaltegulv. Målingerne blev foretaget på to hold grise i sommerhalvåret, og der blev målt en gennemsnitlig NH₃-emission på 0,15 g NH₃-N/time per gris fra staldsektionen med 58 % fast gulv, hvilket svarede til 63 % af emissionen fra staldsektionen med drænet gulv og spaltegulv (0,24 g NH₃-N/time per gris).

Efterfølgende blev der i samme forsøgsstaldsektioner med henholdsvis 58 % fast gulv i stierne og stier med drænet gulv og spaltegulv foretaget NH₃-målinger fra to hold slagtesvin i vinterhalvåret (Pedersen og Jensen, 2012). NH₃-emissionen fra begge staldsektioner blev i den forbindelse fastlagt til i gennemsnit 0,12 g NH₃-N/time per gris. Den manglende forskel mellem gulvprofilerne i vinterhalvåret tilskrives problemer med svineri på det faste gulv i sektionen med 58 % fast gulv.

Puljes data fra Pedersen *et al.* (2010) og Pedersen og Jensen (2012), repræsenterer de sammenlagt et års målinger, og den gennemsnitlige fordampningskoefficient estimeres til 0,14 kg NH₃-N per kg TAN ab dyr ved anvendelse af normer for tilvækst og N-udskillelse jf. normtal for husdyrgødning og landsgennemsnit for dansk svineproduktion (Tabel 8.3). Estimatet er forbundet med en vis usikkerhed, da der i mangel af produktivitetstal er benyttet landsgennemsnit og normtal, ligesom data kun repræsenterer målinger fra én stald.

Tabel 8.3. Oversigt over danske emissionsundersøgelser gennemført i slagtesvinestalde med 58 % fast gulv i stierne.

	Målt NH ₃ -N fordampning (g NH ₃ -N time ⁻¹ gris ⁻¹)	Måleperiode	Tilvækst per gris (kg gris ⁻¹)	Daglig til- vækst (kg dag ⁻¹ gris ⁻¹)	Urin-N udskil- else (kg N prod. gris ⁻¹)	Fordamp- ningskoeffi- cient (kg NH ₃ - N kg TAN ab dyr)
Pedersen <i>et al.</i> (2010)	0,15	2 hold; som- merhalvår	74 ¹	0,898 ²	1,96 ¹	0,15
Pedersen og Jensen (2012)	0,12	2 hold; vin- terhalvår	75 ³	0,898 ⁴	1,87 ³	0,13
Gennemsnit						0,14

¹Normtal for husdyrgødning 2009/10

²Landsgennemsnittet i danske svinebesætninger 2009 (Hansen, 2019)

³Normtal for husdyrgødning 2011/12

⁴Landsgennemsnittet i danske svinebesætninger 2011 (Hansen, 2020)

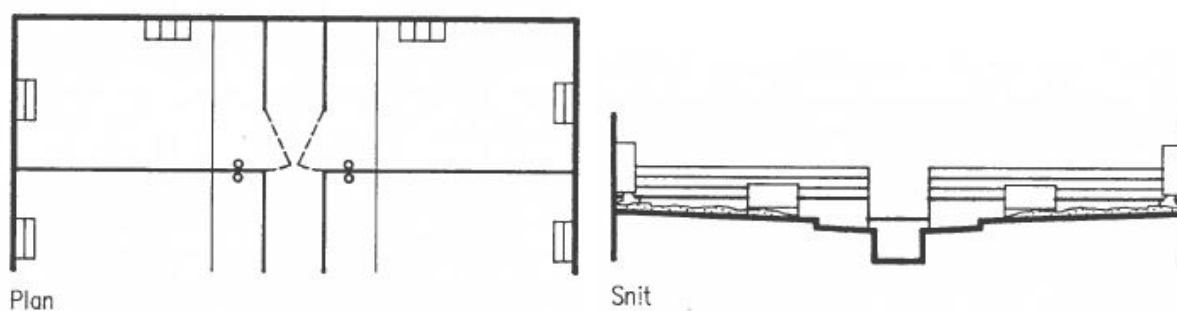
Da der kun foreligger målinger fra en stald med 58 % fast gulv, og kategorien *slagtesvinestalde med delvis spaltegulv (50-75 % fast gulv)* repræsenterer et større spænd i andelen af fast gulv, og fordi TAN-udskillelse og produktionstid per gris er skønnet ud fra landsgennemsnit og normtal, vurderes det, at der ikke er grundlag for at ændre den hidtil benyttede fordampningskoefficient på **0,13 kg NH₃-N per kg TAN ab dyr**, der er baseret på en omregning fra et skøn på 0,08 kg NH₃-N per kg total N jf. normtal 2006/07.

Fast gulv (fast gødning/ajle)

Denne staldtype er kendetegnet ved at være indrettet med fast gulv i hele stiarealet. Stier af ældre dato var ofte bygget med en skillevæg mellem leje-/aktivitetsareal og rensegang (gødeareal). Der kan også være tale om såkaldte strawflow-stier, hvor gulvet har relativt stort fald mod gødearealet, så gulvets fald i kombination med tildeling af en passende mængde strøelse og dyrenes aktivitet får gødningen til at glide ned i en gødningskanal med mekanisk skrabe anlæg under inspektionsgangen. Halmforbruget er skønnet til 13 kg per produceret slagtesvin (ca. 150 g/dag per gris).

Der er ikke fundet emissionsdata for denne staldtype. Fordampningskoefficienten er fastsat til **0,27 kg NH₃-N per kg TAN ab dyr** ud fra et skøn. Fordampningskoefficienten er uændret siden normtal 2000/01, idet NH₃-tabet til og med normtal 2007/08 dog blev beregnet som 0,18 kg NH₃-N per kg total-N ab dyr.

I mangel af måledata regnes der ikke med N-tab i form af denitrifikation, selvom om forsøg har påvist en vis N₂O-fordampning som indikation for, at der finder denitrifikation sted (Philippe *et al.*, 2007).



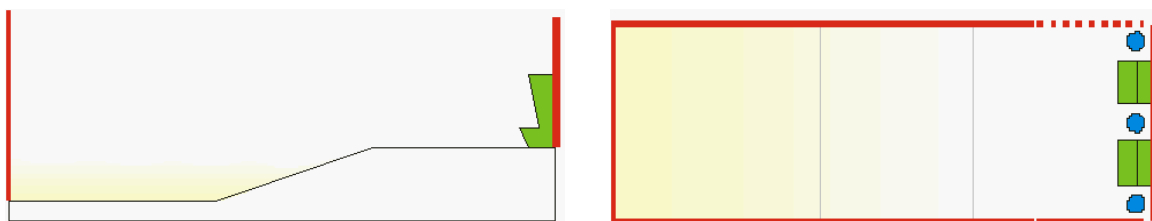
Figur 8.5. Plan- og snittegning af stald med fast gulv i hele stiarealet eksemplificeret ved en såkaldt strawflow-sti med fast gulv i gødearealet og gødningskanal under inspektionsgangen (Kilde: Anonym, 1993).

Dybstrøelse, hele arealet

Stier med dybstrøelse i hele arealet vil ofte, men ikke altid, være forsynet med en betonrepos, hvor foderautomater og drikkekopper er placeret. Resten af stien dækkes af strøelse, som tildeles i tilstrækkelig mængde til at sikre et tørt leje. For slagtesvin er halmforbruget hidtil skønnet til 70 kg per produceret slagtesvin. På grund af udviklingen i tilvækst per produceret gris vurderes det, at strøelsesmængden ikke længere er retvisende, og den vil derfor blive revideret i forbindelse med udarbejdelsen af normtal 2021/22.

Dybstrøelsen fjernes normalt fra stalden efter afslutning af et hold grise, dvs. ca. hver tredje måned.

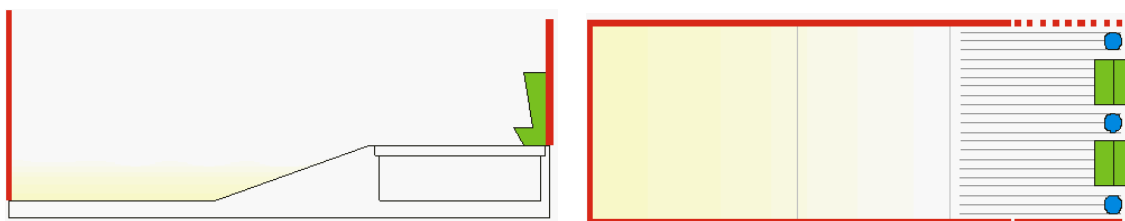
I staldsystemer med dybstrøelse sker der tab af kvælstof både i form af NH₃ og som følge af denitrifikation. Det skønnes, at der tabes **0,15 kg NH₃-N per kg total-N ab dyr** og **0,10 kg denitrifikations-N per kg total-N ab dyr** (uændret i forhold til Poulsen *et al.*, 2001).



Figur 8.6. Eksempel på dybstrøelsessti med repos med foderautomat og drikkekopper (Kilde: SEGES Svineproduktion).

Dybstrøelse, opdelt leje

Stier med dybstrøelse og opdelt leje består af to gødningssystemer, idet der, ud over dybstrøelsesarealet, er et areal med spaltegulv og gyllekanal. Det skønnes, at gødningsafsætningen fordeler sig med 50 % i dybstrøelsen og 50 % på spaltegulvsarealet. Strøelsesforbruget skønnes at udgøre halvdelen af forbruget ved dybstrøelse i hele stien, dvs. 35 kg per produceret slagtesvin. Gyllen udsluses typisk efter behov, mens dybstrøelsen normalt først fjernes fra stalden efter afslutning af et hold grise, dvs. ca. hver tredje måned.



Figur 8.7. Eksempel på stald af typen dybstrøelse med opdelt leje (Kilde: SEGES Svineproduktion).

I staldsystemer med dybstrøelse tabes der kvælstof i form af NH_3 og som følge af denitrifikation, mens der kun sker tab i form af NH_3 fra gyllesystemet. **Det skønnes, at der fra gødning afsat i dybstrøelsen tabes 0,15 kg $\text{NH}_3\text{-N}$ og 0,10 kg denitrifikation-N per kg total-N af dyr, mens gødning afsat på spaltegulv er fastsat til et skønnet tab på 0,18 kg $\text{NH}_3\text{-N}$ per kg TAN af dyr.**

Friland

Grisene går i folde med adgang til hytte uden fast bund. Da dyrene ikke opstaldes i stald med fast bund og opsamling af gødningen, beregnes der ikke noget stald- og lagertab for dette produktionssystem.

8.6.2. Løbe-/drægtighedsstalde

Alle søer skal være løsgående i grupper fra fravænning til minimum syv dage før forventet faring i alle nye stalde, der er bygget siden 1. januar 2015. Loven omfatter også polte, fra de indsættes i løbestalden. Søer kan undtagelsesvist opstaldes i enkeltdyrsboks i maksimalt tre dage i den egentlige brunstperiode.

For stalde etableret før 1. januar 2015 er det frem til 1. januar 2035 stadig lovligt at opstalde søer og gylte i enkeltdyrsboks i perioden fra fravænning til fire uger efter løbning. Dette er ikke længere tilladt

for søer og gylte fra fire uger efter løbning til en uge før forventet faring. Der udarbejdes ikke gødningsnormer specifikt for løbestalde, hvorfor man i forbindelse med udarbejdelse af gødningsregnskab for staldanlæg med enkeltdyrsbokse i løbestalden etableret før 1. januar 2015 og løsgående søer i drægtighedsstalden må foretage en skønsmæssig fordeling af årssøer i de to staldsystemer.

Individuel opstaldning, delvis spaltegulv

Individuel opstaldning, delvis spaltegulv, omfatter enkeltdyrsbokse til opstaldning af gødsøer, drægtige søer og gylte i perioden fra fravænning til maksimalt fire uger efter løbning. Der er minimum 90 cm fast gulv forrest i boksen. I den bagerste del af boksen og bag boksen er der spaltegulv. Husdyrgødningen håndteres som gylle. Der skønnes ikke at blive anvendt strøelse.

NH₃-tabet er skønnet til **0,13 kg NH₃-N per kg TAN ab dyr**. Frem til normtal 2008/09 blev N-tabet beregnet som 0,10 kg NH₃-N per kg total-N ab dyr. Der er ikke fundet nyere måledata, der kan verificere fordampningskoefficienten.



Figur 8.8. Løbe-/kontrolstald med enkeltdyrsbokse med delvis spaltegulv (Foto: SEGES Svineproduktion).

Individuel opstaldning, fast gulv

Staldsystemet omfatter enkeltdyrsbokse eller -stier med fast gulv i hele arealet. Ved enkeltdyrsbokse er søerne fikserede i bokse. Der er fast gulv i hele stalden. Bag soen er der en grebning for opsamling af fast staldgødning og ajle. Ajlen drænes kontinuerligt til ajlebeholder, mens den faste staldgødning fjernes dagligt mekanisk og overføres til møddingsplads. Strøelsesforbruget er skønnet til 75 kg/stiplads per år.

NH₃-tabet er skønnet til **0,21 kg NH₃-N per kg TAN ab dyr**. Frem til normtal 2008/09 blev N-tabet beregnet som 0,16 kg NH₃-N per kg total-N ab dyr.

Løsgående søer, stier med delvis spaltegulv

Staldtypen omfatter diverse staldformninger, som har fast gulv i lejearealet, mens gangarealerne er forsynet med drænet gulv eller spaltegulv med underliggende gyllekanal eller gødningskanal med linespilsanlæg. Gødningen håndteres i begge tilfælde som gylle.

NH₃-tabet er fastsat til **0,16 kg NH₃-N per kg TAN ab dyr**. Frem til normtal 2008/09 blev N-tabet beregnet som 0,12 kg NH₃-N per kg total-N ab dyr.

Der er gennemført målinger af NH₃-fordampningen i seks drægtighedsstalde med løsgående søer (Holm og Sørensen, 2019) som viser betydelig variation mellem besætninger, men hvor medianen er tæt på samme NH₃-emission per m², som anvendes ved husdyrgodkendelser, og hvor emissionen per m² er fastsat til 0,16 kg NH₃-N per kg TAN ab dyr ved normtal 2015/16 (Kai og Adamsen, 2017).



Figur 8.9. Eksempler på indretning af løbe- og drægtighedsstalde med delvis spaltegulv. Øverst tv.: løbestald med æde-/hvilebokse med fast gulv forrest og spaltegulv under og bag boksene samt strøet drænet gulv i arealet mellem rækkerne med bokse. Øverst th.: Elektronisk sofodring i storsti med redekasser med fast gulv og spaltegulv i gangarealet. Nederst tv.: Drægtighedsstald med æde-/hvilebokse med fast gulv forrest og spaltegulv under og bag boksene og i gangarealet. Nederst th.: drægtighedsstald med gulvfodring. (Foto: SEGES Svineproduktion).

Løsgående søer, stier med dybstrøelse i hele stiarealet

De drægtige søer opstaldes i bokse med fast bund, hvor al gødning afsættes i dybstrøelsen. Der tildeles strøelse i en mængde, så gødning og urin opsuges, samtidig med at overfladen er tør. Som grundlag for beregning af gødningsnormerne regnes der med et strøelsesforbrug på 900 kg per år per stiplads (variation: 800 – 1000 kg). Søernes naturlige rodeadfærd fremmer kompostering i gødningsmåtten, hvilket medfører relativt stort kvælstoftab i form af såvel NH₃ som denitrifikation.

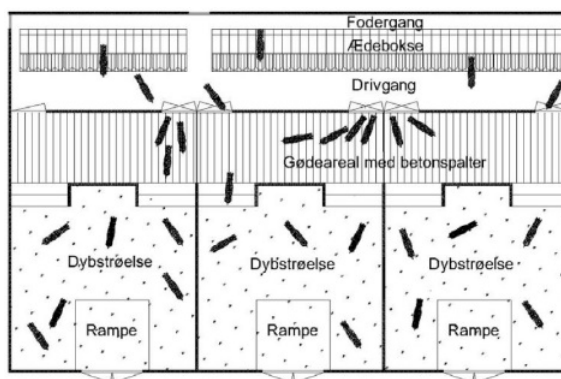
Der er ikke fundet emissionsdata for løbe-/drægtighedsstalde med dybstrøelse. Det skønnes, at følgende tabes: **0,15 kg NH₃-N per kg total-N ab dyr og 0,10 kg denitrifikation-N per kg total-N ab dyr** (uændret siden Poulsen *et al.*, 2001).



Figur 8.10. Eksempel på drægtighedsstald med dybstrøelse i hele arealet (Foto: SEGES Svineproduktion).

Løsgående søer, stier med dybstrøelse og spaltegulv

Staldtypen omfatter stier med henholdsvis et dybstrøelsesareal og et spaltegulvsareal med gylle. Strøelsesforbruget er skønsmæssigt 350 kg per år per stiplads. Det skønnes, at 33 % af den udskilte gødning afsættes i strøelsesmåtten, og 67 % afsættes på spaltegulvet. I mangel af måledata beregnes N-tabet på grundlag af gødningsfordelingen, dvs. 33 % af gødningen tillægges et N-tab som angivet for dybstrøelse i hele arealet (**0,15 kg NH₃-N per kg total-N ab dyr og denitrificering 0,10 kg N per kg total-N ab dyr**), og 67 % af gødningen tillægges et N-tab på **0,16 kg NH₃-N per kg TAN ab dyr** som angivet for løsgående søer i stier med delvis spaltegulv.

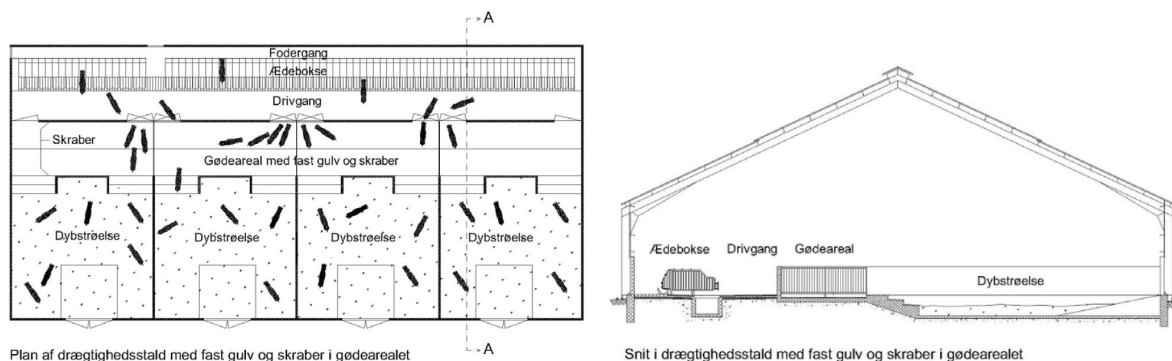


Figur 8.11. Tv.: Eksempel på indretning af løbestald med dybstrøelse og spaltegulv til løsgående søer. Th.: Planlægning af stald med dybstrøelse og spaltegulv til løsgående drægtige søer (Foto: Sommer *et al.*, 2006).

Løsgående søer, stier med dybstrøelse og fast gulv

Staldtypen omfatter stier med henholdsvis et dybstrøelsesareal og et areal med fast gulv, hvor gødningen håndteres som gylle. Gødningen afsat på det faste gulv fjernes dagligt. Strøelsesforbruget er skønsmæssigt 350 kg per år per stiplads. Det skønnes, at 33 % af den udskilte gødning afsættes i strøelsesmåtten, og 67 % afsættes på det faste gulv. I mangel af måledata beregnes N-tabet på grundlag af

denne fordeling, dvs. 33 % af gødningen tillægges et N-tab som angivet for dybstrøelse i hele arealet (**0,15 kg NH₃-N per kg total-N ab dyr og denitrificering 0,10 kg N per kg total-N ab dyr**), og 67 % af gødningen tillægges et N-tab på **0,19 kg NH₃-N per kg TAN ab dyr** (uændret siden Poulsen *et al.*, 2001, idet N-tabet fra den af gødningen, der er afsat på det faste gulv frem til normtal 2008/09, blev beregnet som 0,14 kg NH₃-N per kg total-N ab dyr).



Figur 8.12. Tv.: Plantegning af stald med dybstrøelse og fast gulv til løsgående drægtige søer. Th.: Snittegning af stald med dybstrøelse og fast gulv til løsgående drægtige søer (Tegninger: Sommer *et al.*, 2006).

Friland

Søerne går i folde med adgang til hytte uden fast bund. Da dyrene ikke opstaldes i stald med fast bund og opsamling af gødningen, beregnes der ikke noget stald- og lagertab.

8.6.3. Farestalde

Langt hovedparten af de danske farestalde er indrettet med kassestier, hvor soen er fikseret i en fareboks, mens pattegrisene kan bevæge sig i hele kassestien.

Farestier med delvis spaltegulv

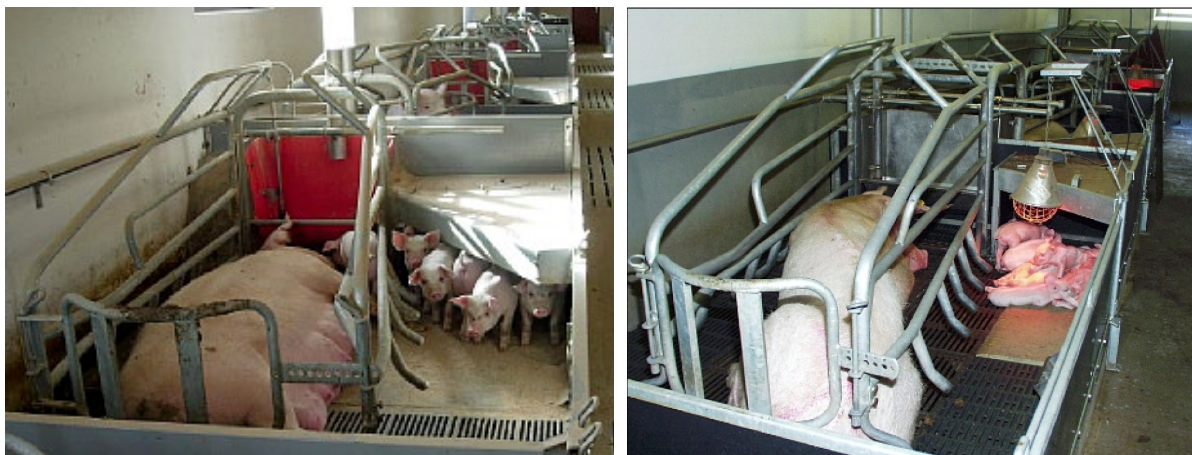
Farestier har fast gulv i den forreste del af stien omkring soens forparti og pattegrisehulen samt spaltegulv i den bagerste del omkring soens bagparti. Undersøgelserne, der ligger til grund for fastsættelse af emissionsværdier for NH₃ (og lugt), er alle gennemført i farestalde, hvor andelen af fast gulv i stierne udgjorde 50 % eller mere af stiaarealet.

