

Fjørfegjødsel i Norge

Håndtering og gassutslipp ved lagring

NORSØK RAPPORT | VOL. 6 | NR. 3 | 2021



TITTEL

Fjørfe gjødsel i Norge. Håndtering og gassutslipp ved lagring

FORFATTEREAnne-Kristin Løes¹⁾, John Morken²⁾¹⁾ NORSØK²⁾ Institutt for bygg- og miljøteknologi, Norges miljø- og biovitenskapelige universitet (NMBU)

DATO: 16.03.2021	RAPPORT NR.: 6/3/2021	STATUS: Åpen	PROSJEKT NR.: I NORSØK: 3204	
ISBN: 978-82-8202-121-0		ISSN:	ANTALL SIDER: 34	ANTALL VEDLEGG: 0

OPPDRA GSGIVER:

Landbruks- og matdepartementet

KONTAKTPERSON:Anne-Kristin Løes
anne-kristin.loes@norsok.no**STIKKORD:**ammoniakk, nitrogenutslipp, NH₃,
husdyrgjødsel, gjødsellager, kompostering,
tildekking av gjødselhaugAmmonia, N emission, NH₃, animal manure,
manure storage, composting, covering of
manure heap**FAGOMRÅDE:**

Landbruk

Agriculture

SAMMENDRAG:

Denne rapporten er skrevet på oppdrag fra Landbruks- og matdepartementet i januar-mars 2021. Oppdraget var å vurdere hensiktsmessigheten av et eventuelt krav om tørr lagring av fjørfe gjødsel. Rapporten beregner mengde produsert fjørfe gjødsel i Norge ut fra tilgjengelig statistikk, og beskriver dagens produksjon av fjørfe med tilhørende håndtering av fjørfe gjødsel. Deretter drøftes lagring av tørr gjødsel (fra slaktekylling og kalkun) og halvtørr gjødsel (fra verpehøns) og hvordan dette best kan skje for å unngå gasstap. Tap av ammoniakk fra bygninger med fjørfe og under lagring og spredning av gjødsel er en viktig miljøutfordring for fjørfenæringa. I denne rapporten er det lagring av gjødsel vi har sett nærmere på. Etter en gjennomgang av dagens praksis i Norge og aktuell faglitteratur, tilrår vi at det brukes ressurser på å dekke hauger med gjødsel med pustende duk eller plast, avhengig av hvor tørr gjødsel er. Slik tildekking bør skje enten gjødsel lagres under tak eller ikke. Hvis gjødsel lagres i hauger utendørs over flere uker må man ta hensyn til plassering i terrenget slik at det unngås avrenning.

SUMMARY:

This report was produced by request from the Ministry of Agriculture and Food during January-March 2021. The assignment was to assess the suitability of a potential legislation request for manure from poultry to be stored in dry condition. The report estimates the amount of poultry manure produced in Norway by 2021 from available statistics and describes how poultry are generally produced in Norway and how this affects the composition of the manure. Thereafter, the storage of relatively dry manure from poultry for slaughter (chicken and turkey) and semi-dry manure from laying hens are discussed, with a perspective to reduce gaseous losses of ammonia (NH₃). Losses of NH₃ from poultry buildings, during storage and linked to application in the field are important for the poultry industry to consider for environmental protection. This report focuses on the storage. Based on the description of the current situation for poultry production in Norway, and a review of international literature, we propose that the poultry farmers should cover windrows of poultry manure with plastic or permeable fleece, dependent on the dryness of the manure. Such covering should apply also for manure stored indoor. If poultry manure is stored outdoor over several weeks, care must be taken about placement to avoid runoff and pollution of water bodies.

LAND:

Norge

GODKJENT

Turid Strøm

DAGLIG LEDER NORSØK

Anne-Kristin Løes

PROSJEKTLEDER

Forsidebilde: Ved slutten av et innsett med fjørfe til slakt, her slaktekyllinger, skal strølaget være tørt og smuldre lett. Foto: Norsk Fjørfevalg.

Forord

Lovverket om lagring og bruk av organiske gjødselvarer er til revisjon, og NORSØK ble i januar 2021 spurt av Landbruks- og matdepartementet om å bidra til å gi en oversikt over dagens produksjon og lagring av fjørfegjødsel, og å vurdere hensiktsmessigheten av et eventuelt krav om tørr lagring av slik gjødsel. Det brukes betydelige mengder fjørfegjødsel som handelsgjødsel i økologisk dyrking, og det er av interesse for NORSØK å kjenne til hvordan fjørfegjødsel produseres og lagres og hvordan man best kan bevare næringsstoffene i gjødsla fram til spredning. Dette gjelder spesielt nitrogen, som fjørfegjødsel er rik på. Rapporten ble utarbeidet sammen med John Morken ved NMBU, som har svært god kjennskap til byggetekniske og andre tekniske løsninger for lagring og håndtering av husdyrgjødsel. Vi takker for god hjelp fra flere informanter i fjørfenæringa, og spesielt Norsk Fjørfelag ved Karianne Fuglerud Ingerø, som også har bidratt til å illustrere rapporten med gode bilder.

Tingvoll, 16.03.21

Anne-Kristin Løes, seniorforsker.

Innhold

1	Innledning.....	6
1.1	Om begrepet fjørfe i denne rapporten	6
1.2	Hva er fjørfegjødsel?	7
1.3	Omfanget av fjørfeproduksjon i Norge	7
1.4	Litt om bygninger og innredninger for fjørfe	10
1.5	Mengde produsert fjørfegjødsel per år	16
1.6	Tørrstoffinnhold og C/N i norsk fjørfegjødsel	19
2	Hva skjer i fjørfegjødsel under lagring?.....	20
2.1	Dagens forskrift for lagring av fjørfegjødsel, og internasjonale krav til reduserte utslipp av ammoniakk (NH ₃)	20
2.2	Faktorer som påvirker utslipp av NH ₃ fra fjørfegjødsel	21
2.3	Mer om forhold som påvirker tap av NH ₃ i lager	24
2.4	Gjødsel fra fjørfe til slakt: Dekking med permeabel duk	24
2.5	Strøfattig gjødsel fra verpehøns: Dekking med plast.....	26
2.6	Biogass	27
3	Vurdering av hensiktsmessigheten av krav til tørr lagring av fjørfegjødsel.....	28
3.1	Frittgående verpehøns i hus med aviarier	28
3.2	Fjørfe til slakt.....	28
3.3	Mulige krav for lagring av fjørfegjødsel	29

1 Innledning

1.1 Om begrepet fjørfe i denne rapporten

Med hjelp fra Mattilsynet (2013) definerer vi her fjørfehold som en aktivitet som omfatter avl og oppdrett av husfugler og omsetning av produktene fra dem (kjøtt, egg og fjær). Begrepet «husfugl» er ifølge Norsk ordbok fugl som holdes som husdyr, og samme ordbok definerer «fjørfe» som en fellesbetegnelse for fugler holdt som husdyr. Som eksempel nevnes høne, gås og and. I denne rapporten er det naturlig å legge til slaktekylling og kalkun, som det er vesentlig større produksjon av Norge enn ender og gjess (Tabell 1).

Sammenliknet med de pattedyra vi bruker til husdyr har fugler en kort generasjonssyklus. Det tar bare noen måneder fra fuglen kommer ut av egget, til den selv kan legge egg. Ei verpehøne starter egglegging ved ca. 20 ukers alder, og legger egg i om lag ett år før den avlives. Slaktekylling vokser raskest av fjørfe til slakt. Varigheten av et oppal varierer noe mellom kyllingraser, men er i gjennomsnitt 33 dager med 1350 g slaktevekt (Animalia 2020a). For kalkun er oppdrettstida noe lenger, i gjennomsnitt 12 uker for kalkunhøner som gjerne selges som hel fugl (6 kg slaktevekt), og 18-19 uker for kalkunhaner, som da brukes til nedskjæringsprodukt (slaktevekt 14 kg; Animalia 2020a). For ender er oppdrettstida om lag 42 dager, og da er slaktevekta ca. 2,3 kg (Fjørfe 2018). Samme bygning kan brukes til flere typer fjørfe, f.eks. både slaktekylling og kalkun, og bygninger kan stå tomme i perioder.

I denne rapporten konsentrerer vi oss om fjørfehold av profesjonell art, dvs. bedrifter som ligger nær opp mot gjeldende eller tidligere konsesjonsgrenser. Konsesjonsgrensa for verpehøns har vært uendret siden 2004 (Landbruksdirektoratet 2021), mens grensene for fjørfe til slakt økte betydelig i 2015. Dagens konsesjonsgrenser, definert i Forskrift om regulering av svine- og fjørfeproduksjonen (Lovdata 2021a) fastslår at høyeste antall tillatte individ per år er:

- 280 000 omsatte eller slaktede kyllinger (grense 120 000 fra 2004 til 2014)
- 60 000 omsatte eller slaktede kalkuner (grense 30 000 fra 2004 til 2014)
- 7 500 verpehøner på et hvert tidspunkt (samme grense siden 2004)

En konsesjon for husdyrhold følger en eiendom med gård- og bruksnummer, men er også knyttet til en person. Det er eksempler på eiendommer som hadde flere dyr (fugler) enn konsesjonsgrensene da disse ble innført, og som fortsatt driver over konsesjonsgrensene. Hvis slike eiendommer skal overdras til andre, må ny eier søke om å få videreføre drift over konsesjonsgrensa. I praksis er altså konsesjonsgrensene det samme som maksimalt antall fugler på en gård, men det finnes eksempler på større besetninger.

Forskriften definerer ulike typer fugler innen konsesjonsbelagt fjørfehold som verpehøns (fra 20 uker, som produserer egg til konsum eller rugeegg), slaktekylling (fra en ukes alder) og kalkun (fra en ukes alder). Det kan være mer enn en konsesjon per gårdbruker

Produksjonen av gjess og ender er begrenset i Norge (Tabell 1), og ikke konsesjonsbelagt. I denne rapporten beskriver vi omfanget av produksjon av **kalkun, slaktekylling, ender og hønsehold**. Hønseholdet består av produksjon av verpehøner, også kalt **livkylling**, (de første 20 ukene), og hold av **verpehøner** (om lag ett år fra 20 ukers alder, før de blir slaktet eller avlivet).

