



FarmTest - Kvæg nr. 21 - 2004

Emission af ammoniak og drivhusgasser fra naturligt ventilerede kvægstalde

*Måling af emission fra stalde med forskellige gulv-
og gødningssystemer.*



Emission af ammoniak og drivhusgasser fra naturligt ventilerede kvægstalde

*Måling af emission fra stalde med forskellige gulv-
og gødningssystemer.*

Af Guo-Qiang Zhang og Jan S. Strøm, Danmarks
JordbrugsForskning, Forskningscenter Bygholm
Arne Grønkjær Hansen, Anja Juul Freudendal og Jan Brøgger
Rasmussen, Dansk Landbrugsrådgivning, Landscentret, Byg-
geri og Teknik



Dansk Landbrugsrådgivning
Landscentret | Byggeri og Teknik

Udkærvej 15, 8200 Århus N · Tlf. 87 40 50 00 · www.landscentret.dk

Titel: Emission af ammoniak og drivhusgasser fra naturligt ventilerede kvægstalde
Forfatter: Seniorforsker Guo-Qiang Zhang og seniorforsker Jan S. Strøm, Danmarks JordbrugsForskning, Forskningscenter Bygholm og konsulent Arne Grønkjær Hansen, Anja Juul Freudendal og Jan Brøgger Rasmussen, Dansk Landbrugsrådgivning, Landscentret, Byggeri og Teknik
Projektmedarbejdere: Videnskabelig medarbejder Preben Dahl, Danmarks JordbrugsForskning, Forskningscenter Bygholm og Heidi P. Markussen, Dansk Landbrugsrådgivning, Landscentret, Byggeri og Teknik
Review: Landskonsulent Kjeld Vodder Nielsen, Dansk Landbrugsrådgivning, Landscentret, Byggeri og Teknik
Layout: Sekretær Marianne Mikkelsen, Dansk Landbrugsrådgivning, Landscentret, Byggeri og Teknik
Tryk: Dansk Landbrugsrådgivning
Udgave: 1. udgave 2004
Oplag: 100 stk.
Udgiver: Dansk Landbrugsrådgivning
Landscentret | Byggeri og Teknik
Udkørsvej 15, Skejby
8200 Århus N
Telefon 8740 5000 • Fax 8740 5010
E-mail farmtest@landscentret.dk
www.landscentret.dk/farmtest
ISSN: 1601-6785

Forord

I takt med skærpede miljøkrav stilles der større krav til en mindre emission fra stalde med husdyrproduktion. Med baggrund i dette er formålet med denne undersøgelse at få klarlagt niveauet af emission fra forskellige nyere staldtyper til kvæg.

Målet har været at supplere resultaterne fra undersøgelse af emissionen fra kvæg-stalde publiceret i FarmTest Kvæg rapport nr. 13 fra 2003. Nærværende rapport indeholder både nye måleresultater og resultaterne fra FarmTest Kvæg nr. 13. FarmTest Kvæg nr. 13 bliver derved erstattet af denne FarmTest Kvæg nr. 21.

Målgruppen for rapporten er kvægbrugere, rådgivere og lovgivere med miljøforhold som arbejdsområde.

Til denne undersøgelse er der udvalgt ni kvægbrug med stalde med forskellig indretning og gødningshåndtering. Vi takker forsøgsværterne for deres deltagelse og interesse. Uden jeres hjælp og velvillige indstilling kunne denne undersøgelse ikke være gennemført.

Endvidere rettes en tak til følgende firmaer bag de nye gulv- og drænsystemer med tilhørende skraber, til firmaet bag gylleforsuringsanlægget for deres assistance samt til firmaet Siolit, for at have stillet additiver til rådighed for forsøget.

- Perstrup Beton Industri A/S. (Præfabrikerede, drænede gulve med riller).
- Mullerup Staldteknik A/S. (Skraber til Perstrups præfabrikerede, drænede gulve).
- Thisted-Fjerritslev Cementvarefabrik A/S. (Præfabrikerede, drænede gulve med profile-ring).
- Lind Jensens Maskinfabrik A/S. (Skraber til Thisted-Fjerritslevs præfabrikerede, drænede gulve).
- Polyflex A/S. (Ajlebræn til fast gulv med skraber).
- Staring Maskinfabrik A/S. (Gylleforsuringsanlæg).
- Siolit A/S. (Additivtilsætning til ringkanalanlæg).

Tormod Overby
Dansk Landbrugsrådgivning
Landscentret | Byggeri og Teknik

Skejby, marts 2004

Indhold

Forord	4
1. Sammendrag og konklusioner	6
2. Indledning og baggrund	8
3. Formål	10
4. Undersøgelsens metoder	11
4.1 Målepunkter	11
4.2 Måleudstyr	12
4.3 Beregning af luftskifte	13
4.4 Beregning af emission	13
4.5 Stalde	13
5. Resultater	15
5.1 Ammoniakemission	15
5.1.1 Oversigt over målinger af ammoniakemission	16
5.1.2 Metanemission	21
6. Diskussion og anbefalinger	23
6.1 Metan	24
7. Litteraturliste	25
8. Bilagsliste	27

1. Sammendrag og konklusioner

I undersøgelsen er der målt emissioner på ni kostalde. De ni kostalde har forskellig indretning og gødningshåndtering. Staldene kan inddeles i tre grupper. Første gruppe består af stalde med fast gulv, anden gruppe af stalde med spaltegulv og gyllekanal og endelig tredje gruppe af stalde med spaltegulv og ringkanal. Til sidste gruppe af stalde blev endvidere forsøgt med tilsætning af henholdsvis svovlsyre og additiv til gyllen. Ens for de målte stalde var, at malkekøerne ikke var på græs i sommerhalvåret.

De højeste emissioner blev målt for staldene med henholdsvis pladsstøbt betongulv og deltaskraber samt spalter og bagskyl. Stalde med præfabrikerede drænede gulve samt stalde med ringkanalanlæg og syretilsætning havde de laveste ammoniakemissioner.

Temperaturforholdene havde ligeledes en afgørende betydning for ammoniakemissionen. Eksempelvis blev der i stalden med fast gulv og bagskyl fundet fem til seks gange højere værdier for emission ved en staldtemperatur på 23 °C i forhold til en staldtemperatur på 8 °C. Dette svarer godt til de forventede værdier ud fra tidligere undersøgelser og simuleringer, (Arnink and Jelzing, 1998, Monteny, 2000). I stalden med ringkanalanlæg var emissionen dog allerede over 45 gram pr. ko pr. dag, når staldtemperaturen nåede op på 13 °C.

I stalden med pladsstøbt betongulv og deltaskraber var gulvet meget ujævnt, og der var ikke dræn. Det var umuligt for skraberen at skrabe det ujævne gulv helt rent, hvilket resulterede i pytter af ajle. Dette kan være forklaringen på, at emissionen ved temperaturer over 20 °C var højere fra denne stald end fra stalden med spaltegulv og bagskyl.

I stalden med fast gulv af støbeasfalt og fald mod et langsgående dræn midt i gangen var emissionen godt halveret set i forhold til stalden med betongulv uden dræn. Undersøgelsen bekræfter således en hollandsk undersøgelse, som viste betydningen af et veldrænet gulv, (Bramm et al., 1997). Denne viste, at 3 % fald mod et dræn i midten af gangarealet mere end halverede emissionen i forhold til et fladt gulv. I den hollandske undersøgelse fandt man, at skrabning hyppigere end hver anden time ikke reducerede emissionen mere end ca. 5 %.

I undersøgelsen blev der målt på to typer af præfabrikerede drænede betongulve. Emissionsværdierne for de to typer af drænede gulve var meget identiske. Begge har emissionsværdier fra 15 til 35 gram ammoniak pr. ko pr. dag i temperaturintervallet 5 til 20 °C. Emissionsværdierne ved de præfabrikerede drænede gulve var således halveret set i forhold til det pladsstøbte faste gulv og endvidere halveret set i forhold til stalde med ringkanalanlæg. De præfabrikerede drænede betongulve var meget rene og tørre, hvilket samtidig gav en god hygiejne i stalden.

Stalden med ringkanalanlæg viste den kraftigste stigning i emission ved stigende temperatur, idet emissionen var otte gange højere allerede ved 13 °C i forhold til ved 2 °C. Daglig omrøring af gyllen og manglende flydelag må forventes at føre til frigivelse af

relativt store mængder kvælstof i form af ammoniak inde i stalden. Den daglige omrøring har til formål at bevare en homogen gylle, som er let at håndtere.

Tilsætning af ca. 5 kg koncentreret svovlsyre pr. ton gylle medførte, at pH i ringkanalen faldt til 5,5. Dette gav tilsyneladende en kraftig reduktion af emissionen, når der blev målt ved temperatur på 13-15 °C. Målinger med syretilsætning ved højere temperatur var planlagt i dette forsøg, men 17 °C var den højeste temperatur, der blev målt ved. Ved 17 °C var emissionen 50 % lavere set i forhold til den målte emission i stalden uden syretilsætning (13 °C). Resultater fra tilsvarende undersøgelser med forsuring af gylle i slagtesvinestalde, hvor temperaturen ligger over 17 °C, har vist reduktioner på 60-80 %, (Pedersen, 2003).

Der blev målt emissioner i endnu en stald med ringkanalanlæg. I denne stald var tendensen den samme. Ved stigende temperatur blev der målt øget ammoniakemission. Forskellen i emissionen i den kolde og varme periode synes dog ikke så kraftig, som for den tidligere omtalte stald. Der blev fundet en til to gange højere værdier for emission ved en staldtemperatur på 17 °C i forhold til staldtemperaturer på 6 °C. Forskellen mellem de to stalde kan skyldes forskelle i management, fodring, mv.

I stalden med ringkanalanlæg blev forsøgt med tilsætning af et additiv til gyllen. Tilsætning af et additiv til ringkanalanlægget havde ingen effekt i dette forsøg. Det skal dog understreges, at dette er resultatet af en enkelt måleperiode. For at fastslå effekten bør der foretages yderligere målinger ved kolde og varme temperaturer.

Denne undersøgelse har vist, at ammoniakemissionen er meget temperaturafhængig, men ligeledes afhængig af staldens indretning og gødningssystem. Der bør foretages målinger i flere stalde med samme gødningssystem for at få et billede af den variation i emissionen, der kan skyldes forskelle i fodring og management. Endvidere vil kontinuerlige målinger over længere tid i samme stald være medvirkende til at give et billede af variationen i emissionen over året. Hvis gentagne målinger viser store forskelle i emission ved forskellige gulvtyper, vil der være behov for revision af normtal for husdyrgødning.

2. Indledning og baggrund

Der har i de senere år været fokus på at nedbringe ammoniakemission i forbindelse med håndtering og lagring af husdyrgødning. Dette skyldes, at nedfald af ammoniak i følsomme naturområder som heder og moser kan betyde, at sjældne nøjsomhedsplanter forsvinder.

Emission er et udtryk for, hvor meget af en undersøgt gasart der forsvinder via ventilation. Emissionen fra kvægbrug udgør ca. 40 % af den samlede emission fra stalde i Danmark. Danmark er forpligtiget til at nedbringe ammoniakemission med omkring 50 % inden år 2010 i forhold til niveauet i 1991. I relation til internationale aftaler er også emission af drivhusgasser (kuldioxid, lattergas og metan) blevet aktualiseret. Gasarterne metan og lattergas, som dannes i køernes vom og i gyllen, kan endvidere fungere som skadelige drivhusgasser.

Der er derfor gennemført en del forskning og produktudvikling med henblik på at frembringe tekniske løsninger, som bidrager til at nedbringe emissionen. Det er blandt andet nye præfabrikerede, drænede gulve med tilhørende skrabere og specielle ajle-render, forsuringssanlæg samt tilsætning af additiver til gylle.

Dansk Landbrugsrådgivning, Landscentret, Byggeri og Teknik ønskede på denne baggrund at fremskaffe et datagrundlag vedrørende emissionen af ammoniak og drivhusgasser fra nyere, naturligt ventilerede kvægstalde med forskellige indretninger og gødningssystemer. For at få årstidsvariationer belyst var ønsket, at der for hver stald skulle måles i henholdsvis en varm periode og kold periode. Indsatsen blev koncentreret om nyere stalde indrettet til malkekvæg. Der blev udvalgt ni løsdriftstalde og indsamlet oplysninger om bygning, besætning og drift. Danmarks JordbrugsForskning, Forskningscenter Bygholm, Afdeling for Jordbrugsteknik har gennemført målingerne og foretaget beregninger af emissionen.

Dokumentation for forskellige tekniske løsningers effekt på staldemissionen og den deraf følgende miljøbelastning vil kunne føre til hurtigere implementering af ny teknik. Dette vil eventuelt give mulighed for, at landmanden kan udvide besætningen på trods af en placering i nærheden af følsom natur.

Stort set alle nye danske kostalde bliver bygget som naturligt ventilerede løsdriftstalde. Ca. 25 % af danske malkekøer går dog stadig i bindestald, hvor der er et meget begrænset gødningsareal, der kan afgive ammoniak. Ifølge danske normtal for husdyrgødning (DJF-rapport nr. 36) er emissionen fra disse stalde kun ca. 6 % af udskilt N, hvorimod emissionen fra løsdriftstalde ligger på 8-10 %. Omlægning til løsdrift vil altså i de fleste tilfælde føre til større emission fra stalde, selv om der vælges åbne staldtyper, hvor temperaturerne generelt er lavere.

En svensk undersøgelse af emissionen fra bindestalde med mekanisk ventilation viste en emission på 24 gram pr. dag pr. ko ved temperaturer på 14,9-19,3 °C. Den daglige, gennemsnitlige emission varierede mellem 13 og 37 gram pr. ko pr. dag, (Gustavson et al., 2001).

Monteny og Kant, 1997 undersøgte ammoniakemissionen fra forskellige typer af stalde i Holland. De fandt en emission på 27 gram pr. ko pr. dag i en bindestald med dybe kanaler. I løsdriftssystemer med spaltegulve var værdierne højere, mellem 26 og 45 gram pr. ko pr. dag. Emissionen fra stald med fast gulv i gangarealer og med gødningsopbevaring udenfor lå på 25-32 gram pr. ko pr. dag, og en stald med fast gulv og dybstrøelse havde en emission på 30 gram pr. ko pr. dag.