N-tabet er fastsat til **0,13 kg NH₃-N per kg TAN ab dyr**. Frem til normtal 2008/09 blev N-tabet beregnet som 0,10 kg NH₃-N per kg total-N ab dyr.

Farestier med fuldspaltegulv

Farestierne har fuldspaltegulv og gyllekumme under hele stiaarealet og evt. under inspektionsgangen. Dette gælder også, selvom stien er udstyret med en varmeplade til pattegrisene, eller der er fast eller drænet gulv i et lille areal under soen i fareboksen. I begge tilfælde håndteres husdyrgødningen som gylle.

N-tabet er fastsat til **0,26 kg NH₃-N per kg TAN ab dyr**. Frem til normtal 2008/09 blev N-tabet beregnet som 0,20 kg NH₃-N per kg total-N ab dyr.



Figur 8.13. Eksempel på indretning af farestier med delvis spaltegulv (tv.) og fuldspaltegulv (th.) (Kilde: SEGES Svineproduktion).

Farestier til løsgående diegivende søer

Der udarbejdes ingen gødningsnorm specifikt for løsgående diegivende søer i farestier. Farestier til løsgående diegivende søer er ofte større end almindelige kassestier, og når søerne kan bevæge sig rundt i stien, vurderes det, at der ikke kan opretholdes samme grad af stihygiejne, hvorfor NH₃-fordampningen forventes at være højere end traditionelle farestier.

Farehytter på friland

Søerne går i folde med adgang til farehytter uden fast bund. Da dyrene ikke opstaldes i stald med fast bund og opsamling af gødningen, beregnes der ikke noget stald- og lagertab.

8.6.4. Smågrisestalde

Siden 30. juni 2015 har det været et krav i alle smågrisestalde, at minimum 50 % af gulvet i grisenes opholdsareal skal være indrettet med fast eller drænet gulv eller kombinationer heraf, f.eks. 25 % fast og 25 % drænet gulv.

To-klimastalde med delvis fast gulv

I to-klimastalde er temperaturen betydeligt højere under overdækningen end i staldrummet, hvilket sikrer, at smågrisenes temperaturbehov kan opfyldes. Derfor er temperaturen i staldrummet og i gyllen ikke meget højere end i f.eks. slagtesvinestalde. Halmforbruget er skønnet til 1 kg per produceret smågris.

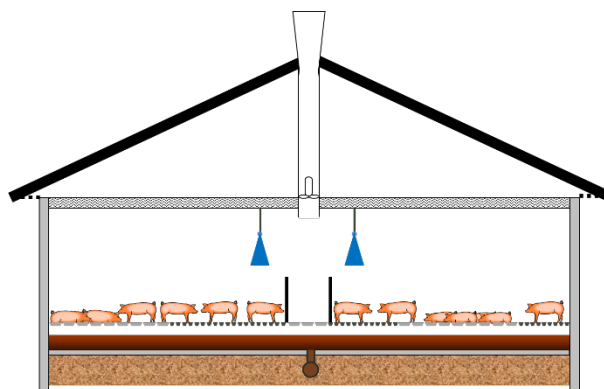
Frem til normtal 2005/06 blev N-tabet beregnet som 0,10 kg NH₃-N per kg total-N ab dyr. I normtal 2006/07 blev N-tabet nedsat til 0,06 kg NH₃-N per kg total-N ab dyr. Fra normtal 2008/09 er N-tabet er beregnet som **0,10 kg NH₃-N per kg TAN ab dyr**.

Hansen *et al.* (2006) målte NH₃-emissionen fra to to-klimastalde med fast gulv i to tredjedele af stiareale, og hvor grisene fik tildelt foder med enten 20 % (reference) eller 18 % råprotein (forsøg), og beregnede, at emissionen fra referencestalden udgjorde 0,06 kg NH₃-N per kg total-N af dyr. Denne værdi var baseret på en N-retentionsfaktor i smågrisene på 26 g N per kg tilvækst. En efterfølgende opjustering af N-retentionsfaktoren til 30,4 g N per kg tilvækst medfører, at N-tabet skal sættes i forhold til en lavere N-udskillelse end oprindeligt antaget. Dette medfører, at N-tabet for referencegruppen med normalt proteinindhold i Hansen *et al.* (2006) svarer til ca. 0,13 kg NH₃-N per kg TAN af dyr, mens fordampningstab i forsøgsgruppen med lavt råproteinindhold i foderet var omtrent halvdelen af denne værdi. Da der kun er tale om et enkelt forsøg af ældre dato, fastholdes den hidtil anvendte fordampningskoefficient, indtil nye forsøgsdata fremkommer. Definitionen af en to-klimastald med delvis fast gulv skelner p.t. ikke mellem stier med lille eller stor andel spaltegulv, og det er problematisk, idet viden fra slagtesvinestalde viser, at spaltegulvets andel af stien har betydning for ammoniakfordampningen. Det vil derfor være mest korrekt at opdele to-klimastalde i to kategorier, f.eks. 25-49 % fast gulv og 50-75 % fast gulv, ligesom det er tilfældet med slagtesvinestalde. Der findes imidlertid endnu intet fagligt grundlag for at fastsætte en fordampningskoefficient for to-klimastalde med 25-49 % fast gulv, ligesom datagrundlaget for stier med 50-75 % fast gulv baserer sig på kun én undersøgelse (Hansen *et al.*, 2005), hvorfor det anbefales, at der iværksættes indsamling af måledata.

Smågrisealde med drænet gulv og spalter

Staldtypen kan betragtes som en ét-klimastald, hvorfor rumtemperaturen for at tilgodese grisenes varmebehov er betydeligt højere end i to-klimastalde. Der er drænet gulv og spaltegulv og dermed gyllekumme i hele stiarealet.

N-tabet er fastsat til **0,21 kg NH₃-N per kg TAN af dyr**. Frem til normtal 2008/09 blev N-tabet beregnet som 0,14 kg NH₃-N per kg total-N af dyr. Der er ikke fundet nyere danske undersøgelser, hvor NH₃-emissionen fra smågrisealde med drænet gulv og spaltegulv er målt. TAN-koncentrationen og pH-værdien er generelt lavere i smågrise-gylle sammenlignet med slagtesvinegylle, hvilket isoleret set giver anledning til en lavere ammoniakfordampning. Dette formodes dog udlignet af en højere staldtemperatur i smågrisealdene, hvorfor fordampningskoefficienten skønnes at være sammenlignelig med den, der gælder for slagtesvinestalde med drænet gulv og spaltegulv.



Figur 8.14. Eksempel på indretning af smågrisestier. Tv.: to-klimastier med delvis spaltegulv. Th.: smågrisestier med drænet gulv og spaltegulv.

Smågristalde med fast gulv (fast gødning/ajle)

Stitypen afviger ikke væsentligt fra samme stitype, som er beskrevet til slagtesvin. Stien vil ofte være udstyret med to-klimaoverdækning i lejeområdet. Halmforbruget er skønnet til 2,5 kg per produceret smågris.

Der er ingen emissionsdata for denne staldtype. N-tabet er fastsat til **0,37 kg NH₃-N per kg TAN ab dyr**. Uændret i forhold til Poulsen *et al.* (2001), idet N-tabet frem til normtal 2008/09 blev beregnet som 0,25 kg NH₃-N per kg total-N ab dyr. I mangel af måledata regnes der ikke med N-tab i form af denitrifikation, selvom forsøg har påvist en vis N₂O-fordampning som indikation for nitrifikation og denitrifikation (Philippe *et al.*, 2007).

Dybstrøelse, hele arealet

Staldtypen afviger ikke væsentligt fra samme som beskrevet til slagtesvin. Stien vil ofte være udstyret med to-klimaoverdækning i lejeområdet. Halmforbruget er skønnet til 13 kg per produceret smågris. Dybstrøelsen fjernes normalt fra stalden efter afslutning af hvert hold grise.

N-tabet er fastsat til **0,15 kg NH₃-N og 0,10 kg denitrifikation-N per kg total-N ab dyr** (uændret siden Poulsen *et al.*, 2001). Der er ikke fundet nye emissionsdata for denne staldtype.

Friland

Grise går i folde med adgang til hytte uden fast bund. Da dyrene ikke opstaldes i stald med fast bund og opsamling af gødningen, beregnes der ikke noget stald- og lagertab.

8.6.5. Økologiske svinestalde

Fra og med 2018 er der udarbejdet gødningsnormer for økologiske svinestalde. Indretningen og driften af økologiske svinestalde er reguleret af EU's økologiregler, som findes i henholdsvis rådsforordning RFO 834/2007 og Kommissionsforordning 889/2009. Produktionssystemerne er endnu under udvikling, og ofte er der tale om ombygning af eksisterende stalde, hvorfor det er vanskeligt at definere specifikke

typer af økologiske svinestalde. Fælles for økologiske stalde er dog, at de består af et indeareal, og at der er uhindret adgang til en løbegård.

Tabel 8.4. Arealkrav til inde- og udeareal i økologiske svinestalde.

Dyregruppe (levendevægt)	Indendørsareal, m ² /dyr (nettoareal, både hvile- og op- holdsareal)	Minimumsareal fast gulv indendørs, m ² /dyr	Udendørsareal ((lø- begård), m ² /dyr (ikke græs- arealer)
Smågrise fra fravænning indtil 30 kg	0,6	0,30	0,4
Ungsvin indtil 50 kg	0,8	0,40	0,6
Slagtesvin indtil 85 kg	1,1	0,55	0,8
Slagtesvin indtil 110 kg	1,3	0,65	1,0
Slagtesvin over 110 kg	1,5	0,75	1,2
Diegivende søer med smågrise ≤ 40 d.	7,5	3,75	2,5
Søer	2,5	1,25	1,9
Orner	6 / 10 ¹	3 / 5 ¹	8,0

¹ Arealkrav, hvis stien anvendes til naturlig bedækning.

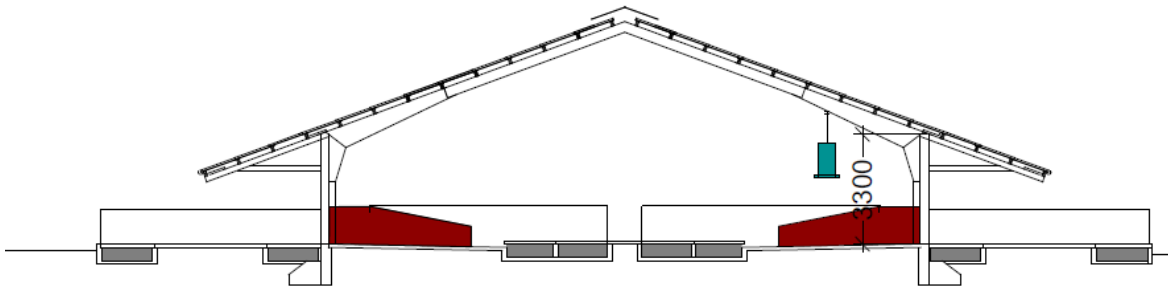
I det følgende er for hver dyrekategori to hovedtyper beskrevet, som vurderes at repræsentere to indretningsmæssige yderpunkter af betydning for kategoriseringen af husdyrgødning og de dermed forbundne tab.

Økologiske slagtesvinestalde

Delvis spaltegulv inde og løbegård med fast/drænet gulv + spaltegulv

I stalden udgør det faste gulv 50 % af det lovpligtige areal. Der er spaltegulv i resten af stiaarealet. Der vil ofte være etableret to-klimaoverdækning over lejet på det faste gulv for at sikre grisene et lunt nærmiljø, når de hviler. Stalden har udgang til en løbegård, der er indrettet med fast eller drænet gulv i halvdelen af det lovpligtige areal og spaltegulv i den resterende halvdel. Al husdyrgødning defineres som gylle.

Strøelse tildeles på det faste gulv i en mængde, så grisene sikres et velstrøet leje. Der regnes med et forbrug på 10 kg per produceret slagtesvin (interval 10-15 kg jf. Serup, 2007).



Figur 8.15. Eksempel på økologisk slagtesvinestald med fast gulv og spaltegulv i indearealet og fast gulv og spaltegulv i løbegården (Tegning: Serup, 2007).



Figur 8.16. Løbegård med grise ved økologisk svinestald. Løbegården er indrettet med fast gulv i midten og spaltegulv langs begge sider. Staldens tag er forlænget og fungerer derved som overdækning af en del af udendørsarealet (Foto: SEGES).

Der er ikke fundet dokumentation for emissioner fra økologiske svinestalde i Danmark. Ved en undersøgelse, som fandt sted i Sydsverige i to økologiske slagtesvinestalde med henholdsvis strawflow-system og dybstrøelse i indearealet og fast gulv i løbegården, blev der fastlagt N-, P- og K-balancer for hele hold grise i henholdsvis en vinter- og en sommerperiode (Olsson *et al.*, 2014). Kvælstoftabet blev fastlagt som den beregnede manko i de opstillede N-balancer og androg i gennemsnit 0,26-0,27 kg N per kg total-N af dyr. Det kan ikke ud fra undersøgelsen afgøres, hvorvidt kvælstoftabet var i form af NH_3 eller denitrifikation, ligesom det ikke er muligt ud fra undersøgelsen at fordele kvælstoftabet i henholdsvis indeareal og løbegård. I konventionelle gyllebaserede staldsystemer regnes denitrifikation for negligerbar. Hvorvidt det samme er tilfældet i økologiske stalde med strøet leje og gyllesystem er uklart, men indtil der foreligger nærmere undersøgelser, der kan afklare dette spørgsmål, vurderes det, at kvælstoftabet i stalde med strawflow-system udelukkende er i form af NH_3 -N. Det skønnes, at der ikke er væsentlig forskel mellem Sydsverige og Danmark med hensyn til staldindretning, produktion og klima, og at resultaterne fra den svenske undersøgelse derfor er repræsentativ for danske stalde. I normåret 2019-2020 udgjorde udskillelsen af urin-N 69 % af den samlede N-udskillelse for en dansk økologisk gris (31-113 kg). Et tab på 0,26 kg NH_3 -N per kg total-N svarer derfor til **0,38 kg NH_3 -N per kg TAN ab dyr** (0,26 kg NH_3 -N per kg total-N / 0,69), hvilket benyttes som grundlag for beregning af NH_3 -N-tabet, indtil ny

viden fremkommer. Det er dog vigtigt at pointere, at usikkerheden på det skønnede fordampningstab er stor, da det udelukkende bygger på et studium i én stald.

Dybstrøelse hele arealet inde og løbegård med fast/drænet gulv + spaltegulv

Staldtypen er indrettet med fast bund med dybstrøelse i hele indearealet og har i tilknytning hertil en løbegård med fast eller drænet gulv i halvdelen af det lovpligtige udendørsareal og spaltegulv i resten. Det antages, at 33 % af gødningen afsættes inde, og 67 % afsættes i løbegården (T. Serup, SEGES Økologi, pers. medd.). Strøelse tildeles i stalden i en mængde, så al væde opsuges, og grisene sikres et velstrøet leje. Olsson *et al.*, 2014 rapporterede et halmforbrug på i gennemsnit 32 kg halm per produceret gris, men med stor sæsonvariation (højest om vinteren og lavest om sommeren). Strøelsesforbruget er derfor skønnet til 30 kg per produceret slagtesvin.

I mangel af specifikke måledata for økologiske svinestalde benyttes følgende fordampningskoefficienter: **0,15 kg NH₃-N og 0,10 kg denitrifikation-N per kg total-N afsat i dybstrøelsen** tilsvarende konventionelle svinestalde med dybstrøelse.

Undersøgelsen af Olsson *et al.* (2014) giver ikke mulighed for at estimere NH₃-tabet fra løbegården. Baseret på en kombination af punktmålinger og modelberegninger estimerede Aarnink *et al.* (2015) et fordampningstab på 2,2 kg NH₃-N/år per m² fra en løbegård med spaltegulv i hele arealet. Ved et arealkrav på 1 m² løbegård per gris op til 110 kg levendevægt og skønsmæssig 3,6 hold grise per år svarer dette til ca. 0,6 kg NH₃-N per produceret slagtesvin. Hvis det antages, at 67 % af fæces og urin afsættes i løbegården, svarer tabet til ca. 0,34 kg NH₃-N per kg TAN afsat i løbegården. I Danmark er løbegårde ofte indrettet med fast eller drænet gulv i halvdelen af arealet og spaltegulv i resten. Betydningen af gulvprofilen i løbegårde for NH₃-fordampningen er ukendt. Især på fast gulv er arealet af gødningsbelagte overflader af stor betydning for NH₃-fordampningen. Indtil mere præcise målinger fremkommer, skønnes tabet fra løbegårde til **0,34 kg NH₃-N per kg TAN afsat i løbegården**, under forudsætning af at 67 % af urin-N af dyr afsættes i løbegården.

Økologiske løbe-/drægtighedsstalde

Delvis spaltegulv inde og løbegård med fast/drænet gulv + spaltegulv

I stalden udgør det faste gulv 50 % af det lovpligtige areal. Resten af arealet er spaltegulv. Løbegården har fast gulv eller drænet gulv i halvdelen af det lovpligtige udendørsareal og almindeligt spaltegulv i resten. Al fæces og urin antages afsat på spaltegulv med underliggende gyllekanal eller gødningskanal med mekanisk skraber. Al husdyrgødning defineres som gylle. Strøelse tildeles på det faste gulv i en mængde, så grisene sikres et velstrøet leje. Der regnes med et forbrug på 50 kg per stiplads per år.

Der er ikke fundet dokumentation for N-tab fra økologiske løbe-/drægtighedsstalde. Det vurderes, at de økologiske søer fodres nogenlunde tilsvarende de konventionelle. Samtidig adskiller arealkravet til stalde til økologiske søer sig ikke væsentligt fra de konventionelle. Dog er der krav om et udendørsareal på 1,9 m² per økologisk so. Økologiske avlssvin skal som minimum på græs i sommerhalvåret fra 15.

april til 1. november, hvorfor staldarealet og dermed kvælstoftabet fra en gennemsnitlig økologisk årssø vurderes at være relativt beskeden. Det skønnes derfor, at fordampningskoefficienten for konventionelle løbe-/drægtighedsstalde i mangel af bedre datagrundlag kan anvendes.

Dybstrøelse hele arealet inde og løbegård med fast/drænet gulv + spaltegulv

Staldtypen er indrettet med fast bund med dybstrøelse i hele indearealet og har i tilknytning hertil en løbegård med fast eller drænet gulv i halvdelen af det lovpligtige udendørsareal og spaltegulv i resten. Det antages, at 33 % af fæces og urin afsættes inde, og 67 % afsættes i løbegården. Strøelse tildeles i stalden i en mængde, så al væde opsuges, og grisene sikres et velstrøet leje. Strøelsesforbruget vurderes at være i samme størrelsesorden som for konventionelle løbe-/drægtighedsstalde (350 kg per stiplads per år).

Der er ikke fundet dokumentation for kvælstoftab fra økologiske løbe-/drægtighedsstalde. Det vurderes, at de økologiske søer fodres nogenlunde tilsvarende de konventionelle. Samtidig adskiller arealkravet til stalde til økologiske søer sig ikke meget fra de konventionelle. Dog er der i henhold til det økologiske regelsæt krav om et udendørsareal på 1,9 m² per sø. Økologiske gødsøer og drægtige søer skal endvidere være på fold i syv måneder af året, hvorfor staldarealet og dermed kvælstoftabet fra en gennemsnitlig økologisk årssø vurderes at være relativt beskeden. Det skønnes derfor, at fordampningskoefficienterne for konventionelle løbe-/drægtighedsstalde i mangel af bedre datagrundlag kan anvendes.

Økologiske diegivende søer

Alle økologiske diegivende søer går i farefolde med adgang til farehytter uden fast bund. Da dyrene ikke opstaldes i stalde med fast bund og opsamling af husdyrgødningen, beregnes der ikke noget stald- og lagertab. Gødningen benævnes "anden husdyrgødning" i gødningsnormerne.

Økologiske smågrisestalde

To-klimastald med delvis spaltegulv og løbegård med fast/drænet gulv + spaltegulv (50 %/50 %)

Stalden er indrettet med minimum 50 % fast gulv af det lovpligtige staldareal og spaltegulv i resten af indearealet. Der er en to-klimaoverdækning over lejet på det faste gulv. Stalden har udgang til en løbegård, der er indrettet med fast eller drænet gulv i halvdelen af det lovpligtige areal og spaltegulv i den resterende halvdel. Halmforbruget er skønnet til 2 kg per produceret smågris (50 g/dag).

Der findes ingen målinger af ammoniakfordampningen fra økologiske smågrisestalde. Fordampningskoefficienten må derfor skønnes ud fra bedste faglige viden. Ammoniakfordampningen afhænger i høj grad af arealet af gødningsdækkede overflader. Overordnet set er overfladearealet af gødningsdækkede overflader i økologiske smågrisestalde potentielt meget større end i konventionelle to-klimastalde, fordi der er et større areal per gris med spaltegulv med underliggende gyllekanal i stalden samt i tillæg hertil et stort areal i løbegården bestående af minimum 50 % fast eller drænet gulv og spaltegulv i resten. Der er derfor typisk gyllekanal under mere end halvdelen af løbegården.