1.2 Hva er fjørfegjødsel?

I motsetning til pattedyr, som skiller ut urin og ekskrementer hver for seg, har fugler en gjødsel der urin og avføring er samlet i en klatt. Fuglegjødsel er kjent for å være en kraftig gjødsel med høyt innhold av nitrogen (N), siden den ikke er «tynnet ut» med vann i form av urin. Vann som fuglen har drukket suges opp i tarmsystemet før gjødsel skiller ut gjennom kloakkåpningen, hvor også eggene kommer ut. Helt fersk fjørfegjødsel inneholder 70-75% fuktighet (Litorell 2005). Nitrogenet i fjørfegjødsel er i form av urinsyre og urea (ca. 60%), mens resten er ammonium (ca. 10%) og organisk N (fra ufordøyd protein). Fersk fjørfegjødsel uten annen innblanding inneholder ca. 1,2-1,5% N (12-15 kg/tonn), 0,3-0,4% fosfor (P) (3-4 kg /tonn) og 0,4-0,6% kalium (K) (4-6 kg/tonn) (Litorell 2005). Forholdet mellom karbon og nitrogen, C/N er betydelig lavere enn for andre typer husdyrgjødsel, om lag 10 (Litorell 2005). Urinsyre og urea danner lett gassen ammoniakk (NH₃), og det er viktig å ha god ventilasjon i fjørfehus av hensyn til dyr og røkter. Med tanke på luftforurensning, og å kunne utnytte nitrogenet til gjødsel for plantevekst, er det viktig å redusere NH₃ tapene mest mulig hele veien fra gjødsel kommer ut av dyret til det er innarbeidet i jorda. Husdyrgjødsel er også i søkelyset med tanke på utslipp av klimagassene lystgass (N₂O) og metan (CH₄), men siden fjørfegjødsel gjennomgående er mye tørrere enn annen husdyrgjødsel er det NH₃ som er den viktigste gassen å ta hensyn til ved håndtering av gjødsel fra fjørfe. Indirekte er NH₃ også en klimagass fordi utslipp av NH₃ bidrar til dannelsen av N₂O, noe som har fått oppmerksomhet f.eks. i forbindelse med NH₃ utslipp fra luftegårder for storfe (Denmead et al. 2008).

1.3 Omfanget av fjørfeproduksjon i Norge

Forbruket av fjørfekjøtt har økt svært raskt i Norge de siste 30 årene. I 1990 var engrosforbruket 4,7 kg fjørfekjøtt per innbygger. I 2019 hadde denne mengden økt til 20,1 kg per person i året (Animalia 2020b). I samme periode økte forbruket av egg fra 11,3 til 13,6 kg per innbygger og år. I 2019 var det 553 bønder som produserte mer enn 1000 slaktekylling i Norge, en nedgang fra 647 i 2015 (Animalia 2020b). For kalkun var det 41 produsenter som hadde mer enn 1000 dyr i 2019, en nedgang fra 69 i 2015. Det var 9 gårdsbruk som produserte and for slakt i 2019 (Animalia 2020b). For konsum- og rugeegg var det 586 produsenter med mer enn 1000 høneplasser i 2019 (Animalia 2020b), og av disse var det 71 som produserte rugeegg og 515 som produserte konsumegg (informasjon fra Norsk Fjørfelag. Det var 19 produsenter av livkylling, dvs. fugler som skal bli til verpehøns (Animalia 2020b). Livkyllingperioden varer fra eggene klekkes til dyra er 16 uker.

Agri Analyse har nylig analysert norsk fjørfenæring (Hillestad m.fl. 2020), og oppga antall kommersielle fjørfebønder i Norge i 2018 til 1250. Dette tallet er ikke langt unna summen av antall produsenter presentert av statistikkgjennomgangen for 2019, der summen blir 1208 (Animalia 2020b). For produsenter av slaktekylling er det mest vanlig å ha mellom 100 000 og 140 000

kyllinger per år. 64 av 195 produsenter som deltok i Agri Analyse sin spørreundersøkelse oppga dette antallet som vanlig årlig produksjon (Hillestad m.fl.2020).

Den samlede produksjonen av fjørfe til slakt i Norge er her beskrevet gjennom Landbruksdirektoratets årlige statistikk over fjørfe (antall individ og kg) levert til slakteanlegg (Tabell 1). Det kunne alternativt vært beskrevet gjennom statistikk for søknad om produksjonstilskudd. I 2018 og 2019 var det 11 slakteanlegg for fjørfe i Norge som var registrert i slaktestatistikken. Når vi summerer mengde produsert (slaktet og godkjent for tilskudd) og kassert vare, håndterte disse bedriftene i 2019 om lag 99 000 tonn med kylling, 7 600 tonn kalkun, knapt 800 tonn med høns, 680 tonn med and og gås, og 15 tonn med haner. I 2018 (data ikke vist på slakterinivå) var det ikke oppgitt noen mengder for haner, men de tilsvarende tallene for andre grupper av fjørfe var da var da 89 000 tonn kylling, 7 200 tonn kalkun, 1000 tonn høns, 642 tonn and og 7 tonn gås. Mengden av fjørfe som produseres til slakt i Norge viser en økning over tid. **I det videre arbeidet i denne rapporten (Kap. 1.5) har vi brukt tall fra 2019 som utgangspunkt for å beregne mengde produsert fjørfegjødse fra slaktekylling, kalkun og and i Norge.** For verpehøns er det imidlertid kun en liten andel som slaktes; de aller fleste avlives med gassing på gården ved utrantering (Animalia 2020a). Her må vi inn med andre tall for å beregne gjødselmengden. Det var 4 494 000 (om lag 4,5 millioner) verpehøns i Norge i 2018 (Hillestad m.fl. 2020), og dette tallet varierer lite fra år til år. Den årlige produksjon av livkylling i Norge er omtrent like stor som antall verpehøns, siden disse skiftes ut om lag en gang årlig. En annen gruppe fjørfe som produserer gjødse, men i liten grad slaktes, er høner (og noen haner) som produserer egg som klekkes ut til slaktekyllinger, og høner (og noen haner) som produserer egg som blir til verpehøns-kyllinger. Slike foreldredyr skiftes også ut om lag en gang per år. Det er om lag 548 000 foreldredyr til slaktekyllinger per år, og 55 000 foreldredyr til verpehøns-kyllinger (informasjon fra Norsk Fjørfelag). Disse tallene brukes videre i Kapittel 1.5.

Tabell 1. Antall dyr, og mengde håndtert vare (kg) av ulike typer fjørfe ved norske fjørfeslakteri i 2019. Kilde: Landbruksdirektoratet 2021b.

Slakteri	Type fjørfe	Antall slaktet	Mengde, kg	Antall kassert	Mengde, kg
Nortura SA Norsk Kylling	Kylling	1 141 215	1 874 976	30 365	26 154
Nortura SA Elverum	Hane	482	1 865	-	-
	Høns	76 974	101 157	18 321	28 573
	Kylling	8 863 061	10 526 588	315 602	227 457
	Kylling	8 863 061	10 526 588	315 602	227 457
Nortura SA Hærland	Hane	3 390	13 333	9 479	12
	Høns	82 979	241 533	228 157	3 254
	Kalkun	808 677	7 540 266	23 715	19 207
	Kylling	20 935 575	28 619 011	494 610	344 757
Nortura SA Gårdsand	Kylling	394 546	750 996	16 562	16 955
Nortura SA avd. Hå	Kylling	4 876 289	6 767 603	83 188	48 352
Gårdsand AS	And	198 100	465 493	6 019	14 638
	Kylling	263 586	488 412	4 386	8 243
Holte gård Drangedal AS	And	83 358	195 618	-	-
	Gås	1 214	6 124	-	-
	Høns	5 666	5 344	-	-
	Kylling	95 502	187 768	961	541
Norsk Kylling AS Støren	Høns	6 368	10 434	575	931
	Kylling	11 517 016	18 842 653	204 360	339 157
Ytterøykylling AS	Høns	353 976	389 192	18 028	4 562
	Kylling	3 375 404	5 166 292	41 246	18 473
Den Stolte Hane AS	Kylling	16 896 387	24 483 335	282 141	151 004
Økodrift Homlagarden AS	Kalkun	14 014	79 178	211	1 191
	<u>TYPE</u>	<u>ANTALL</u>	<u>MENGDE, KG</u>		
SUM inkl. kassert	Hane	13 351	15 210		
	Høne	791 044	784 971		
	Kylling	69 865 535	98 959 619		
	Kalkun	846 617	7 639 842		
	Gås og and	288 691	681 873		

Det finnes produsenter av konsumegg i alle landets fylker (Fjørfe 2020), men de fleste produsentene finner vi i Rogaland, Hedmark og Østfold. Disse tre fylkene, pluss Trøndelag, er også klart størst innen slaktekylling (Fjørfe 2020). Rundt 90 prosent av slaktekyllingprodusentene holder til i disse fire fylkene (Hillestad m.fl. 2020). Østfold har flest kalkunprodusenter. Det er i Østfold og Rogaland vi finner de største kyllingslakteriene (jfr. Tabell 1: Nortura Hærland i Østfold; Den Stolte Hane -Nærbø i Rogaland). Mens Trøndelag er størst på slaktekylling, er Rogaland størst på eggproduksjon. Produsenter av slaktekylling i Rogaland har betydelig større besetninger enn i Trøndelag. Rogaland har over 30 produsenter med over 200 000 slaktekylling i året, mens tilsvarende for Trøndelag (i året 2018) var ni produsenter. Strukturen i Hedmark er noe midt imellom disse.

Det sentrale i denne rapporten er imidlertid ikke produksjon av egg eller fjørfekjøtt, men den gjødsla som produseres som en konsekvens av denne aktiviteten, og hvordan den håndteres fram til spredning eller annen avhending. Med håndtering forstår vi da på hvilken måte gjødsla samles opp underveis i selve dyreholdet, og hvordan gjødsla lagres etter at den er tatt ut av husdyrrommet.

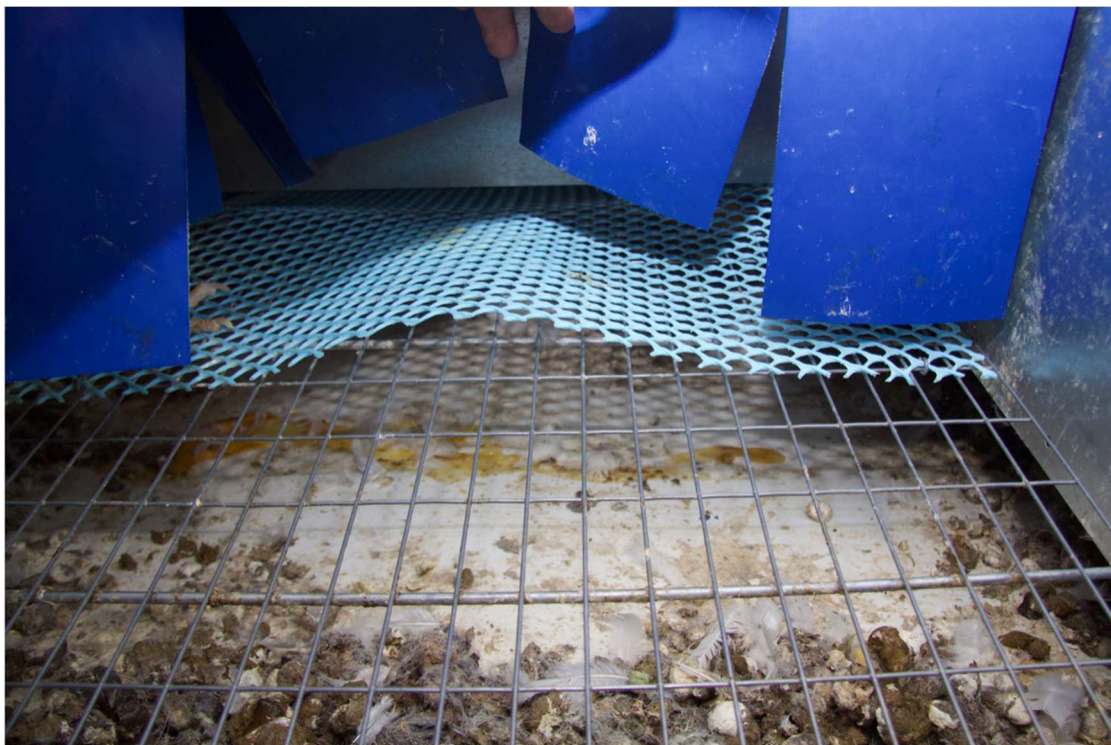
1.4 Litt om bygninger og innredninger for fjørfe

Rivedal m.fl. (2019) beskrev mulighetene for reduksjon i utslipp av ammoniakk (NH₃) fra norsk husdyrhold. De oppgir at i 2017 var 23,5 % av norske verpehøns oppstallet i miljøbur med innredning (Bilde 1), mens 70 % var frittgående. Økologisk produksjon stod for 6,5 % av høneplassene; her må hønene være frittgående og i tillegg ha adgang til uteområde. Overgang fra miljøbur til frittgående verpehøns i hus med aviarier har gått svært raskt i Norge, og i 2019 var kun 9% av verpehønene i miljøbur, 82% var frittgående og 7,5% var økologiske (Animalia 2020b). En ombygging fra miljøbur til frittgående systemer er en betydelig kostnad for produsentene, som fort kan komme på 1,5-2 millioner kr per ombygging (Fjørfe 1028; Fjørfe 2020c; Fjørfe 2020d).