I en nordeuropæisk undersøgelse (UK, NL, DK, D), hvor der også indgår danske målinger, fandt man ammoniakemissionsværdier mellem 20 og 42 gram pr. dyr (500 kg) pr. døgn, (Groot Koerkamp et al., 1998). Luftskiftet blev i undersøgelsen bestemt ud fra CO₂-balancer (kuldioxidbalancer) på samme måde som i nærværende undersøgelse.

For en del undersøgelser af stalde med naturlig ventilation er emissionen bestemt ud fra koncentrationen af den undersøgte gas (NH₃) og koncentrationen af en kendt sporgas. Som sporgas anvendes typisk SF₆, som tilsættes staldrummet ved gulvniveau. Seipelt, 1999 lavede målinger ved hjælp af SF₆-gas og fandt ved undersøgelse af tre løsdriftssystemer, at emissionen lå på 38,9-57,3 gram pr. døgn pr. ko (500 kg). I en dybstrøelsesstald fandt samme forfatter en emission på 85,5 gram pr. dag pr. ko (500 kg).

I nærværende undersøgelse er ventilationsgraden ligeledes bestemt ved SF₆-metoden i nogle af staldene. Skærpede regler for brugen af SF₆-gas, som også er en drivhusgas, nødvendiggjorde et skifte i målemetode, så luftskiftet i nogle stalde er bestemt ved CO₂-balancer.

Metan og lattergas er drivhusgasser. Det vil sige, at de bidrager til den globale opvarmning af kloden, og der menes, at 50-70 % af disse gasser stammer fra landbruget, (Cole et al. 1997). Produktionen af metangas fra kvæghold varierer ifølge litteraturen mellem 120 gram og 390 gram pr. dag pr. 500 kg, (Hartung og Monteny, 2000). Kvæg bidrager i Danmark med ca. 71 % af landbrugets samlede emission af metan. Størstedelen stammer fra dyrenes fordøjelse, mens en mindre del stammer fra anaerob (iltfri) nedbrydning af gyllen. Systemer med gylle forventes derfor at have et større tab af metangas.

Frigivelsen af metangas afhænger af vægt, energioptaget via foder samt mælkeydelse. Metangas og CO₂-produktionen varierer over døgnnet og følger dyrenes aktivitet, idet der er højere værdier omkring fodring og ved drøvtygning.

Lattergasemissionen er meget vanskelig at måle, idet der er tale om meget lave værdier tæt på baggrundskoncentrationen. I en undersøgelse af Jungbluth et al., 2003 fandt man ved hjælp af gaschromatografi en lattergasemission på 1,6 gram pr. døgn pr. 500 kg.

Den første danske undersøgelse af emissionen fra naturligt ventilerede kvægstalde viste stor variation mellem de forskellige typer af kvægstalde (FarmTest Kvæg nr. 13 – 2003). Da undersøgelsen bygger på få målinger, er det vigtigt at få foretaget yderligere målinger for at underbygge resultaterne. Denne rapport indeholder en ny serie målinger af emissionen fra naturligt ventilerede kvægstalde til yderligere dokumentation af resultaterne i den tidligere undersøgelse.

3. Formål

Formålet med denne FarmTest er at indsamle data til bestemmelse af emission for stofferne NH_3 (ammoniak), CH_4 (metan) og N_2O (lattergas) fra åbne, naturligt ventilerede kvægstalde. Gennem dataindsamling fra stalde vil man på sigt kunne give gode forudsigelser og dokumentation for miljøvirkningen ved valg af forskellige gødnings-systemer. Dermed vil der kunne foretages en bedre VVM-vurdering eller -screening, der blandt andet indebærer beregninger af emission.

I undersøgelsen sammenlignes emissionen fra stalde med nye præfabrikerede, drænede gulve med mere traditionelle gødnings-systemer i løsdriftstalde til køer. Desuden undersøges, om svovlsyrebehandling og tilsætning af additiver til gylle kan begrænse emissionen fra ringkanalanlæg.

Undersøgelsen supplerer og erstatter FarmTest Kvæg nr. 13 "Emission af ammoniak og drivhusgasser fra naturligt ventilerede kvægstalde" som er udgivet i 2003. Denne FarmTest Kvæg nr. 21 indeholder både nye og eksisterende målinger.

4. Undersøgelsens metoder

Gasemissionen blev beregnet ved at opstille massebalancer for de valgte gasser. Opstilling af massebalancer kræver nøjagtig information om gaskoncentration inde i og udenfor stalden samt luftskiftet. Der må forventes store variationer i både gaskoncentrationer og luftskifte mellem forskellige steder i stalden. Derfor skal placering af målepunkter nøje overvejes.

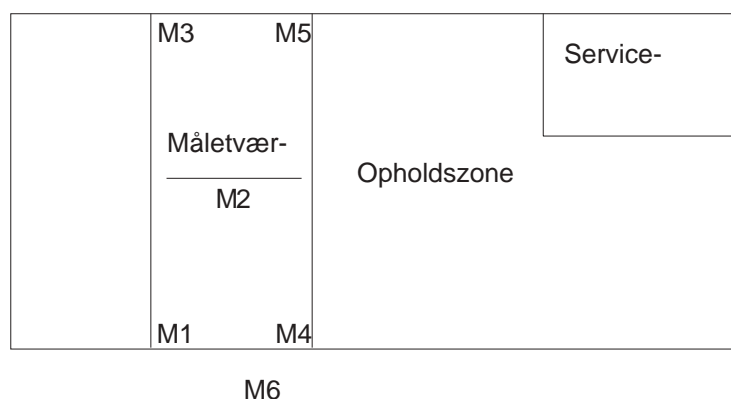
Beregning af luftskiftet i naturligt ventilerede stalde kan bestemmes indirekte ud fra kendskab til dyrenes CO²-produktion og forskellen imellem luftens CO²-indhold inde og ude. Metoden regnes for at give acceptable resultater under forudsætning af, at der foretages målinger over en 24-timers periode. For at udligne variationer i relation til arbejde i stalden, dyrenes aktivitetsniveau, klimaforhold med mere, blev det tilstræbt at indsamle data for op til tre døgn i måleserie 2002. Baseret på erfaringerne i 2002 blev det besluttet at indsamle data for mindst fem døgn perioder i 2003.

4.1 Målepunkter

Erfaringer fra et afsluttet EU-projekt viser, at der normalt er større variationer i staldens tværsnit end i staldens længderetning. I hver stald blev der udvalgt et repræsentativt måleområde mellem to tværsnit (herefter kaldet "måletværsnit") i det staldafsnit, som udgjorde dyrenes opholdszone. Måleområdet blev udvalgt, så de indsamlede data repræsenterede emissionen fra hele stalden ved at dække hele staldens bredde og ca. 15-25 meter i staldens længderetning.

Målepunkterne var dels placeret i hvert hjørne af måletværsnittet i højden 2,5 til 3,0 meter over gulv og dels som en måleslange under tagrygningen, jf. figur 1. Som måleslange blev anvendt en 6 millimeter slange på 20 meter. For hver anden meter måleslange var boret 1 millimeter hul gennem slangen. Det gav et luftindtag på 5 liter pr. minut. Baggrundskoncentrationen blev målt i udeluften fra et målepunkt placeret på en måletrailer, der stod tæt ved stalden.

Lufttemperaturen blev registreret med termoelementer i de samme punkter, som gasserne blev indsamlet fra. Resultaterne blev lagret på en separat datalogger.



Figur 1. Måletværsnittet og placering af målepunkter.

4.2 Måleudstyr

Måleslangen og de øvrige målepunkter blev forbundet til måleudstyret med en opvarmet transportslange med en diameter på 6 millimeter. Men henblik på at minimere risikoen for at gasser gik tabt under transport fra målepunktet til måleudstyret, anvendtes FEP-slang (Fluorinated Ethylene Propylene Resin). Hver transportslange var udstyret med en teflonpumpe, som kontinuerligt sugede luft fra målepunkterne til en Innotec (Brüel & Kjør) Multiplekser 1303 og en Multigasmonitor 1302, der målte gasserne ved hjælp af IR-lys.

Multiplekseren blev programmeret til efter tur at sende luftstrømmen fra hvert af de seks målepunkter til monitoren, hvor gaskoncentrationen målt for CO_2 , N_2O , NH_3 , CH_4 og vand. Temperatur blev målt både inde i og udenfor stalden med en TESTO 174 monitor med datalogger. Figur 2 og figur 3 viser dele af det anvendte udstyr.



Figur 2. Stald, hvor der foretages målinger.



Figur 3. Måleudstyr placeret i trailer uden for stalden.

4.3 Beregning af luftskifte

Luftskiftet blev bestemt ved hjælp af en CO₂-balance for stalden. Beregningen er foretaget ved hjælp af følgende formel:

$$V = \frac{CO_{2, \text{ dyr}} \times 10^6 \times 1,2}{CO_{2, \text{ koncentration}} - CO_{2, \text{ baggrund}}}$$

- V = ventilationsluftmængden [kg pr. time].
CO_{2, dyr} = volumen CO₂, som afgives fra dyrene [m³ pr. time].
1,2 = luftens massefylde [kg pr. m³]
CO_{2, koncentration} = døgn gennemsnitskoncentrationen målt i stalden [ppm]
CO_{2, baggrund} = døgn gennemsnitskoncentrationen målt udenfor stalden [ppm].

4.4 Beregning af emission

Emissionen fra stalden er beregnet som følger:

$$E_{\text{gas}} = (V \times C_{\text{gas_inde}} - C_{\text{gas_ude}}) \times 1,2 \times 24$$

- E_{gas} = gasemission fra stalden [kg pr. døgn]
V = ventilationsluftmængde [m³ pr. time]
C_{gas} = gaskoncentrationen [kg pr. m³]

Det er antaget, at ventilationsniveau og gaskoncentration i hele den del af stalden, som udgør dyrenes opholdszone, er det samme som i måletværsnittet.

Der er en direkte sammenhæng mellem dyrenes varmeproduktion (vpe) og deres CO₂-produktion. Foruden deres vægt er produktionen også afhængig af mælkeydelse. I tabel 1 er vist det optalte antal dyr i de enkelte stalde samt mælkeproduktionen omregnet til kg. EKM (4 % mælk) både for 2002- og 2003-målingerne. Ved beregningen af varmeproduktionen pr. ko er varmeafgivelsen fra opdræt, kalve med mere indregnet i varmeafgivelsen pr. ko. Til orientering er også den målte gennemsnitstemperatur i måleperioden angivet. Arnink og Jelzing (1998) fandt en eksponentiel sammenhæng mellem staldtemperaturen og emissionsniveauet. Den eksponentielle sammenhæng er ligeledes vist ved den grafiske fremstilling af de opnåede resultater i denne FarmTest. I tabellen er data for 2003 markeret med blå.

4.5 Stalde

Staldene er som de fleste nye kvægstalde indrettet, så malkeafdelingen, serviceafdelingen med mere, er samlet i den ene ende af bygningen, mens dyrenes opholdszone (motions-, æde- og hvileareal) udgør resten af bygningen. Indretningsplan og beskrivelsen af driften og funktionen er vist i bilagene.

Tabel 1. Sammen drag af produktionsdata for såvel 2002- som for 2003-målingerne.

Gulv og gødningssystem	Produktionsinformation				VPE Total	Pr. ko	Rum- temp.
	Køer stk.	Vægt kg	Mælk kg EKM/dag	Kalve stk.			
1 Fast gulv, deltaskraber	165	600	28,5	24	239	1,5	21,7
Der skræbes seks gange pr. døgn	187	600	29,1	38	272	1,5	7,0
2 Fast støbeasfalt, skraber	129	600	31,5	59	219	1,7	17,4
Dræn i gang Der skræbes fire gange pr. døgn	122	600	32,5	61	213	1,7	6,2
3 Perstrup/Mullerup	282	600	26,8	0	405	1,4	19,9
med dræn og skraber	207	600	28,6	0	308	1,5	6,1
Der skræbes hver 2. time i rækkerne ved foderbordet og hver 4. time ved sengebåsene	197	600	29,7	0	300	1,5	6,4
4 Thisted-Fjerritslev/LJM	105	600	29,9	107	179	1,7	15,7
Der skræbes hver 2. time i rækkerne ved malkekøerne og hver 4. time ved ungdyrene	115	600	29,0	120	194	1,7	3,6
5 Spalter, skraber i 40 cm kanal	152	600	21,8	60	220	1,4	9,6
Der skræbes tre gange pr. døgn	148	600	22,9	86	246	1,7	19,0
6 Spalter, bagskyl	159	600	35,1	0	240	1,5	22,4
	170	600	34,6	0	255	1,5	8,3
7a Ringkanal uden syre	192	450	22,7	0	228	1,2	13,2
	192	450	23,3	0	232	1,2	2,3
7b Ringkanal med syre	192	450	23,1	0	231	1,2	16,8
	192	450	24,5	0	239	1,2	16,8
	192	450	22,7	0	228	1,2	14,7
	192	450	23,2	0	232	1,2	6,2
8 Ringkanal, skraber på spalter	115	600	25,1	26	170	1,5	19,5
Der skræbes seks gange pr. døgn	121	600	27,1	29	187	1,5	5,8
9a Ringkanal uden additiv	166	600	27,8	25	256	1,5	16,6
	159	600	31,8	27	265	1,7	17,3
	163	600	31,3	17	264	1,6	6,3
9b Ringkanal med additiv	165	600	31,6	18	269	1,6	8,9

Der er endvidere foretaget målinger i en stald med dybstrøelse. Desværre var der en defekt på udstyret, hvilket betyder, at der ikke er måleresultater fra denne stald. Der foretages supplerende måling i stald med dybsstrøelse i 2004. Resultaterne herfra vil kunne findes i en Info - Byggeri og Teknik på www.landbrugsinfo.dk.

5. Resultater

5.1 Ammoniakemission

Resultaterne af gas- og temperaturmålingerne er sammenfattet i tabel 2.