Fordampningskoefficienten er fastsat ud fra et skøn til **0,24 kg NH₃-N per kg TAN ab dyr**. Der er i mangel af måledata tale om et skøn forbundet med meget stor usikkerhed.

To-klimastald med dybstrøelse i hele staldarealet og løbegård med fast/drænet gulv + spaltegulv (50 %/50 %)

Stalden er indrettet med fast bund med dybstrøelse og to-klimaoverdækning af lejearealet. I tilknytning til stalden er en løbegård med fast eller drænet gulv i halvdelen af det lovpligtige udendørsareal og spaltegulv i resten. Ligesom for slagtesvinestalde antages, at 33 % af gødningen afsættes inde, og 67 % afsættes i løbegården.

Strøelsesforbruget er skønnet til 6 kg halm per produceret smågris.

Der er ikke fundet undersøgelser, der dokumenterer NH₃-tabet fra økologiske smågrise-stalde. I to-klimastalde med dybstrøelse i hele indearealet og løbegård med fast/drænet gulv og spaltegulv er kvælstoftabet i indearealet skønnet som for øvrige stalde med dybstrøelse i hele arealet, dvs. **0,15 kg NH₃-N og 0,10 kg denitrifikation-N per kg total-N ab dyr afsat i dybstrøelsen**.

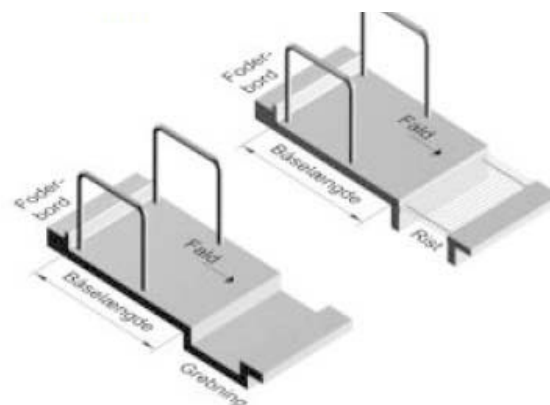
NH₃-N-tabet i løbegården (0,4 m²/gris) er estimeret med udgangspunkt i normen for økologiske to-klimastalde med delvis spaltegulv og løbegård med fast/drænet gulv + spaltegulv (50 %/50 %), hvor gødningen inde såvel som i løbegård håndteres som gylle. Dette staldsystem er forbundet med et skønnet NH₃-N-tab på 0,24 kg NH₃-N per kg TAN ab dyr, hvilket i normtalsåret 2019/20 svarede til 0,89 kg NH₃-N per produceret smågris. Hvis det antages, at NH₃-tabet per m² i stalden og i løbegården er ens, kan NH₃-tabet i løbegården estimeres til 36 g NH₃-N per produceret smågris, idet arealet er 1,0 m² per gris, heraf 0,40 m² i løbegård. NH₃-N-tabet svarer til **0,15 kg NH₃-N per kg TAN afsat i løbegården**. Der er i mangel af måledata tale om et skøn forbundet med meget stor usikkerhed.

8.7. Kvægstalde

Staldtype	Beskrivelse
Bindestalde	Dyrene er individuelt opstaldet i båse, der tjener som hvile- og ædeplads. Bag dyrene findes en grebning eller et ristegulv for opsamling af gødning og urin, som håndteres som staldgødning og ajle ved grebning eller som gylle ved ristestalde. Bindestaldene anvendes til malkekøer og kvier samt slagtekalve og ammekøer.
Sengestalde	Fællesbetegnelse for løsdriftsstalde, hvor dyrene kan bevæge sig frit omkring i stalden, og hvor hvilearealet er inddelt i sengebåse adskilt af sengebøjler. Sengebåsene er altid hævet i forhold til gangarealet og er udført i tæt beton, og der er oftest monteret en gummimåtte eller madrasser af lignende blødt materiale oven på betonunderlaget for at sikre køerne et komfortabelt og skridsikkert leje. Oven på madrasserne strøes der med halm, savsmuld, høvlspåner, spagnum, gyllefibre eller en kombination af disse. I stedet for et hævet leje af beton kan sengene være udformet med en bagkant, der holder et tykt lagt strøelse oppe i sengebåsen. Til denne type senge anvendes der typisk sand eller et tykt lag halm (evt. tilsat kridt), som komposterer i sengebåsen. Gangarealet tjener som trafik-, gøde- og motionsareal. Gangarealet kan være indrettet med spaltegulv, fast gulv, eller fast drænet gulv. Under gangarealerne er der afhængigt af gulvtypen gyllekanal eller gødningskanal med linespilsanlæg, eller gødningen på fast gulv eller fast drænet gulv skræbes til en tværkanal i enden af stalden, hvorfra den pumpes til gylletank. Gødningen håndteres altid som gylle. Sengestalde anvendes fortrinsvis til malkekøer og kvier og i mindre omfang til slagtekalve og ammekøer.
Dybstrøelsesstalde	Løsdriftssystem, hvor dyrene kan bevæge sig frit omkring, og hvor hvilearealet består af en dybstrøelsesmåtte. Dybstrøelsesstalde opdeles i henholdsvis <i>dybstrøelse, hele arealet</i>, <i>dybstrøelse, kort ædeplads</i> og <i>dybstrøelse, lang ædeplads</i>. Dybstrøelsesstalde anvendes til alle typer af kvæg.

8.7.1. Bindestalde

Bindestalde er ældre isolerede og mekanisk ventilerede staldbygninger, hvor dyrene er fikserede i båse, bortset fra perioder, hvor de er på græs. Fæces og urin afsættes i en smal grebning eller et smalt ristegulv bag dyrene.



Figur 8.17. Tv.: Foto af bindestald, hvor køerne er fikseret i båsene med et bindsel. Bag køerne er der en grebning for opsamling af fæces, urin og strøelse. Urinen ledes bort til en ajebeholder gennem riste i grebningerne. Th.: Tegning af båse med bøjler for adskillelse af båsene og bagvedliggende åben grebning eller ristegulv (Anonym, 2010).

Overfladearealet af gødning per dyr i stalden er relativt lille, hvilket medfører, at NH_3 -tabet ligeledes er begrænset. Siden Laursen (1994) har der været fastlagt separate gødningsnormer for grebning (gødningsklassificering: staldgødning og aje) og med ristegulv (gødningsklassificering: gylle). N-tabet er i **normtal 2020/21** fastsat til **0,10 og 0,06 kg $\text{NH}_3\text{-N}$ per kg TAN ab dyr** for henholdsvis grebning og ristegulv. Frem til normtal 2008/09 blev N-tabet beregnet som henholdsvis 0,05 og 0,03 kg $\text{NH}_3\text{-N}$ per kg total-N ab dyr.

Ved et metastudie identificerede Poteko *et al.* (2019) syv studier omfattende bindestalde og beregnede på baggrund heraf en medianværdi på 5,7 g $\text{NH}_3\text{-N}$ /dag per 500 kg dyr svarende til 2,7 kg $\text{NH}_3\text{-N}$ /årsko (650 kg/ko). NH_3 -emissionen fra bindestalde udgjorde ca. en fjerdedel af emissionen fra sengebåse-stalde på tværs af gulvtyper (Poteko *et al.*, 2019). Amon *et al.* (2001) fandt ingen forskel i NH_3 -emissionen fra de to typer bindestalde. NH_3 -emissionen fra danske bindestalde med henholdsvis åben grebning og riste blev i normtal 2020/21 beregnet til 7,26 og 4,25 kg $\text{NH}_3\text{-N}$ per ko af tung race, hvilket er markant mere end fundet i ovennævnte metastudie. Der er derfor ikke grund til at antage, at der er forskel i NH_3 -emissionen. Det skønnede NH_3 -tab i danske bindestalde er højere end fundet i andre lande. I mangel af danske måleværdier ændres fordampningskoefficienten for bindestalde med grebning til **0,06 kg $\text{NH}_3\text{-N}$ per kg TAN ab dyr** ligesom for bindestalde med ristegulv. Dette er først gældende fra og med **normtal 2021/22**.

8.7.2. Sengestalde med spaltegulv (1,2 m, bagskyl el. ringkanal)

Sengestalde med spaltegulv med bagskylsanlæg eller ringkanalsystem er indrettet med spaltegulv med underliggende maksimalt 1,2 m dybe gyllekanaler i gangarealerne. Ofte rengøres spaltegulvene ved anvendelse af et skrabeanlæg monteret oven på spaltegulvet eller ved anvendelse af en robot-skraber. Tidligere var det skønnet, at skrabning af spaltegulvet kunne reducere ammoniakfordampningen fra gulvet. Nyere forskning har dog ikke kunnet bekræfte dette (Kai *et al.*, 2017a).

Kvæggylle er stærkt tilbøjeligt til at lagdele med tiden. Gyllekanalerne i sengestalde etableres derfor med bagskylsfunktion eller ringkanalsystem. I stalde med bagskylsfunktion kan gylle, udsøst fra en gyllekanal til fortanken, recirkuleres til gyllekanalen i modsatte ende af udsøsningspunktet. Derved opbygges bund- og flydefald, og gyllekanalen kan derefter tømmes effektivt. Hyppigere opbygges gyllekanalerne som ringkanalsystem – også kaldet *rundskylsystem* og *slalomsystem* – idet gyllekanalerne udgør et sluttet system via tværkanaler, hvor ringkanalen er tilsluttet en udvendig omrørebrønd med to kamre adskilt af en skillevæg, hvori er placeret en røreværkspumpe. Når gyllen pumpes fra det ene kammer til det andet i omrørebrønden, hæves gyllestanden på tryksiden, mens gyllestanden på sugesiden sænkes. Niveauforskellen bevirker, at gyllen løber gennem ringkanalsystemet i stalden. Pumpen giver samtidig en kraftig omrøring af gyllen. Gyllen omrøres dagligt for at undgå bundfald og akkumulering af svovlbrinte, som frigives under omrøringen. Tiden afhænger af den samlede kanallængde og pumpens ydeevne. Det skal sikre, at al gylle i stalden dagligt pumpes forbi omrørerbrønden. Hvis gyllen omrøres over længere tid hver dag, forventes NH_3 -fordampningen at stige.

N-tabet er siden normtal 2018/19 fastsat til **0,135 kg NH_3 -N per kg TAN ab dyr** baseret på emissionsmålinger over et år i fire sengebåsestalde med ringkanalsystem (Kai *et al.*, 2017a; Kai, 2018). Standardafvigelsen mellem stalde var 0,011 kg NH_3 -N per kg TAN ab dyr. Alle stalde benyttede enten linespilsanlæg eller robotskraber til daglig renholdelse af spaltegulvene. Frem til normtal 2008/09 blev N-tabet beregnet som 0,08 kg NH_3 -N per kg total-N ab dyr. Fra 2009/10 blev N-tabet omregnet til 0,16 kg NH_3 -N per kg TAN ab dyr.



Figur 8.18. Foto af sengebåsestald med spaltegulv i gangarealerne. Under spaltegulvet er der en gyllekanal opbygget med enten ringkanalsystem eller med bagskyl. Sengebåsene er støbt i beton og er hævet i forhold til spaltegulvet og er udstyret med bøjler for adskillelse af kørerne, når de ligger. Bundene af sengebåsene dækkes med enten gummi-måtter og strøelse eller lignende (se øverst i afsnit 8.7) (Foto: SEGES).

8.7.3. Sengestalde med spaltegulv (kanal, linespil)

Sengestalde med spaltegulv (kanal, linespil) er indrettet med 40-75 cm dybe gødningskanaler under gangarealerne, som er udstyret med spaltegulv. Gødningskanalen er udstyret med et linespilsanlæg, som skraber gyllen til en tværkanal i enden af gødningskanalen. Gyllen løber fra tværkanalen til en pumpebrønd og pumpes videre derfra til gylletank. Gyllen skræbes typisk ud dagligt. Der foreligger kun et beskedent datagrundlag for denne staldtype.

N-tabet er fastsat til **0,12 kg NH₃-N per kg TAN ab dyr**. Frem til normtal 2008/09 blev N-tabet beregnet som 0,06 kg NH₃-N per kg total-N ab dyr.



Figur 8.19. Linespilsanlæg monteret i gødningskanalen under spaltegulvet (Foto: SEGES).

8.7.4. Sengestalde med fast gulv

Sengestalde med fast gulv er indrettet med fast gulv i gangarealerne, men uden mulighed for kontinuerlig dræning af ajele. Fæces, urin og strøelse fjernes samlet, typisk med en skraber monteret på en manuelt håndteret maskine eller med et skrabeanlæg monteret oven på gulvet. Gyllen skrabs typisk i en tværkanal for enden af gangen, og derfra pumpes den til lagertank. Det manglende ajele-dræn medfører, at denne staldtype ved en normal skrabningshyppighed på 1-2 gange dagligt vurderes at give anledning til en højere NH₃-emission end sengestalde med spaltegulv over en gyllekanal.

N-tabet er fastsat til **0,20 kg NH₃-N per kg TAN ab dyr**. Frem til normtal 2008/09 blev N-tabet beregnet som 0,10 kg NH₃-N per kg total-N ab dyr.

Pfeiffer *et al.* (1994 cf. Monteny & Erisman, 1998) estimerede NH₃-emissionen fra sengestalde med fast gulv til 7,5 kg NH₃-N per årsko. Demmers *et al.* (2001) rapporterede et NH₃-tab svarende til 9,5 kg NH₃-N per årsko (650 kg/ko) i sengestalde med fast gulv i gangarealet og skrabning af gulvet 12 gange per dag. Braam *et al.* (1997a) fandt ingen forskel i NH₃-emissionen mellem en forsøgsstald med spaltegulv i gangarealet og en forsøgsstald med fast gulv ved en skrabefrekvens på 12 gange per dag. På grund af manglende data vedrørende N-udskillelse er det ikke muligt at konvertere emissionerne per årsko til en fordampningskoefficient. Ifølge normtal 2000/01 var det beregnede NH₃-tab 12,7 kg per årsko, hvilket er markant højere end fundet i de udenlandske undersøgelser. Det er usikkert, om den lavere skrabehyppighed, der praktiseres i Danmark, har betydning for fordampningen. Indtil yderligere data foreligger, fastholdes den hidtil benyttede fordampningskoefficient.

8.7.5. Sengestalde med fast drænet gulv med skraber og ajelefløb

Sengestalde med fast drænet gulv med skraber og ajelefløb har et gulv med 1-2 % fald mod et eller flere langsgående ajelefløb i gangmidten. Gulvet har maksimalt 5 % åbning mod evt. underliggende

gyllekanal i gangarealet. Gulvene kan være udformet på forskellig vis med en plan overflade eller med drænriller på langs eller tværs. Faldet mod ajlefløb bevirker, at ajlen hurtigt ledes bort fra gulvoverfladen. Ajlefløbet kan være udformet efter forskellige principper. Gulvet skræbes rent for gødning 12 gange dagligt med anvendelse af en stationær skraber, f.eks. linespilsanlæg eller en robotskraber (Kai *et al.*, 2017a; Kai, 2018). Nogle gulvtyper er opbygget, så den faste gødning løbende skræbes ned i ajlefløbet, når gulvet skræbes. Ved andre gulvtyper skræbes den faste gødning hen til enden af gangen, hvor gødningen via åbninger i gulvet falder ned i en underliggende tværkanal for videre transport ud af stalden. I større stalde kan der være flere tværkanaler for at undgå, at for store mængder gødning skubbes foran skraberens, hvorved der er risiko for, at køernes ben tilsvines med gylle. Det er vigtigt, at skraberens er tilpasset gulvets profil, så skrabningen efterlader så lidt gødning på gulvet som muligt. Det er ligeledes vigtigt, at ajledrænet er funktionelt, så urinen bortledes så effektivt som muligt fra gulvets overflade.



Figur 8.20. Eksempler på forskellige udformninger af fast drænet gulv i sengestalde. Der findes flere typer, som vurderes at være omfattet af definitionen (Anonym, 2012).

I Nederlandene har der været stor fokus på NH_3 -fordampning fra kvægstalde. Der er derfor gennemført en række forsøg på at reducere bidraget fra den resterende NH_3 -fordampning fra gyllekanalen ved at

reducere luftudvekslingen mellem gyllekanalerne og staldrummet. Braam *et al.* (1997) undersøgte miljøeffekten af et tæt, plant betongulv uden ajledræn oven på gyllekanalen og skrabning af gyllen på det faste gulv hen til en åbning mod gyllekanalen i enden af gangen 12 gange per dag og fandt, at det ikke gav anledning til væsentlig forskel i NH_3 -emissionen sammenlignet med en forsøgsstald med spaltegulv og underliggende gyllekanal. Når luftudvekslingen mellem gyllekanal og staldrum er stoppet, må al NH_3 -fordampning tilskrives det faste gulv, og det må betyde, at NH_3 -fordampningen per m^2 fast gulv er langt højere end per m^2 spaltegulv, som ifølge Kroodsmas *et al.* (1993) udgør ca. 60 % af NH_3 -emissionen fra sengestalde med spaltegulv i gangarealet.

Et tæt betongulv med 3 % fald mod en smal ajlerende placeret i siden af gangen langs den ene række sengebåse og skrabning af gyllen på det faste gulv hen til en åbning mod gyllekanalen i enden af gangen 12 gange per dag reducerede NH_3 -emissionen med 21 % sammenlignet med spaltegulv (Braam *et al.*, 1997a). Når skrabefrekvensen af gulvene blev øget til fire gange per time, reducerede det NH_3 -emissionen med yderligere 5 %-point sammenlignet med 12 gange dagligt (i alt 26 % reduktion for gulv med 3 % fald mod ajlerende i siden af gulvet).

Braam *et al.* (1997b) fandt, at et V-formet gulv med 3 % fald mod en drænrille i midten af gulvet og fjernelse af gødning ved skrabning 12 gange per dag reducerede NH_3 -emissionen med ca. 50 % sammenlignet med spaltegulv. NH_3 -emissionen blev reduceret med 65 %, når gulvet efter hver skrabning blev påført en vandfilm (ca. 0,15 l/ m^2) ved hjælp af dyser monteret på skraberen. Vandforbruget svarede til 6 liter/dag per ko. Samme gulvprofil etableret med tre drænriller med en indbyrdes afstand af 75 cm reducerede ikke NH_3 -emissionen sammenlignet med en central drænrille.

Swierstra *et al.* (1995) undersøgte effekten af et betongulv med 3 % fald mod en drænrille i midten af gulvets længderetning. Ajlen kunne dræne kontinuerligt fra gulvet, mens den faste gødning blev skrabet hen til en åbning mod gyllekanalen i enden af gangen. Gulvet blev skrabet 24 gange per dag. Sammenlignet med spaltegulv i gangarealet reducerede betongulvet med 3 % hældning mod drænrille NH_3 -emissionen med ca. 50 %.

Efterfølgende undersøgte Swierstra *et al.* (2001) et fast drænet betongulv med langsgående drænriller i gulvet for løbende dræning af urinen fra gulvoverfladen (rillebredde 35 mm, rilledybde 30 mm, afstand mellem riller 160 mm). Rillerne havde gennemgående drænåbninger per 110 cm til en underliggende gyllekanal. Åbningerne kunne forsøgsvis stå åbne eller være lukkede. Når de var åbne, drænedes urinen kontinuerligt til den underliggende gyllekanal. Når de var lukkede, drænedes urinen kun i langsgående retning mod en åbning for enden af gangen. Den faste gødning blev skrabet hen til en åbning mod gyllekanalen i enden af gangen 12 gange per dag. Skraberens udstyret med "fingre", som var tilpasset profilet af rillerne. Sammenlignet med en stald med spaltegulv i gangarealet blev NH_3 -emissionen reduceret med henholdsvis 46 %, når drænrillernes åbninger stod åbne, og 35 %, når drænrillerne var lukkede.