Bur til verpehøns (Matprat 2019) kan deles inn i smågruppebur (typisk 7-10 høner, Bilde 1) eller storgruppebur (typisk 40-60 høner). Uansett gruppestørrelse skal hver høne ha tilgang på 850 cm² gulvplass, 15 cm vagle, 12 cm fôrtro, rede og strøbad eller skrapeområde. Under burene er det montert bånd som samler opp og frakter gjødsla ut av dyrerommet (Bilde 2), som regel 1-3 ganger per uke.



Bilde 1. Verpehøns i miljøbur med plass til 7-10 høner per bur. Foto: Norsk Fjørfeleg.



Bilde 2. I miljøbur går hønene på netting. Gjødsele og strømateriale fra strøbad inne i burene (se blå kasse på Bilde 1) faller ned på gjødseleband, som kjøres slik at gjødsla fjernes fra huset 1-2 ganger per uke. Foto: Norsk Fjørfeleg.

I systemer for frittgående høns skal det være maksimalt 9 dyr per m² bruksareal som skal være tilgjengelig for dyra (Matprat 2019). Dyra skal ha tilgang til rede, 15 cm vagle hver, et strøareal på minst 1/3 av gulvarealet og minst 250 cm² strøareal per høne. I norske hønseløsninger er det vanlig å utnytte høyden, og det at fuglene liker å bevege seg opp og ned, til å plassere areal hvor dyra kan hvile, spise, drikke og legge egg i flere høyder over hverandre. Slike innredninger kalles aviarier, og i Norge er det tillatt å ha inntil fire slike etasjer over hverandre (Bilde 3). I systemer med flere etasjers kan hønene bevege seg fra nivå til nivå, innledningsvis ved hjelp av trappetrinn, men etter hvert flyer dagens lette verpehøner uten problemer både ned fra og opp til øverste etasje. Det meste av gjødsel produseres i hvileområdet, og det er oppsamlings- og transportbånd for gjødsel under aviariene på samme måte som for bur.

Frittgående høner kan ha tilgang til overbygd eller åpent utendørs areal. Dette er et krav for økologiske verpehøns. Det finnes også noen få flokker med verpehøns som har et slikt opplegg, men med konvensjonell fôring.

For om lag 30 år siden var det også i Norge vanlig å ha verpehøns i bur, over en gjødselkjeller hvor gjødsel ble samlet opp. Dette er fortsatt vanlig i mange andre land, og det er dette som er sammenlikningsgrunnlaget for internasjonale avtaler om reduksjoner av utslipp av NH₃ for fjørfe. Slike system gir større utfordringer med å holde lav konsentrasjon av NH₃ i dyrerommet.



Bilde 3. Eksempel på aviar-innredning for frittgående høner. Også her er det gjødselbånd under aviariene hvor hønene hviler og legger egg. På golvet er det strø som blandes med noe gjødsel; ca. 10% av gjødselmengden fra hønene faller her. Foto: Norsk Fjør felag.



Bilde 4. Gjødselskraper kan monteres under aviariene for å redusere mengden strømateriale på golvet ettersom hønene legger fra seg gjødsel der. Skrapene kan kjøres uavhengig av gjødselbåndene. Alternativt fjernes noe av strølaget manuelt ved behov. Foto: Norsk Fjør felag.

Gjødselbånd under miljøbur og aviarier transporterer gjødsle ut av dyrerommet, enten til utvendig lager (evt. gjødselkjeller) eller til en tilhenger som frakter gjødsle ut til videre lagring. Det kan monteres små skraper under aviariene (Bilde 4) som kan redusere strømengden på golvet. Ved avslutning av et innsett fjernes alt materiale fra golvet, og huset vaskes grundig og desinfiseres før neste innsett. Det er vanlig at man blander gjødsel fra bånd underveis i produksjonen og materiale fra golvet ved slutten av innsettet. Med mindre gjødsle faller fra bånd og ned i en kjeller eller henger er det vanlig å ha en skrue der båndene slutter som transportere gjødsle ut av huset.

Enkelte produsenter med verpehøns i miljøbur har vifter som tørker gjødsle på transportbåndet. Dette reduserer avgangen av NH_3 . Slikt utstyr er dårlig tilpasset bånd under aviarier. Gjødsel fra frittgående verpehøns kan være noe tørrere enn gjødsel fra burhøns siden det er krav til strø på golvet. Det er imidlertid en liten andel av den totale gjødselmengden fra frittgående verpehøns som består av strø. Det er ikke ønskelig å ha for tykt lag med strø på golvet, fordi dette kan medføre at hønene legger egg på golvet. I praksis forsøker man å holde tykkelsen < 2-3 cm. Dette er nok til at hønene kan støvbade og lete etter korn, kalkstein og annet aktiviseringsmateriale som strøs ut jevnlig. Siden strøet blandes raskt opp med gjødsel som finfordelles fordi hønene stadig bearbeider det, er det nødvendig å fjerne noe materiale regelmessig. Det finnes små skraper som kan monteres under aviariene, eller man kan skuffe opp overflødig materiale og legge det på gjødselbåndet. Det er ikke vanlig å supplere med nytt strø annet enn i minimale mengder for å aktivisere dyra. Enkelte hønsehus har nå golvvarme, som bidrar til tørt strø og god luftkvalitet. Det er ikke vanlig at gjødsel fra verpehøns kladder seg fast til golv eller innredning.

I produksjon av slaktekylling, kalkun og and til slakt blir det lagt inn et lag med strø før hvert innsett. I hus uten varme i golvet, og spesielt vinterstid, ble det tidligere brukt et tykt strølag for å isolere mot kulde, og det var ønskelig å få en varmgang i massen for å holde strøet tørt. I moderne fjørfehus er det som regel golvvarme, og da reduseres behovet for strø. Det legges inn et lag med 1-2 cm kutterflis ved oppstart (Bilde 5).



Bilde 5. Kalkunkylling på «ferskt» strølag av kutterflis, 1-2 cm tykkelse. Foto: Norsk Fjørfeleg.

Det er ikke vanlig å tilføre betydelige mengder strø til golvarealet i løpet av innsettet, men det tilføres gjerne strømateriale som aktiviseringstiltak (Bilde 6a). God tilgang på dypt strø sikres i egne områder med strøbad, gjerne av torv (Bilde 6b).



Bilde 6a (til venstre): Lusernehøy er populært blant fjørfe til slakt. Mesteparten av dette blir spist.
Bilde 6b (til høyre): Binger med strøbad er viktige for velferden. Torv er populært å «bade» i for slaktekyllinger. I løpet av innsettet havner alt innholdet i slike binger i strølaget. Foto: Norsk Fjørfeleg.

Når dyra er slaktet, blir materialet på golvet, som i likhet med beskrevet for høner vil være en god blanding av finfordelt gjødsel og strø, fjær og aktivitetsmateriale (Bilde 7), fjernet og transportert til lager.



Bilde 7a (til venstre): Kalkuner som nærmer seg slakteklar alder. Bilde 7b (til høyre): Slaktekylling mot slutten av et innsett. Det er et mål å holde strølaget tørt gjennom hele innsettet. Foto: Norsk Fjørfeleg.

Et viktig tiltak for å holde bunnet i fjøset tørt er å unngå kondens og vannlekkasjer, og å tilpasse fôret slik at gjødsel blir mest mulig tørr. Etter at dyra er sendt til slakt fjernes alt fra golvet, og huset vaskes og desinfiseres før neste innsett.

Rivedal m.fl. (2019) har anslått hvor mye av fjørfegjødsel (fra verpehøns og slaktekylling) som lagres i kjeller, eventuelt annen bygning, eller utendørs (Tabell 2). Merk at tallene for gjødselmengder er vist som total-N. Får vårt formål her er det andelen av gjødsel som er lagret på ulike vis som er av interesse. Tallene viser at nesten 60% av gjødsel fra slaktekylling lagres rett på bakken uten tak, mens nesten 70% av hønsegjødsel lagres i kjeller eller hus og snaut 20% direkte på bakken uten tak. For gjødsel som lagres rett på bakken er det ikke vanlig å dekke lageret med tak. Lagring på plate er som regel en plate eller platting støpt av betong.

Tabell 2. Ulike lagringsmåter for gjødsel fra verpehøns og slaktekylling. Mengde total-nitrogen i tonn, og prosentandel. Etter Rivedal m.fl. 2019 (Tabell 5.9).

Dyregruppe	I alt	Kjeller, hus e.l.	På bakken, med tak	På bakken, uten tak	På plate, med tak	På plate, uten tak
Verpehøns	2969	2017	93	518	68	255
%	100	68	3	17	2	9
Slaktekylling	2277	460	95	1217	317	98
%	100	20	4	57	14	4

Gjødsel fra kalkun er produsert på samme måte som for slaktekylling, og er i denne rapporten behandlet på samme måte som slik gjødsel.