Til målingerne kan knyttes følgende kommentarer:

- Ud fra målingerne kan man ikke umiddelbart estimere den årlige NH₃-emission.
- Ammoniakfordampningen er meget temperaturafhængig.
- Der bør måles kontinuerligt over en længere periode.

Som det kan ses af figur 4, er der væsentlig forskel på ammoniakemissionen i kolde og varme perioder. Dette er i overensstemmelse med andre undersøgelser, hvor der ofte angives en eksponential sammenhæng mellem staldtemperatur og ammoniakemission.

I figur 4 er ammoniakemissionen vist som funktion af den målte staldtemperatur for samtlige stalde og målinger. Det fremgår, at der generelt er en højere ammoniakemission ved høje staldtemperaturer. Figur 5, 6 og 7 viser separat værdierne for henholdsvis stalde med fast gulv, stalde med spaltegulv og gyllekanaler samt stalde med spaltegulv og ringkanal.

Resultaterne fra målinger i 2003 samt resultaterne fra 2002 er samlet i tabel 2. Værdier fra målingerne i 2003 er markeret med blå.

Tabel 2. Emissionsdata for såvel 2002- som for 2003-målingerne.

Gulv- og gødningssystem	Emission, g pr. ko pr. dag			Rumtemp. °C
	NH ₃	CH ₄	N ₂ O*	
1 Fast, delta skraber	107	559	0,3	21,7
Der skrubes seks gange pr. døgn	36	331	0,6	7,0
2 Fast støbeasfalt, skraber	33	338	-0,2	17,4
Dræn i gang				
Der skrubes fire gange pr. døgn	21	431	5,0	6,2
3 Perstrup/Mullerup	34	312	1,4	19,9
med dræn og skraber	16	351	0,2	6,1
Der skrubes hver 2. time i rækkerne ved foderbordet og hver 4. time ved sengebåsene	17	375	0,5	6,4
4 Thisted-Fjerritslev/LJM	29	351	3,1	15,7
med dræn og skraber				
Der skrubes hver 2. time i rækkerne ved malkekøerne og hver 4. time ved ungdyrene	13	303	-0,1	3,6

Gulv- og gødningssystem	Emission, g pr ko pr dag			Rum temp °C
	NH ₃	CH ₄	N ₂ O*	
5 Spalter, skraber i 40 cm kanal Der skrubes tre gange pr. døgn	18	314	1,9	9,6
	39	497	1,2	19,0
6 Spalter, bagskyl	103	518	0,1	22,4
	17	340	0,0	8,3
7a Ringkanal uden syre	48	589	5,5	13,2
	10	365	8,3	2,3
7b Ringkanal med syre	19	328	2,3	16,8
	27	321	1,7	16,8
	29	340	0,1	14,7
	10	301	0,6	6,2
8 Ringkanal, skraber på spalter Der skrubes seks gange pr. døgn	29	408	1,7	19,5
	26	409	2,1	5,8
9a Ringkanal uden additiv	44	431	4,0	16,6
	56	438	5,9	17,3
	31	437	4,9	6,3
9b Ringkanal med additiv	34	449	4,5	8,9

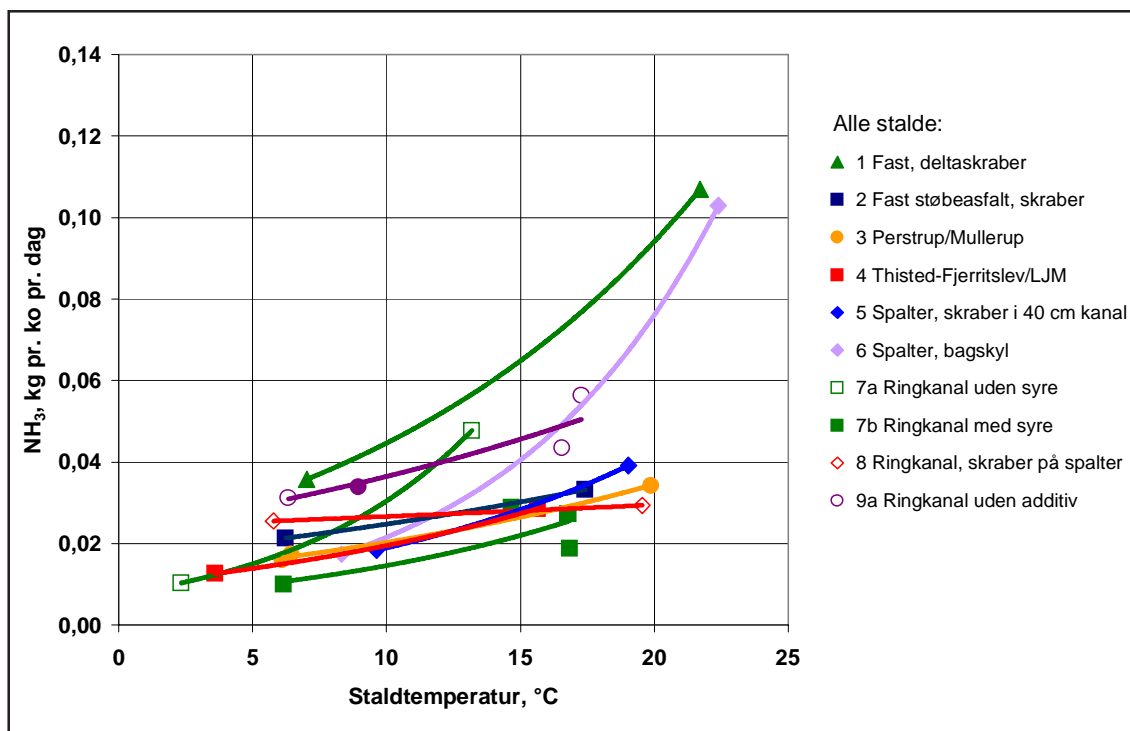
* Koncentrationen er for lille til, at beregningerne af emissionen er sikre.

Det ses af tabellen, at der indgik fire stalde med fast gulv. De resterende stalde var med spaltegulv, hvoraf flere havde ringkanalanlæg med eller uden tilsætning af syre eller additiv til gyllen.

Af tabel 2 og figur 4 fremgår det, at der generelt er lavere emission ved lave temperaturer. Temperatureffekten er mindre ved staldene med fast, drænet gulv og skrabe end ved de øvrige.

5.1.1 Oversigt over målinger af ammoniakemission

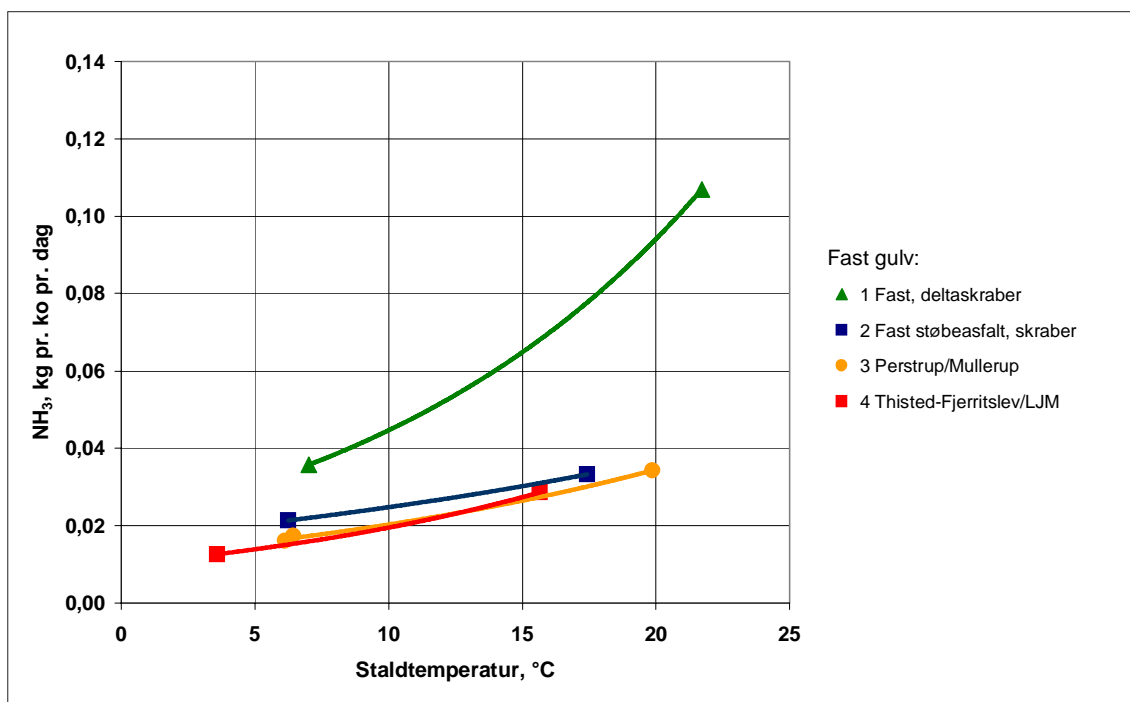
Samtlige måleresultater for ammoniakemission er vist i figur 4. I alle stalde er der konstateret en stigende emission med stigende staldtemperatur. Størst temperatureffekt blev målt i stalden med fast gulv støbt på stedet og i stalden med spaltegulv med bagskyl. Lavest emission er konstateret i stalde med præfabrikerede, drænede gulve og i stalden med ringkanalanlæg med syretilsætning.



Figur 4. Målt ammoniakemission som funktion af staldtemperatur for alle undersøgte stalde.

Stalde med fast gulv

I figur 5 er vist resultaterne af ammoniak- og temperaturmålingerne i de fire stalde med fast gulv.



Figur 5. Målt ammoniakemission som funktion af staldtemperatur i stalde med fast gulv.

Af figuren kan det ses, at der generelt er en højere ammoniakfordampning ved høje staldtemperaturer. Dette er i overensstemmelse med andre undersøgelser, hvor der ofte angives en eksponential sammenhæng mellem staldtemperatur og ammoniakemission.

Stald 1

Fast gulv med deltaskrabere. Ammoniakemissionen ligger på et højt niveau, både sommer og vinter. Gulvet er meget ujævnt med store områder, hvor der dannes pytter af ajele og gødning. I modsætning til øvrige besætninger malkes der tre gange i døgnet, hvilket kan medføre, at køerne urinerer hyppigere med større emission til følge.

Stald 2

Gulvet af støbeasfalt er udformet med fald mod dræn og lavet håndværksmæssigt tilfredsstillende. Det betyder, at en stor del af ajlen drænes hurtigt væk. Ved høje staldtemperaturer fordampede den resterende ajele hurtigt, og man fik større områder med et tørt gulv.

Stald 3

Nyt præfabrikeret gulv med skraber, type Perstrup/Mullerup. Ammoniakemissionen er på et lavt niveau, både sommer og vinter. Ved denne staldtype er der ligeledes en temperatureffekt på ammoniakemissionen. To målinger ved lave udetemperaturer viser, at reproducerbarheden af resultaterne er god.

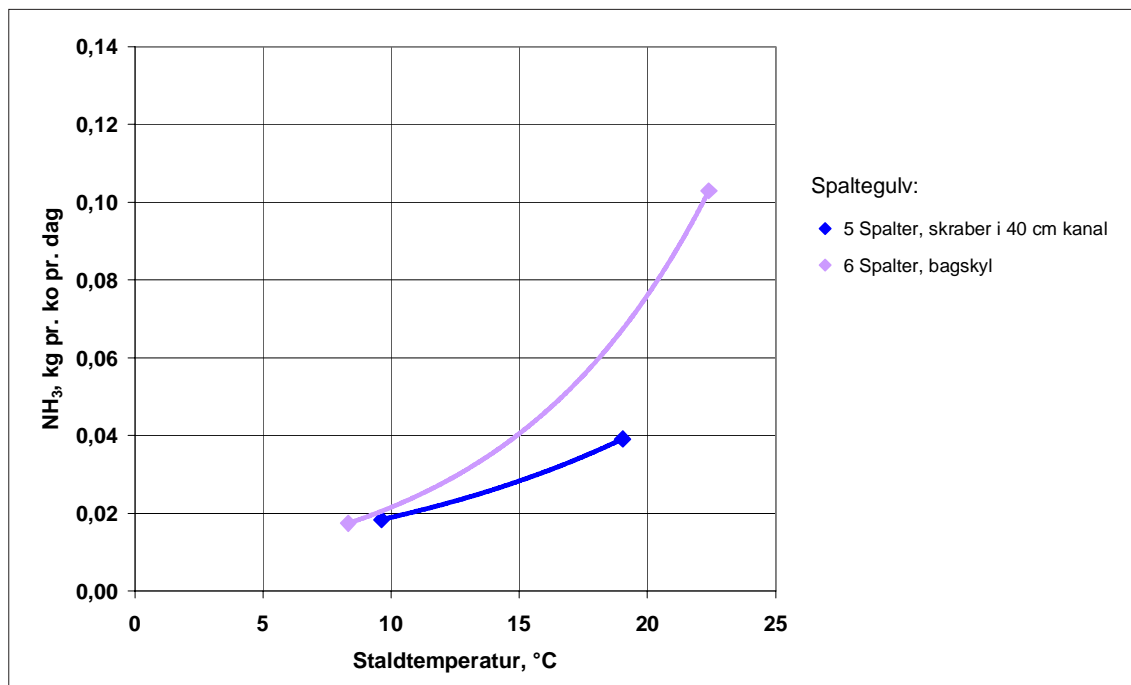
På baggrund af gulvets funktion forventes reproducerbarheden at være ligeså god i stald 3 og stald 4.

Stald 4

Nyt præfabrikeret, drænet gulv med skraber, type Thisted-Fjerritslev/LJM. God dræneffekt og reduktion af emission ved høje temperaturer, hvilket formodentlig skyldes, at man opnår større områder med tørt gulv. Fordampningen var også lav for denne stald, og kurven har et forløb, der er sammenfaldende med det målte forløb for stald 3.

Stalde med spaltegulv og gyllekanal

I figur 6 er vist resultaterne af ammoniak- og temperaturmålingerne i de to stalde med spaltegulv og gyllekanal.