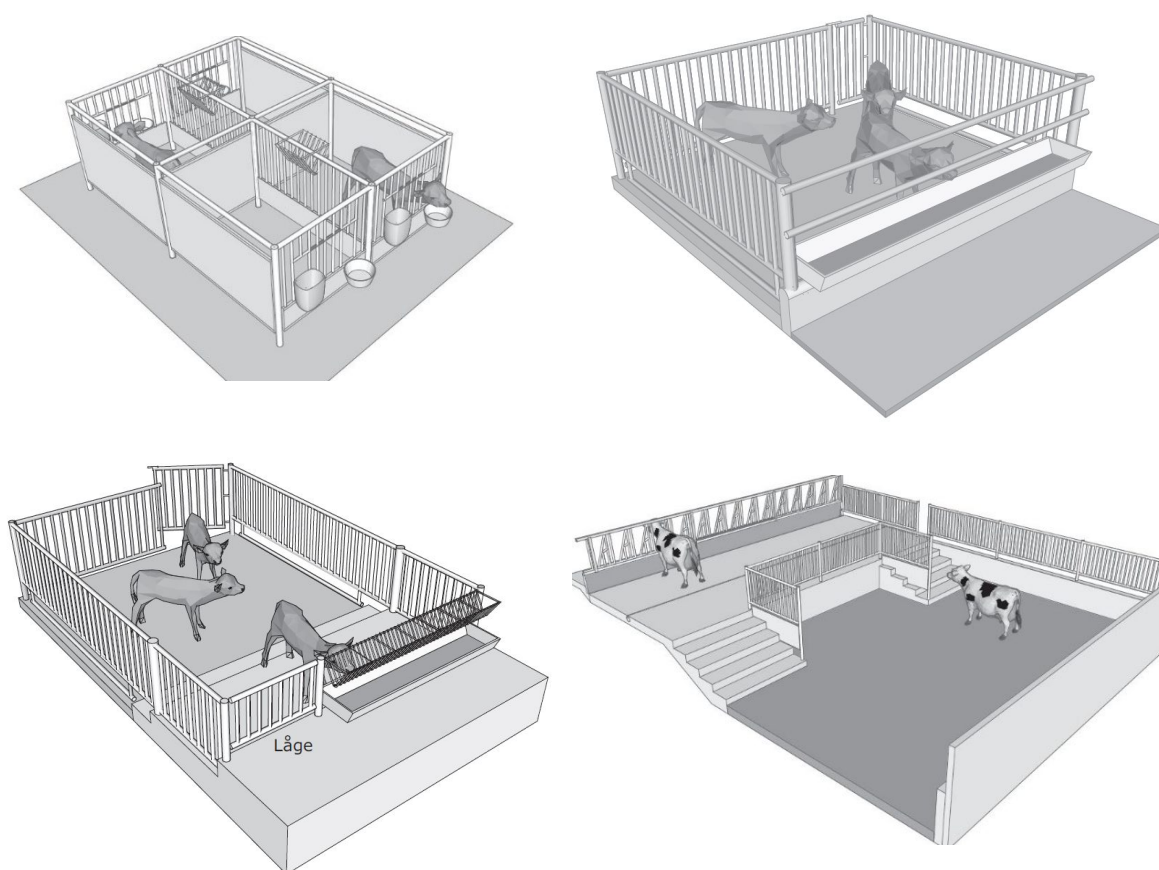
Ovennævnte forsøg fra Nederlandene er alle gennemført i små forsøgsstalde med typisk 10 køer og typisk over kortere tidsforløb på relativt få uger samt under den intense overvågning, som er knyttet til videnskabelige forsøg. Ved implemetering af teknologierne i praksis har det dog vist sig vanskeligt at eftervise samme høje miljøeffekt. Der har derfor i de senere år været større fokus på, at miljøteknologier skal dokumenteres over længere tid på flere produktionslandbrug, hvilket afspejles i både den nederlandske RAV-testprotokol (Ogink *et al.*, 2013) og den fælles dansk-tysk-nederlandske VERA-testprotokol (VERA, 2018).

I Danmark blev der i 2016 iværksat et måleprogram i otte produktionsmalkekostalder, fire stalde med fast drænet gulv og fire stalde med spaltegulv (Kai *et al.*, 2017a). Baseret på seks måleperioder fordelt over et år i fire stalde og normalisering af staldarealet til 8,0 m² per ko blev fordampningskoefficienten for sengebåsestalder med fast drænet gulv med skraber og ajlefløb samt skrabning af gulvet 12 gange per dag fastlagt til **0,104 kg NH₃-N per kg TAN ab dyr** (Kai *et al.*, 2017a; Kai, 2018). Standardafvigelsen mellem stalde var 0,013 kg NH₃-N per kg TAN ab dyr. Denne værdi har været anvendt som fordampningskoefficient siden normtal 2018/19.

I normtalsperioden 2000/2001 til 2008/2009 var fordampningskoefficienten 0,04 kg NH₃-N per kg total-N ab dyr, hvilket i normtal 2009/10 blev omregnet til 0,08 kg NH₃-N per kg TAN ab dyr, og denne værdi blev benyttet frem til og med normtal 2017/18.

8.7.6. Dybstrøelsesstalder

Der findes mange former for indretning af dybstrøelsesstalder. Et fællestræk er, at dyrene er løsgående, at hvileområdet er uden opdeling, og at liggeunderlaget består af en dybstrøelsesmåtte. Fæces og urin afsættes i strøelsen, som tildeles i tilstrækkelig mængde til at opsuge væde, hvormed et tørt leje kan opretholdes. Strøelsen komprimeres som følge af en kombination af dyrenes vægt og aktivitet. Tykkelsen af den fast tiltrampede strøelse kan blive betydelig – op til ca. en meter. Ilt trænger ca. 20 cm ned i overfladen af måtten, og der sker derfor kun kompostering i lagene fra 0 til 20 cm under overfladen, hvor temperaturen stiger (Henriksen og Olesen, 2000). Der kan både være tale om mindre bokse til opstaldning af et eller få dyr og egentlige staldafsnit til større grupper af dyr. Mindre bokse vil typisk være indrettet med **dybstrøelse i hele arealet** eller med **kort ædeplads**, hvor boksen er forlænget med et ikke-strøet betongulv ud mod foderbordet. Større bokse eller staldafsnit indrettes typisk med **lang ædeplads**, hvor der er dybstrøelse i hvilearealet og anden gulvtype og dertilhørende gødningssystem ved foderbordet.



Figur 8.21. Forskellige typer af stier/bokse med dybstrøelse i kvægstalde. Øverst: Dybstrøelse, hele arealet: kalve-bokse til henholdsvis individuel opstaldning og fællesbokse. Nederst tv.: Dybstrøelse, kort ædeplads. Nederst th.: Dybstrøelse, lang ædeplads ved foderbord (Anonym, 2018).

Strøelsesforbruget afhænger ud over strølestype og -kvalitet af stitype og dyrekategori. Baseret på en spørgeundersøgelse opgjorde Hansen og Kromann (1995) følgende halmforbrug til kalve og ungkvæg:

- Dybstrøelse i hele arealet: 1,4 kg/100 kg dyr per dag (variation: 0,5-2,4 kg/100 kg dyr per dag).
- Dybstrøelse, kort ædeplads: 1,7 kg/100 kg dyr per dag (variation: 0,5-2,9 kg/100 kg dyr per dag).
- Dybstrøelse og lang ædeplads: 0,9 kg/100 kg dyr per dag (0,5-1,4 kg/100 kg dyr per dag).

I stalde med dybstrøelse i hele arealet er der regnet med en gennemsnitlig daglig halmtilførsel på 12 kg halm per ko af stor race inklusiv opstart af dybstrøelsesmåtten. Strøelsesforbruget til jerseykøer vurderes at udgøre 80 % af forbruget til store racer. Dybstrøelsen muges ud to til fire gange årligt.

Strøelsesforbrugene til samtlige stityper og kategorier af kvæg fremgår af Tabel 8.5.

Grundlaget for NH_3 -tabet fra kvægstalde med dybstrøelse bygger på en enkelt undersøgelse af Rom & Henriksen (2000), som opgjorde NH_3 -N-tabet fra to forsøgstalder med ungkvæg til 6 % af total-N af dyr. Der blev i forbindelse med undersøgelseerne ikke målt en nævneværdig fordampning af N_2O fra stalderne, som indikation for at betingelserne for denitrifikation ikke var til stede i dybstrøelsen. NH_3 -

målingerne stemmer overens med målinger foretaget i nordeuropæiske stalde, hvor NH₃-fordampningen fra malkekvæg og slagtekvæg på dybstrøelse var henholdsvis 56 % og 31 % lavere end for malkekvæg på spaltegulv (Groot Koerkamp *et al.*, 1998).

Fordampningskoefficienten for dybstrøelse i kvægstalde er fastsat til **0,06 kg NH₃-N af total-N ab dyr** (uændret siden normtal 2000/01). I mangel af dyrespecifikke måledata er alle kategorier af kvæg opstaldet i dybstrøelse omfattet af fordampningskoefficienten.

For stalde med **dybstrøelse, lang ædeplads** beregnes NH₃-tabet i stalden på grundlag af fordelingen af afsat gødning i henholdsvis dybstrøelse og på gulvarealet ved foderbordet. Det skønnes, at 60 % af gødningen falder i dybstrøelsen, og 40 % falder på gulvarealet ved foderbordet. Fordampningskoefficienten for gødning afsat i dybstrøelsen er defineret ovenfor, mens NH₃-tabet for gødning afsat i gangarealet beregnes ved anvendelse af den fordampningskoefficient, som er fastsat for sengestalde med tilsvarende gulvtype i gangarealerne (dvs. staldtyperne beskrevet i 8.7.2 til 8.7.5).

8.8. Fjerkræstalde

Normerne for fjerkræ er opdelt i staldtyper til henholdsvis slagtefjerkræ, æglæggende høner/høns samt hønniker.

Dyreart/-kategori	Beskrivelse
Slagtefjerkræ	
Slagtekyllinger (konventionel produktion)	Produktion af slagtekyllinger, der følger de almene regler på området. Norm-produktionen omfatter perioden fra daggamle kyllinger til slagtning ved en alder på henholdsvis 30, 32, 35, 40 og 45 dage. Slagtekyllingerne er typisk af den hurtigtvoksende ROSS 308-hybrid fra avlsselskabet Aviagen.
Skrabekyllinger	Slagtekyllinger, produceres i stalde og følger de almene regler på området, idet belægningsgraden er lavere end lovens mindstekrav. Der benyttes endvidere en langsomtvoksende race (typisk Ranger Gold fra avlsselskabet Aviagen). Norm-produktionen omfatter perioden fra daggamle kyllinger til slagtning ved en alder på 44 dage.
Økologiske slagtekyllinger	Slagtekyllinger, der produceres i stalde med adgang til udendørsareal i henhold til de økologiske regler. Norm-produktionen omfatter perioden fra daggamle kyllinger til slagtning ved en alder på mindst 63 dage for langsomtvoksende race (typisk fra avlsselskabet Hubbard) eller mindst 81 dage, hvis der benyttes ikke-langsomtvoksende racer.
Kalkuner (konventionel produktion)	Tunge slagtekalkuner, der produceres i stalde og følger de almene regler for hold af slagtekalkuner i stalde. Norm-produktionen omfatter perioden

	fra daggamle kyllinger til slagtning ved en alder af henholdsvis 112 dage for hunner og 147 dage for hanner.
Ænder og gæs (konventionel produktion)	Slagteænder og -gæs, der produceres i stalde og følger de almene regler for hold af ænder og gæs i stalde. Norm-produktionen omfatter perioden fra daggamle ællinger/gæslinger til slagtning ved en alder af 52 dage (ænder) og 91 dage (gæs).
Konsumægshøner	De æglæggende høner opholder sig i staldanlægget i 58-62 uger, afhængigt af opstaldningsform, før de aflives, stalden rengøres og et nyt hold høner indsættes. Gødningsnormerne er beregnet på grundlag af 365 forderdage. Staldene drives efter alt ind alt ud-princippet. De almene regler for indretning og drift af stalde til æglæggende høner er beskrevet i <i>Bekendtgørelse om beskyttelse af æglæggende høner</i> .
Burdrift	Konsumægproduktion, hvor hønerne opstaldes i såkaldte stimulusberigede æglægningsbure, der følger de almene regler for hold af æglæggende høner, herunder de særlige bestemmelser for produktion i bure, der er stimulusberigede.
Skrabeægproduktion	Konsumægproduktion i stalde, der følger de almene regler for hold af æglæggende høner, herunder de særlige bestemmelser for alternative produktionssystemer, blandt andet maksimalt ni høner per m ² nytteareal. I stalde med fleretagesystem må der i tillæg hertil maksimalt være 18 høner per m ² gulvareal.
Frilandsproduktion	Konsumægproduktion i stalde, hvor hønerne har adgang til udendørsareal. Kravene til indretning og belægning er de samme som gældende for skrabeægstalde. Frilandshøner skal derudover have adgang til min. 4 m ² udendørsareal per høne.
Økologisk produktion	Konsumægproduktion i stalde, hvor hønerne har adgang til udendørsareal. Kravene til indretning og drift følger de almene regler for hold af æglæggende høner, herunder de særlige bestemmelser for alternative produktionssystemer. I tillæg hertil skal de særlige regler for økologisk produktion følges. Dette indebærer blandt andet en maksimal dyretæthed på seks høner per m ² nettoareal samt adgang til udendørsareal på minimum 4 m ² per høne.
Rugeægshøns	
Rugeægshøns (forældredyr til slagtekyllinger)	Produktion i stalde af befrugtede æg, som udruges til slagtekyllinger. Produktionen følger de almene regler for hold af slagtekyllinger og rugeægproduktion. En flok består af haner og høner i forholdet ca. 1:10. Hanernes

	foderforbrug indregnes i hønernes foderforbrug og dermed gødningsnormer. Hønsene opholder sig i staldanlægget i 40-42 uger. Gødningsnormerne er beregnet på grundlag af 365 stalddage. Staldene drives efter alt ind alt ud-princippet.
Hønniker	Opdræt af unghøner (hønniker) fra daggamle kyllinger til en alder på 16-18 uger, hvor de, afhængigt af race, overflyttes til en konsumægsstald eller en rugeægsstald. Der findes ikke specifikke regler for konventionel hønnikeopdræt. De er alene beskyttet af de generelle dyreværnsregler. Der anvendes forskellige racer til konsumægsproduktion og forældredyr til slagtekyllinger (rugeægsproduktion). Dette påvirker dyrenes tilvækst, gødningsproduktion og opdrætssystem. Som følge heraf udarbejdes der separate gødningsnormer.
Hønniker (konsumæg)	Opdræt af unghøner (hønniker) fra daggamle kyllinger til en alder på 16-18 uger, hvor de overflyttes til en konsumægsstald. Fjerkræsektoren har udarbejdet en branchekode for opdræt af hønniker til konsumægsproduktion. Gødningsnormerne er baseret på en produktionstid på 17 uger (119 dage). Hønnikerne opdrættes i stalde med enten <u>gulvdrift</u> eller <u>burdrift</u> .
Hønniker (forældredyr til slagtekyllinger)	Opdræt af hønniker fra daggamle kyllinger til en alder på 16-18 uger, hvor de overflyttes til en rugeægsstald med henblik på produktion af rugeæg, som udruges og bliver til slagtekyllinger. Gødningsnormerne er baseret på en produktionstid på 17 uger (119 dage). Hønnikerne opdrættes i stalde med gulvdrift. Hønnikerne blev tidligere omtalt som HPR-hønniker.

8.8.1. Slagtekyllinger (konventionel produktion)

Konventionelle slagtekyllinger produceres i stalde, hvor de har adgang til hele gulvarealet. Fodrings- og vandingsanlæg ophænges i rækker i staldens længdeakse. Der tildeles op til 30 g strøelse per slagtekylling på én gang, før kyllingerne sættes ind i stalden. Gødningen fjernes fra stalden efter hvert hold dyr. Gødningen defineres i gødningsnormerne som dybstrøelse.



Figur 8.22. Foto af en slagtekyllingestald (gulvdrift) (Foto: SEGES).

Fra normtal 2000/01 og frem til normtal 2013/14 blev gødningsnormerne for konventionelle slagtekyllinger beregnet på grundlag af en skønnet fordampningskoefficient på 0,20 kg NH₃-N per kg total-N ab dyr. På grundlag af ny viden (Andersen, 2010; Hansen, 2013) blev fordampningskoefficienten i normtal 2014/15 nedsat til 0,07 kg NH₃-N per kg total-N ab dyr (Kai, 2015). I 2016/17 blev fordampningskoefficienten dog opjusteret til **0,10 kg NH₃-N per kg total-N ab dyr** (Kai, 2017b) som følge af fremkomst af ny viden (Hansen, 2016) samt revurdering af Kai (2015).

8.8.2. Skrabekyllinger

Skrabekyllinger opdrættes i gulvsystem med dybstrøelse i mekanisk ventilerede isolerede stalde tilsvarende konventionelle slagtekyllinger. Produktionsniveauet for skrabekyllinger i normtallene er fastlagt ud fra en slagtealder på 44 dage og en levendevægt ved slagting på 1.865 g per kylling svarende til den vægt, der opnås ved anvendelsen af Aviagens Ranger Gold under danske forhold. I nogle skrabekyllingeproduktioner forruges æggene på rugeriet og placeres i stalden tre dage før forventet klækning. Slagtealderen beregnes dog altid som tidsrummet fra klækning til slagt, uanset om klækningen sker i stalden eller på rugeriet.

Strøelsesforbruget er skønnet til 150 g per produceret kylling.

Der findes ingen måledata for kvælstoftab i stalde til opdræt af skrabekyllinger. I Poulsen *et al.* (2001) blev gødningsnormen beregnet på grundlag af et skønnet NH₃-N-tab på 25 % af total-N ab dyr svarende til 25 % højere NH₃-tab sammenlignet med konventionelle slagtekyllingestalde. I forbindelse med revisionen af NH₃-N-tabet fra konventionelle slagtekyllingestalde i 2015/16 blev fordampningskoefficienten for skrabekyllinger nedsat til 0,09 kg NH₃-N per kg total-N ab dyr (Kai, 2015), men i 2016/17 atter opjusteret til **0,13 kg NH₃-N per kg total-N ab dyr** (Kai, 2017b).

Det bemærkes, at definitionen af skrabekyllinger i normtallene ikke er sammenfaldende med definitionen af skrabekyllinger i EU's handelsnormer for fjerkrækød (Kommissionens Forordning (EF) Nr.

543/2008 af 16. juni 2008 om gennemførelsesbestemmelser til Rådets forordning (EF) nr. 1234/2007 for så vidt angår handelsnormer for fjerkrækød). Ifølge EU's handelsnormer for fjerkrækød skal skrabe-kyllinger produceres med en maksimal belægning på 15 dyr per m² gulvareal eller 25 kg levendevægt per m² gulvareal. Dyrene slagtes i en alder af minimum 56 dage.

8.8.3. Økologiske slagtekyllinger

Gødningsnormen for økologiske slagtekyllinger omfatter opdræt i stalde med fast bund og gulvdrift med strøelse. Den maksimale belægning er 21 kg levendevægt per m² svarende til 10 kyllinger per m² gulvareal ved en leveringsvægt på 2 kg. Økologiske kyllinger kan produceres i samme stald i hele vækstperioden, men ofte indsættes de daggamle kyllinger i en starterstald uden udendørsareal, hvor de tilbringer de første ca. fire uger til de vejer ca. 1 kg, hvorefter de flyttes til en voksestald med udendørsareal, hvor de færdigproduceres. Senest fra dag 35 skal kyllingerne have adgang til udendørsareal, hvor skønsmæssigt 10 % af den udskilte mængde husdyrgødning afsættes (se i øvrigt [8.5.10](#)).

Strøelsesforbruget er skønnet til 150 g per produceret kylling.



Figur 8.23. Fotos af økologiske slagtekyllingestalde. Tv.: Starterstald med gulvsystem. Th.: Voksestald med åbninger langs facaden for adgang til udendørsareal (Foto: SEGES).

Der findes ingen måledata for kvælstoftab i økologiske slagtekyllingestalde. I Poulsen *et al.* (2001) blev gødningsnormen for økologiske slagtekyllinger skønnet at være 25 % højere end fra konventionelle slagtekyllinger, dvs. 25 % af total-N ab dyr fratrukket N i gødning afsat i udendørsarealet. I forbindelse med revisionen af NH₃-tabet fra konventionelle slagtekyllingestalde i 2015/16 blev fordampningskoefficienten for skrabe-kyllinger nedsat til 0,09 kg NH₃-N per kg total-N ab dyr (Kai, 2015), men i 2016/17 atter opjusteret til **0,13 kg NH₃-N per kg total-N ab dyr fratrukket N i gødning afsat i udendørsarealet** (Kai, 2017b).

8.8.4. Kalkuner

Dyrene går i en stald med fri adgang til hele gulvarealet, der er strøet med sand, snittet halm eller med høvlspåner. Efter hvert hold dyr muges gødningen ud, og stalden rengøres før indsættelse af et nyt hold.

Kalkuner opdrættes kønsvis, fordi der er stor forskel på høners og haners væksthastighed og slutvægt. Kyllingerne indsættes typisk i et starthus, hvor de går 4-5 uger, hvorefter de overflyttes til et voksehus, hvor høner går ca. 11 uger, til de er 16-17 uger gamle og vejer knap 10 kg. Haner går i voksestalden i ca. 16 uger, til de er ca. 20-21 uger gamle og vejer knap 20 kg. Der skelnes ikke i gødningsnormerne mellem evt. anvendelse af startstald og voksestald, eller om dyrene går i samme stald i hele vækstperioden. Ifølge lov om hold af slagtekalkuner gælder følgende krav til belægningsgrad: For det enkelte hold er den maksimale belægningsgrad 58 kg/m² for haner og 52 kg/m² for høner. Den maksimale gennemsnitlige belægningsgrad beregnet på grundlag af det aktuelle hold og de to foregående hold er 55 kg/m² for haner og 48 kg/m² for høner.

Strøelsesforbruget er i gødningsnormerne skønnet til 60 g per produceret kalkun.

Der er ikke fundet danske emissionsdata for stalde med kalkuner. I Nederlandene er der gennemført flere måleprojekter i kalkunstalde. Veldkamp (1996) målte NH₃-tabet fra to kalkunstalde ved henholdsvis en vinter- og en sommerekampagne og fandt en gennemsnitlig NH₃-fordampning på 1,58 g NH₃-N/dag per kalkunhane. Ved en produktionstid på 147 dage for en tung kalkunhane svarer dette til 232 g NH₃-N per produceret kalkunhane.

Baseret på målinger over ca. 1 år i to kalkunstalde med produktion af tunge kalkunhaner fastlagdes NH₃-fordampningen til 768±232 g NH₃-N/stiplads per år (gennemsnit og standardafvigelse mellem stalde, korregeret for 10 % tomgangstid) (Mosquera *et al.*, 2009). Dette svarer til 270-330 g NH₃-N per produceret kalkunhane (ved 2,3-2,8 hold per år).

Som grundlag for beregning af NH₃-tabet fra danske kalkunstalde er fordampningskoefficienten skønnet til **0,20 kg NH₃-N per kg total-N ab dyr** (uændret siden Poulsen *et al.*, 2001). Jævnfør normtal 2009/10 var det beregnede NH₃-tab fra kalkunstalde 176 g NH₃-N per produceret kalkunhane, hvilket er markant lavere end fundet i Nederlandene, og det indikerer, at den danske fordampningskoefficient er for lav.