1.5 Mengde produsert fjørfegjødsel per år

I rapporten «Bruk av gjødselressurser i jordbruket 2018» (Kolle & Oguz-Alper 2020) ble det gjennom Statistisk sentralbyrå (SSB) undersøkt et utvalg på 5260 bedrifter med mer enn 5 gjødseldyreenheter, av en populasjon på 34 249 bedrifter. Undersøkelsen var obligatorisk med en svarandel på 97%, og dekket 15% av virksomhetene. Rapporten oppgir ikke mengde produsert gjødsel i tonn, men i tonn totalt nitrogen (tot-N). Omregningsfaktorene som ble brukt er 18,8 kg tot-N per tonn for fast gjødsel fra verpehøns, 12 kg for bløtgjødsel fra verpehøns, 27,9 kg for slaktekylling (broilere, med strø) og 26,2 for kalkungjødsel, hvor produksjonen også foregår på strø. Disse faktorene er til dels betydelig høyere enn verdier oppgitt f.eks. av Litorell (2005), 1,2-1,5% i fersk gjødsel (1% = 10 kg/tonn). Rapporten oppgir også en verdi for mengde tot-N produsert per dyr av kylling, kalkun, and og gås, men ikke for verpehøner. For kylling, som er den desidert største produksjonen, var faktoren 0,0297 kg tot-N per dyr, og for kalkun 0,4523 kg. Multipliserer vi disse verdiene med antall dyr i Tabell 1 (inkludert kasserte dyr) får vi som resultat at det ble produsert 2 075 tonn tot-N i kyllinggjødsel og 383 tonn tot-N i kalkungjødsel. Dividerer vi disse mengdene med verdiene 27,9 og 26,2 kg tot-N per tonn gjødsel, kommer vi fram til en gjødselmengde på ca. 74 000 tonn for slaktekylling. Dette er noe lavere enn mengden produsert kyllingslakt som er ca. 99 000 tonn, noe som viser den høye fôrutnyttelsen hos disse dyra. For kalkun ble resultatet av produsert mengde gjødsel 14 615 tonn, som er om lag det dobbelte av mengde produsert kalkun til slakt (Tabell 1). Kolle & Oguz-Alper

(2020) beregnet at gjødsel fra verpehøns og fjørfe for slakt utgjorde 7% av alt N i lagret husdyrgjødsel.

Morken (1999) anslo tall for å beregne lagringskapasitet for gjødsel, og oppga følgende gjødselmengder for fjørfe:

Fjørfe i bur:

- unghøner (0-18 uker): 4 liter per dyr
- verpehøns: 3,3 liter per dyr og måned

Fjørfe på golv med strø:

- unghøner (0-18 uker): 5 liter per dyr
- verpehøns: 3,5 liter per dyr og måned
- foreldredyr slaktekylling: 4 liter per dyr per måned
- slaktekylling (0-35 dager): 1,7 liter per dyr
- avlskalkun; 9 liter per dyr per måned
- slaktekalkun høne (11 uker): 6,8 liter per dyr
- slaktekalkun hane (16 uker): 9 liter per dyr

I seinere år har produksjon og lagring av husdyrgjødsel i større grad vært presentert med sikte på å kunne vurdere belastninger på miljøet gjennom utslipp av nitrogen (N) og fosfor (P). For fjørfe er det en betydelig endring siden 1999 at det store flertall av verpehøns ikke lenger lever i bur, og at gjødselproduksjonen per dyr er lavere siden hønene er blitt lettere over tid og har betydelig bedre fôrutnyttelse. Den nyeste publikasjonen som anslår mengder av husdyrgjødsel per dyr i Norge er Nesheim & Sikkeland (2013), som for fjørfe gjengir verdier presentert av Karlengen m.fl. (2012), og Morken (1999). Karlengen m. fl. (2012) oppgir gjødselproduksjonen i kg tørrstoff per kg slakt eller egg, og per dyr (Tabell 3).

Tabell 3. Samletabell for gjødseltørrstoff (kg TS), og N- og P-utslipp (i gram) fra ulike fjørfeproduksjoner. Etter Karlengen m.fl. 2012 (Tabell 28).

Produksjon	Kg TS/ kg slakt el. egg	Kg TS/ dyr	Kg TS/ dyreplass/ år	g P/ kg slakt el. egg	g P/ dyr	g P/ dyreplass/ år	g N/ kg slakt el. egg	g N/ dyr	g N/ dyreplass/ år
Slaktekylling	0,57	0,63	13,61	5,7	6,3	41,1	27,0	29,7	193,2
Kalkun	0,81	6,89	57,45	12,4	106,0	265,0	53,1	452,3	1130,6
Verpehøns	0,62	13,15	35,61	7,4	157,2	127,7	31,4	669,8	544,2
Livkylling	-	1,29	10,35	-	14,0	33,7	-	45,7	109,7
Sl.kyll.mødre	1,31	15,72	52,40	17,4	208,7	208,7	58,9	706,5	706,5
And	0,81	2,11	35,17	8,2	21,2	106,1	28,7	74,6	372,7

I Tabell 4 har vi multiplisert mengde gjødsel per dyr med antall dyr for å komme fram til totale gjødselmengder av fjørfegjødsel, i tonn tørrstoff (TS) og ferskvekt. Antall dyr for grupper av fjørfe som produseres for slakt er vist i Tabell 1. For høns som produserer egg til konsum eller kyllinger har vi tatt med et antall livkyllinger (unghøner) tilsvarende antall verpehøns og brukt verdi fra Hillestad m.fl. (2020) som grunnlag for antall verpehøns i 2018, og latt dette tallet gjelde også for 2019. For

antall verpehønsmødre og slaktekyllingmødre har vi fått informasjon om antall dyr i 2019 fra Norsk Fjørfe­lag. Mengder i kg TS per dyr er beregnet med verdier fra Karlengen m.fl. (2012), mens mengder i ferskvekt er beregnet med verdier fra Nesheim og Sikkeland, som har brukt verdier på 30 eller 25% TS for å beregne ferskvekt. Litorell (2005) oppgir at TS-innholdet i helt fersk fjørfegjødsel er 25-30%. Mengde strø som blandes inn i gjødsla må legges til for å få de endelige mengdene av gjød­sel. Litorell (2005) oppgir at fjørfegjødsel fra unghøns, slaktekylling og kalkun på «ströbädd» har > 70% TS.

Tabell 4. Beregning av total mengde gjød­sel som tonn tørrstoff (TS) fra fjørfe i Norge for året 2019, ut fra kg TS per dyr og år (Karlengen m.fl. 2012 se Tabell 3) og antall dyr fra ulike kilder: L.dir. = håndtert ved norske fjørfeslakterier, se Tabell 1; Hillestad = Hillestad m fl (2020); antall verpehønsmødre og slaktekyllingmødre oppgitt i informasjon fra Norsk Fjørfe­lag (NF). Gjød­selmengder i tonn TS for hver dyregruppe er sammenholdt med menger i tonn for hver dyregruppe ut fra verdier oppgitt av Nesheim & Sikkeland (2013).

Produksjon	Kg TS/ dyr	Antall dyr	Kilde	Gjød­sel tonn TS	Gjød­sel kg/dyr	Gjød­sel kg/dyr	% TS	Gjød­sel tonn
Slaktekylling	0,63	69 865 535	L.dir.	44 015	2,1	2,1	30	146 718
Kalkun	6,89	846 617	L.dir.	5 833	23	23	30	19 447
Verpehøns	13,15	4 494 000	Hillestad	59 096	43,83	43,83	30	196 972
Livkylling	1,29	4 494 000	Hillestad	5 797	4,30	4,30	30	19 324
Høner til rugeegg for livkylling (verpehøns­mødre)	13,15	55 000	NF	723	52,4	52,4	25	2 882
Høner til rugeegg for slaktekylling (slaktekyll.mødre)	15,72	548 000	NF	8 615	52,4	52,4	30	28 715
And	2,11	287 477	L.dir.	606	7,03	7,03	30	2 021
SUM				124 685				416 079

I mengde tørrstoff kommer vi altså fram til en mengde fjørfegjødsel på 124 685 tonn, herav 56 251 tonn for fjørfe til slakt pluss livkylling (slaktekylling, kalkun, livkylling, and) og 68 434 tonn for verpehøns, verpehøns­mødre og slaktekyllingmødre. Hvis TS-innholdet er 70% for fjørfe til slakt, og 30% for gjød­sel fra verpehøns (i henhold til Litorell 2005 og Tabell 4) blir det da

- 80 359 tonn gjød­sel fra fjørfe til slakt (70 %TS)
- 228 113 tonn med gjød­sel fra verpehøns og andre høner (30% TS)

Mengden gjød­sel for fjørfe til slakt er noe lavere en sum av slaktekylling og kalkungjødsel beregnet ut fra N-innhold av SSB nevnt ovenfor, 74 000 + 14 000 tonn= 88 00 tonn.

Strömengden må legges til disse tallene, men den er liten sammenliknet med det dyra produserer av gjød­sel. Karlengen m.fl. (2012) antyder en mengde på 1 kg strø per m² for slaktekylling. For disse dyra er det et krav om maksimalt 36 kg levendevekt per m² (Nortura 2020). Med en slaktevekt på 1350 g, og en slakteprosent på 60% vil en gjennomsnittlig levendevekt være 2,25 kg; det kan altså være inntil 16 kyllinger per m² hus. Det vil si at hver kylling forbruker en strömengde på ca. 65 gram. Multiplisert med antall slaktekyllinger i Tabell 4 blir det en mengde på 4 541 tonn strø.

Andelen strø i gjød­sel fra verpehøner er betydelig mindre enn for slaktekylling og kalkun. Litorell (2005) anslår at bare 10% av gjødsla havner i strøet i frittgående system med aviarier. Det vil si at

hoveddelen av gjødsel fra høner vil ha samme TS-innhold som da den kom ut av dyret. Tilsatt strø vil øke TS-innholdet noe, og det vil skje noe uttørking mens gjødsel ligger på transportbåndet. Det finnes innredningssystemer som tørker gjødsel, men dette er foreløpig ikke vanlig i Norge.

Hvis det er ønskelig å operere med runde tall kan vi anslå ca. 100 000 tonn gjødsel fra fjørfe til slakt, og noe over det dobbelte fra høner.

1.6 Tørrstoffinnhold og C/N i norsk fjørfegjødsel

Siden gjødsel som kommer ut av et fjørfe er ganske lik for unge og eldre dyr (ca. 30% TS), er det først og fremst effekten av at all gjødsel i et fjøs for slaktefjørfe bearbeides og blandes med strø som gjør at TS innholdet er anslått til å være såpass mye høyere for slik gjødsel. I praksis vil dette variere med årstid, innsett, ventilasjon, eventuelle lekkasjer og kondens, type strø og flere andre forhold.

En mulighet til å finne ut mer om hva TS-innholdet faktisk er i gjødsel fra ulike besetninger innen norsk fjørfehold er å innhente grunnlagsmateriale som ble brukt i en rapport fra Bioforsk i 2012 (Daugstad m.fl. 2012). Her ble det analysert for både næringsinnhold og tungmetaller i en rekke fjørfebesetninger. Hvis datamaterialet inneholder notater om driftsform (bur eller frittgående), kan dette være nyttig for videre vurderinger om krav til lagring håndtering av slik gjødsel for å redusere NH₃ tap. I en artikkel fra prosjektet «Fjørfegjødsel til korn», gjennomført av Norsk landbruksrådgivning Trøndelag i samarbeid med NIBIO (Bergjord Olsen 2018) oppgis det TS-innhold i fjørfegjødsel lagret ved jordet, på tidspunktet for spredning. På et forsøksfelt med gjødsel fra verpehøns varierte TS-innholdet i gjødsel fra 33,1 til 72,5 % over 3 år (2013-15), med en middelvei på 47,7%. På et annet felt med gjødsel fra slaktekylling varierte TS-innholdet fra 22,6 til 57,1%, med en middelvei på 42,3%. Dette var gjødsel som var lagret utendørs, sannsynligvis uten dekning, i påvente av spredning på forsøksarealet. En undersøkelse av TS- og nitrogeninnholdet i kalkungjødsel med strø ble foretatt i 2017 (O'Toole m.fl. 2020). Prøver fra to avdelinger inneholdt 50 og 57% TS før gjødsel ble kjørt ut. Innholdet av total-N var mellom 25 og 29 kg per tonn. Etter 3 måneder med lagring i udekket haug var TS innholdet 45% og 37% i to hauger som ble målt parallelt. Innholdet av total-N var svært ulikt; haugen med høyest TS innhold hadde hele 47 kg tot-N per tonn, og den andre 16 kg tot-N per tonn. Etter 8 måneders lagring var N-innholdet sunket i begge haugene, til 12 og 4 kg tot-N per tonn, og TS-innholdet var 48 og 41%. Den betydelige forskjellen etter 3 måneders lagring kan skyldes mindre varmgang i haugen med høyst N-innhold. C/N verdien var om lag 9 i kalkunhuset, og 9-12 etter 8 måneders lagring. For haugen med mest N etter 3 måneder var C/N så lav som 4,2 mens haugen med 16 kg tot-N da hadde en C/N-verdi på 10.