Figur 6. Målt ammoniakemission som funktion af staldtemperatur i stalde med spaltegulv over gyllekanal.

Stald 5

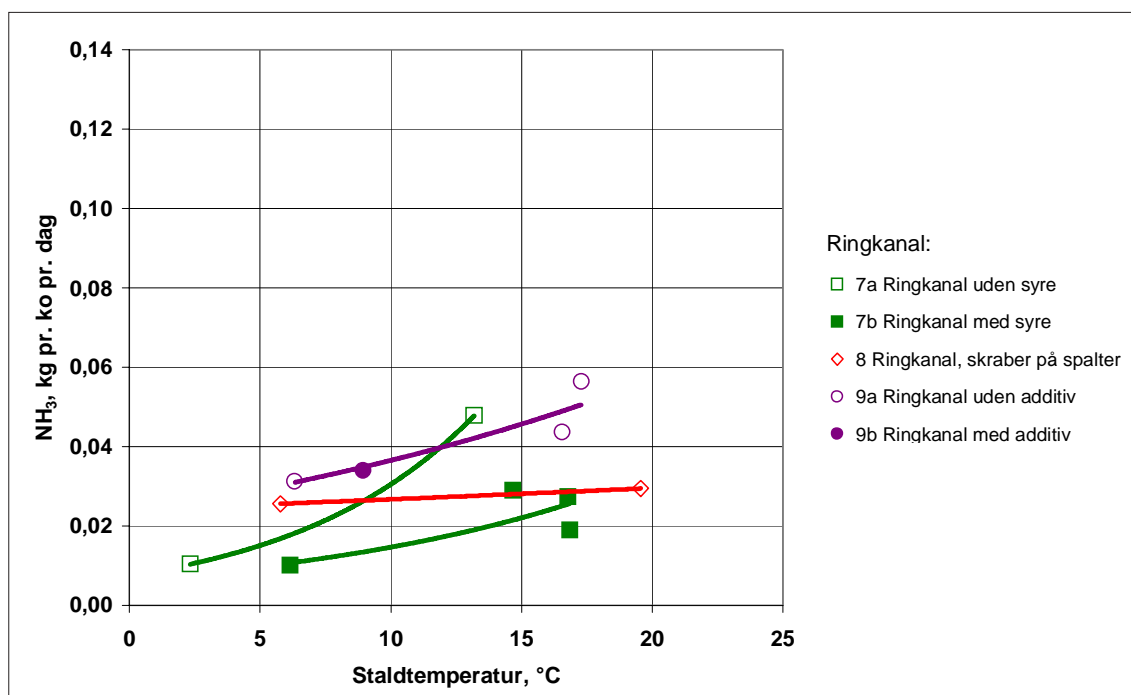
Spaltegulv med 40 cm gyllekanal, der skræbes med et linespilsanlæg. Der er foretaget én måling i henholdsvis kold og varm periode. Ammoniakemissionen ligger på et relativt lavt niveau sandsynligvis som følge af den hyppige udmugning, og emissionen er begrænset temperaturafhængig.

Stald 6

Traditionel stald med spaltegulv, 1,20 meter dybe kanaler og bagskyl. Ved lav temperatur var ammoniakemissionen på et lavt niveau. Emissionen var stærkt temperaturafhængig, da emissionen var fem til seks gange højere ved 23 °C frem for 8 °C.

Stalde med spaltegulv og ringkanal

I figur 7 er vist resultaterne af ammoniak- og temperaturmålingerne i stalde med spaltegulv og ringkanalanlæg. Resultaterne af tilsætning af syre og additiv til ringkanalanlæg er ligeledes vist i figuren.



Figur 7. Målt ammoniakemission som funktion af staldtemperatur i stalde ringkanalanlæg.

Stald 7a

Spaltegulv og 1,20 meter dybe kanaler udført som ringkanalsystem. Der tilsættes ikke syre. Uden syretilsætning var ammoniakemissionen på et lavt niveau ved ca. 2 °C. Emissionen var imidlertid meget temperaturafhængig idet den ved 13 °C var ca. fem gange højere end ved 5 °C. I stalden var der i perioder store problemer med flowet i ringkanalsystemet. Det kan være en af grundene til den relative høje emission om "sommeren".

Stald 7b

Spaltegulv og 1,20 meter dybe kanaler udført som ringkanalsystem, (samme stald som 7a). Der tilsættes automatisk koncentreret svovlsyre og foretages beluftning (forsuringsanlæg, type Staring). Ammoniakemissionen falder ved tilsætning af syre. Dette fald er tydeligst i varme perioder. I stalden var der i perioder store problemer med flowet i ringkanalsystemet. Resultaterne må derfor betegnes som noget usikre, hvilket ligeledes underbygges af den dårlige reproducerbarhed mellem to målinger ved samme temperatur.

Stald 8

Spaltegulv og 1,20 meter dybe kanaler udført som et ringkanalsystem. Spalterne skrubes automatisk med linespilsanlæg. Ammoniakemissionen lå på et forholdsvis højt niveau ved lave temperaturer, mens emissionsniveauet ved høje temperaturer er lavt. Emissionsniveauet bestemmes blandt andet ud fra ventilationsluftmængden i stalden. I denne stald var luftindtaget i staldens sider begrænset på grund af næsten lukkede

gardiner. Dette kan være årsag til det lave emissionsniveau om sommeren. Det forventes, at skraber ovenpå spalterne har en positiv effekt, da tørre arealer vil mindske ammoniakfordampningen. Målingerne i denne stald viser, at ammoniakemissionen derved er uafhængig af temperaturen.

Stald 9a

Spaltegulv og 1,20 meter dybe kanaler udført som et ringkanalsystem. Der tilsættes ikke additiv. Ammoniakemissionen var ca. en halv gang højere ved 16-17 °C set i forhold til emissionen ved 6-9 °C. Temperatureffekten på ammoniakemissionen fremgår ligeledes tydeligt ved denne staldtype.

Stald 9b

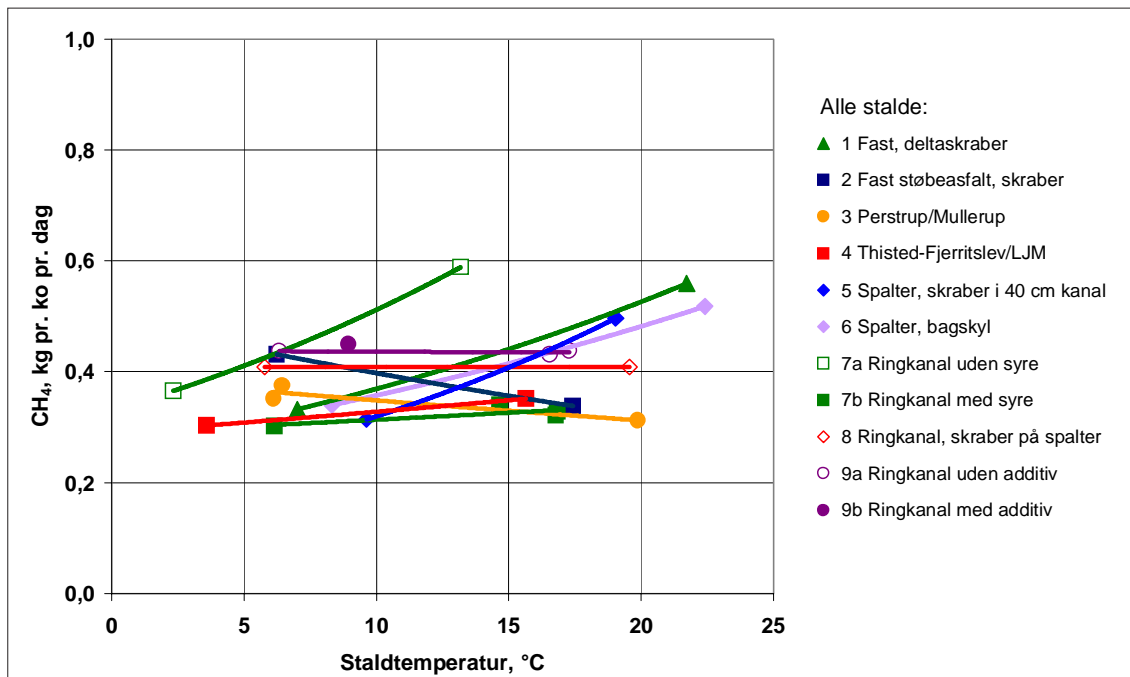
Spaltegulv og 1,20 meter dybe kanaler udført som et ringkanalsystem, (samme som stald 9a). Der tilsættes manuelt additiv til gyllen. Ammoniakemissionen falder ikke ved tilsætning af additiv, men falder oveni kurven for målingerne uden tilsætning af additiv. Der er således intet i måleresultaterne der tyder på, at brug af det pågældende additiv, havde en effekt på emissionen. Der er dog kun udført én måling ved tilsætning af additiv. Resultaterne må derfor betegnes som noget usikre. Der forventes en opfølgning på dette i 2004. Ved tilsætning af additiv forventes gyllen at blive mere homogen. Det kan betyde, at omrøring i kanalen kan reduceres. Mindre omrøring kan betyde fald i ammoniakemissionen.

5.1.2 Metanemission

Metanemissionen viser ikke den samme temperaturafhængighed, som der blev fundet ved ammoniakemissionen. Det er i sig selv ikke overraskende, idet hovedparten af metanemissionen sker i koens vom. Temperaturen her er ikke afhængig af omgivelsernes temperatur.

Metanemissionen er størst ved høje temperaturer i de stalde, som har den højeste ammoniakemission, det vil sige i stalden med fast gulv støbt på stedet og i stalden med spaltegulv med bagskyl. Lavest metanemission er konstateret i stalde med præfabrikerede gulve og i stald med ringkanal med syretilsætning.

Samtlige måleresultater for metanemissionen er vist i figur 8. Den målte værdi for de enkelte staldtyper er vist i tabel 2.



Figur 8. Målt metanemission som funktion af staldtemperatur.

6. Diskussion og anbefalinger

Undersøgelsen viste store forskelle i emissionen i varme perioder mellem de målte stalde. I kolde perioder var ammoniakemissionen dog ikke så markant forskellig mellem de målte stalde. Køerne var på stald hele året.

På baggrund af undersøgelsen kunne der ikke påvises statistisk sikre forskelle mellem staldene, idet der indgik for få stalde, og der kun blev målt i to perioder af tre dages varighed i 2002. Målingerne i 2003 underbyggede resultaterne fra 2002, men statistisk sikre forskelle mellem staldene er stadig ikke påvist. Fodring kan have stor indflydelse på emissionen, men niveauet er ikke indregnet i analysen i denne undersøgelse.

I et ringkanalanlæg omrøres gyllen minimum en gang i døgnet. Derfor er der ikke flydelag på gyllen inde i stalden, som det for eksempel er tilfældet i en stald med bagskylsanlæg, hvor der typisk tømmes gylle ud en gang hver 14. dag. Der er tilsyneladende tendens til øget ammoniakemission i stalde med bagskylanlæg set i forhold til andre systemer. Hvis denne tendens kan genfindes i lige så stort omfang i flere stalde med bagskyl, vil det ikke kunne anbefales at etablere bagskylanlæg uden samtidig at nedbringe den mikrobielle aktivitet i gyllen. Det kan for eksempel ske ved at sænke pH eller reducere gylleoverfladen.

Der er desuden flere uafklarede spørgsmål vedrørende syretilsætning, blandt andet teknisk sikkerhed og drift. Det er ikke endeligt afklaret, om betonen på længere sigt kan tage skade af sulfatindholdet i svovlsyren. Det anbefales at følge vejledningen vedrørende betonkvalitet i Landbrugets Byggeblad nr. 102.17-19 (2003) „Vejledning i valg af betonkvalitet i forbindelse med forsuring af gylle“, hvis der etableres forsuring af gyllen.

Målingerne i stalden, hvor der blev tilsat additiv til gyllen i et ringkanalanlæg, viste ikke nogen effekt på ammoniakemissionen. Det hævdes, at den største effekt af additivet opnås ved at untlade omrøring. Ved tilsætning af additiv kan det forventes, at gyllen bliver mere homogen. Det kan reducere frekvensen af omrøringer i døgnet, og det må derved forventes at reducere ammoniakemissionen. I undersøgelsen blev frekvensen af omrøring i kanalen ikke reduceret, hvilket kan være en af forklaringerne på den udeblevne effekt ved tilsætning af additiv. Hvorvidt gyllen blev mere homogen er ikke undersøgt.

Indretning af kvægstalde med fast gulv i gangarealer kan føre til højere emission end spaltegulvsstalder, hvis der ikke er et effektivt dræn af gangarealet. Faste gulve støbt på stedet (in situ støbt) skal være udført med omhu, det vil sige med plane flader og effektivt fald mod dræn, så kan der tilsyneladende opnås næsten lige så lave emissionsværdier, som ved de præfabrikerede betongulve. Materialet til de faste gulve kan være beton, asfalt, gummi, mv. Yderligere oplysninger om de præfabrikerede gulves funktion findes i foreløbige resultater af FarmTest Kvæg nr. 14 på LandbrugsInfo (www.landbrugsinfo.dk/farmtest/kvaeg).

6.1 Metan

På baggrund af de få målinger af metan er det ikke muligt at afgøre, om der er forskel mellem de undersøgte systemer. Stalde med fast gulv forventes ud fra tidligere undersøgelser at have et mindre tab af metan til atmosfæren end stalde med gyllekanaler. Der er ikke fundet en så klar sammenhæng mellem temperatur og emission af metan, som for ammoniak. Det kan skyldes, at størstedelen af metanproduktionen produceres i koens vom, og denne afhænger ikke af staldtemperaturen. Dog var emissionen af metan højere med stigende temperatur, når man kun ser på staldene med gyllekanaler. Metanemissionen var ligeledes størst ved høje temperaturer i de stalde, som havde den største ammoniakemission, hvilket var stalden med pladsstøbt gulv samt stalden med spaltegulv og bagskyl.