8.8.5. Ænder og gæs

Dyrene går i en stald med fri adgang til hele gulvarealet, der er strøet med sand, snittet halm eller med høvlspåner. Efter hvert hold dyr muges gødningen ud, og stalden rengøres før indsættelse af et nyt hold. Der skelnes ikke mellem evt. anvendelse af startstald og voksestald, eller om dyrene går i samme stald i hele vækstperioden.

Strøelsesforbruget er i gødningsnormerne skønnet til 250 g per produceret and eller gås.

Siden Poulsen *et al.* (2001) har fordampningskoefficienten været **0,20 kg NH₃-N per kg total-N ab dyr** baseret på et skøn. Der er ikke fundet danske emissionsdata for stalde med ænder eller gæs. I Nederlandene målte Wever & Hol (1999) NH₃-fordampning i to forsøgstalde med ænder. I det ene system

blev ænderne indsat i en startstald med 13,8 ænder/m² i 23,5 dage, hvorefter de blev overført til en voksestald med 7,2 ænder/m² i 23,5 dage; i alt 47 dage, inden de blev sendt til slagtning. I det andet system gik ænderne i samme stald fra klækning til slagtning ved en belægning på 6,9 ænder/m² i 47 dage. Den samlede NH₃-fordampning var henholdsvis 25 og 29 g NH₃-N per and i de to produktionssystemer eller i gennemsnit 27 g NH₃-N per and. I normtal 2000/01 var det beregnede tab 35 g NH₃-N per and, hvilket, sammenlignet med det nederlandske studie, indikerer, at den danske fordampningskoefficient overestimerer NH₃-tabet. Forsøgets alder (1996) og omfang taget i betragtning giver dog ikke anledning til at ændre den danske fordampningskoefficient.

8.8.6. Konsumægshøner: Stimulusberigede bure med gødningsbånd

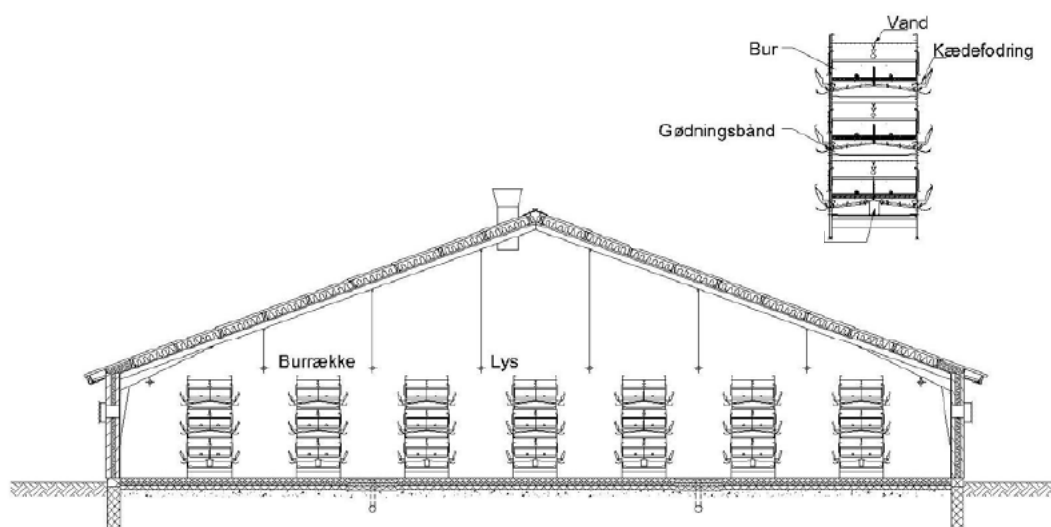
Opstaldning af æglæggende høner i bure er omfattet af de særlige bestemmelser for produktion i bure, der er stimulusberigede, hvilket blandt andet bevirker, at lette til middelsvære racer skal have minimum 750 cm² per høne, heraf minimum 600 cm² nytteareal per høne. De berigede bure må maksimalt indeholde 10 høner og må maksimalt opstilles i tre etager. Der skal være rede, skrabeareal, siddepind samt en anordning, som hønerne kan slide klørerne på.

Stimulusberigede burægsstalde er udstyret med gødningsbånd under burene for opsamling og fjernelse af den afsatte husdyrgødning. Gødningen fjernes en gang om ugen.

Der har indtil og med 2020/2021 ikke været indregnet forbrug af strøelse i burægsstalde. I stimulusberigede bursystemer er der imidlertid krav om adgang til egnet støvbadnings-/skrabemateriale, primært i form af sand. Forbruget skønnes at være 0,25 kg per årshøne.

Fordampningskoefficienten er skønnet til **0,10 kg NH₃-N per kg total-N** afsat på gødningsbånd (uændret siden Poulsen *et al.*, 2001).

N-tab ved denitrifikation forekommer tilsyneladende kun i minimalt omfang, hvorfor der ikke indregnes denitrifikationstab i gødningsnormerne. Fournel *et al.* (2012) målte gasemissioner fra tre burægssystemer med henholdsvis gyllekælder og gødningsbånd med og uden aktiv gødningstørring og fandt, at N₂O-emissionen var 1,8-2,0 g N₂O-N per årshøne og uafhængigt af staldsystem. Den beskedne N₂O-emission indikerer, at der kun finder ubetydelig denitrifikation sted i fast gødning fra æglæggende høner i bursystem.



Figur 8.24. Eksempel på konsumægstald med stimulusberigede bure i 2 x 3 etager (Tegning: Sommer *et al.*, 2006).

8.8.7. Konsumægshøner: Gulvdrift og gødningskumme

Anvendelse: skrabehøner, frilandshøner, økologiske høner

Stalde med gulvdrift og gødningskumme er opdelt i et skrabebæreal svarende til minimum en tredjedel af staldarealet (min. 250 cm² per høne) og et areal med slats (gulvelementer med gitter/spalter) svarende til ca. to tredjedele af staldarealet. Reder, siddepinde, foder og vand er installeret ovenpå slatsene. Slatsene er typisk hævet 60-100 cm for at give plads til opbevaring af gødningen i underliggende gødningskummer.

Der tildeles 0,15 kg strøelse per høne per år i skrabebærealet.

Ved afslutning af et hold høner efter ca. 58 uger tømmes huset for gødning, der er afsat i løbet af hele holdperioden. I gødningsnormerne defineres gødning afsat i skrabebærealet som dybstrøelse, mens gødning afsat i gødningskummerne defineres som fast gødning. Gødningsnormerne beregnes på grundlag af 365 stalddage.

NH₃-tabet er skønsmæssigt fastsat til **0,25 kg NH₃-N per kg total-N afsat i skrabebærealet og 0,40 kg NH₃-N per kg total-N afsat i gødningskummen** (uændret siden Poulsen *et al.*, 2001).

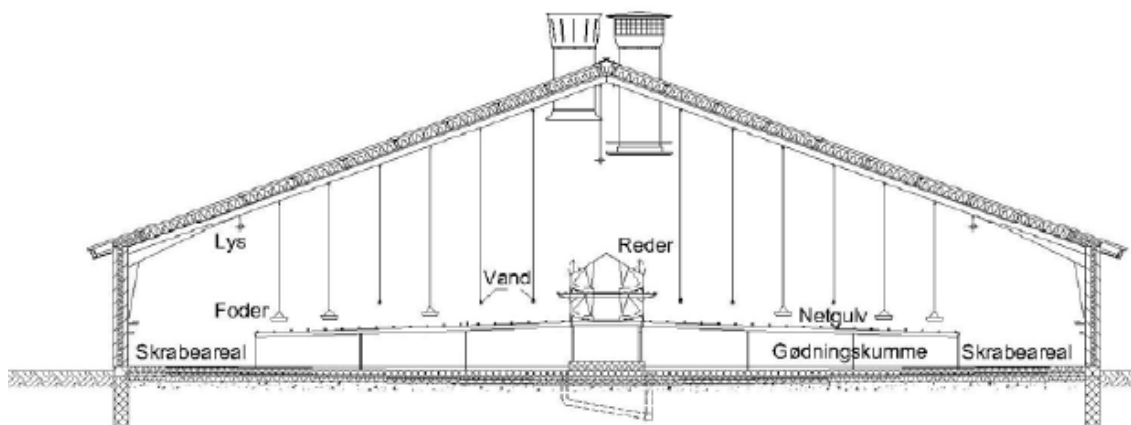
Ved en undersøgelse i fire nederlandske skrabægstalde med skrabebæreal og gødningskumme blev NH₃-emissionen fastlagt til 419±83 g NH₃/år per høneplads (gennemsnit±spredning mellem stalde) (Mosquera *et al.*, 2011b) svarende til 375±74 g NH₃-N/år per årshøne (gennemsnit±std.afv. mellem stalde) ved 0,92 årshøne per høneplads per år (Miljøstyrelsen, 2011a). Til sammenligning blev der i følge normtal 2010/11 beregnet et NH₃-tab på 304 g NH₃-N/år per årshøne; dvs. lavere end de nederlandske målinger.

Der regnes ikke med denitrifikationstab i hverken fast staldgødning eller dybstrøelse ved beregning af gødningsnormer i Danmark. Mosquera *et al.* (2011b) målte en gennemsnitlig fordampning af N_2O på $15,9 \pm 7,2$ g N_2O /høneplads per år svarende til 11 ± 5 g N_2O-N /årshøne ved 0,92 årshøne per høneplads per år (Miljøstyrelsen, 2011a). N_2O udgør kun lille andel af N-tabet ved denitrifikation, hvorfor det samlede denitrifikationstab formodes at være væsentligt større. Der savnes dog yderligere kvantitativ dokumentation, før denitrifikationstab kan indregnes i normerne.

Specifikt for skrabeægshøner: Maksimal dyretæthed: 9 høner per m^2 nytteareal. Det skønnes, at 67 % af gødningen afsættes på slatsene, og 33 % af gødningen afsættes i skrabearealet.

Specifikt for frilandshøner: Maksimal dyretæthed: 9 høner per m^2 nytteareal. Det skønnes, at afsætningen af gødning fordeler sig med 60 % på slatsene, 30 % i skrabearealet og 10 % i udendørsarealet. Der beregnes ikke stald- og lagertab for den andel af husdyrgødningen, der afsættes i udearealer uden fast bund (se i øvrigt [8.5.10](#)).

Specifikt for økologiske høner: Maksimal dyretæthed: 6 høner per m^2 nytteareal. Det skønnes, at afsætningen af gødning fordeles med 60 % på slatsene, 30 % i skrabearealet og 10 % i udendørsarealet. Der beregnes ikke stald- og lagertab for den andel af husdyrgødningen, der afsættes i udearealer uden fast bund (se i øvrigt [8.5.10](#)).



Figur 8.25. Tværsnit af typisk konsumægstald med gulvdrift og gødningskumme (Billede: Sommer *et al.*, 2006).



Figur 8.26. Øverst: Tværsnit af konsumægstald (friland og økologisk produktion) med gulvdrift og gødningskumme samt overdækket veranda og adgang til udendørsareal. Nederst tv.: Veranda med åbninger langs facaden for adgang til stald samt udendørsareal. Th.: Høner i udendørsareal (Kilde: SEGES).

8.8.8. Konsumægshøner: Gulvdrift (uden gødningskumme)

Anvendelse: skrabehøner, frilandshøner, økologiske høner.

Hønerne er fritgående og har adgang til hele gulvarealet. Der tildeles 0,5 kg strøelse per årshøne i skrabarealet.

Specifikt for frilandshøner: Maksimal dyretæthed: 9 høner per m^2 nytteareal. Stalden skal være udstyret med udgangsåbninger, så hønerne har direkte adgang til et udendørsareal. Det skønnes, at 90 % af gødningen afsættes i stalden, og de resterende 10 % afsættes i udendørsarealet. Der beregnes ikke stald- og lagertab for den andel af husdyrgødningen, der afsættes i udearealer uden fast bund (se i øvrigt [8.5.10](#)).

Specifikt for økologiske høner: Maksimal dyretæthed: 6 høner per m^2 nytteareal. Stalden skal være udstyret med udgangsåbninger, så hønerne har direkte adgang til et udendørsareal. Det skønnes, at 90 % af gødningen afsættes i stalden, og de resterende 10 % afsættes i udendørsarealet. Der beregnes ikke stald- og lagertab for den andel af husdyrgødningen, der afsættes i udearealer uden fast bund (se i øvrigt [8.5.10](#)).

Ved afslutning af et hold høner (ca. 58 uger), tømmes huset for al husdyrgødning. Al gødning i stalden defineres i gødningsnormerne som dybstrøelse. Gødningsnormerne beregnes på grundlag af 365 stald-dage.

NH₃-N-tabet er skønnet til **0,25 kg NH₃-N per kg total-N af dyr** (uændret siden Poulsen *et al.*, 2001).

8.8.9. Konsumægshøner: Gulvdrift og fleretagesystem med gødningsbånd

Stalde med gulvdrift med fleretagesystem er indrettet med ekstra opholdsareal til hønerne i op til tre etager. Gulvet er skrabeareal. Hønerne kan bevæge sig frit mellem etagerne og skrabearealet.

Gulvet på hver etage tillader passage af den afsatte gødning. Gødning opsamles på et gødningsbånd under hver etage. Gødningsbåndet fungerer samtidig som et transportbånd, som transporterer gødnin-gen ud af huset.

Der tildeles 0,12 kg strøelse per årshøne i skrabearealet.

Specifikt for skrabeægshøner: Maksimal dyretæthed: 9 høner per m² nytteareal. Da der er tale om pro-duktion i flere etager, må der maksimalt være 18 høner per m² af det gulvareal, som er tilgængeligt for hønerne. Det skønnes, at 75 % af gødningen afsættes på gødningsbånd, og 25 % af gødningen afsættes i skrabearealet.

Specifikt for frilandshøner: Maksimal dyretæthed: 9 høner per m² nytteareal. Da der er tale om produk-tion i flere etager, må der maksimalt være 18 høner per m² af det gulvareal, som er tilgængeligt for hønerne. Det skønnes, at afsætningen af gødning fordeler sig som følger: 70 % afsættes på gødnings-bånd, 20 % afsættes i skrabearealet, og de resterende 10 % afsættes i udendørsarealet. Der beregnes ikke stald- og lagertab for den andel af husdyrgødningen, der afsættes i udearealer uden fast bund (se i øvrigt [8.5.10](#)).

Specifikt for økologiske høner: Maksimal dyretæthed: 6 høner per m² nettoareal. Det skønnes, at afsæt-ningen af gødning fordeler sig som følger: 70 % afsættes på gødningsbånd, 20 % afsættes i skrabeare-alet, og de resterende 10 % afsættes i udendørsarealet. Der beregnes ikke stald- og lagertab for den andel af husdyrgødningen, der afsættes i udearealer uden fast bund (se i øvrigt [8.5.10](#)).

Gødning afsat i skrabearealet defineres i gødningsnormerne som dybstrøelse, mens gødning afsat på gødningsbåndene defineres som fast staldgødning. Gødningsnormerne beregnes på grundlag af 365 foderdage.



Figur 8.27. Tv.: Eksempel på konsumægsstald med gulvdrift og etagesystem med gødningsbånd. Th.: Foto visende etagesystem med gødningsbånd, som afleverer fjerkrægødningen for enden af systemet i en tværkanal, der transporterer gødningen ud af stalden (Kilde: SEGES).



Figur 8.28. Tv.: Veranda med åbninger langs facaden for adgang til stald samt udendørsareal. Th.: Høner i udendørsareal (Kilde: SEGES).

Fordampningskoefficienterne er skønnet til **0,25 kg NH₃-N per kg total-N i skrabearealet og 0,10 kg NH₃-N per kg total-N afsat på gødningsbånd** (ucændret siden Poulsen *et al.*, 2001).

Winkel *et al.* (2009) fastlagde NH₃-emissionen fra fire nederlandske skrabeægsstalde med etagesystem med gødningsbånd samt skrabeareal på gulvet. Staldene blev besøgt fem til seks gange fordelt over et år. Hver måleperiode omfattede 24 timer. I staldene blev gødningsbåndene tømt en til to gange ugentligt, mens skrabearealet blev tømt ved afslutningen af et hold. NH₃-emissionen blev opgjort til 134±83 g NH₃/år per høneplads (gennemsnit±std.afv. mellem stalde) svarende til 120±74 g NH₃-N/år per årshøne (gennemsnit±std.afv. mellem stalde) ved en antagelse om 0,92 årshøne per høneplads (Miljøstyrelsen, 2011b). Dette er tæt på NH₃-tabet, der blev beregnet jf. normtal 2008/09 (130 g NH₃-N/årshøne).

Der regnes ikke med denitrifikationstab i hverken fast staldgødning eller dybstrøelse ved beregning af gødningsnormer i Danmark. Winkel *et al.* (2009) målte gennemsnitlig $11,2 \pm 4,1$ g N_2O /år per høneplads svarende til $7,7 \pm 2,8$ g N_2O-N /år per høneplads ved en antagelse om 0,92 årshøne per høneplads (Miljøstyrelsen, 2011b) i fire skrabeægsstalde med etagesystem og gødningsbånd. N_2O udgør kun en mindre andel af denitrifikationstab, hvorfor det samlede N-tab ved denitrifikation formodes at være væsentligt større. N_2O -emissionen er på niveau med det, der blev fundet i skrabeægsstalde med gødningskumme og skrabeareal med dybstrøelse (Mosquera *et al.* (2011b), omend N_2O-N -fordampningen udgjorde ca 6 % af NH_3-N -fordampningen. N_2O -emissionen fra konsumægsstalde med burægssystemer, hvor hønerne ikke har adgang til skrabeareal med dybstrøelse, var i en undersøgelse kun 1,8-2,0 g N_2O-N per årshøne (Fournel *et al.*, 2012). Det tyder på, at dybstrøelsen i skrabearealet er den primære kilde til denitrifikationstab i stalde med fritgående høner. Der savnes dog yderligere kvantitativ dokumentation, før et denitrifikationstab kan indregnes i normerne.

8.8.10. Rugeægshøns (forældredyr til slagtekyllinger): gulvdrift og gødningskumme

Rugeæggsstalde med gulvdrift og gødningskumme er indrettet med stort skrabeareal for at give hønsene plads at udføre parringsadfærd med henblik på befrugtning af æggene. Skrabearealet udgør ca. 67 % af nyttearealet og arealet med slats udgør dermed ca. 33 %.

Der tildeles 0,2 kg strøelse per årshøne i skrabearealet.

Ved afslutning af et hold rugeægshøns efter ca. 40-42 uger tømmes huset for den samlede mængde gødning, der er afsat i løbet af hele perioden. Gødning afsat i henholdsvis skrabeareal og på slats håndteres samlet og defineres i gødningsnormerne som dybstrøelse. Gødningsnormerne beregnes på grundlag af 365 foderdage.



Figur 8.29. Rugeæggsstald (gulvdrift med gødningskummer). I midten ses skrabearealet, mens der er havede slats med fodringsanlæg og reder (Foto: SEGES).

Massebalancer beregnet på grundlag af foder-, produktivitets- og gødningsdata fra to rugeæggsstalde viste, at gødningen af stald kun indeholdt ca. 42 % af den udskilte mængde total-N af dyr svarende til

et tilsyneladende N-tab på 58 % af af udskilt total-N (Birkmose, 2009). Den manglende kvælstof i gødningen kan skyldes tab i form af NH_3 , N_2 , N_2O samt målefejl. Provstgaard *et al.* (2010) fastlagde den gennemsnitlige NH_3 -fordampning fra to rugeægsstalde til 379 g NH_3 -N per årshøne (henholdsvis 412 og 346 g NH_3 -N/årshøne) svarende til ca. 0,39 kg NH_3 -N per kg total-N ab dyr. En N-balance viste en manko på 0,225 kg N per årshøne (23 % af N ab dyr), som kan skyldes denitrifikation og målefejl.

Gødningsprøver (n=18) viste et gennemsnitligt tørstofindhold på henholdsvis 75 % og 57 % fra henholdsvis dybstrøelse og fast staldgødning i gødningskummen under slatsene.

Ved en nederlandsk undersøgelse blev NH_3 -emissionen fra to rugeægsstalde fastlagt til 524 g NH_3 /høneplads per år (Mosquera *et al.*, 2009) svarende til 457 g NH_3 -N/år per årshøne ved en dødelighed på 10 % per rotation og 1,1 rotationer per år (Miljøstyrelsen, 2011b). Ifølge normtal 2009/10 udskilte en rugeægshøne 1,042 kg total-N per årshøne. Den nederlandske undersøgelse svarer derfor til en fordampningskoefficient på 0,44 kg NH_3 -N per kg N ab dyr. Mosquera *et al.* (2009) målte en N_2O -emission på 37,5 g N_2O /år per høneplads svarende til 25 g N_2O -N/år per årshøne ved samme antagelse som ovenfor.

På grundlag af de tre undersøgelser er fordampningskoefficienten fastsat til **0,40 kg NH_3 -N per kg total-N ab dyr**, mens denitrifikationstabets skønsmæssigt er fastsat til **0,20 kg N per kg total-N ab dyr** (Kai *et al.*, 2015).

8.8.11. Hønniker (konsumæg), gulvdrift

Hønnikestalder med gulvdrift er indrettet med strøet fast gulv. Hønnikerne har adgang til hele gulvarealet under hele opvæksten. I mangel af egentlig lovgivning, som definerer den maksimale dyretæthed, har fjerkræbranchen udarbejdet en branchekode, hvori der anbefales en maksimal dyretæthed på 25 kg per m^2 nettoareal svarende til 18-20 hønniker per m^2 afhængigt af race.

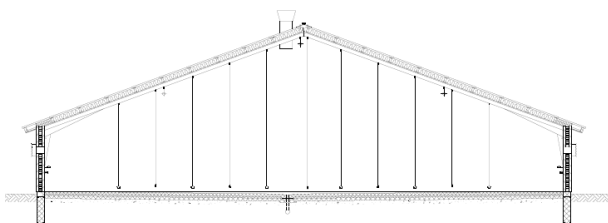
Efter afslutningen af et hold tømmes stalden for gødning, der i gødningsnormerne defineres som dybstrøelse.