Den nevnte undersøkelsen av kalkungjødsel kan tyde på at 70% TS i gjødsel fra fjørfe til slakt er noe høyt. Det ville vært nyttig kunnskap å vite mer om dette, så vel som om TS-innholdet i hønsegjødsel produsert i avarier.

Ifølge Hillestad m.fl. (2020) spres mesteparten av fjørfegjødsel på eget areal. 77% oppgir å spre gjødsel på eget areal, 48 % sprer hos eller selger til andre, 6% leverer til pelletering, 2% leverer til kompost, 0,4% leverer til biogass og 2% oppgir «annet». Det var mulig å krysse av for mer enn ett alternativ i undersøkelsen, slik at summen blir > 100%.

2 Hva skjer i fjørfegjødsel under lagring?

2.1 Dagens forskrift for lagring av fjørfegjødsel, og internasjonale krav til reduserte utslipp av ammoniakk (NH₃)

Strøblandet fjørfegjødsel som kjøres ut etter at et innsett med fugler er fjernet, kan ikke alltid spres på dyrka mark umiddelbart. Midlertidig lagring er tillatt i henhold til dagens forskrift om gjødselvarer m.v. av organisk opphav, som sier at «Gjødselvarer med mer enn 25% tørrstoff, og som omdannes under lagringsperioden, kan lagres direkte på bakken. Slike hauger skal skjermes mot overflatevann. Kommunen kan stille krav om skjerming mot nedbør.» (Lovdata 2021b). Denne forskriften nevner ikke noe om tiltak for å redusere gassutslipp.

Internasjonalt er det mye oppmerksomhet på å redusere utslipp av NH₃, som bidrar til eutrofiering, forsuring og indirekte også er en drivhusgass. Som en del av arbeidet med å redusere langtransportert luftforurensning ble det i 2015 publisert et dokument som etablerer et rammeverk for «good agricultural practice» for å redusere utslipp av NH₃ (UN 2015). I denne rapporten er det et eget kapittel om «Low-emission systems for poultry buildings» (lavutslipps-systemer for fjørfehus), som inneholder to paragrafer (38, 39), som er gjengitt på engelsk nedenfor. Utheving med fet skrift er gjort av forfatterne av denne rapporten, og vil bli drøftet i kapittel 3. Det som understrekes er at fjørfegjødsel ikke bør tilsettes noe fuktighet etter at den er ute av dyret, fordi en rask uttørking vil hindre nedbrytning av urinsyre til ammoniakk. Det er ønskelig med rask uttørking av gjødsel opp til minimum 60% tørrstoff. Det er av stor betydning at materialet ikke fuktes opp igjen etter en slik uttørking.

*38. NH₃ emissions are minimal when the DM content of poultry manure or litter is 60% or above. Under these conditions insufficient moisture is available to allow the breakdown of uric acid to liberate ammonia. This means that further drying will not increase NH₃ emissions. By contrast, **drying of poultry manure that has already become wet**, and in which uric acid breakdown has already occurred, **will lead to increased NH₃ emissions**. For poultry litter and manure, abatement techniques should therefore aim to increase the DM content by preventing spillage of water and, in new buildings, by providing a drying mechanism that **maintains** litter DM content above 60%.*

*39. In buildings for laying hens, NH₃ emissions from battery deep-pit or channel systems can be lowered by reducing the moisture content of the manure by ventilating the manure pit. Other emission abatement options for laying-hen buildings include: (a) Belt systems in cage housing systems (cage battery, enriched cage): The collection of manure on belts and the subsequent removal of manure to covered storage outside the building can reduce NH₃ emissions, particularly if the manure has been dried on the belts through forced ventilation. Manure collected from the belts into intensively ventilated drying tunnels, inside or outside the building, can reach 60%–80% DM content in less than 48 hours. Belt drying would be expected to prevent substantial hydrolysis, but **heating up manure that is only infrequently removed, and allowed to become wet**, should be avoided. An increase of the removal frequency from once per week to two or three times per week reduces NH₃*

emissions; (b) Aviary systems (non-cage housing system) with manure belts for frequent collection and removal of manure to closed storages reduce emission by more than 70% compared with a deep-litter housing system.

Et annet aktuelt dokument for miljømessig god håndtering av husdyrgjødsel er rapporten “Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Intensive Rearing of Poultry or Pigs - Industrial Emissions Directive 2010/75/EU, Integrated Pollution Prevention and control” (EC 2010). Aktuelle tiltak for å oppfylle kravene til “best available techniques” (BAT) er presentert, og inkluderer fôrtyper, husdyrrom, lagerrom og spredemetoder. For fjørfeproduksjon er «industriell produksjon» definert til «40 000 plasser for fjørfe eller mer», og det skal da nyttes «*lagersystem eller teknikker som det kan dokumenteres reduserer utslipp av ammoniakk (NH₃) med 40% eller mer sammenlignet med utendørs bløtgjødsellager uten dekke».* Dette kravet er dårlig tilpasset norsk fjørfeproduksjon siden bløtgjødsellagring av fjørfegjødsel ikke er vanlig her. I samme forskrift er størrelsen på svineproduksjon definert. Kravet om å sammenligne med utslipp fra bløtgjødsellager er mer relevant for svineproduksjon, hvor bløtgjødsel er en vanlig lagringsform.

Videre sier forskriften «*I nye anlegg for .. fjørfehold med bløtgjødsellager dimensjonert for.. 40 000 eller flere plasser for fjørfe, skal det tas i bruk innredningssystemer for husdyr som det kan dokumenteres reduserer utslipp av NH₃ med 20% eller mer sammenlignet med referansen. ...For burhøns er referansen anlegg hvor gjødselen lagres i husdyrrommet under burene. For anlegg med frittgående fjørfe er referansen fast underlag med strø og med drikkekar som vannkilde. Ved motstrid står dette leddet tilbake for lov av 20. desember 1974 nr. 73 (lov om dyrevelferd) med tilhørende forskrifter.*» Igjen er dette en tekst som er dårlig tilpasset virkeligheten i norsk fjørfeproduksjon, siden det knapt forekommer burhøns med lagring av gjødsel i kjeller under husdyrrommet her i landet, og teksten om fast underlag med strø heller ikke er godt tilpasset systemer med aviarier.

Et aktuelt tiltak i fjørfehus er rensing av ventilasjonslufta med syrefeller for NH₃. I hus med strø foreslås det å lage ventilasjonssystemer som fjerner fuktigheten fra strøet. Dokumentet foreslår også løsninger for lagring av gjødsel, som f.eks. dekke med tett duk, blande inn halm, redusere overflatearealet, eller beholde gjødsla tørr ved f.eks. å dekke med duk, eller lagre under tak.

2.2 Faktorer som påvirker utslipp av NH₃ fra fjørfegjødsel

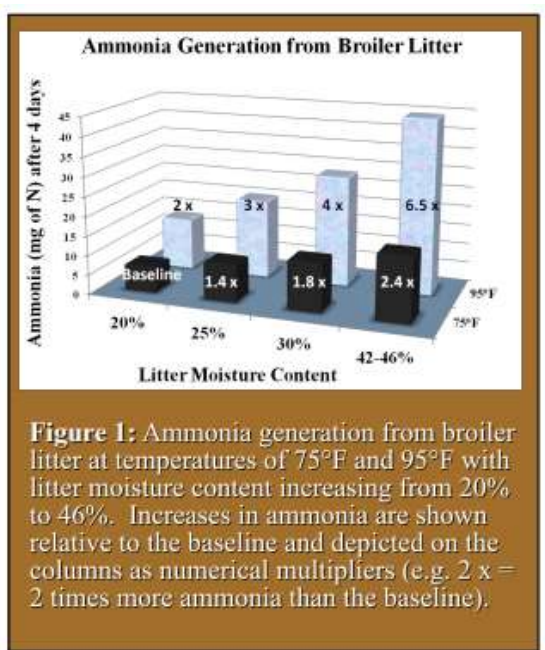
Helt fersk fjørfegjødsel inneholder 25 – 30 % tørrstoff, hvorav 1,2 – 1,5 % er nitrogen (Litorell, 2005). Dette er høyere enn for andre dyreslag. En annen forskjell er at nitrogen forekommer i tre hovedformer

- Ca 60 % av nitrogenet er i urinsyre
- Ca 10 % som ammoniakk-nitrogen
- Ca 30 % som organisk bundet nitrogen

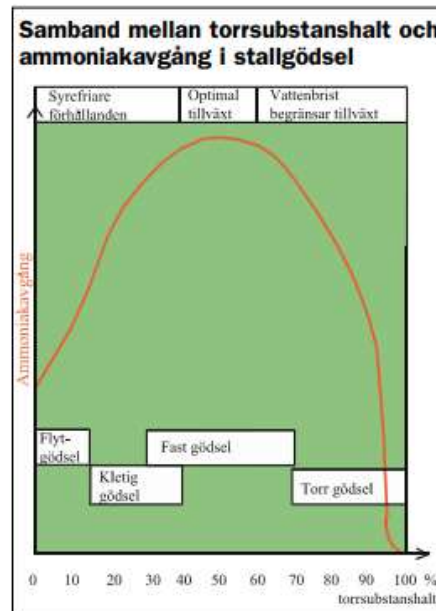
Sammenlignet med andre dyreslag er andelen nitrogen som er bundet i organisk materiale mye lavere i fjørfegjødsel.

Urinsyre blir brutt ned til ammoniakk og karbondioksid. Et mellomtrinn i denne nedbrytningen er urea. Omdanningen fra urinsyre til urea øker ved økende temperatur, lufttilgang og pH, og som understreket i kapittel 2.1 er den også avhengig av en viss fuktighet. Prosessen er avhengig av enzymer som vanligvis finnes i gjødsla. Omdanningsprosessen til urea kan skje i løpet av ei uke, og prosessen starter allerede i fjøset. Den andre delen av prosessen, der urea blir nedbrutt til ammoniakk og karbondioksid, går raskere enn den første delen der urinsyre brytes ned til urea.