7. Litteraturliste

Amon, B., T. Amon und J. Boxberger (1998). *Untersuchungen der Ammoniakemissionen in der Landwirtschaft Österreichs zur Ermittlung der Reduktionspotentiale und Reduktionsmöglichkeiten*. (Investigation of the ammonia emission from the agriculture in Austria for determination of potentials and possibilities of reduction). Forschungsprojekt Nr. 883/94, Institut für Land-, Umwelt und Energietechnik der Universität für Bodenkultur, Vienna.

Arnink, A.J.A. and A. Elzing (1998). *Dynamic Model for ammonia volatilization in housing with partially slatted floors for fattening pigs*. *Livestock Production Science*, 53, 153-169.

Bramm, C.R., M.C.J. Schmits, H. Gunnink and D. Swierstra (1997). *Ammonia emission from double sloped solid floor in a cubicle house for dairy cows*. *J. Agric. Eng. Res.* 68, 375-386.

Cole, C.V., J. Duxbury, F. Freney, O. Heinemeyer, K. Minami, A. Mosier, K. Paustian, N. Rosenberg, N. Sampson, D. Saurbeck and Q. Zhao (1997). *Global estimates of potential mitigation of greenhouse gas emission by agriculture*. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*. 49. 221-228.

Groot Koerkamp, P.W.G., J.H.M. Metz, G.H. Uenk, V.R. Phillips, M.R. Holden, R.W. Sneath, J.L. Short, R.P. White, J. Hartung, J. Seedorf, M. Schröder, K.H. Linkert, S. Pedersen, H. Takai, J.O. Johnsen and C.M. Wathes (1998). *Concentration and emissions of ammonia in livestock buildings in northern Europe*. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 70, 1, 79-95.

Gustafsson, G., J. Hultgren and K. Jeppson (2001). *Ammonia emissions from the cowshed, and animal cleanliness, reproductive performance and health reference measurements*. *Life ammonia*, February 5, 2001.

FarmTest Kvæg nr. 13. FarmTest: *Emission af ammoniak og drivhusgasser fra naturligt ventilerede kvægstalde*. Dansk Landbrugsrådgivning. 2003. 45 pp.

FarmTest Kvæg nr. 14, igangværende FarmTest. *Funktionstest af drænede gulve med skraberanlæg, (foreløbige resultater)*. Lokaliseret på www.landbrugsinfo.dk, 9. juli 2002.

Hartung, E. and G. Monteny (2000). *Methane (CH₄) and Nitrous Oxide (N₂O) emission from animal Husbandry*. *Agrartechnische Forschung* 6 (2000), Heft 4, s. E62 - E69.

Jungbluth T., G. Brose and E. Hartung (2003). *Environmental Technology in Cattle and Milking Cow Production*. XXVI Annual Meeting of the Chilean Society for Animal Production (SOCHIPA). International Symposium on Animal Production and Environmental Issues. Session II: Animal Nutrition and Environmental Issues. Lokaliseret på www.KTBL.de, den 12. marts 2003.

Landbrugets Byggeblad nr. 102.17-19 (2003). *Vejledning i valg af betonkvalitet i forbindelse med forsuring af gylle*. pp 2.

Monteny, G.J. and P.P.H. Kant (1997). *Ammonia emission and possibilities for its reduction in dairy cow houses: A review of dutch developments*. In Voermans, J.A.M., Monteny, G.J. (Eds.), *Ammonia and odour emission from animal production facilities*. NVTL, Rosmalen, The Netherlands, vol.1, pp 355-364.

Monteny, G.J. (2000). *Modelling of ammonia emission from dairy cow houses*. Ph. D. thesis, University of Wageningen, Netherlands.

Pedersen, P., 2003. *Status på rullende afprøvninger*. Landsudvalget for Svin. Lokaliseret på: www.danskeslagterier.dk.

Poulsen H.D., C.F. Børsting, H.B. Rom og S.G. Sommer, Danmarks JordbrugsForskning, november 2001. *DJF-rapport Husdyrbrug nr. 36. Kvælstof, fosfor og kalium i husdyrgødnings - normtal 2000*. pp 152.

Seipelt, F., A. Ross, G. Steffens und H. van den Weghe (1999). *Quantifizierung gasförmiger Emissionen aus frei gelüfteten Milchviehställen mittels Tracergaseinsatz nach der Abklingmethode*. (Monitoring of gaseous emissions from natural ventilated dairy houses using tracer gas technique using the rate-of-decay method). 4. International Conference. Construction Engineering and Environment in Livestock Farming. 9./10.03.1999 in Freising-Weißenstephan, Germany, 69-74.

8. Bilagsliste

Bilag 8.1 • Stald nr. 1, Fast betongulv med deltaskraber	28
Bilag 8.2 • Stald nr. 2, Fast gulv af støbeasfalt med dræn og skraber	31
Bilag 8.3 • Stald nr. 3, Præfabrikeret, profileret gulv med skraber og dræn, model Perstrup/Mullerup	34
Bilag 8.4 • Stald nr. 4, Præfabrikeret, profileret gulv med skraber og dræn, model Thisted-Fjerritslev/LJM	38
Bilag 8.5 • Stald nr. 5, Spaltegulv med skraber i 40 cm gødningskanal	42
Bilag 8.6 • Stald nr. 6, Spaltegulv, gyllekanaler med bagskyl	45
Bilag 8.7 • Stald nr. 7a og 7b, Ringkanalanlæg henholdsvis med og uden syre- behandling af gylle	48
Stald 8.8 • Stald nr. 8, Ringkanalanlæg med skraber ovenpå spalter	51
Bilag 8.9 • Stald nr. 9a og 9b, Ringkanalanlæg henholdsvis med og uden tilsætning af additiv	54

Bilag 8.1

Stald nr. 1 • Fast betongulv med deltaskraber

ByggeInfo nr. 85

Staldens indretning og funktion

Stalden er en seksrækket sengebåsestald med plads til 181 køer af stor race (SDM) + kvier. Der er ét bredt, gennemgående foderbord i hele staldens længde med et reduceret antal ædepladser. Der er 100 meter ædeplads, hvilket svarer til 0,55 meter foderbordsplads pr. ko eller 1,5 ko pr. ædeplads. I den ene side af stalden er sengebåsene opdelt, så der bliver et særskilt afsnit til store kvier.

Goldkøerne går i et hold for sig nær kælvningsboksene. I dette afsnit er der sengebåse som hvileareal og spaltegulv i gangarealet.

Malkestald, opsamlingsplads og servicerum er indrettet i en separat stald placeret vinkelret på selve stalden. Det er en 2x16 sildeben malkestald med direkte udgang. Der malkes tre gange i døgnet.

Ventilation

Stalden er naturligt ventileret. Ydervæggene i stalden er udført af en betonelementer med frilagte søsten. Over betonelementerne er der luftindtag gennem et vindbrydende net.

Fodring

Der fodres med fuldfoder efter TMR-princippet.

Gødningshåndtering

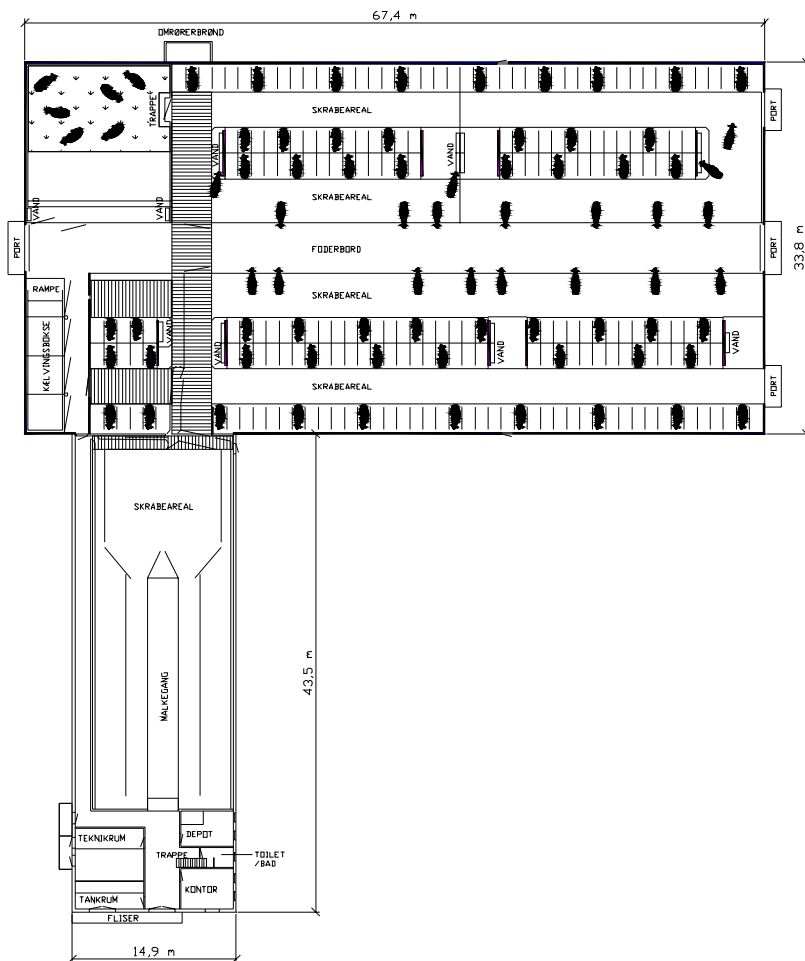
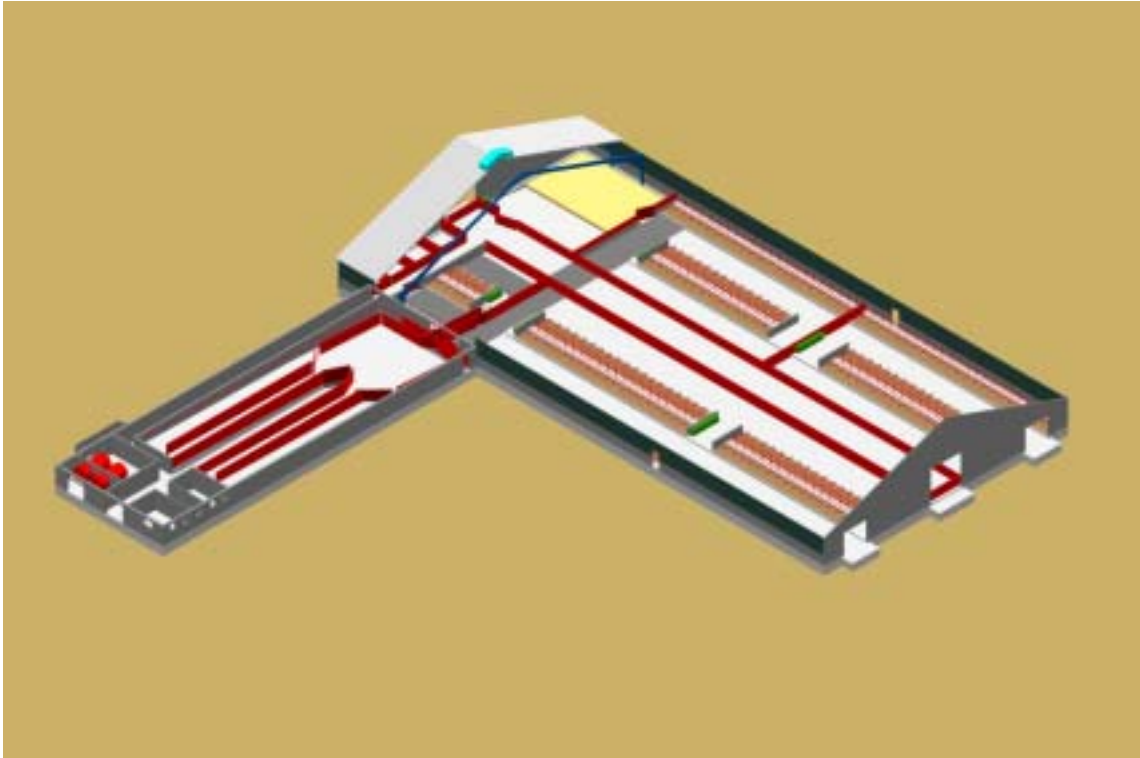
Der er fast, profileret betongulv (in situ støbt/støbt på stedet) med skraber i gangarealer mellem sengebåsene og på ædepladsen. Gødningen skræbes ud på areal med spaltegulv ved tværgangen som forbinder stalden med malkestalden. Gyllen løber via en tværkanal under spaltearealet til en fortank. Efter skrabning af det faste gulv forekommer der små pytter af ajle på gulvet. Der skræbes 6 gange pr. døgn.

Strøelseshåndtering

Der strøes med savsmuld på betonlejerne. Savsmulden køres ind cirka hver fjerde uge om sommeren (hyppigere om vinteren).

Arealforbrug

- Bebygget areal pr. ko (ekskl. malkestald) 12,8 m²
- Nettoareal pr. ko 7,4 m²
- Motionsareal pr. ko 4,0 m²





Gulvet skræbes ikke helt rent, der efterlades pytter af aje.



Placering af teflonslanger til måling af gasser.



Profilert gulv før og efter skræbning.

Bilag 8.2

Stald nr. 2 • Fast gulv af støbeasfalt med dræn og skraber

ByggeInfo nr. 76

Staldens indretning og funktion

Stalden er en firerækket sengebåsestald. Der er plads til 120 køer + 100 ungdyr af stor race. Der er gennemgående foderbord med en ko pr. ædeplads. Der er seks kraftfoderautomater til køerne placeret med fire automater på den ene side af foderbordet, hvor der er plads til 87 køer (det vil sige ca. 22 køer pr. automat) og to automater på den anden side af foderbordet, hvor der er plads til 33 køer (det vil sige 17 køer pr. automat).

Køerne er opdelt i to grupper. Henholdsvis køer, der bliver malket og goldkøer. Stalden er indrettet, så goldkøerne kan opstaldes i yderligere tre hold (afgoldning, goldperiode og opstartsperiode).

Kvierne indsættes i stalden, når de er et år gamle og indeles i tre hold:

- Indsætningshold.
- Løbekvier
- Kælvekvier.

Sengebåsene er med 6 centimeter tykke kanalsyede madrasser.