I gødningsnormerne regnes der med et strøelsesforbrug på 0,2 kg per produceret hønnike.

Der er ikke fundet emissionsdata for hønnikestalder. Fordampningskoefficienten er skønnet til **0,25 kg NH_3 -N per kg total-N ab dyr** (ucændret siden Poulsen *et al.*, 2001) og vurderes fortsat at være gældende.

Nyere opdrætsstalder etableres med hævbare slats, der løbende hæves, i takt med at kyllingerne vokser. Derved lærer hønnikerne at bevæge sig på flere niveauer, herunder at hoppe op på plateauer med fodrings- og vandanlæg samt reder, når de senere overflyttes til æglæggestalde med fleretagesystem. Gødning afsat på slatsene falder ned på det underliggende strøede gulv, som kyllingerne ligeledes har

adgang til og kan skrabe i. Der er ikke fundet emissionsdata for denne indretning. Indtil data fremkommer, skønnes NH_3 -fordampningen at være tilsvarende traditionel gulvdrift.



Figur 8.30. Tværsnit af en stald (gulvsystem) til hønneopdræt (Tegning: SEGES).



Figur 8.31. Stald til hønniker (konsumægsopdræt) vist med ca. 1 uge gamle kyllinger (Foto: SEGES).

8.8.12. Hønniker (konsumæg), burdrift

Hønnikerne opdrættes i mindre grupper i bure i flere etager. Gødningen falder gennem burets bund og ned på et underliggende fast betongulv, hvor den akkumuleres gennem en hel holdperiode. Efter levering af hønnikerne fjernes gødningen, der i gødningsnormerne defineres som fast gødning, fra stalden.

Hønneopdræt (konventionel drift) er ikke omfattet af specifikke regler til indretning. Fjerkræsektorens egen branchekode anbefaler følgende nytteareal per konsumægs-hønne ved udsætning: brune racer: mindst 300 cm^2 ; hvide racer: mindst 280 cm^2 .

Der foreligger ingen måledata for staldtypen. NH_3 -N-tabet er derfor skønnet til **0,40 kg NH_3 -N per kg total-N af dyr** som øvrige fjerkrægødninger af typen *fast gødning* (uændret siden Poulsen *et al.*, 2001).

8.8.13. Hønniker (forældredyr til slagtekyllinger)

Hønniker, der opdrættes til forældredyr til slagtekyllinger, var tidligere af racen Hvid Plymouth Rock (HPR). Forkortelsen HPR forekommer stadig, selvom der nu benyttes andre racer.

Indretning af stalde med gulvdrift til hønniker (forældredyr til slagtekyllinger) adskiller sig ikke væsentligt fra stalde til [hønniker \(konsumæg\) gulvdrift](#). Beregningsmæssigt benyttes derfor samme strøelsesmængde per produceret hønne samt fordampningskoefficient.

8.9. Pelsdyr

I Danmark har der indtil den lovkrævede nedslagning af alle mink på grund af Covid-19-smitte foregået produktion af mink i større skala. Produktionen af chinchilla vurderes endnu ikke at være stor nok til berettiget fastlæggelse af årlige gødningsnormer. Der mangler endvidere emissionsdata for denne

dyretype. Der udarbejdes ikke længere gødningsnormer for ræv og mårhund, som følge af at produktion af farmede ræve er under afvikling (LBK nr. 469 af 15/05/2014).

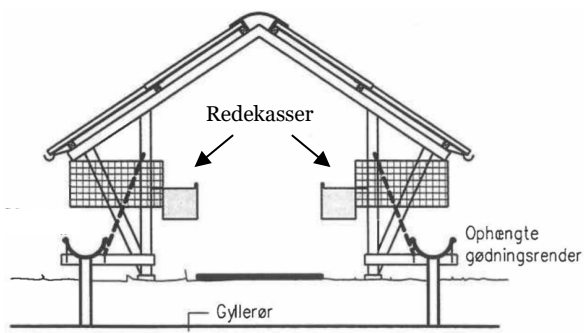
Dyreart /-kategori	Beskrivelse
Mink	Mink går i trådbure med isolerede redekasser i haller med naturlig ventilation. Fæces og urin falder gennem trådnettet. Standardbure er 30 cm brede, 90 cm lange og 45 cm høje. Minkene har adgang til en isoleret redekasse placeret udenfor buret i den ene ende. Minkhallerne kan være uden eller med fast bund. Hvis de er opført uden fast bund, skal de være udstyret med en gødningsrende for opsamling af fæces og urin. Minkproduktion er stærkt årstidsbestemt, idet der kun produceres et kuld hvalpe om året. I hovedparten af tiden er der kun få (avls)dyr på farmen, og kun i perioden fra juli til november er der fuld belægning i en farms burrum. I perioden medio december til primo maj er der kun avlstæver og -hanner på farmen. Dyrene går enkeltvis i trådbure. Parring finder sted primo marts. Efter parring aflives hovedparten af avlshannerne. Hvalpene fødes ultimo april til medio maj og går ved minktæven de første 6-8 uger, hvorefter minktæven flyttes, i visse tilfælde sammen med en hanhvalp. Hvalpene går kuldvis til primo juli, hvor de typisk fordeles to og to i bure. Etagebure til tre og fire dyr forekommer dog også. Ultimo november til medio december aflives hovedparten af dyrene på farmen. Kun avlsdyr beholdes.

8.9.1. Mink, bure med gødningsrende, gylle

Burene er udstyret med gødningsrender under burenden modsat redekassen. Drikkevandsforsyning monteres over gødningsrenden. Gødningsrenderne tømmes minimum en gang ugentligt i sommerhalvåret og minimum hver anden uge i vinterhalvåret, medmindre dette forhindres af hård frost. Under burene er der et halmlag, som opsuger en del af foderspild, fæces og urin, der falder udenfor gødningsrenderne, og som derved reducerer risikoen for nedsivning af kvælstof under burene og potentielt reducerer NH₃-fordampningen. Halmlaget opstår ved, at dyrene til stadighed i redekassen har adgang til halm, som efterhånden falder gennem burenes trådnet og ned på bunden under burene.

Der regnes i gødningsnormerne med et halmforbrug på 10 kg per årstæve, inklusive hvalpe. Halmen under burene fjernes minimum hver fjerde uge i sommerhalvåret og minimum hver anden måned i vinterhalvåret.

Gødningen, der falder i gødningsrenderne, defineres i gødningsnormerne som gylle, og halmstrøelsen indeholdende foderspild samt fæces og urin, som falder udenfor gødningsrenderne, håndteres som fast gødning.



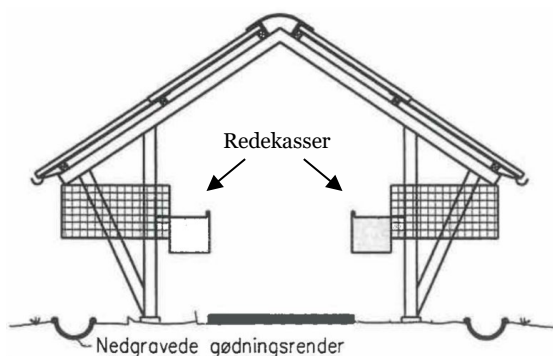
Figur 8.32. Snitstegning af minkhal med standardbure i to rækker og ophængte gødningsrender (Kilde: Landbrugets byggeblade gr.nr. 110.5-03/1997).

NH₃-fordampningskoefficienten er fastsat til **0,30 kg NH₃-N per kg TAN afsat i gødningsrende og 0,40 kg NH₃-N per kg total-N afsat udenfor gødningsrende**. Fordampningskoefficienten bygger på en undersøgelse, hvor NH₃-emissionen blev fastlagt ved seks måleperioder fordelt over 12 måneder på to minkfarme (Hansen, 2012). Gødningsrenderne var 34 cm brede og blev tømt en gang ugentligt. NH₃-emissionen blev opgjort til 1.808 g NH₃-N/år per avlstæve, inklusive hvalpe og avlshanner, svarende til 0,27 kg NH₃-N per kg total-N af dyr eller 0,35 kg NH₃-N per kg urin-N af dyr. I forbindelse med revision blev gødningen fra minkbure med render opdelt i henholdsvis gylle og strøelse (fast gødning), da det er praksis på mange minkfarme at lede gyllen til en gylletank, mens strøelsen under burene lagres overdækket på en møddingsplads. Det skønnes, at 90 % af fæces og urin falder i gødningsrenderne (34-cm render), mens de resterende ca. 10 % af fæces og urin falder uden for renderne i strøelsen under burene (Data fra H. Bækgaard, København Fur, 2014). Foderspild (8 % af N i foder) falder ligeledes i strøelsen og indregnes i denne fraktion. Revisionen er nærmere beskrevet i Kai *et al.* (2015) og har været gældende fra 2014/2015.

I normtal 2000/01 og frem til 2008/2009 blev N-tabet beregnet på grundlag af fordampningskoefficienten 0,50 kg NH₃-N per kg total-N af dyr. Fra 2009/2010 til og med 2013/14 blev fordampningskoefficienten omregnet til 0,67 kg NH₃-N per kg TAN af dyr.

8.9.2. Mink, bure med gødningsrende, fast gødning

I minkhaller uden fast bund kan gødningsrenderne være nedgravede, så de ligger i niveau med jordoverfladen. Gødningsrenderne tømmes minimum en gang ugentligt i sommerhalvåret og minimum hver anden uge i vinterhalvåret, medmindre dette forhindres af hård frost. Minkene har fri adgang til halm, som falder gennem bunden af burene og danner et halmlag under burene for opsamling af foderspild, samt fæces og urin, som falder udenfor gødningsrenderne. Gødningen i renderne og halmstrøelsen under burene håndteres samlet, idet gødningsrenderne først tømmes, hvorefter strøelsen under burene rives ned i gødningsrenderne. Frisk afsat fæces og urin falder derfor ned oveni et lag halmstrøelse i gødningsrenderne.



Figur 8.33. Tv.: Snitstegning af minkhal med bure i to rækker og nedgravede gødningsrender (Kilde: Landbrugets byggeblade gr.nr. 110.5-02/1997). Th.: Foto af nedgravede gødningsrender (Kilde: M.H. Hansen, Brønderslev kommune). Viste anordninger for afledning af drikkevandsspild udenom gødningsrenderne er ikke lovpligtige.

Der er ikke krav om gødningsrender i minkhaller med fast bund. Der findes derfor også minkhaller med støbt betongulv under burene. Minkenes fæces og urin, der i al væsentlighed afsættes i burenden modsat redekassen, falder gennem netbunden og lander på betongulvet nedenunder, som er belagt med et lag halmstrøelse. Gødningen fjernes mindst en gang ugentligt. Halmen under burene fjernes minimum en gang om ugen i sommerhalvåret og mindst hver anden uge i vinterhalvåret.



Figur 8.34. Foto af minkhal med støbt gulv under burene (Kilde: Marianne H. Hansen, Brønderslev Kommune).

Staldsystemet blev oprettet i normtal 2006/07, idet NH_3 -tabet blev sidestillet med burdrift med op-hængte gødningsrender, som på daværende tidspunkt var **0,67 kg NH_3 -N per kg TAN ab dyr**. Fordampningskoefficienten blev ikke justeret på linie med ophængte gødningsrender i forbindelse med revisio-

nen i 2014/15 (Kai *et al.*, 2015). Der er dog ingen indikation af, at minkhaller med nedgravede gødningsrender skulle give anledning til en NH₃-emission, der adskiller sig væsentligt fra ophængte gødningsrender. Det bør derfor overvejes at ensrette fordampningskoefficienterne.

8.10. Andre husdyr

Til denne kategori hører **heste, får og geder**. For alles vedkommende er gødningsnormerne baseret på dyr opstaldet 365 dage i bokse med dybstrøelse. Strøelsesforbruget til de forskellige vægte af heste samt kategorier af får og geder fremgår af Tabel 8.5.

Der er ikke fremkommet dokumentation af emissionstab fra dybstrøelsesstalde til heste, får og geder, som giver anledning til at ændre den aktuelle skønnede fordampningskoefficient på **0,15 kg NH₃-N per kg total-N ab dyr** (uændret siden Poulsen *et al.*, 2001).

8.11. Samlet oversigt over de anvendte data

I Tabel 8.5 er alle stalde opdelt efter stalddtype og dyrekategori. Der findes i praksis mange varianter, men de nævnte hovedgrupper af stalde er udvalgt på baggrund af erfaringer fra praksis. Tabellen angiver de anvendte forudsætninger (strøelsesforbrug, tørstofab, N-tab samt fordeling af gødningen).

Tabel 8.5 SVINESTALDE

Slagtesvinestalde	Gødningstype	Fordeling mellem gødningstyper, %	Strøelse kg/prod. gris	Staldtab			
				Tørstoftab %	Ammoniak		Denitrifikation Kg N per kg to- tal-N ab dyr
					Kg NH ₃ -N per kg TAN ab dyr	Kg NH ₃ -N per kg total-N ab dyr	
Delvis spaltegulv (50-75 % fast gulv)	Gylle	100	3	10	0,13		
Delvis spaltegulv (25-49 % fast gulv)	Gylle	100	3	10	0,17		
Drænet gulv + spalter (33/67)	Gylle	100		10	0,21		
Fast gulv	Fast staldgød- ning		13				
	Ajle				0,27		
Dybstrøelse, opdelt leje	Dybstrøelse	50	35	30		0,15	0,10
	Gylle	50		10	0,18		
Dybstrøelse	Dybstrøelse	100	70	30		0,15	0,10
Økologisk stald med delvis spaltegulv inde + fast el- ler drænet gulv i udendørsarealet	Gylle	100	10	10	0,38		
Økologisk stald med dybstrøelse i hele indearealet + fast eller drænet gulv i udendørsarealet	Dybstrøelse	33	30	30		0,15	0,10
	Gylle	67		10	0,34		

Nedbør i udendørsarealer til økologiske slagtesvin: 700 mm nedbør per m². 0,5 m² uoverdækket udendørsareal per gris / 3,6 producerede slagtesvin/stiplads per år.

Strøelsesforbrug, tørstoftab og tabsfaktorer er middelværdier. Der forventes store variationer i praksis.

Tabel 8.5 (forts.) SVINESTALDE

Løbe-/drægtighedsstalde	Gødningstype	Fordeling mellem gødningstyper, %	Strøelse, kg/stiplads	Staldtab			
				Tørstoftab %	Ammoniak		Denitrifikation
					Kg NH ₃ -N per kg TAN ab dyr	Kg NH ₃ -N per kg total-N ab dyr	Kg N per kg to- tal-N ab dyr
Individuel opstaldning, delvis spaltegulv	Gylle	100		10	0,13		
Individuel opstaldning, fast gulv	Fast staldgød- ning		75				
	Ajle				0,21		
Løsgående, dybstrøelse + spaltegulv	Dybstrøelse	33	350*	30		0,15	0,10
	Gylle	67		10	0,16		
Løsgående, dybstrøelse + fast gulv	Dybstrøelse	33	350*	30		0,15	0,10
	Gylle	67		10	0,19		
Løsgående, dybstrøelse	Dybstrøelse	100	900*	30		0,15	0,10
Løsgående, delvis spaltegulv	Gylle	100	50	10	0,16		
Økologi, delvis spaltegulv inde; løbegård med fast/drænet gulv + spaltegulv (50 %/50 %)	Gylle	100	50	10	0,16		
Økologi, dybstrøelse hele arealet inde løbegård med fast/drænet gulv + spaltegulv (50 %/50 %)	Dybstrøelse	33	350*	30		0,15	0,10
	Gylle	67		10	0,16		

*Inklusiv opstart af dybstrøelsesmätte.

Nedbør i løbegårde til økologiske søer: 700 mm nedbør per m². 0,95 m² uoverdækket udendørsareal per årsso.

Strøelsesforbrug, tørstoftab og tabsfaktorer er middelværdier. Der forventes store variationer i praksis.

Tabel 8.5 (forts.) SVINESTALDE

Farestalde	Gødningstype	Fordeling mellem gødningstyper, %	Strøelse kg/stiplads	Staldtab			
				Tørstoftab %	Ammoniak		Denitrifikation
					Kg NH ₃ -N per kg TAN ab dyr	Kg NH ₃ -N per kg total-N ab dyr	Kg N per kg to- tal-N ab dyr
Kassestier, delvis spaltegulv*	Gylle	100		10	0,13		
Kassestier, Fuldspaltegulv*	Gylle	100		10	0,26		

* Gælder ved både løse og fixerede søer, når al gødning håndteres som gylle.

Strøelsesforbrug, tørstoftab og tabsfaktorer er middelværdier. Der forventes store variationer i praksis.

Tabel 8.5 (forts.) SVINESTALDE

Smågrisestalde	Gødningstype	Fordeling mellem gødningstyper, %	Strøelse kg/prod. gris	Staldtab			
				Tørstoftab %	Ammoniak		Denitrifikation
					Kg NH ₃ -N per kg TAN ab dyr	Kg NH ₃ -N per kg total-N ab dyr	Kg N per kg to- tal-N ab dyr
Toklimastalde, delvis spaltegulv	Gylle	100	1	10	0,10		
Drænet gulv + spalter (50/50)	Gylle	100		10	0,21		
Fast gulv	Staldgødning		2,5				
	Ajle				0,37		
Dybstrøelse	Dybstrøelse	100	13	30		0,15	0,10
Økologisk, toklimastald med delvis spaltegulv; fast/drænet gulv + spaltegulv (50 %/50 %) i løbe- gård	Gylle	100	2	10	0,24		

Økologisk, toklimastald med dybstrøelse i hele arealet; fast/drænet gulv + spaltegulv (50 %/50 %) i løbegård	Dybstrøelse	33	6	30		0,15	0,10
	Gylle	67		10	0,15		

Strøelsesforbrug, tørstoftab og tabsfaktorer er middelværdier. Der forventes store variationer i praksis.

Tabel 8.5. KVÆGSTALDE

Malkekøer, tung race	Gødningstype	Fordeling mellem gødningstyper, %	Strøelse, kg/dag /dyr	Tab i stalden			
				Tørstof, %	Ammoniak		Denitrifikation
					Kg NH ₃ -N per kg TAN ab dyr	Kg NH ₃ -N per kg total-N ab dyr	
Bindestald m. grebning	Fast staldgødning		1,2				
	Ajle		0		0,10		
Bindestald m. riste	Gylle	100	1,2	10	0,06		
Sengestald m. fast gulv	Gylle	100	0,4	10	0,20		
Sengestald m. spaltegulv (0,4 m kanal, linespil)	Gylle	100	0,4	10	0,12		
Sengestald m. spaltegulv (kanal, bagskyl el. ringkanal)	Gylle	100	0,4	10	0,135		
Sengestald, fast, drænet gulv med skraber og ajleafføb	Gylle	100	0,4	10	0,104		
Dybstrøelse (hele arealet)	Dybstrøelse	100	12*	28		0,06	
Dybstrøelse, lang ædeplads med fast gulv	Dybstrøelse	60	10*	28		0,06	
	Gylle	40	0	10	0,20		
Dybstrøelse, lang ædeplads med spalter (kanal, linespil)	Dybstrøelse	60	10*	28		0,06	
	Gylle	40	0	10	0,12		
	Dybstrøelse	60	10*	28		0,06	

Malkekøer, tung race	Gødningstype	Fordeling mellem gødningstyper, %	Strøelse, kg/dag / dyr	Tab i stalden			
				Tørstof, %	Ammoniak		Denitrifikation
					Kg NH ₃ -N per kg TAN ab dyr	Kg NH ₃ -N per kg total-N ab dyr	Kg N per kg total-N ab dyr
Dybstrøelse, lang ædeplads, spalter (kanal, bagskyl el. ringkanal)	Gylle	40	0	10	0,135		
Dybstrøelse, lang ædeplads, fast drænet gulv med skraber og ajleafløb	Dybstrøelse	60	10*	28		0,06	
	Gylle	40	0	10	0,104		

*Inklusiv opstart af dybstrøelsesmåtte.

Strøelsesforbrug, tørstoftab og tabsfaktorer er middelværdier. Der forventes store variationer i praksis.

Tabel 8.5 (forts.) KVÆGSTALDE

Malkekøer, Jersey	Gødningstype	Fordeling mellem gødningstyper, %	Strøelse kg/dag /dyr	Staldtab			
				Tørstoftab, %	Ammoniak		Denitrifikation Kg N per kg to- tal-N ab dyr
					Kg NH ₃ -N per kg TAN ab dyr	Kg NH ₃ -N per kg total-N ab dyr	
Bindestald m. grebning	Fast staldgødning		1,0	0			
	Ajle		0		0,10		
Bindestald m. riste	Gylle	100	1,0	10	0,06		
Sengestald m. fast gulv	Gylle	100	0,3	10	0,20		
Sengestald m. spaltegulv (0,4 m kanal, linespil)	Gylle	100	0,3	10	0,12		
Sengestald m. spaltegulv (kanal, bagskyl el. ringka- nal)	Gylle	100	0,3	10	0,135		
Sengestald, fast, drænet gulv med skraber og ajle- afløb	Gylle	100	0,3	10	0,104		
Dybstrøelse (hele arealet)	Dybstrøelse	100	10*	28		0,06	
Dybstrøelse, lang ædeplads med fast gulv	Dybstrøelse	60	8*	28		0,06	
	Gylle	40	0	10	0,20		
Dybstrøelse, lang ædeplads med spalter (kanal, linespil)	Dybstrøelse	60	8*	28		0,06	
	Gylle	40	0	10	0,12		
Dybstrøelse, lang ædeplads, spalter (kanal, bagskyl el. ringkanal)	Dybstrøelse	60	8*	28		0,06	
	Gylle	40	0	10	0,135		
Dybstrøelse, lang ædeplads, fast drænet gulv med skraber og ajleafløb	Dybstrøelse	60	8*	28		0,06	
	Gylle	40	0	10	0,104		

*Inklusiv opstart af dybstrøelsesmåtte.