Muligheten til å bremse NH₃ produksjon med lav temperatur er først og fremst å få gjødsla ut av husdyrrommet så fort som mulig, når utetemperaturen er lavere enn inne. Utslippene av NH₃ er betydelig høyere ved 35 °C (= 95 °F) enn ved 24 °C (= 75 °F) (Miles 2012; Figur 1), og avtar betydelig ved temperaturer under 18 °C (Liu et al., 2009). Dette innebærer at i store deler av året vil utendørs lagring i Norge innebære temperaturforhold som begrenser utslippet av NH₃ betydelig, med mindre det oppstår temperaturøkning i massene. Jordkontakt og lagring i kjeller (uten soloppvarming) kan bidra til lavere temperaturer.



FIGUR 2



Figur 1. Til venstre: Sammenheng mellom temperatur, fuktighet og NH₃ produksjon i fjørfegjødsel; 95 °F = 35 °C og 75 °F = 24 °C (Miles 2012). Til høyre: Sammenheng mellom tørrstoffinnhold og NH₃ produksjon i fjørfegjødsel (Litorell 2005).

Uttørking til >60% TS og deretter ingen videre oppfukning er det virkemiddelet som anbefales internasjonalt (UN 2010). Sammenhengen mellom fuktighet og gasstap av NH₃ fra husdyrgjødsel er vist i Figur 1. Som vi ser er det ikke så enkelt at jo tørrere jo bedre, uansett hvor man starter mht. fuktighet, og temperaturen spiller en betydelig rolle. For gjødsel med <math>TS < 50\%</math> vil NH₃ tapet øke med uttørking fram til helt skal unngå produksjon av NH₃ må tørrstoffinnholdet være over 90%, noe som vil kreve at materialet pakkes uten kontakt med fuktig luft. Å tørke

fjørfegjødsel ned til 80-90% TS vil innebære betydelige behov for tekniske installasjoner og et stort energiforbruk, og sannsynligvis vil også en del N gå tapt under tørkeprosessen. Slik tørking er neppe realistisk i praksis. Samtidig ser vi at NH_3 -produksjonen avtar raskt når TS-innholdet er kommet opp i ca. 70%, så tørking fra 60 til 70% TS ville være svært ønskelig. Det ville være interessant å undersøke om dette kan oppnås ved å øke strøforbruket i hus for slaktefjørfe. Hvis svaret er ja, kan dette være et billig miljøtiltak sammenliknet med å bygge tak over lagerplassen.

Som det også understrekes i internasjonale råd er det av stor betydning å «beholde» en tørrhet på 70% eller mer, hvis dette er oppnådd. Dette kan oppnås ved lagring under tak, men kan også oppnås med å dekke hauger med plast.

Et vanninnhold på om lag 85% (15% TS) vil hemme ammoniakk-produksjonen omtrent like mye som $\text{TS} > 90\%$. En slik masse vil imidlertid være svært krevende å håndtere. Skal gjødsla være mulig å håndtere som bløtgjødsel (pumpbar) må den ned i 10-12% TS. Dette vil kreve betydelig lagerkapasitet, og det vil bli en gjødsel som ikke blir populær i nabolaget ved spredning pga. svært sterk lukt, og som sliter på mekanisk utstyr pga. innhold av sand og grus.

Hvis strøet blir så vått, og dyretettheten så stor at det dannes en tett «kake» på golvet vil NH_3 avgangen dempes kraftig fra selve strølaget («kaka»), fram til det tidspunktet at skorpa brytes opp når dette materialet skal kjøres ut. En slik kake er ikke ønskelig, fordi den vil øke konsentrasjonen av NH_3 i lufta i huset, noe som reduserer trivsel og produksjon. Det er vanlig praksis i fjørfehus å kontrollere fuktigheten i strøet ved å unngå lekkasjer på vannsystemer og eventuelle avfuktere, og unngå kondens på overflater. Fôringen av dyra har også mye å si for fuktigheten i strølaget. Samtidig bør heller ikke underlaget bli alt for tørt, for å unngå støvplager. Stadig flere fjørfehus med frittgående dyr har installert golvvarme, som bidrar til å redusere fuktigheten i strølaget.

For hønsegjødsel med 30% TS vil NH_3 tapet øke med uttørking opp til 50% TS. Det vil si at tørkingen må gi til resultat en gjødsel med minst så høyt TS innhold hvis den skal redusere NH_3 tapet. Tørking kan skje med vifter. Fast hønsegjødsel er imidlertid godt egnet for å redusere lufttilgangen gjennom pakking, og tildekking med plast kan hindre gassvekslingen ytterligere og dermed redusere NH_3 tap.

Et viktig forhold som ikke framgår av Figur 1 er hvordan varmgang i gjødsel lagret i haug vil påvirke utslipp av NH_3 . En rask temperaturheving gjennom varmgang (første trinn i en komposteringsprosess) vil lett skje i fjørfegjødsel, og spesielt hvis C/N forholdet øker ved bruk av mer strø for å få den tørr. En komposteringsprosess krever ikke mer enn 25-30% fuktighet. Varmgang vil frigjøre betydelige mengder NH_3 . Dette kan unngås ved å pakke massen. Skruen som frakter hønsegjødsel ut av husene vil bidra til pakking. Kompakt lagring vil redusere tilgangen på oksygen, og hemme ut-transporten av NH_3 fra gjødsla. Avgang av NH_3 vil stimulere dannelse av ny NH_3 . Å dekke massen med plast eller annet lufttett materiale vil også hemme produksjonen av NH_3 . Tilførsel av vann vil også senke temperaturen, men fra ca. 40% TS vil økende fuktighet stimulerer NH_3 produksjonen som vist i Figur 1. Samtidig vil varmgang tørke ut gjødsla, så nettoeffekten av tiltak som tørking pakking og tildekking er ikke lett å forutsi. Forhold som TS og C/N i gjødsel, og temperatur og fuktighetsforhold i lageret vil påvirke de kjemiske/biologiske prosessene og dermed tapet av NH_3 .

2.3 Mer om forhold som påvirker tap av NH₃ i lager

Mens tak og vegger beskytter mot nedbør, og dermed også avrenning, vil det i mindre grad beskytte gjødsla mot N-tap ved ammoniakkavgang. Gjødsel som er tørket kan beskyttes mot oppfukning ved lagring under tak, men det kreves også vegger rundt slike bygg hvis helt tørr lagring skal oppnås. Gjennomføres det tiltak for å konservere N i gjødsla bør det selvsagt legges til rette for at ikke dette tapes ved spredning i stedet. Gjødsel med høyt N innhold må blandes godt inn i jorda umiddelbart etter spredning, og bør ikke spres i varmt og tørt vær med vind.

Faktorene som står til rådighet for å bremse utskillelse av ammoniakk fra fast husdyrgjødsel når den er bragt fra husdyrrom til lager, er pH, fuktighet, temperatur, oksygentilgang og tilgang på karbon for mikrobiell binding av N. Internasjonalt er det gjort mange forsøk med ulike kjemiske tilsetningsmidler for å påvirke pH. Dette vil vi ikke vurdere nærmere her.

Dersom målet er å tørke gjødsla, gjøres hoveddelen av behandlingen i fjørfehuset. Omdanning av urinsyre til ammonium starter allerede i husdyrrommet, og det er viktig å starte tørkeprosessen så fort som mulig. Det finnes tekniske løsninger for tørking av gjødsel på transportbåndene som transporterer gjødsla ut av huset, men disse er ikke tilpasset aviarløsninger. Dersom man skal unngå utslipp av ammoniakk under lagring, må man sørge for at tørket gjødsel blir lagret tørt. Dette betyr at tørking i hus vil sette krav til lagring i kjeller, annet hus, eller i det minste tett dekke over lagringshauger (plast).

Best beskyttelse mot oppfukning av gjødsel har man i et frittstående hus med vegger og tak, eller en kjeller med faste vegger, tak og gulv. En enklere form for lagring kan skje på en støpt plate, der det kan legges til rette for oppsamling av sigevann fra gjødsellageret. Det er viktig å skjerme gjødsel som lagres mot vannsig fra omgivelsene. Hvis man er grundig med avskjæring av overflatevann fra omgivelsene, kan man klare seg uten betongplate. Det kan også lages takoverbygg og vegger på en lagringsplass uten fast dekke.

2.4 Gjødsel fra fjørfe til slakt: Dekking med permeabel duk

For gjødsel fra slaktekylling og kalkun vil det i mange tilfeller være svært vanskelig å unngå varmgang, med mindre lufttemperaturen er lav og haugene små. Varmgang kan skje selv med bare 20% fuktighet (80% TS). Varmgang kan begrenses ved å lagre gjødsla i tykke lag. I praksis legges haugene gjerne opp ved at materialet fra huset tippes av en tilhenger, og erfaring viser at det blir varmgang i slike hauger. Med varmgang vil det ikke være tilstrekkelig å lagre gjødsla under tak for å unngå betydelige NH₃ tap. For gjødsel fra fjørfe til slakt, eller annen fjørfegjødsel med høyt TS innhold, er dekking med duk aktuelt ikke bare ved lagring uten tak, men også ved lagring under tak. Duken som brukes til slik gjødsel bør være pustende (permeabel), for å unngå at det blir anaerobe forhold som kan føre til dannelse av metan, noe som kan medføre brannfare. En permeabel duk (Bilde 8) vil hemme luftveksling, men ikke bremse den helt. Ved lagring utendørs vil duken slipper inn noe nedbør slik at massen ikke tørker ut, eventuelt kan massen vannes om man skulle ønske det. Duken er lagd av fleece (Bilde 8), og er kostbar (ca. 7000 kr for 4 m x 50 m), men har lang holdbarhet. I Norge kan man kjøpe slik duk ved Sogn Jord-og hagebruksskule (SJH) i Aurland.



Bilde 8. Pustende duk av typen Toptex, egnet til dekking av komposthauger og fjørfegjødsel. Kilde: Tencate 2021.

Permeabel duk slipper gjennom gasser, men ikke vanddamp, som vil kondensere på innsiden av duken. Dette tynne laget av vann vil suge opp NH_3 og danne ammonium, NH_4 . En slik kondenshinne vil bidra til å betydelig grad å hemme ammoniakkemisjon. En undersøkelse i USA viste at tapet av NH_3 fra kyllinggjødsel lagret i haug kunne reduseres med ca. 50% ved å dekke haugen med plast (Shah et al. 2014). Samme forfattere understreker at formen på lagringshauger også har mye å si. Haugen bør ha minst mulig overflate i fht volumet.