Malkestalden er bygget som "et hus i huset" og placeret i det ene hjørne af stalden. Malkestalden er en 2x10 sildebensstald af 30° med hurtig udgang.

Opsamling sker delvis på spalteareal udenfor malkestalden og mellem sengebåserækker.

Serviceafdelingen er placeret i forbindelse med malkestalden og indrettet med forrum, kontor, mælkerum og teknikrum.

Ventilation

Stalden er naturligt ventileret. Der er luftindtag i begge sider med vindbrydende net. Nettet er i hele bygningens sidehøjde på 3,6 meter. Luftafkastet i kippen er overdækket og kan ikke reguleres.

Fodring

Kraftfoder til køerne udfodres via kraftfoderautomater i opholdsafdelingen. Grovfoder på foderbordet udfodres med en aflæsservogn efter lagkageprincippet. Der udfodres grovfoder hver anden dag, hovedsageligt bestående af græsensilage, majsensilage, ærteensilage og roeffald.

Gødningshåndtering

Alle køernes gangarealer er med fast gulv af asfalt, svagt hældende ind mod midten af gangen, hvor der er en langsgående ajlerende. Der er linespilsanlæg med delta-skrabere. Der er monteret en pal på skraberne, som renser i ajlerenden. Der skrubes fire gange pr. døgn.

For enden af skrabegange over tværkanal sidder et kalvefang. Der er udvendig overdækket tværkanal. Fra tværkanal er der trykledning med fald til gylletank.

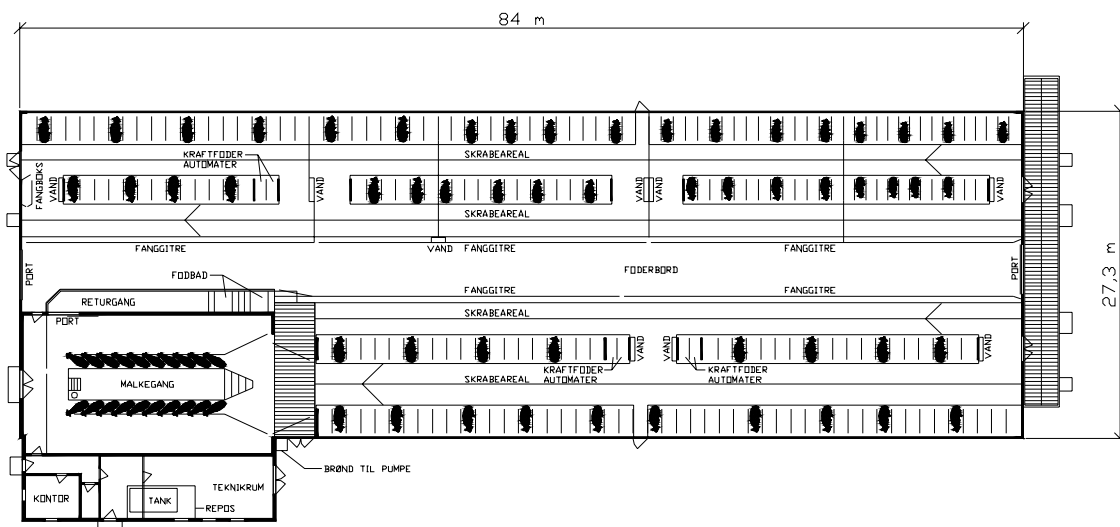
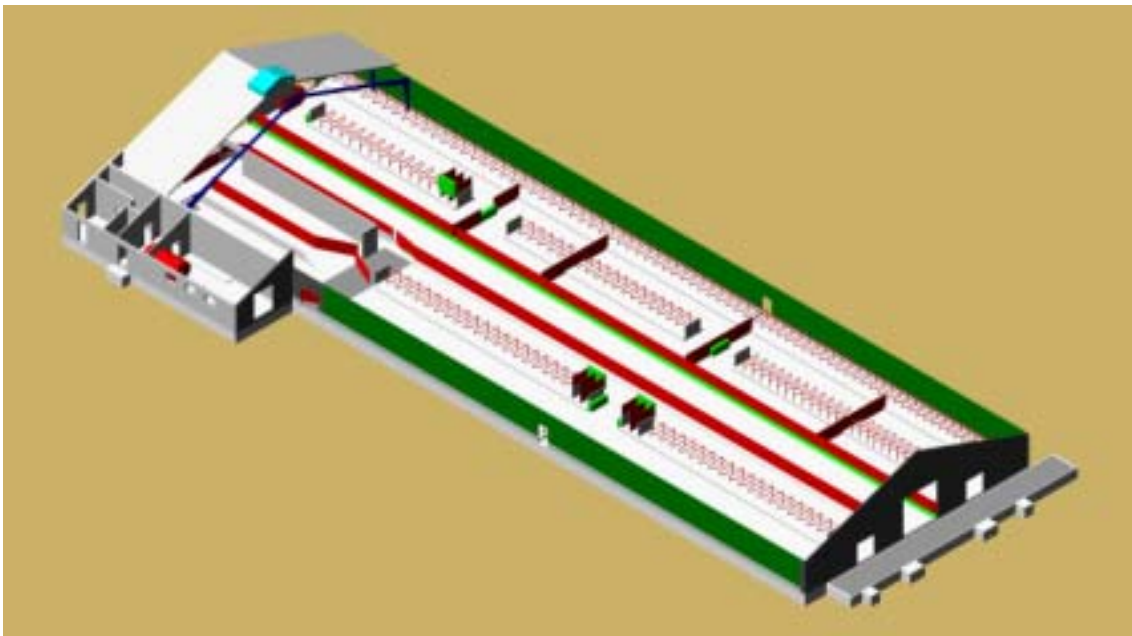
Der er spaltegulv med en gyllekumme foran malkestalden. Vaskevand fra malkestalden ledes til gyllekummen, hvorfra det via en pumpebrønd pumpes til gylletank.

Strøelseshåndtering

Der strøes manuelt med snittet halm. Der bruges i gennemsnit 500 gram pr. dyr pr. dag.

Arealforbrug

- Bebygget areal pr. dyr (køer og ungdyr) 11 m²
- Nettoareal pr. dyr (køer: 9,4 m² og ungdyr: 5,3 m²) 7,5 m²
- Motionsareal pr. ko (køer: 10,5 m² og ungdyr: 3,5 m²) 7,3 m²





Veldrænet gangareal med et PolyFlex-rør i midten.



Oversigtsbilleder af sengebåsestald.

Bilag 8.3

Stald nr. 3 • Præfabrikeret, profileret gulv med skraber og dræn, model Perstrup/Mullerup

ByggeInfo nr. 81

Staldens indretning og funktion

Stalden er en sengebåsestald med otte rækker sengebåse. Der er plads til 262 malkekøer. Der er kanalsyede madrasser i alle sengebåse.

Der er et smalt foderbord i midten af stalden med reduceret antal ædepladser: 1,6 ko pr. plads.

Der er malkekarrusel med udvendig malkning og med 36 malkepladser. I returgang fra malkning er der transponderstyret automatisk separation til separationsboks med ti sengebåse. Der er opsamling mellem 2x2 rækker sengebåse, og køerne drives frem til malkekarrusellen med en elektrisk kodriver. I serviceafdelingen er der teknikrum. Der er udendørs silotank til opbevaring af mælk.

Stalden er bygget sammen med en foderlade, hvor der står en stationær fuldfoderblander. Køerne fodres via transportbånd, der kører over foderbordet. Endvidere tildeles der kraftfoder ved malkning. Tildelingen af kraftfoder styres af køernes ydelsesniveau.

Ventilation

Stalden er naturligt ventileret. På tre sider er der en lav ydervæg med facadeteglsten og regulerbare gardiner. Luftafkastet i kippen er overdækket og kan ikke reguleres.

Fodring

Der tildeles kraftfoder på karrusellen. Resten af køernes foder udfodres som fuldfoder fire gange dagligt via transportbånd. Køernes foderblanding består af: Kraftfoder, sojaskrå, majshelsædsensilage og ærtehelsædsensilage.

Gødningshåndtering

Der er fast, profileret betongulv med bredskraber. Gulvet er af præfabrikerede betonelementer. I elementerne er der langsgående drænrender, som dræner urin til et ajle-afløb i hvert andet element, (et element er 2,4 meter). Der er mulighed for bagskyl af rør til ajleafløb. Skraberens bom er med en plastikkant med "fingre", som renser drænrenderne. Gødning skrubes til tværkanal, hvorfra det pumpes til lagertank. Der skrubes hver 2. time i rækkerne ved foderbordet og hver 4. time i rækkerne mellem sengebåsene.

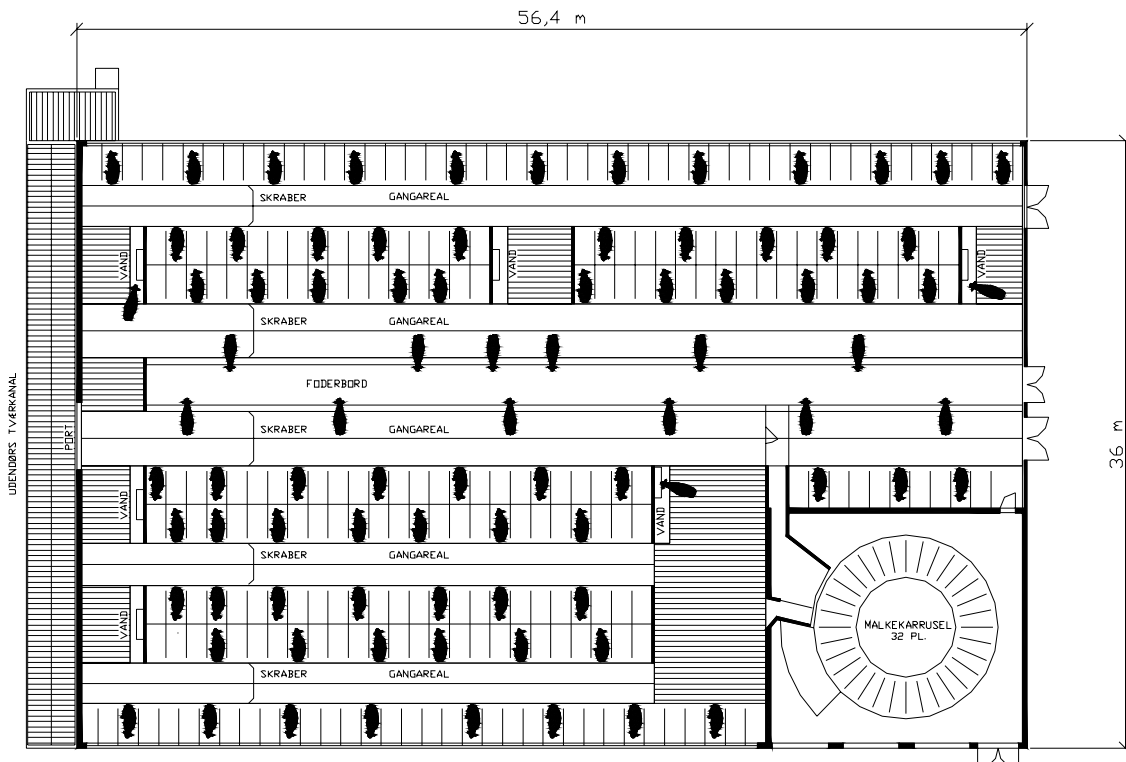
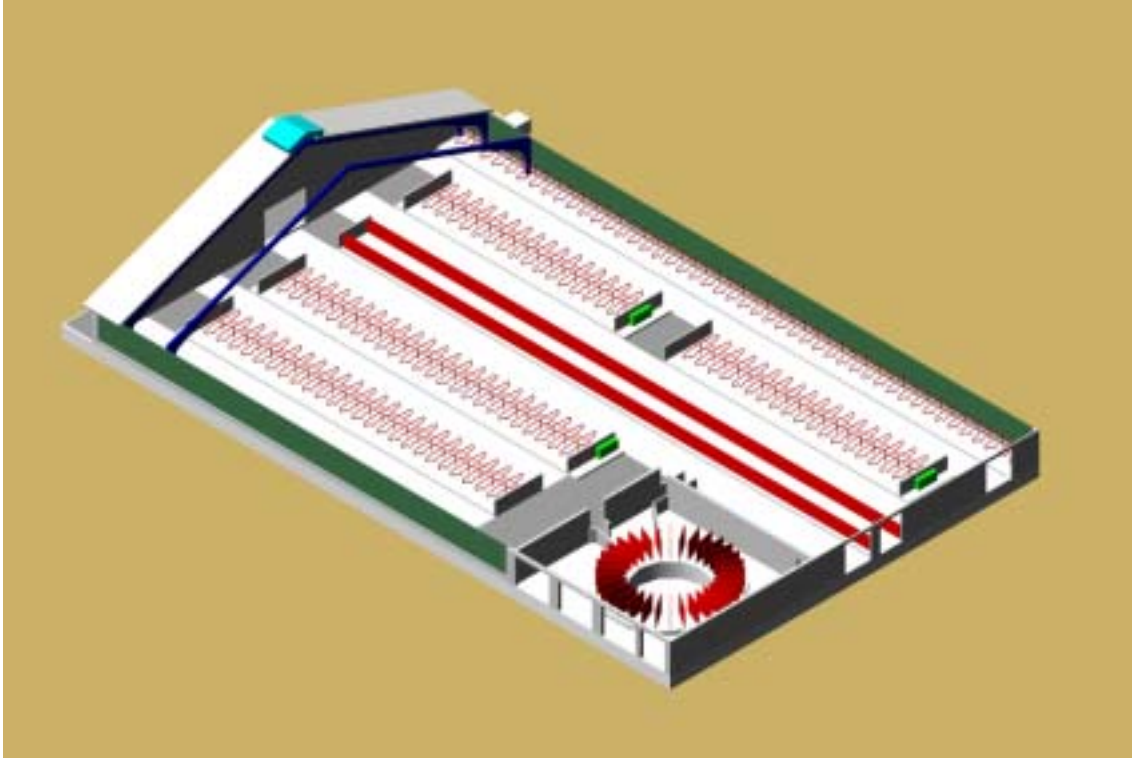
På opsamlingspladsen foran malkestalden samt i tværgange er der spaltegulv.