Strøelsesforbrug, tørstoftab og tabsfaktorer er middelværdier. Der forventes store variationer i praksis.

Tabel 8.5 (forts.) KVÆGSTALDE

Kvier eller stude 6 mdr. til kælvning (27 mdr.) / slagtning, tung race	Gødningstype	Fordeling mellem gødningstyper, %	Strøelse kg/dag /dyr	Staldtab			
				Tørstoftab %	Ammoniak		Denitrifikation Kg N per kg to- tal-N ab dyr
					Kg NH ₃ -N per kg TAN ab dyr	Kg NH ₃ -N per kg total-N ab dyr	
Bindestald m. grebning	Fast staldgød- ning		0,75	0			
	Ajle		0		0,10		
Bindestald m. riste	Gylle	100	0,75	10	0,06		
Sengestald m. fast gulv	Gylle	100	0,3	10	0,20		
Sengestald m. spaltegulv (kanal, linespil)	Gylle	100	0,3	10	0,12		
Sengestald m. spaltegulv (kanal, bagskyl el. ringka- nal)	Gylle	100	0,3	10	0,135		
Sengestald m. fast drænet gulv med skraber og aj- leaffløb	Gylle	100	0,3	10	0,104		
Dybstrøelse (hele arealet)	Dybstrøelse	100	6*	28		0,06	
Dybstrøelse, kort ædeplads med fast gulv	Dybstrøelse	100	5*	28		0,06	
Dybstrøelse, lang ædeplads med fast gulv	Dybstrøelse	60	5*	28		0,06	
	Gylle	40		10	0,20		
Dybstrøelse, lang ædeplads med spalter (kanal, linespil)	Dybstrøelse	60	5*	28		0,06	
	Gylle	40	0	10	0,12		
Dybstrøelse, lang ædeplads, spalter (kanal, bagskyl el. ringkanal)	Dybstrøelse	60	5*	28		0,06	
	Gylle	40	0	10	0,135		
Spaltegulvsbokse	Gylle	100	0	10	0,16		

*Inklusiv opstart af dybstrøelsesmåtte.

Strøelsesforbrug, tørstoftab og tabsfaktorer er middelværdier. Der forventes store variationer i praksis.

Tabel 8.5 (forts.) KVÆGSTALDE

Kvier eller stude 6 mdr. til kælvning (25 mdr.) / slagtning, Jersey	Gødningstype	Fordeling mellem gødningstyper, %	Strøelse, kg/dag /dyr	Staldtab			
				Tørstoftab %	Ammoniak		Denitrifikation
					Kg NH ₃ -N per kg TAN ab dyr	Kg NH ₃ -N per kg total-N ab dyr	Kg N per kg to- tal-N ab dyr
Bindestald m. grebning	Fast staldgød- ning		0,6	0			
	Ajle		0		0,10		
Bindestald m. riste	Gylle	100	0,6	10	0,06		
Sengestald m. fast gulv	Gylle	100	0,2	10	0,20		
Sengestald m. spaltegulv (kanal, linespil)	Gylle	100	0,2	10	0,12		
Sengestald m. spaltegulv (kanal, bagskyl el. ringka- nal)	Gylle	100	0,2	10	0,135		
Sengestald m. fast drænet gulv med skraber og aj- leafløb	Gylle	100	0,2	10	0,104		
Dybstrøelse (hele arealet)	Dybstrøelse	100	5*	28		0,06	
Dybstrøelse, kort ædeplads med fast gulv	Dybstrøelse	100	4*	28		0,06	
Dybstrøelse, lang ædeplads med fast gulv	Dybstrøelse	60	4*	28		0,06	
	Gylle	40	0	10	0,20		
Dybstrøelse, lang ædeplads med spalter (kanal, linespil)	Dybstrøelse	60	4*	28		0,06	
	Gylle	40	0	10	0,12		
Dybstrøelse, lang ædeplads, spalter (kanal, bagskyl el. ringkanal)	Dybstrøelse	60	4*	28		0,06	
	Gylle	40	0	10	0,135		

*Inklusiv opstart af dybstrøelsesmåtte.

Strøelsesforbrug, tørstoftab og tabsfaktorer er middelværdier. Der forventes store variationer i praksis.

Tabel 8.5 (forts.) KVÆGSTALDE

Småkalve, 0-6 mdr., tung race	Gødningstype	Fordeling mellem gødningstyper, %	Strøelse, kg/dag /dyr	Staldtab			
				Tørstoftab %	Ammoniak		Denitrifikation Kg N per kg to- tal-N ab dyr
					Kg NH ₃ -N per kg TAN ab dyr	Kg NH ₃ -N per kg total-N ab dyr	
Dybstrøelse (hele arealet)	Dybstrøelse	100	1,5*	28		0,06	
Dybstrøelse + kort ædeplads, fast gulv	Dybstrøelse	100	1,5*	28		0,06	
Småkalve, 0-6 mdr., jersey							
Dybstrøelse (hele arealet)	Dybstrøelse	100	1,2*	28		0,06	
Dybstrøelse, kort ædeplads med fast gulv	Dybstrøelse	100	1,2*	28		0,06	
Tyrekalve, 0-6 mdr., tung race							
Dybstrøelse (hele arealet)	Dybstrøelse	100	1,5*	28		0,06	
Dybstrøelse, kort ædeplads med fast gulv	Dybstrøelse	100	1,5*	28		0,06	
Tyrekalve, 0-6 mdr., jersey							
Dybstrøelse (hele arealet)	Dybstrøelse	100	1,2*	28		0,06	
Dybstrøelse, kort ædeplads med fast gulv	Dybstrøelse	100	1,2*	28		0,06	

*Inklusiv opstart af dybstrøelsesmåtte.

Strøelsesforbrug, tørstoftab og tabsfaktorer er middelværdier. Der forventes store variationer i praksis.

Tabel 8.5 (forts.) KVÆGSTALDE

Ungtyre, 6 mdr. til slagtning (440 kg), tung race	Gødningstype	Fordeling mellem gødningstyper, %	Strøelsesforbrug kg/dag /dyr	Staldtab			
				Tørstoftab %	Ammoniak		Denitrifikation Kg N per kg to- tal-N ab dyr
					Kg NH ₃ -N per kg TAN ab dyr	Kg NH ₃ -N per kg total-N ab dyr	
Bindestald m. grebning	Fast staldgød- ning		0,75	0			
	Ajle				0,10		
Bindestald m. riste	Gylle	100	0,75	10	0,06		
Sengestald m. fast gulv	Gylle	100	0,3	10	0,20		
Sengestald m. spaltegulv (kanal, linespil)	Gylle	100	0,3	10	0,12		
Sengestald m. spaltegulv (kanal, bagskyl el. ringka- nal)	Gylle	100	0,3	10	0,135		
Sengestald m. fast drænet gulv med skraber og aj- leafløb	Gylle	100	0,3	10	0,104		
Dybstrøelse (hele arealet)	Dybstrøelse	100	3,8*	28		0,06	
Dybstrøelse, kort ædeplads med fast gulv	Dybstrøelse	100	3,2*	28		0,06	
Dybstrøelse, lang ædeplads med fast gulv	Dybstrøelse	60	3,1*	28		0,06	
	Gylle	40		10	0,20		
Dybstrøelse, lang ædeplads med spalter (kanal, linespil)	Dybstrøelse	60	3,1*	28		0,06	
	Gylle	40		10	0,12		
Dybstrøelse, lang ædeplads, spalter (kanal, bagskyl el. ringkanal)	Dybstrøelse	60	3,1*	28		0,06	
	Gylle	40		10	0,135		

*Inklusiv opstart af dybstrøelsesmätte.

Strøelsesforbrug, tørstoftab og tabsfaktorer er middelværdier. Der forventes store variationer i praksis.

Tabel 8.5 (forts.) KVÆGSTALDE

Ungtyre, 6 mdr. til slagtning (328 kg), Jersey	Gødningstype	Fordeling mellem gødningstyper, %	Strøelse kg/dag /dyr	Staldtab			
				Tørstoftab %	Ammoniak		Denitrifikation Kg N per kg to- tal-N ab dyr
					Kg NH ₃ -N per kg TAN ab dyr	Kg NH ₃ -N per kg total-N ab dyr	
Bindestald m. grebning	Fast staldgød- ning		0,6	0			
	Ajle				0,10		
Bindestald m. riste	Gylle	100	0,6	10	0,06		
Sengestald m. fast gulv	Gylle	100	0,2	10	0,20		
Sengestald m. spaltegulv (kanal, linespil)	Gylle	100	0,2	10	0,12		
Sengestald m. spaltegulv (kanal, bagskyl el. ringka- nal)	Gylle	100	0,2	10	0,135		
Sengestald m. fast drænet gulv med skraber og aj- leafløb	Gylle	100	0,2	10	0,104		
Dybstrøelse (hele arealet)	Dybstrøelse	100	2,9*	28		0,06	
Dybstrøelse, kort ædeplads med fast gulv	Dybstrøelse	100	2,4*	28		0,06	
Dybstrøelse, lang ædeplads med fast gulv	Dybstrøelse	60	2,3*	28		0,06	
	Gylle	40		10	0,20		
Dybstrøelse, lang ædeplads med spalter (kanal, linespil)	Dybstrøelse	60	2,3*	28		0,06	
	Gylle	40		10	0,12		
Dybstrøelse, lang ædeplads, spalter (kanal, bagskyl el. ringkanal)	Dybstrøelse	60	2,3*	28		0,06	
	Gylle	40		10	0,135		

*Inklusiv opstart af dybstrøelsesmätte.

Strøelsesforbrug, tørstoftab og tabsfaktorer er middelværdier. Der forventes store variationer i praksis.

Tabel 8.5 (forts.) KVÆGSTALDE

Ammekøer (under 400 kg)	Gødnings-type	Fordeling mellem gødningstyper %	Strøelse kg/dyr /dag	Staldtab			
				Tørstoftab %	Ammoniak		Denitrifikation
					Kg NH ₃ -N per kg TAN ab dyr	Kg NH ₃ -N per kg total-N ab dyr	Kg N per kg to- tal-N ab dyr
Bindestald m. grebning	Fast staldgød- ning		0,6				
	Ajle		0		0,10		
Bindestald m. riste	Gylle	100	0,6	10	0,06		
Sengestald m. spaltegulv (0,4 m kanal, linespil)	Gylle	100	0,2	10	0,12		
Sengestald m. spaltegulv (kanal, bagskyl el. ringka- nal)	Gylle	100	0,2	10	0,135		
Sengestald, fast drænet gulv med skraber og ajleaf- løb	Gylle	100	0,2	10	0,104		
Dybstrøelse (hele arealet)	Dybstrøelse	100	6*	28		0,06	
Dybstrøelse, kort ædeplads med fast gulv	Dybstrøelse	100	5,25*	28		0,06	
Dybstrøelse, lang ædeplads med fast gulv	Dybstrøelse	60	4,5*	28		0,06	
	Gylle	40	0	10	0,20		
Dybstrøelse, lang ædeplads med spalter (kanal, linespil)	Dybstrøelse	60	4,5*	28		0,06	
	Gylle	40	0	10	0,12		
Dybstrøelse, lang ædeplads, spalter (kanal, bagskyl el. ringkanal)	Dybstrøelse	60	4,5*	28		0,06	
	Gylle	40	0	10	0,135		

*Inklusiv opstart af dybstrøelsesmätte.

Strøelsesforbrug, tørstoftab og tabsfaktorer er middelværdier. Der forventes store variationer i praksis.

Tabel 8.5 (forts.) KVÆGSTALDE

Ammekøer (400-600 kg)	Gødningstype	Fordeling mellem gødningstyper, %	Strøelse kg/dag /dyr	Staldtab			
				Tørstoftab %	Ammoniak		Denitrifikation Kg N per kg to- tal-N ab dyr
					Kg NH ₃ -N per kg TAN ab dyr	Kg NH ₃ -N per kg total-N ab dyr	
Bindestald m. grebning	Fast staldgød- ning		0,8				
	Ajle		0		0,10		
Bindestald m. riste	Gylle	100	0,8	10	0,06		
Sengestald m. spaltegulv (0,4 m kanal, linespil)	Gylle	100	0,3	10	0,12		
Sengestald m. spaltegulv (kanal, bagskyl el. ringka- nal)	Gylle	100	0,3	10	0,135		
Sengestald, fast drænet gulv med skraber og ajleaf- løb	Gylle	100	0,3	10	0,104		
Dybstrøelse (hele arealet)	Dybstrøelse	100	8*	28		0,06	
Dybstrøelse, kort ædeplads med fast gulv	Dybstrøelse	100	7*	28		0,06	
Dybstrøelse, lang ædeplads med fast gulv	Dybstrøelse	60	6*	28		0,06	
	Gylle	40	0	10	0,20		
Dybstrøelse, lang ædeplads med spalter (kanal, linespil)	Dybstrøelse	60	6*	28		0,06	
	Gylle	40	0	10	0,12		
Dybstrøelse, lang ædeplads, spalter (kanal, bagskyl el. ringkanal)	Dybstrøelse	60	6*	28		0,06	
	Gylle	40	0	10	0,135		

*Inklusiv opstart af dybstrøelsesmätte.

Strøelsesforbrug, tørstoftab og tabsfaktorer er middelværdier. Der forventes store variationer i praksis.

Tabel 8.5 (forts.) KVÆGSTALDE

Ammekøer (over 600 kg)	Gødnings-type	Fordeling mellem gødningstyper, %	Strøelse kg/dag /dyr	Stalddtab			
				Tørstoftab %	Ammoniak		Denitrifikation
					Kg NH ₃ -N per kg TAN ab dyr	Kg NH ₃ -N per kg total-N ab dyr	Kg N per kg to- tal-N ab dyr
Bindestald m. grebning	Fast staldgødning		0,8				
	Ajle		0		0,10		
Bindestald m. riste	Gylle	100	0,8	10	0,06		
Sengestald m. spaltegulv (0,4 m kanal, linespil)	Gylle	100	0,3	10	0,12		
Sengestald m. spaltegulv (kanal, bagskyl el. ringka- nal)	Gylle	100	0,3	10	0,135		
Sengestald, fast drænet gulv med skraber og ajleaf- løb	Gylle	100	0,3	10	0,104		
Dybstrøelse (hele arealet)	Dybstrøelse	100	8*	28		0,06	
Dybstrøelse, kort ædeplads med fast gulv	Dybstrøelse	100	7*	28		0,06	
Dybstrøelse, lang ædeplads med fast gulv	Dybstrøelse	60	6*	28		0,06	
	Gylle	40	0	10	0,20		
Dybstrøelse, lang ædeplads med spalter (kanal, linespil)	Dybstrøelse	60	6*	28		0,06	
	Gylle	40	0	10	0,12		
Dybstrøelse, lang ædeplads, spalter (kanal, bagskyl el. ringkanal)	Dybstrøelse	60	6*	28		0,06	
	Gylle	40	0	10	0,135		

*Inklusiv opstart af dybstrøelsesmåtte.

Strøelsesforbrug, tørstoftab og tabsfaktorer er middelværdier. Der forventes store variationer i praksis.

Tabel 8.5 (forts.) FJERKRÆSTALDE

Slagtefjerkrae	Gødningstype	Fordeling mellem gødningstyper, %	Strøelse kg/prod. en- hed	Staldtab			
				Tørstoftab %	Ammoniak		Denitrifikation Kg N per kg to- tal-N ab dyr
					Kg NH ₃ -N per kg TAN ab dyr	Kg NH ₃ -N per kg total-N ab dyr	
Slagtekyllinger, 30 dage	Dybstrøelse	100	0,03	10		0,10	
Slagtekyllinger, 32 dage	Dybstrøelse	100	0,03	10		0,10	
Slagtekyllinger, 35 dage	Dybstrøelse	100	0,03	10		0,10	
Slagtekyllinger, 40 dage	Dybstrøelse	100	0,03	10		0,10	
Slagtekyllinger, 45 dage	Dybstrøelse	100	0,03	10		0,10	
Skrabekyllinger, 44 dage	Dybstrøelse	100	1,5	10		0,13	
Økologiske slagtekyllinger, 63 dage	Dybstrøelse	90	1,5	10		0,13	
	Udendørsareal	10					
Kalkuner, tunge, hunner, 112 dage	Dybstrøelse	100	0,60	10		0,20	
Kalkuner, tunge, hanner, 147 dage	Dybstrøelse	100	0,60	10		0,20	
Ænder, 52 dage	Dybstrøelse	100	2,5	10		0,20	
Gæs, 91 dage	Dybstrøelse	100	2,5	10		0,20	

Strøelsesforbrug, tørstoftab og tabsfaktorer er middelværdier. Der forventes store variationer i praksis.

Tabel 8.5 (forts.) FJERKRÆSTALDE

Høner/høns	Gødningstype	Fordeling mellem gødningstyper, %	Strøelse kg/årshøne	Staldtab			
				Tørstoftab %	Ammoniak		Denitrifikation Kg N per kg to- tal-N ab dyr
					Kg NH ₃ -N per kg TAN ab dyr	Kg NH ₃ -N per kg total-N ab dyr	
Friland, konsumæg, gulvdrift + gødningskumme	Dybstrøelse	30	0,15	30		0,25	
	Fast gødning	60	0	30		0,40	
	Udendørsareal	10					
Friland, konsumæg, gulvdrift	Dybstrøelse	90	0,15	30		0,25	
	Fast gødning	0	0	30			
	Udendørsareal	10					
Friland, konsumæg, fler-etagesystem med gødningsbånd	Dybstrøelse	20	0,15	30		0,25	
	Fast gødning	70	0	10		0,10	
	Udendørsareal	10					
Økologiske, konsumæg, gulvdrift med gødningskumme	Dybstrøelse	20	0,5	30		0,25	
	Fast gødning	70	0	30		0,40	
	Udendørsareal	10					
Økologiske, konsumæg, fler-etagesystem med gødningsbånd	Dybstrøelse	20	0,5	30		0,25	
	Fast gødning	70	0	10		0,10	
	Udendørsareal	10					
Skrabehøner, konsumæg, gulvdrift + gødningskumme	Dybstrøelse	33	0,1	30		0,25	
	Fast gødning	67	0	30		0,40	
Skrabehøner, konsumæg, fler-etagesystem med gødningsbånd	Dybstrøelse	25	0,1	30		0,25	
	Fast gødning	75	0	10		0,10	

Høner/høns	Gødningstype	Fordeling mellem gødningstyper, %	Strøelse kg/årshøne	Staldtab			
				Tørstoftab %	Ammoniak		Denitrifikation
					Kg NH ₃ -N per kg TAN ab dyr	Kg NH ₃ -N per kg total-N ab dyr	Kg N per kg to- tal-N ab dyr
Burhøner, konsumæg, gødningsbånd	Fast gødning	100	0,25	10		0,10	
Rugeægshøns, gulvdrift + gødningskumme	Dybstrøelse	100	0,2	30		0,40	0,20

Strøelsesforbrug, tørstoftab og tabsfaktorer er middelværdier. Der forventes store variationer i praksis.

Tabel 8.5 (forts.) FJERKRÆSTALDE

Hønniker	Gødningstype	Fordeling mellem gødningstyper, %	Strøelse kg/prod. en- hed	Staldtab			
				Tørstoftab %	Ammoniak		Denitrifikation
					Kg NH ₃ -N per kg TAN ab dyr	Kg NH ₃ -N per kg total-N ab dyr	Kg N per kg to- tal-N ab dyr
Hønniker, konsum, bure, produktionstid 119 dage	Fast staldgødning	100		30		0,40	
Hønniker, konsum, gulvdrift, produktionstid 119 dage	Dybstrøelse	100	0,2	55		0,25	
Hønniker, ruægæg, HPR, gulvdrift, produktionstid 119 dage	Dybstrøelse	100	0,2	55		0,25	

Strøelsesforbrug, tørstoftab og tabsfaktorer er middelværdier. Der forventes store variationer i praksis.

Tabel 8.5 (forts.) HESTESTALDE

Heste	Gødningstype	Fordeling mell. gødningstyper %	Strøelse kg/årsvyr	Staldtab			
				Tørstoftab %	Ammoniak		Denitrifikation
					Kg NH ₃ -N per kg TAN ab dyr	Kg NH ₃ -N per kg total-N ab dyr	Kg N per kg total- N ab dyr
Under 300 kg	Dybstrøelse	100	1095	20		0,15	
300 – mindre end 500 kg	Dybstrøelse	100	1825	20		0,15	
500 – mindre end 700 kg	Dybstrøelse	100	1825	20		0,15	
Større end 700 kg	Dybstrøelse	100	1825	20		0,15	

Strøelsesforbrug, tørstoftab og tabsfaktorer er middelværdier. Der forventes store variationer i praksis.

Tabel 8.5 (forts.) FÅRE- og GEDESTALDE

Får og geder	Gødningstype	Fordeling mell. gødningstyper %	Strøelse kg/årsdyr	Staldtab			
				Tørstoftab %	Ammoniak		Denitrifikation
					Kg NH ₃ -N per kg TAN ab dyr	Kg NH ₃ -N per kg total-N ab dyr	Kg N per kg total- N ab dyr
Får med afkom	Dybstrøelse	100	550	28		0,15	
Mohairgeder med afkom	Dybstrøelse	100	550	28		0,15	
Kødgeder med afkom	Dybstrøelse	100	550	28		0,15	
malkegeder med afkom	Dybstrøelse	100	550	28		0,15	

Strøelsesforbrug, tørstoftab og tabsfaktorer er middelværdier. Der forventes store variationer i praksis.