Som nevnt er varmgangen første trinn i en komposteringsprosess, der organisk materiale som f.eks. fast gjødsel omdannes gjennom mikrobiell aktivitet med tilgang på luft, til et relativt stabilt produkt hvor det opprinnelige materialet tydelig har endret karakter (farge, lukt, struktur). En godt gjennomført kompostering skal gi et stabilt sluttprodukt hvor det ikke blir ny varmgang hvis haugen flyttes eller legges opp på nytt. En betydelig del av det organiske materialet skal være omdannet til CO_2 slik at man får en volumreduksjon, og C/N forholdet bør tilpasses slik at man ikke mister N til luft, men får bygget det inn i mikrobiell biomasse. En ferdig kompost skal være mørk, smuldre lett og ha en behagelig lukt. En permeabel duk med 4 m bredde er tilpasset høyden på en passelig kompostranke. For en god prosess må materialet som skal komposteres ha riktig tørrstoffinnhold og passelig mye nitrogen i forhold til karbon, gjerne C/N 25-30. Tørrstoffinnholdet må være > 25%, men gjerne ikke mye over 40 %, og oppfukning av slik gjødsel kan derfor være en fordel hvis man ønsker aktiv kompostering. Fjørfegjødsel uten strø har en C/N-verdi på ca. 10, som gir risiko for tap av NH_3 . Man kan blande inn karbonrikt materiale for å øke C/N, f.eks. halm eller treflis. Ønsker man å satse på kompostering, kan det være aktuelt å investere i en kompostvender, som kan brukes under duken (Bilde 9). Men vellykket kompost kan man få også uten en slik vender, som først og fremst vil redusere den tida det tar å produsere en stabil kompost. En god kompost fra hønsegjødsel kan være et interessant produkt å selge til hagebrukere i nærområdet, hvis ikke bonden har bruk for gjødsel selv.



Bilde 9. Komposthaug av husdyrgjødsel med pustedede duk og kompostvender, ved Sogn jord- og hagebruksskule i Aurland. Foto: Kirsty McKinnon, NORSØK.

Strø utgjør en betydelig kostnad for produsentene, og i USA er det flere produsenter som har gått over til å bare skifte ut deler av strølaget, f.eks. gjenbruke det som ligger langs veggene, eller å utføre en sanering av mikroorganismer ved å legge opp hauger til kompostering med varmgang inne i huset mellom innsett (Tabler 2018). Temperaturen i slike hauger («windrows») kommer raskt opp i 55 °C, som er kravet til hygieniseringstemperatur for skadelige organismer. Over tid kan det bygge seg opp en stabil mikroflora i et slikt strømateriale, som kan ha bedre vannoppsugningsevne enn ferskt strø og som kan gjøre det mulig å bruke et tykkere lag med strø som isolerer bedre. En slik praksis er svært langt fra det som regnes som god praksis i norsk fjørfehold, men refereres likevel her for å illustrere hvor ulike forhold fjørfebønder produserer under.

2.5 Strøfattig gjødsel fra verpehøns: Dekking med plast

For hønsegjødsel med mindre strø, som kanskje også blir mer kompakt når den lagres i haug enn gjødsel fra fjørfe til slakt, kan mulighetene for å unngå varmgang være større. Igien vil dekking være aktuelt, både innendørs og utendørs lagring. Hvis man har erfaring for at det kan være mulig å unngå varmgang, vil det være en fordel å bruke en duk som ikke puster, dvs. plast, og legge til rette for en anaerob prosess. Plastduk til dekking av utendørs hauger bør ha minimum 15 mikrometer tykkelse (0,15 mm) for å unngå at den ødelegges av vind og vær. Man kan også unngå varmgang ved å legge opp lagringshaugen i et lag som er > 2,15 m tykt (Cunningham et al. 2003), eller presse haugen sammen i en stakk. Disse forfatterne anbefaler plastduk med tykkelse minst 6 «mil», der 1 mil = 0,001 tomme (inch; 1 tomme = 2,54 cm) = 0,025 mm. Dette er om lag det dobbelte av en vanlig bærepose. Plasten bør graves ned i en grunn grøft i jorda rundt haugen slik at beskyttelsen blir

skikkelig tett. Slike hauger må legges på steder i terrenget der det kommer inn lite overflatevann; eventuelt må det lages avskjæringsgrøfter for dette. Det bør også være god avstand, minimum 30 m, og/eller vegetasjonsbelter på minst 10 m bredde inn mot åpne vannveier (Cunningham et al. 2003). For langvarig lagring bør også jorda der haugen skal legges dekket med plast av minst samme tykkelse. Alternativt kan man lage et fast dekke av betong eller asfalt der inntrenging av overflatevann minimeres, og nedbør fortrinnsvis fanges opp og lagres i tett kum for bruk som gjødsel.

Et forhold man bør være oppmerksom på hvis lagringshaugene får et stort volum, er at det kan dannes metangass, spesielt hvis det ligger lommer av fuktig materiale innblandet i en ellers tørr gjødsel med dårlig utlufting (Hess et al. 2018). Dette kan også skje hvis det kommer fuktighet inn i en ellers tørr haug, f.eks. at det blåser nedbør inn i et lagerhus. Dannelse av metan (CH_4) vil skje i det tørr gjødsel absorberer fuktighet. Anaerob nedbrytning danner 50-65% CH_4 , ca. 30% CO_2 og enkelte andre gasser – som NH_3 og H_2S . I lagringshauger med >40% TS og dårlig luftveksling kan det dannes metan. Prosessen hemmes av tørrere gjødsel, og at haugen pakkes, eller fordeles i en lengre haug med mindre volum. Er spesiell risiko forekommer når kaker av fuktig gjødsel som kan ha dannet seg i forbindelse med vannlekkasje legges sammen med tørr gjødsel, eller hvis fuktig gjødsel legges over et lag med tørr eldre gjødsel (Hess et al 2018). Skulle man oppdage en ulmebrann i en lagringshaug, bør denne fjernes i stedet for å tilføre vann, men man bør være oppmerksom på faren for eksplosjon. Rådene fra Hess et al er gitt for kyllingprodusenter i Alabama, og det er mulig at klimaforholdene der gjør risiko for metanproduksjon og eventuell brann større enn hos oss. Likevel kan det være bra å tenke igjennom disse forholdene når lagring planlegges også her, f.eks. hvis man lagrer fjørfegjødsel i søkk i terrenget.

2.6 Biogass

I en biogassprosess beholder man ammoniakken i bioresten. Det er ingen anlegg i Norge for biogass med fjørfegjødsel som hovedsubstrat. Som vist av Hillestad m fl (2020) var det kun 0,4% av produsentene som leverte fjørfegjødsel til biogass. På grunn av det lave C/N-forholdet i fjørfegjødsel, må man blande inn karbonrike råstoff. Et annet problem som normalt oppstår er akkumulering av kalsium i reaktoren. Når konsentrasjonen av kalsium blir for høy, stopper biogass-prosessen opp. I forhold til andre typer husdyrgjødsel gir fjørfegjødsel imidlertid mye biogass. Dersom det er større anlegg som er basert på andre råstoff, kan det være aktuelt å behandle fjørfegjødsel sammen med annet organisk avfall.

3 Vurdering av hensiktsmessigheten av krav til tørr lagring av fjørfegjødsel

Som beskrevet i kapittel 2.1 foreslår internasjonale krav tørking av fjørfegjødsel til > 60% TS, og lagring i minst like tørr tilstand inntil den blir brukt som gjødsel. Er dette ønskelig, hensiktsmessig, og mulig å oppnå i Norge? Som vist i kapittel 2 er det mange faktorer som påvirker NH₃ utslipp både i dyrerom og under lagring, slik at det vil være svært vanskelig å anslå hvor mye et slikt krav faktisk vil redusere utslippet. Det er flere norske firmaer som leverer innredninger til fjørfeproduksjon. Utstyret er importert, og det som er tilgjengelig på andre markeder er også tilgjengelig i Norge. Rapporteringssystemet, samt anbefalte reduksjonspotensial av tiltak tar imidlertid utgangspunkt i systemer som ikke lenger er i bruk i Norge, og med betydelig større besetninger for verpehøner. Fjørfeproduksjonen har endret seg svært raskt de siste årene og har vært drevet av strenge dyrevelferdskrav. Dette tilsier at norske forhold ikke uten videre bør vurderes gjennom internasjonale retningslinjer.

I det videre vil vi skille mellom tiltak for reduksjon av ammoniakkutslipp fra eggproduksjon og fjørfe til slakt. Siden systemer med miljøbur er på rask vei ut, har vi ikke diskutert disse.

3.1 Frittgående verpehøns i hus med avarier

I eggproduksjoner er det vanlig å ha transportbånd under avariene. Gjødsla kan tørkes på transportbåndene ved å blåse eller suge ut luft over gjødsla. Dette er plasskrevende, og fordrer dessuten en endring av ventilasjonssystemet. Det er derfor kun ved nybygg at det mulig å tørke gjødsla på transportbåndene. Selv om det finnes tekniske løsninger for aviar-hus, er bredden på transportbåndene for store til en praktisk gjennomføring. Praktisk erfaring viser at hus med avarier har lavere ammoniakk-konsentrasjoner enn hus med miljøbur (informasjon fra Nortura ved rådgiver Sverre Rædergård). Derfor er det antakelig lite å vinne på krav om tørking på transportbåndene for å unngå mineralisering av urinsyre i husene. Det er trolig mer hensiktsmessig å stille krav om jevnlig kjøring av transportbåndene, f.eks. med maksimalt 3 dagers mellomrom.

3.2 Fjørfe til slakt

Bruk av strø, og det at dyra går og hakker i gjødsel og strømateriale, bidrar til at gjødsla tørker. Mot slutten av et innsett øker produksjonen av gjødsel, noe som kan bidra til at tørrstoffinnholdet blir lavere kanskje spesielt hos kalkun. I svært mange bygg er det montert gulvvarme, noe som vil bidra til tørking av strøblandet gjødsel. I litteraturen er det også nevnt at fortørking av strøet kan være et ekstra tiltak. Tidligere ble det i hus uten gulvvarme brukt mye strø for å få en varmgang i materialet, noe som ble kalt for dypstrø. I dag er dette lite vanlig. Som nevnt kan det være en metode for å øke TS-innholdet å tilføre mer strø i løpet av innsettet, spesielt hvis NH₃-konsentrasjonen i lufta i rommet blir for høy. Dette vil øke C/N, og kan gi mer tap under lagring i stedet – noe som kan påvirkes i ønsket retning med bruk av duk, og eventuelt en kontrollert komposteringsprosess i stedet for en ukontrollert varmgang, som diskutert i kapittel 2.4. Selv om det er mange gode grunner til å redusere

eller fase ut bruken av torv i landbruk og hagebruk, er kanskje strø til fjørfe et område der dette materialet, med betydelig bedre evne til å suge opp N enn treflis, kan forsvares. Etter en godt gjennomført komposteringsprosess kan resultatet antakelig bli en gjødsel av høy kvalitet til hagebruksproduksjon der mye N er mikrobielt bundet, men dette bør undersøkes/utredes nærmere.

3.3 Mulige krav for lagring av fjørfegjødsel

Med dagens innretning av både verpehøns og slaktefjørfe i Norge er det ikke aktuelt med bløtgjødselhåndtering av gjødsla, selv om bløtgjødselhåndtering kan være fordelaktig med tanke på tap av NH_3 (jfr. Figur 1). Som nevnt i internasjonal tilråding (UN 2015) vil oppfukning av gjødsel i de fleste tilfeller øke avgangen av ammoniakk. Man må derfor se bygningsløsning i sammenheng med lager. Man kan beholde gjødsla tørr på flere ulike måter, både hus og duk. Dersom man skulle velge duk, må man stille krav om tørt og fast underlag slik at ikke fuktighet kan trekke fra bakken og videre opp i gjødsla.