Strøelseshåndtering

Sengebåse strøes manuelt en gang om ugen med gennemsnitligt 300 gram savsmuld pr. bås pr. dag.

Arealforbrug

- Bebygget areal pr. ko 7,8 m²
- Nettoareal pr. ko 6,0 m²
- Motionsareal pr. ko 2,8 m²





Gangareal.



Oversigtsbillede.



Gulvet skræbes helt rent. Profileret gulv fra Perstrup Beton Industri A/S med skraber fra Mullerup Staldteknik A/S.

Bilag 8.4

Stald nr. 4 • Præfabrikeret, profileret gulv med skraber og dræn, model Thisted-Fjerritslev/LJM

ByggeInfo nr. 82

Staldens indretning og funktion

Stalden er en syvrækket sengebåsestald indrettet med 157 sengebåse til malkekøer, 100 sengebåse til opdræt, 12 enkeltbokse til kalve og otte bokse henholdsvis kælvningsbokse og fællesbokse til kalve. Der er tolags madrasser i alle sengebåse.

Der er et 2 meter bredt foderbord med reduceret antal ædepladser (tre køer pr. ædeplads). Ved ungdyrene er der ca. 30 centimeter ædepladsbredde pr. dyr.

Der er AMS (automatisk malkesystem) af flerbokstypen med tre malkebokse. AMS er placeret i et isoleret og opvarmet rum ("hus i huset"). I returgangen er der automatisk separation til separationsboks med otte sengebåse.

I serviceafdelingen er der kontor, mælkerum, toilet og bad.

Der udfodres kraftfoder i malkeboksene og fuldfoder via hængebaneanlæg på foderbordet. Hængebanevognen læsser automatisk foder fra forlag og blander det, hvorefter det udfodres. Stalden er sammenbygget med foderlade.

Ventilation

Stalden er naturligt ventileret med luftindtag gennem staldens sider, hvor der er gardiner, og luftafkast gennem kip.

Fodring

Der udfodres kraftfoder i malkeboksene. Resten af køernes foder udfodres otte gange dagligt via et automatisk hængebaneanlæg. Køernes fuldfoderblandingen består af majsensilage, halm, græsensilage, bygærtehelsædsensilage, kraftfoder, korn og sojaskrå.

Kvierne fodres ligeledes automatisk med hængebaneanlægget, og blandingen består af bygærtehelsædsensilage, sojaskrå og halm.

Gødningshåndtering

Der er fast, profileret betongulv med flapskraberanlæg. Gulvet er af præfabrikerede betonelementer. Elementerne er med drænrender i sildebensmønster, som leder ajle mod en langsgående ajlerende i midten af gulvet. Der er hydraulisk flapskraberanlæg med speciel skraberbom, der passer til gulvudformningen med 2 % fald mod ajlerende i midten. Skrabereren er med nedbygget skinne. Der er monteret en pal på skrabereren, som renser ajlerenden. Der skræbes hver 2. time i rækkerne ved malkekøerne og hver 4. time i rækkerne ved ungdyrene.

Gødningen afleveres på en stålrist over en tværkanal.

Foran AMS-enheden er der spaltegulv, og der er ligeledes spaltegulv på gangarealer i separationsboksen.

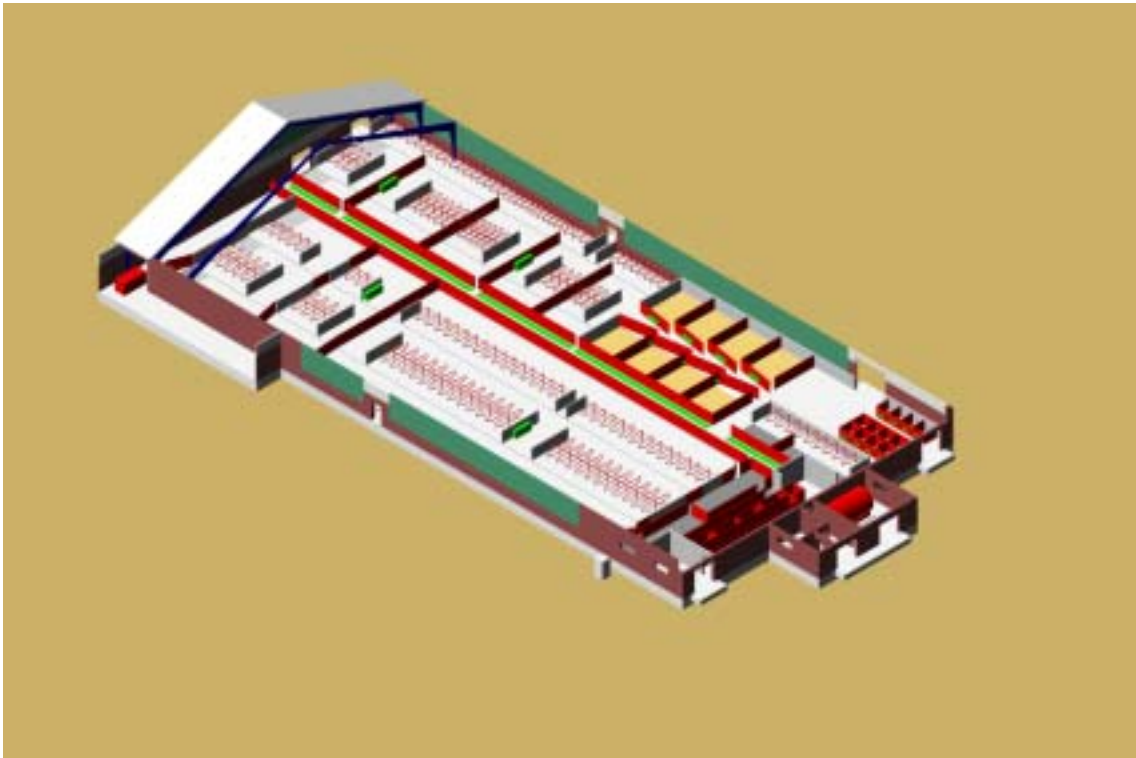
Strøelseshåndtering

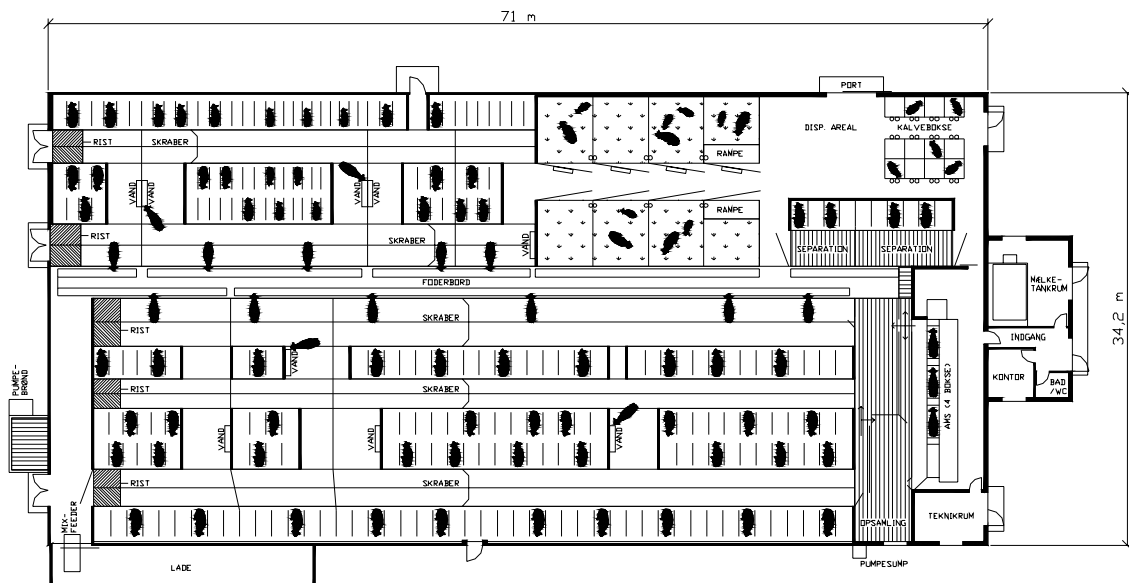
Sengebåse strøes to gange dagligt. I gennemsnit strøes der ca. 300 gram savsmuld pr. ko pr. dag.

Kælvningsafdelingen, dybstrøelsesbokse og enkeltbokse strøes dagligt med ca. 150 kg halm.

Arealforbrug

- Bebygget areal pr. ko 10,6 m²
- Bebygget areal pr. ungdyr 6,3 m²
- Nettoareal pr. ko 8,1 m²
- Nettoareal pr. ungdyr 4,8 m²
- Motionsareal pr. ko 5,7 m²
- Motionsareal pr. ungdyr 3,4 m²





Oversigtsbillede.



Gulvet før og efter skrabning.



Gulvet efter skrabning.

Bilag 8.5

Stald nr. 5 • Spaltegulv med skraber i 40 cm gødningskanal

ByggeInfo nr. 79

Staldens indretning og funktion

Det er en seksrækket sengebåsestald indrettet med 168 sengebåse til køer, 86 sengebåse til kælvkvier og opdræt. Der er fem kælvningsbokse.

Der er et gennemgående foderbord i begge sider af stalden samt i den ene ende. Køerne er opdelt i golde og malkende. Kvier er delt i kalve 9-14 måneder, løbekvier 15-18 måneder og kvier 19-24 måneder. Der er foderstationer på foderbordet, hvor der er mulighed for at registrere foderforbrug pr. dyr.

Der er automatisk malkning (AMS) med tre malkeenheder af enkeltbokstypen. Der er tre malkende grupper af køer med ca. 50 køer pr. gruppe. Malkeafdelingen er lavet som "et hus i huset", hvor der ligeledes er et staldkontor. Teknik og mælkerum er placeret i en sidebygning.

Der er mulighed for både fri og styret kotrafik, og der er automatisk separation til separationsboks med henholdsvis to og tre sengebåse. I separationsboks har køerne adgang til foder og vand.

Ventilation

Stalden er naturligt ventileret med luftindtag i staldens sider igennem vindbrydende net og luftafkast gennem åben kip i tagrygning. Den nederste del af ydervæggene i stalden er betonelementer med sort granit.

Fodring

Køerne fodres med en fuldfoderblanding, som består af: Byghelsædsensilage, græsensilage, korn, pulpetter og raps. Der blandes foder to gange om dagen og udfodres fire til fem gange om dagen til foderstationer.

Kvier fodres med en blanding af kraftfoder og halm med melasse. Der blandes foder en gang om dagen og udfodres to gange om dagen hos kvierne.

Gødningshåndtering

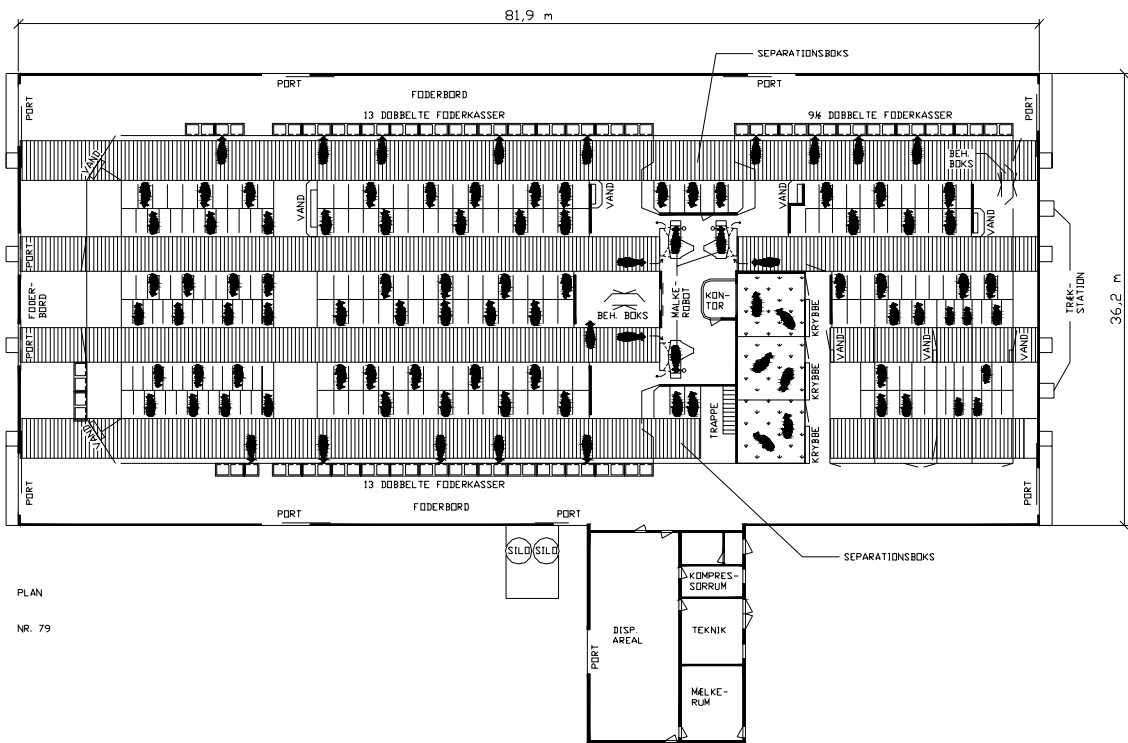
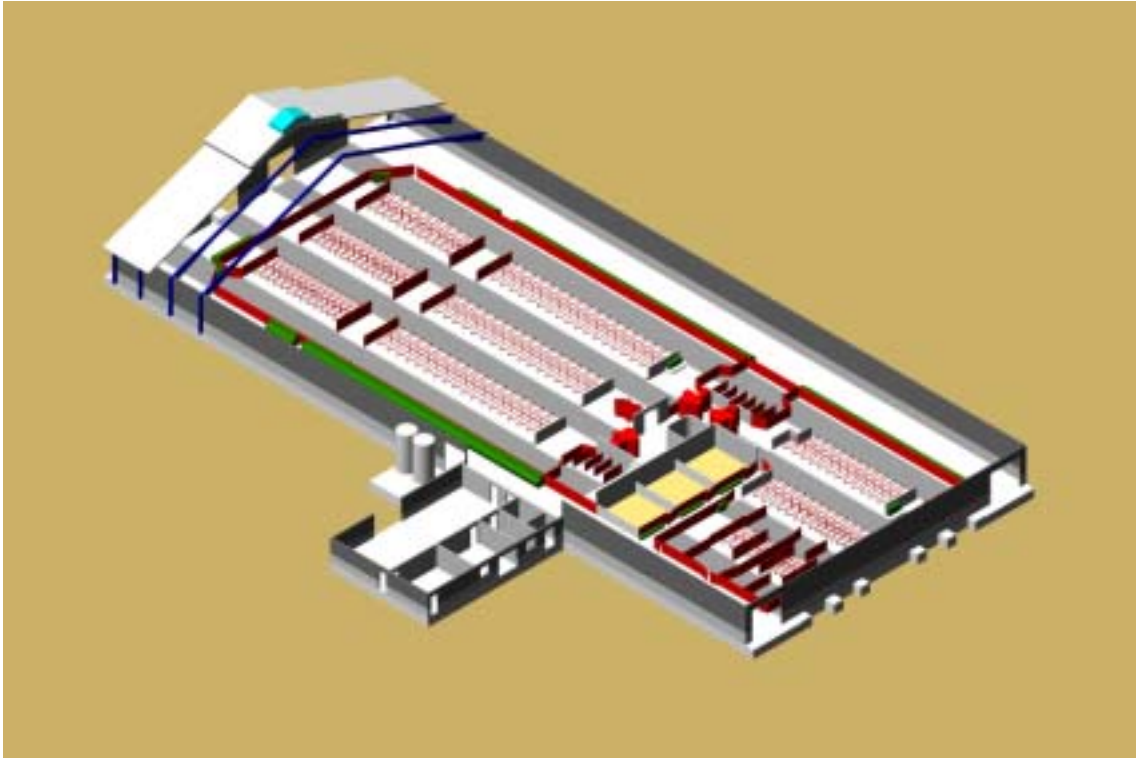
Der er spaltegulv på alle dyrenes gangarealer. Under spaltegulvet er der 40 cm dybe gødningskanaler, hvorfra gødningen skrubes til en tværkanal i midten af stalden. Fra tværkanal pumpes der til lagertank. Der skrubes tre gange pr. døgn.