Tabel 8.5 (forts.) PELSDYRSTALDE

Pelsdyr	Gødningstype	Fordeling mellem gødningstyper, %	Strøelse kg/årstæve	Staldtab			
				Tørstoftab %	Ammoniak		Denitrifikation
					Kg NH ₃ -N per kg TAN ab dyr	Kg NH ₃ -N per kg total-N ab dyr	Kg N per kg total- N ab dyr
Mink, bure med gødningsrender (ugentlig tømning)	Gylle	90		10	0,30		
	Dybstrøelse	10	10	5		0,40	
Mink, bure med fast gødning i gødningsrende	Anden gødning	100	10		0,67		

Strøelsesforbrug, tørstoftab og tabsfaktorer er middelværdier. Der forventes store variationer i praksis.

8.12. Referencer

- Aarnink, A.J.A.; van den Berg, A.J.; Keen, A.; Hoeksma, P. & Verstegen, M.W.A. (1996). Effect of Slatted Floor Area on Ammonia Emission and on the Excretory and Lying Behaviour of Growing Pigs. *J. Agric. Engng. Research* 64, 299-310.
- Aarnink, A.J.A.; Swierstra, D.; van den Berg, A.J. & Speelman, L. (1997). Effect of Type of slatted Floor and Degree of Fouling of Solid Floor on Ammonia Emission Rates from Fattening Piggeries. *J. Agric. Engng. Research* 66, 93-102.
- Aarnink, A.J.A.; Hol, J.M.G.; Nijboer, G.M. & Mosquera, J. (2015). Ammoniakemissie uit varkensstallen met uitloop. Wageningen, Wageningen UR (University & Research Centre) Livestock Research, Livestock Research Rapport 868, 44 pp.
- Amon, B.; Amon, T.; Boxberger, J. & Alt, C. (2001). Emission of NH₃, N₂O and CH₄ from dairy cows housed in a farmyard manure tying stall (housing, manure storage, manure spreading). *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 60, 103-113.
- Andersen, M. (2010). Electrostatic Particle Ionization (EPI). Afprøvning af "Electrostatic Particle Ionization" (EPI) til rensning af luft i en slagtekyllingestald. AgroTech A/S. 11 pp.
- Anonym (1993). Indretning af stalde til svin. Tværfaglig rapport 1993. 1. udgave. Landbrugets Rådgivningscenter, 150 pp.
- Anonym (2012). Videnskatalog over kvægstaldgulve med 4 % ammoniakfordampning. Version 5 – 25/10-2012. Videncenter for Landbrug, Kvæg, 40 pp.
- Baldini, C.; Borgonovo, F.; Gardoni, D. & Guarino, M. (2016). Comparison among NH₃ and GHGs emissive patterns from different housing solutions of dairy farms. *Atm. Env.* 141 (2016), 60-66
- Birkmose, T.S. (2009). Beregning af kvælstofstab i HPR-besætninger. Dansk Landbrugsrådgivning, Landscentret, Planteproduktion. Internt notat. 4 pp.
- Braam, C.R.; Ketelaars, J.J.M.H. & Smits, M.C.J. (1997a). Effects of floor design and floor cleaning on ammonia emission from cubicle houses for dairy cows. *Netherlands Journal of Agricultural Science* 45, 49-64.
- Braam, C.R.; Smits, M.C.J.; Gunnink, H. & Swierstra, D. (1997b). Ammonia Emission from a Double-sloped solid floor in a Cubicle House for Dairy cows. *Journal of Agricultural Engineering Research* 68, 375-386.

Demmers, T.G.M.; Phillips, V.R.; Short, J.L.; Burgess, Hoxey, R.P. & Wathers, C.M. (2001). Validation of Ventilation Rate Measurement Methods and the Ammonia Emission from Naturally Ventilated Dairy and Beef Buildings in the United Kingdom. *J. agric. Engng Res.* 79(1): 107-116.

Calvet, S.; Gates, R.S.; Zhang, G.-Q.; Estellés, F.; Ogink, N.W.M.; Pedersen S. & Berckmans, D. (2013). Measuring gas emissions from livestock buildings: A review on uncertainty analysis and error sources, *Biosystems Engng.* 116, 221-231.

Chadwick, D.; Sommer, S.G.; Thorman, R.; Fangueiro, D.; Cardenas, L.; Amon, B. & Missebrook, T. (2011). Manure management: Implications for greenhouse gas emissions. *Animal Feed Science and Technology* 166- 167, 514- 531.

Elliott, H.A. & Collins, N.E. (1982). Factors Affecting Ammonia Release in Broiler Houses. *T. ASAE.* 25(2): 0413-0418.

Fournel, S.; Pelletier, F.; Godbout, S.; Lagacé, R. & Feddes, J. (2012). Greenhouse gas emissions from three cage layer housing systems. *Animals* 2, 1-15.

Groenestein, C.M & Faassen, H.G. Van (1996). Volatilization of Ammonia, Nitrous Oxide and Nitric Oxide in Deep-litter Systems for Fattening Pigs. *J. agric. Engng Res.* (1996) 65, 269 – 274.

Groot Koerkamp, P.W.G. (1998). Ammonia Emission from Aviary Housing Systems for Laying Hens. Inventory, Characteristics and solutions. Ph.D. Thesis. IMAG-DLO, postboks 43, NL-6700 Wageningen. NL.

Groot Koerkamp, P.W.G.; Metz, J.H.M.; Uenk, G.H.; Phillips, V.R.; Holden, M.R.; Sneath, R.W.; Short, J.L.; White, R.P.; Hartung, J.; Seedorf, J.; Schröder, M.; Linkert, K.H.; Pedersen, S.; Takai, H.; Johnsen, J.O. & Wathes, C.M. (1998). Concentrations and emissions of ammonia in livestock buildings in northern Europe. *Journal of Agricultural Engineering Research* 70, 79-95.

Hansen, M.N. (2012). Ammonia emission from mink houses. Reduction of emission by frequent removal of mink slurry. Test report and Evaluation. AgroTech A/S, version 1-1, 28.11.2012, 21 pp.

Hansen, M.N. (2013). Rokkedahl Energi. Ammonia Emission from Broiler Houses. Effects of the Agro Clim Unit Heat Exchange System. Test Report. AgroTech A/S, 23 pp.

Hansen, M.N. (2016). Odour and ammonia emission from broiler houses with and without a heat exchange system. VERA-test rapport udarbejdet af AgroTech A/S for Rokkedal Energi A/S, 41 pp.

Hansen, C. (2020) Landsgennemsnit for produktivitet i svineproduktionen 2019. SEGES Svineproduktion, Notat nr. 2014, 17 pp.

Hansen, K & Kromann, H. (1993). Ungkvægstalde med dybstrøelse eller strøelseslag – spørgeundersøgelse. SJF Orientering nr. 80. Statens Jordbrugstekniske Forsøg, 34 pp.

Hansen, M.J.; Pedersen, P.; Hansen, C.F.; Jensen, K. & Jensen, N. (2006). Lav-protein foder til smågrise – effekt på ammoniak- og lugtemission. Erfaring nr. 0603. Dansk Svineproduktion og Den rullende Afprøvning, 17 pp.

Henriksen, K.; Olesen, T.; Rom, H.B. (2000). Omsætning af kulstof og kvælstofprocesser i kvægdybstrøelsesmåtter. I: Husdyrgødning og kompost. Næringsstofudnyttelse fra stald til mark i økologisk jordbrug (Eds.: Sommer, S.G. & Eriksen, J.). Forskningscenter for Økologisk Jordbrug, Tjele, Denmark, 29-34.

Holm, M. (2012). Benzoesyre reducerede ammoniak- og lugtemissionen fra slagtesvin. Videncenter for Svineproduktion, Den rullende Afprøvning, Meddelelse nr. 948, 21 pp.

Holm, M. & K.B. Sørensen (2019). Ammoniak- og metanemission fra drægtighedsstalde. Seges Svineproduktion, Erfaring nr. 1910, 27 pp.

Holm, M.; Sørensen, K.B. & Nielsen, M.F. (2017). Ammoniak- og lugtreduktion ved gyllekøling i slagtesvinestalde. SEGES Svineproduktion, Den Rullende Afprøvning, Meddelelse nr. 1105, 30 pp.

Jørgensen, M. og A.L. Riis (2014): 10% punktudsugning via sugepunkt midt under lejeareal i slagtesvinestald med fast gulv i lejearealet. Videncenter for Svineproduktion, Den Rullende Afprøvning, Meddelelse nr. 1000, 17 pp.

Jørgensen, M. og Riis, A.L. (2015). 20% punktudsugning via sugepunkt midt under lejeareal i slagtesvinestald med fast gulv i lejearealet. Videncenter for Svineproduktion, Den Rullende Afprøvning, Meddelelse nr. 1026, 14 pp.

Jørgensen, M., P. Pedersen og A.L. Riis (2013). Effekten af gyllekøling i slagtesvinestier med drænet gulv i lejeareal. Videncenter for Svineproduktion, Erfaring nr. 1312, 12 pp.

Kai, P.; Elvstrøm, J. & Bækgaard, H. (2015). Normtal for husdyrgødning 2014/15 – Baggrund for justering af tabsfaktorer for stalde til slagtekyllinger, rugeægshøns (HPR-høner) og mink. Notat, Aarhus Universitet, 23-02-2015, 10 pp.

Kai, P.; Adamsen, A.P.S.; Jensen, M.L.; Kasper, P.L. & Feilberg, A. (2017a). Ammonia emission from Danish cubicle barns for dairy cows - effect of floor type and manure scraping. DCA report No. 110, Aarhus University, 59 pp.

Kai, P.; Tybirk, P.; Jensen, M.L.; Jensen, H.B.; Bækgaard, H. & Hansen, M.N. (2017b). Indstilling vedr. ændringer i beregningsgrundet for normtal 2017/18. Notat, Aarhus Universitet, 29-03-2017, 4 pp.

Kai, P. (2018). Faglig vurdering af BAT-krav til sengestalde efter fremkomst af ny viden. Faglig redegørelse, DCA, Aarhus Universitet, 19 pp.

Karlsson, H. & Wqvist, W. (2013). Metod för korrigering av VFA-förlust vid bestämning av torrhalt i biomassa. Avfall Sverige utveckling, rapport nr. U2013:05, issn 1103-4092, 31 pp.

Kroodsmas, W.; Huis in 't Veld, J.W.H. & Scholtens, R. (1993). Ammonia emissions and its reduction from cubicle houses by flushing. Livestock Production Science, 35: 293-302.

Monteny, G.J. & Erisman, J.W. (1998). Ammonia emission from dairy cow buildings: a review of measurement techniques, influencing factors and possibilities for reduction. Netherlands Journal of Agricultural Science 46 (1998) 225-247.

Mosquera, J.; Hol, J.M.G. & Monteny, J. (2006). Gaseous emissions from a deep litter farming system for dairy cattle. International Congress Series 1293, 291-294.

Mosquera, J.; Hol, J.M.G. & Ogink, N.W.M. (2008). Analyse ammoniakemissioneniveau van praktijkbedrijven in de varkenshouderij (1990-2003) (Analyse af niveauer for ammoniakemission fra kommercielle svinestalde (1990-2003)). Animal Sciences Group van Wageningen UR, Rapport 135, 46 pp.

Mosquera, J., A. Winkel, R.K. Kwikel, F.A. Gerrits, N.W.M. Ogink, A.J.A. Aarnink. 2009. Fijnstofemissie uit stallen: vleeskalkoenen (Støvemission fra stalde: slagtekalkuner). Rapport 277, Wageningen UR Livestock Research, Lelystad.

Mosquera, J.; van Emous, R.A.; Winkel, A.; Dousma, F.; Lovink, E.; Ogink, N.W.M. & Aarnink, A.J.A. (2009). Fijnstofemissie uit stallen: (groot)ouderdieren van vleeskuikens (Støvemission fra stalde: Rugeægssalder). Wageningen UR Livestock Research, Rapport 276, 26 pp.

Mosquera, J.; Hol, J.M.G.; Winkel, A.; Huis in't Veld, J.W.H.; Dousma, F.; Ogink, N.W.M. & Groenestein, C.M. (2011a). Fijnstofemissie uit stallen: Nertzen (Støvemission fra stalde: Mink). Wageningen UR Livestock Research, Rapport 340, 25 pp.

Mosquera, J.; A. Winkel; F. Dousma; E. Lovink; N.W.M. Ogink & A.J.A. Aarnink (2011b). Fijnstofemissie uit stallen: leghennen in scharrelhuisvesting (støvemission fra stalde: æglæggende høner i gulvdrift med gødningskumme). Wageningen UR Livestock Research, Rapport 279, 26 pp.

Miljøstyrelsen (2009). Teknologiblad. Etagesystem ved ægproduktion, 1. udgave, Miljøstyrelsen.

Miljøstyrelsen (2011a). Driftsystem. Ægproduktion, skrabehøner, Version 1, 15.03.2011, Miljøstyrelsen, 6 pp.

Miljøstyrelsen (2011b). Driftsystem. Rugeægproduktion til slagtekyllinger, Version 1, 15.03.2011, Miljøstyrelsen, 5 pp.

Nicks, B.; Laitat, M.; Vandenheede, M.; Désiron, A.; Verhaighe, C. & Canart, B. (2003). Emissions of ammonia, nitrous oxide, methane, carbon dioxide and water vapor in the raising of weaned pigs on straw-based and sawdust-based deep litters. *Anim. Res.* 52, 299-308.

Ogink, N.W.M.; Mosquera, J. & Mol, J.M.G. (2013). Protocol voor meting van ammoniakemissie uit huisvestingssystemen in de veehouderij 2013a (Protokol for måling af ammoniakemission fra stalde 2013a). Rapport 1032, Wageningen.

Oldenburg, J. (1989). Geruchs- und Ammoniak-Emissionen aus der Tierhaltung. KTBL-Schrift 333, Kuratorium für Landtechnik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V., Darmstadt

Olsson, A.-N., K.-H. Jeppsson, J. Botermans, H. von Wachenfelt, M. Andersson, C. Bergsten & J. Svendsen (2014). Pen hygiene, N, P and K budgets and calculated nitrogen emission for organic growing-finishing pigs in two different housing systems with and without pasture access. *Livestock Science* 165 (2014):138-146.

Oosthoek, J.; Kroodsmas W. & Hoeksma, P. (1991). NH₃ emission from dairy and pig housing systems. In: V.C. Nielsen, J.H. Voorburg og P. L'Hermité (Eds.). *Odour and NH₃ emissions from livestock farming*. Elsevier Applied Science, London and New York, 31-41.

Pedersen, P. & Kai, P. (2008). Kildesepareringsstald med gulvudsugning. Dansk Svineproduktion og Videncenter for Svineproduktion, Den rullende Afprøvning, Meddelelse nr. 824, 24 pp.

Pedersen, P. & Jensen, T.L. (2010). Forskellige gulvtyper med og uden gulvudsugning til slagtesvin i en sommerperiode. Videncenter for Svineproduktion og Den Rullende Afprøvning, Meddelelse nr. 883, 26 pp.

Pedersen, P. & Jensen, T.L. (2012). Punktudsugning ved forskellige gulvtyper til slagtesvin i en vinterperiode. Videncenter for Svineproduktion, Den Rullende Afprøvning, Meddelelse nr. 940, 24 pp.

Pedersen, S. & Sällvik, K. (Eds.) (2002). CIGR 4th Report of Working Group on Climatization of animal houses. Heat and moisture production at animal and house levels. Research Centre Bygholm, Danish Institute of Agricultural Sciences, 45 pp.

Pedersen, S.; Blanes-Vidal, V.; Heetkamp, M.J.W. & Aarnink, A.J.A. (2008). Carbon dioxide production in animal houses: A literature review. *Agricultural Engineering International: CIGR Ejournal*. Manuscript BC 08 008, Vol. X. December, 2008.

Pfeiffer, A.; Arends, F.; Steffens, G. & Langholz, H.J. 1994. Ammonia emissions originating from naturally ventilated dairy cow housing systems with different dung systems. In: J.E. Hall (Ed.), Animal Waste Management. Technical Series 34. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, pp. 39-44.

Philippe, F.-X.; Laitat, M.; Canart, B.; Vandenheede, M. & Nicks, B. (2007). Comparison of ammonia and greenhouse gas emissions during the fattening of pigs, kept either on fully slatted floor or on deep litter. Livestock Science 111 (2007) 144-152.

Philippe, F.-X.; Wavreille, J.; Bartiaux-Thill, N.; Nicks, B. & Cabaraux, J.F. (2011). Ammonia and greenhouse gas emission from group-housed gestating sows depends on floor type. Agriculture, Ecosystems and Environment 140 (2011), 498-505

Philippe, F.-X.; Laitat, M.; Nicks, B. & Cabaraux, J.F. (2012). Ammonia and greenhouse gas emissions during the fattening of pigs kept on two types of straw floor. Agriculture Ecosystems & Environment 150, 45-53.

Poteko, J.; Zöhner, M. & Schrader, S. (2019). Effects of housing system, floor type and temperature on ammonia and methane emissions from dairy farming: A meta-analysis. Biosystems Engng. 182(2019): 16-28.

Poulsen, H.D. & Kristensen, V.F. (1997). Normtal for Husdyrgødning. En revidering af danske normtal for husdyrgødningens indhold af kvælstof, fosfor og kalium. Danmarks JordbrugsForskning, Beretning nr. 736, pp. 165.

Poulsen, H.D.; Børsting, C.F.; Rom, H.B. & Sommer, S.G. (2001). Kvælstof, fosfor og kalium i husdyrgødning – normtal 2000. DJF rapport nr. 36 Husdyr. Danmarks JordbrugsForskning, pp. 152.

Provstgaard, N.; Riis, M. & Hansen, M.N. (2010). Undersøgelse af ammoniakemission fra rugeægstalde 2008-2010. Videncentret for Landbrug, pp. 20.

Riis, A.L. (2016). Effekt af JH Forsuring NH_4^+ i slagtesvinestald med drænet gulv. Videncenter for Svineproduktion, Den rullende Afprøvning, Meddelelse nr. 1078, 22 pp.

Riis, A.L. og Jørgensen, M. (2014). 10% punktudsugning via sugepunkt midt under lejeareal i slagtesvinestald med fast gulv i lejearealet. Meddelelse nr. 1000, Videncenter for Svineproduktion, Den Rullende Afprøvning, 17 pp.

Riis, A.L. og K. Jonassen (2018): Test af forsuringshyppighed i svinestalde. SEGES Svineproduktion, Meddelelse nr. 1130, 12 pp.

Riis, A.L.; Jørgensen, M. & Pedersen, P. (2013). Effekten af gyllekøling i slagtesvinestier med drænet gulv i lejeareal. Videncenter for Svineproduktion, Den rullende Afprøvning Erfaring nr. 1312, pp. 12.

Riis, A.L., Jørgensen, M; Hansen og P. (2014). 10 % punktudsugning via sugepunkt under hver 2. stadskil-
lelse i slagtesvinestald med drænet gulv i lejearealet. Meddelelse nr. 999, Videncenter for Svineproduk-
tion, 19 pp.

Rom, H.B. & Henriksen, K. (2000). Kvælstoftab fra stalde med dybstrøelse til kvæg. Husdyrgødning og Kompost. I: I Sommer, S.G. & Eriksen, J. (Red.). Husdyrgødning og kompost. Næringsstofudnyttelse fra stald til mark i økologisk jordbrug. Forskningscenter for Økologisk Jordbrug, Tjele, Denmark, p. 5-13.

Serup, T. (Ed.) (2007). Stalde til økologiske slagtesvin. Dansk Landbrugsrådgivning, Landscentret, Øko-
logi, 37 pp.

Sommer, S.G.; Petersen S.O.; Sørensen P.; Poulsen, H.D. & Møller, H.B. (2007). Methane and carbon dioxide emissions and nitrogen turnover during liquid manure storage. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 78(1): 27-36.

Sommer, S.G.; Jensen, B.E.; Hutchings, N.J.; Lundgaard, N.H.; Grønkjær, A.; Birkmose, T.S.; Pedersen, P. og Jensen, H.B. (2006a). Emissionskoefficienter til brug ved beregning af ammoniakfordampning fra stalde. DJF rapport Husdyrbrug nr. 70. Danmarks JordbrugsForskning, pp. 45.

Sommer, S.G.; Zhang, G.Q.; Bannink, A.; Chadwick, D.; Misselbrook, T.; Harrison, R.; Hutchings, N.J.; Menzi, H.; Monteny, G.J.; Ni, J.Q.; Oenema, O. & Webb, J. (2006b). Algorithms determining ammonia emission from buildings housing cattle and pigs and from manure stores. *Advances in Agronomy* (89): 261-335.

Swierstra, D.; Smits, M.C.J. & Kroodsmma, W. (1995). Ammonia emission from cubicle houses from cattle with slatted and solid floors. *Journal of Agricultural Engineering Science* 62, 127-132.

Swierstra, D.; Braam, C.R. & Smits, M.C. (2001). Grooved floor system for cattle housing: Ammonia emis-
sion reduction and good slip resistance. *Applied Engineering in Agriculture*, 17(1): 85-90.

Sørensen, P.; Petersen, S.O.; Lind, A.-M. & Sommer, S.G. (1998). Nitrogen and organic matter losses during storage of cattle and pig manure. *J. Agric. Sci. Camb.* 130, 69-79.

VERA (2018). Test protocol for livestock housing and managements. Version 3:2018-09. [www.vera-ve-
rification.eu](http://www.vera-verification.eu).

Wever, A.C. & Hol, J.M.G. (1999). Onderzoek naar de ammoniakemissie van stallen XLIII. Twee traditio-
nele huisvestingssystemen voor vleeseenden (Undersøgelse af ammoniakemissionen fra stalde XLIII. To
traditionelle staldsystemer til slagtecænder). Rapport 99-07, Dienst Landbouwkundig Onderzoek, IMAG,
Wageningen, 53 pp.

Winkel, A.; Mosquera, J.; Hol, J.M.G.; Nijebroer, G.M.; Ogink, N.W.M. & Aarnink, A.J.A. (2009). Fijnstofemissie uit stallen: leghennen in volièrehuisvesting (Støvemission fra stalde: æglæggende høner i volierestalde). Rapport 278, Wageningen UR Livestock Research, 27 pp.