I de aller fleste tilfeller vil ikke gjødsla være tørr nok til å unngå NH_3 tap under lagring. Selv med et TS-innhold på 60%, vil det være en betydelig avgang av NH_3 , og spesielt når gjødsla legges i haug og det blir varmgang. Lagring i haug med store volum skjer i minst like stor grad i lagerbygg som utendørs. Det framstår ikke som hensiktsmessig å kreve tørking av fjørfegjødsel i Norge til et visst fuktighetsnivå som det seinere vi være svært krevende å vedlikeholde, utover det som allerede foregår i næringa gjennom fokus på god luft og tørt strø. Samtidig er det viktig å ta vare på den tørrheten som er oppnådd i dyrerommet. For utendørs lagring bør det derfor bli et krav om at haugene må dekket til med pustende eller tett duk. Lagring i kontainer kan være et godt alternativ.

Uansett hvor tørr gjødsla er, vil tap av NH_3 kunne reduseres ved å lagre gjødsla under en pustende eller tett duk, også når den lagres under tak. Gjødsel fra verpehøns bør lagres kompakt, gjerne pakkes i den grad det er mulig, og dekket med en ikke pustende duk. Hvis det viser seg at gjødsla får varmgang, kan en pustende duk sannsynligvis være et like godt alternativ. Gjødsel fra fjørfe til slakt vil sannsynligvis alltid være utsatt for varmgang, og bør derfor legges opp i passende store hauger for kompostering og dekket med permeabel duk. I begge tilfeller bør det være krav til avskjæring av overflatevann, god avstand til vannveier og liknende, som omtalt i kapittel 2.5.

Bonden bør pålegges å føre en loggbok over alle hauger med lagret gjødsel, der det framgår når haugen ble lagt opp, når den ble dekt til, omtrentlige mål og hva slags materiale haugen inneholder (type strømateriale, type og antall fjørfe). Det vil også være aktuelt å legge inn spørsmål om lagring og dekking av fjørfegjødsel i «Kvalitetssystem i landbruket» (KSL).

En tørrstoffbestemmelse er enkel å gjennomføre, og det kan være aktuelt å vurdere om bonden selv bør måle TS-innhold i gjødsel som skal legges til lagring, f.eks. for å vurdere om den bør lagres anaerobt eller med permeabel duk, noe som f.eks. kan variere med årstid da gjødsla skal ut av huset. Siden det er lite kjent hvordan TS-innholdet og C/N faktisk er i ulike typer norsk fjørfegjødsel, med bruk av ulike typer og mengder strø, ville det vært interessant å gjennomføre en måling av dette f.eks. i samarbeid med Norsk Fjørfevalg. Slike resultat kan danne grunnlag for videre undersøkelse av hvordan TS-innhold, C/N og N-innhold utvikler seg i hauger som lagres med tett og pustende duk.

Referert litteratur

Animalia 2020a. Tall og fakta – norsk fjørfeproduksjon. <https://www.animalia.no/no/Dyr/fjorfe/tall-og-fakta--norsk-fjorfeproduksjon/>

Animalia 2020b. Kjøttets tilstand 2020. Status i norsk kjøtt- og eggproduksjon. <https://www.animalia.no/no/animalia/aktuelt/kjottets-tilstand-2020/>

Bergjord Olsen AK 2018. Fjørfegjødning til korn. Norsk landbruksrådgivning Trøndelag. Nettartikkel. <https://trondelag.nlr.no/fagartikler>

Cunningham DL, Ritz CW, Merka WC 2003. Best management practices for storing and applying poultry litter. The Poultry Site 30 July 2003; <https://www.thepoultrysite.com/articles/best-management-practices-for-storing-and-applying-poultry-litter>

Daugstad K, Øverli Kristoffersen A, Nesheim L 2012. Næringsinnhold i husdyrgjødsel. Analyser av husdyrgjødsel frå storfe, sau, svin og fjørfe 2006-2011. Bioforsk Rapport Vol. 7 Nr. 24, 2012. Bioforsk Aust Løken, Bioforsk Aust Apelsvoll, Bioforsk Midt-Norge Kvithamar. <https://nibio.brage.unit.no/nibio-xmlui/bitstream/handle/11250/2447504/Bioforsk-Rapport-2012-07-24.pdf?sequence=2&isAllowed=y>

Denmead OT, Chen D, Griffith DWT, Loh ZM, Bai M, Naylor T 2008. Emissions of the indirect greenhouse gases NH₃ and NO_x from Australian beef cattle feedlots. Australian Journal of Experimental Agriculture 48(2): 213-218 <https://doi.org/10.1071/EA07276>

European Commission (EC) 2010. Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Intensive Rearing of Poultry or Pigs. Industrial Emissions Directive 2010/75/EU (Integrated Pollution Prevention and Control). <https://ec.europa.eu/jrc/en/publication/eur-scientific-and-technical-research-reports/best-available-techniques-bat-reference-document-intensive-rearing-poultry-or-pigs>

Fjørfe 2018. Fra miljøinnredning til aviar- erfaringer så langt. Fjørfe 6-18, s. 36-39.

Fjørfe 2020a. Andeproduksjon: stabil produksjon av and. Tema statistikker. Fjørfe 5-2020, s. 37

Fjørfe 2020b. Eggproduksjon økt med 13 konsumeggprodusenter. Tema statistikker. Fjørfe 5-2020, s. 40-41

Fjørfe 2020c. Fra miljøbur til frittgående. Fjørfe 5-20, s. 31-35.

Fjørfe 2020d. Avvikle eller omstille? Fjørfe 3-20, s. 29-33.

Hess J, Donald JO, Blake JP 2018. Preventing fires in litter storage structures. <https://www.aces.edu/blog/topics/farming/preventing-fires-in-poultry-litter-storage-structures>

Hillestad M E, Holmen B I, Haarsaker V, Bungler A, Smedshaug C A 2020. Fjørfenæringen i Norge – husdyrholdets vekstnæring. Agri analyse Rapport 4-2020.

Karlengen I J, Svihus B, Kjos NP & Harstad OM 2012. Husdyrgjødsel; oppdatering av mengder gjødsel og utskillelse av nitrogen, fosfor og kalium. Sluttrapport. Institutt for husdyr- og akvakulturvitenskap, UMB. 106 s.

Kolle SO, Oguz-Alper M 2020. Bruk av gjødselressurser i jordbruket 2018. Metodebeskrivelse og resultater fra en utvalgsbasert undersøkelse. Statistisk sentralbyrå (SSSB) Rapport 9/2020, 125 s. https://www.ssb.no/jord-skog-jakt-og-fiskeri/artikler-og-publikasjoner/_attachment/414178?_ts=170a0861638

Landbruksdirektoratet 2021a. Utviklingstrekk i norsk jordbruk. Husdyrkonsesjon. <https://www.landbruksdirektoratet.no/no/statistikk/utvikling/husdyrkonsesjon>

Landbruksdirektoratet 2021b. Levert fjørfe per anlegg (ulike tidsperioder; her vist for 2018 og 2019). <https://www.landbruksdirektoratet.no/no/produksjon-og-marked/kjott-ull-og-skinntilskudd/statistikk?index=20&metaKey=524>

Litorell O 2005. Fjæderfågødsel – en värdefull resurs. Jordbruksinformation 13-2005, Jordbruksverket, Skara, Sverige. https://www2.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/trycksaker/Pdf_jo/jo05_13.pdf

Liu Z, Wang L, Beasley DB, Shah SB 2009. Modeling ammonia emissions from broiler litter at laboratory scale. Transactions of the American Society of Agricultural and Biological Engineers Vol. 52(5): 1683-1694.

Lovdata 2021a. Forskrift om regulering av svine- og fjørfeproduksjonen. <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2004-04-01-611>

Lovdata 2021b. Forskrift om gjødselvarer mv. av organisk opphav. https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2003-07-04-951#KAPITTEL_3

Matprat 2019. Hvordan lever norske verpehøns? <https://www.matprat.no/artikler/matproduksjon/hvordan-lever-norske-verpehons/>

Miles D 2012. Poultry litter moisture management to reduce ammonia. USDA-ARS, Mississippi State <https://www.ars.usda.gov/ARSUserFiles/np212/LivestockGRACEnet/LitterMoisture.pdf>

Morken J 1999. Planleggingstal for gjødselvolum ved dimensjonering av gjødsellager. ITF trykk 21/1999,10 s. Norges landbrukshøgskole, Institutt for tekniske fag, Ås.

Nesheim L & Sikkeland Halvorsen E 2013. Mengd utskilt husdyrgjødsel – forslag til nye standardtal. Bioforsk Rapport Vol. 8 Nr. 109 2013. Bioforsk Midt-Norge, Kvithamar. 20 s.

Nortura 2020. Fjørfehold i Norge. <https://www.nortura.no/nyheter/fj%C3%B8rfehold-i-norge>

O'Toole A, Capjon A 2020. Fermenting av husdyrgjødsel: En biologisk metode for redusert tap av ammoniakk til luft? NIBIO Rapport Vol. 6 No. 13 2020.

Rivedal S, Prestvik AS, Aune A, Hansen S, Morken J 2019. Tiltak for å redusere ammoniakkutslepp frå jordbruket. NIBIO rapport Vol. 5, Nr. 160. 77 s.

Shah SB, Yao H, Osborne JA 2014. Storage method impacts on ammonia flux from broiler cake and acid scrubbers for high ammonia concentration measurements. Water Air Soil Pollut 225: 1840, [DOI 10.1007/s11270-013-1840-6](https://doi.org/10.1007/s11270-013-1840-6)

Tabler T 2018. Litter management and ventilation. <https://ipa.memberclicks.net/assets/FF/2018FF/EducationalFallFestival18/Tabler%202018%20Iowa%20Poultry%20Association.pdf>

Tencate 2021. Compost protection fleece. <https://www.tencateindustrialfabrics.com/media/688cd08c-4370-4c9e-bcd3-2423ccb0e4dd/067VTg/TenCate%20Industrial%20Fabrics/Documents/Brochures/Crop%20farming/TenCate%20Toptex%20Composting%20Protection%20Cover.pdf>

United Nations (UN) 2015. Economic Commission for Europe/Executive Body for the Convention on Long-range Transboundary Air Pollution. United Nations Economic Commission for Europe Framework Code for Good Agricultural Practice for Reducing Ammonia Emissions. United Nations ECE/EB.AIR/129 Economic and Social Council Distr.: General 24 March 2015. https://unece.org/DAM/env/documents/2015/AIR/EB/ECE_EB.AIR_129_ENG.pdf



Norsk senter for økologisk landbruk, NORSØK er ei privat, sjølvstendig stifting.

Stiftinga er eit nasjonalt senter for tverrfagleg forskning og kunnskapsformidling for å utvikle økologisk landbruk. NORSØK skal bidra med kunnskap for eit meir berekraftig landbruk og samfunn. Fagområda er økologisk landbruk og matproduksjon, miljø og fornybar energi.

**Norsk senter for økologisk landbruk, NORSØK / Gunnars veg 6 / NO-6630 TINGVOLL/
Telefon: +47 930 09 884 / E-post: post@norsok.no / www.norsok.no**