Strøelseshåndtering

Sengebåse strøes med 350 gram høvlspåner pr. dag. Der bruges en kombineret feje og strømaskine.

Arealforbrug

- Bebygget areal pr. dyr 11,7 m²
- Nettoareal pr. dyr 7,48 m²
- Motionsareal pr. dyr 4,6 m²





Sengebåse med savsmuld. Skraber i 40 cm dyb kanal.



Spalterne fejes maskinelt.

Bilag 8.6

Stald nr. 6 • Spaltegulv, gyllekanaler med bagskyl

ByggeInfo nr. 84

Staldens indretning og funktion

Stalden er en trerækket sengebåsestald med plads til 183 køer af stor race. Der er gennemgående foderbord med et reduceret antal ædepladser. Der er 1,5 ko pr. ædeplads, hvilket svarer til 0,50 meter foderbordsplads pr. ko.

Køerne er delt i et hold malkende køer og et hold goldkøer.

Malkestalden er en 2x8 parallel med hurtig udgang, som er placeret umiddelbart før serviceafdelingen ved den ene gavl. Malkestalden har to åbne sider direkte til sengeafdelingen. Der er isoleret loft over malkestalden. Køerne samles til malkning mellem sengebåserækkerne og lukkes direkte ud på foderbordet efter malkning. Serviceafdelingen indeholder tankrum, teknikrum og kontor.

Der fodres med fuldfoder, som suppleres af kraftfoder i transponderstyrede kraftfoderautomater. Der er fem transponderstyrede kraftfoderautomater.

Goldkøerne går i et separat hold i modsat ende af stalden i forhold til malkestald og serviceafdeling.

Ventilation

Stalden er naturligt ventileret. Luftindtaget er udført som en bræddetrempele i en meters højde. Der er bræddetrempele i hele den ene facade, i halvdelen af den anden facade samt i gavltrekanten i den ene gavl. I førstnævnte facade er der ekstra bred afstand mellem brædderne (hvert andet bræt er fjernet).

Der er luftafkast i åben kip i 2/3 af hele staldens længde. Kippen er overdækket med lysplader og kan ikke reguleres.

Fodring

Der blandes et grundfoder en gang dagligt i en stationær fuldfoderblander, og det køres ud på foderbordet med en motorfodervogn tre gange dagligt. Kraftfoder tildeles via fem transponderstyrede foderautomater, som er placeret for enden af sengebåserækkerne.

Gødningshåndtering

Der er spaltegulv i gangarealerne mellem sengebåsene og på ædepladsen. Der er fast gulv i tværgange. Gyllekanalerne tømmer ved bagskylning.

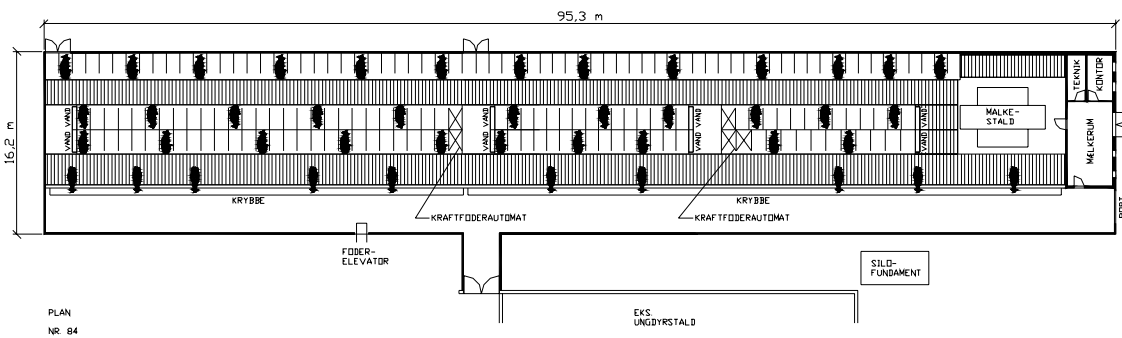
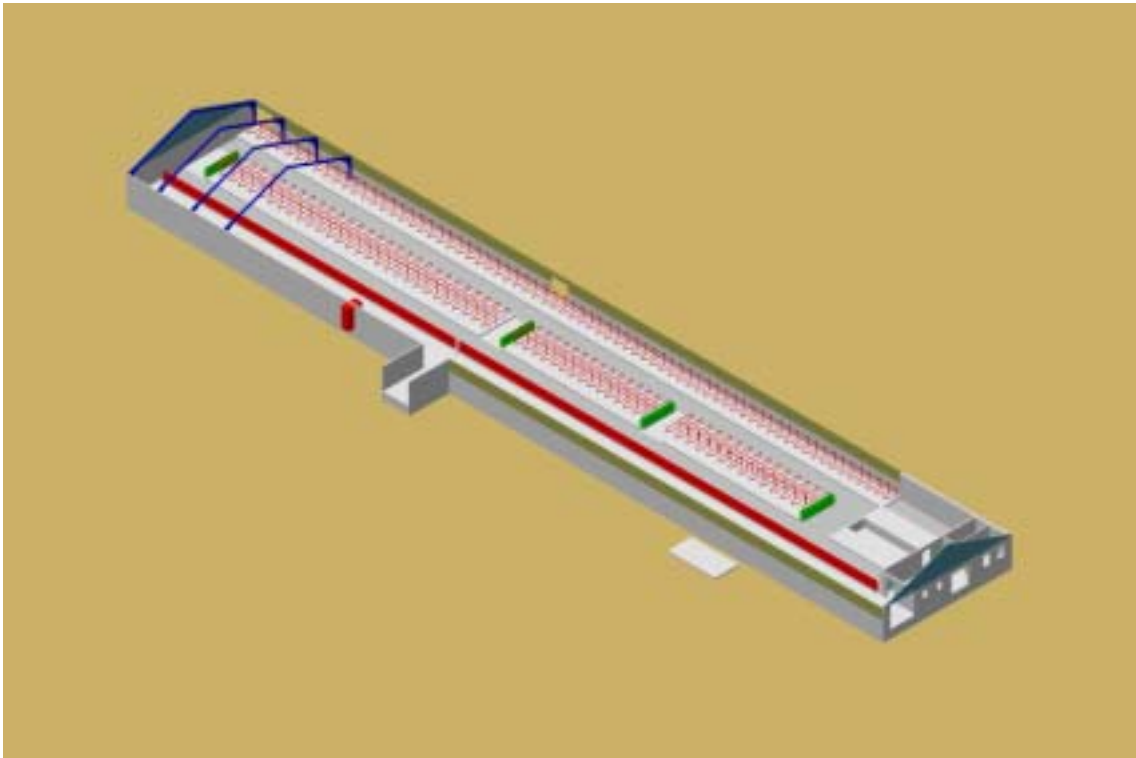
Gyllen løber via en tværkanal til en eksisterende tværkanal i ungdyrstalden og derfra videre til fortank, hvorfra det pumpes til lagertank.

Strøelseshåndtering

Der strøes med savsmuld i betonlejerne. Savsmulden køres ind på en motorfodervogn to til tre gange om ugen og placeres forrest i lejerne, hvorfra det trækkes ned dagligt. Der strøes 200-300 gram pr. bås pr. dag.

Arealforbrug:

- Bebygget areal pr. ko 8,5 m²
- Nettoareal pr. ko 5,5 m²
- Motionsareal pr. ko 2,8 m²



PLAN
NR. 84



Stald med sengebåse, spaltegulv i gangareal og bagskylds anlæg.



Der er foderbord i hele staldens længde. Naturlig ventilation og ovenlys.

Bilag 8.7

Stald nr. 7a og 7b • Ringkanalanlæg henholdsvis med og uden syrebehandling af gylle

ByggeInfo nr. 78

Staldens indretning og funktion

Stalden udgør den ene del af et større staldanlæg til malkekøer. Det er en otterækket sengebåsestald med plads til 192 malkekøer.

Foruden denne stald ligger der parallelt en ældre stald med plads til 309 køer. Hele staldkomplekset danner en firelænget sammenhængende bygning med "gårdsplads" i midten. Der er sengebåse i to længer, foderbord i én længe og opsamlingsplads i én længe. Der er et reduceret antal ædepladser med tre køer pr. ædeplads.

Der er opsamlingsplads til 320 køer i den ene bygning for enden af sengebåserækker. Der er mulighed for at lukke for køernes adgang til sengebåse via hæve-/sænkelåger. Der er elektrisk kodriver på opsamlingspladsen.

Malkestalden er en 2x20 parallelmalkestald med hurtig udgang.

Ventilation

Naturlig ventilation med luftindtag i siderne, hvor der er monteret gardiner og luftudtag gennem fast, åben kip.

Fodring

Køerne går samlet i et stort hold og fodres med en fuldfoderblanding, der består af: Hvede, kornbærme, kartoffelskræl, græs- og helsædsensilage og mineral-/vitaminblanding. Køernes fodres otte gange om dagen automatisk med et hængebaneanlæg.

Gødningshåndtering

Der er spalter på alle køernes gangarealer og på opsamlingspladsen. Gyllekanaler er bygget som en ringkanal, og der er udvendig omrørerbrønd med omrører og pumpe.

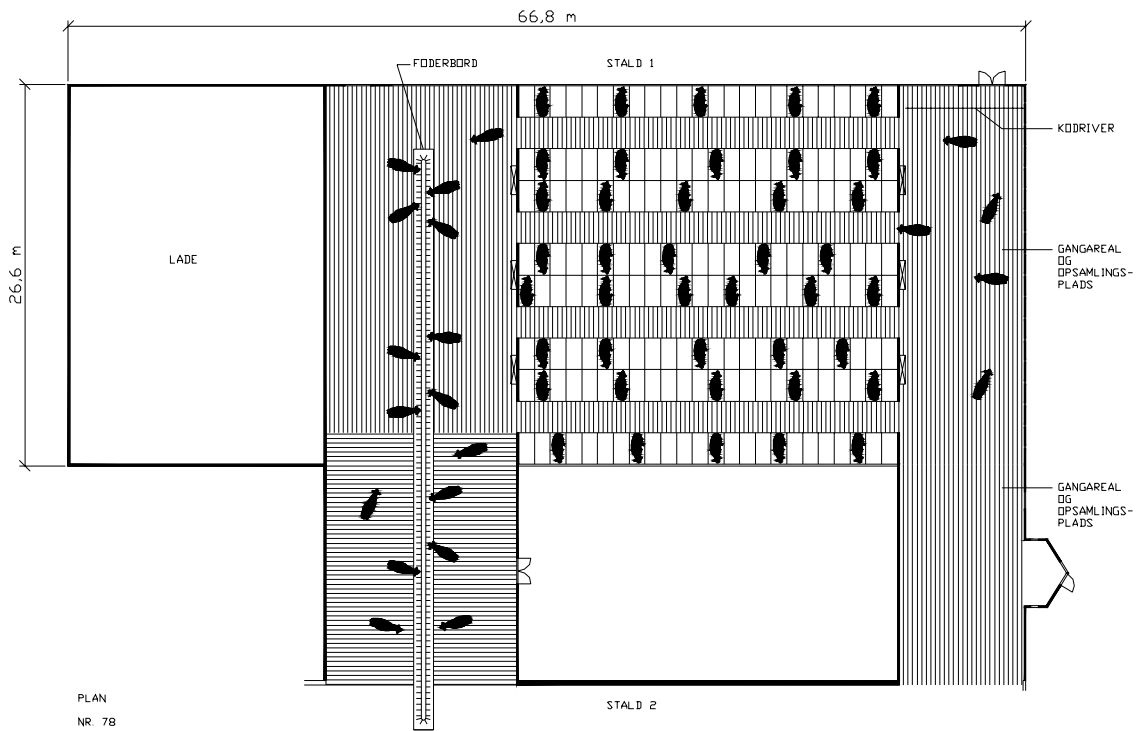
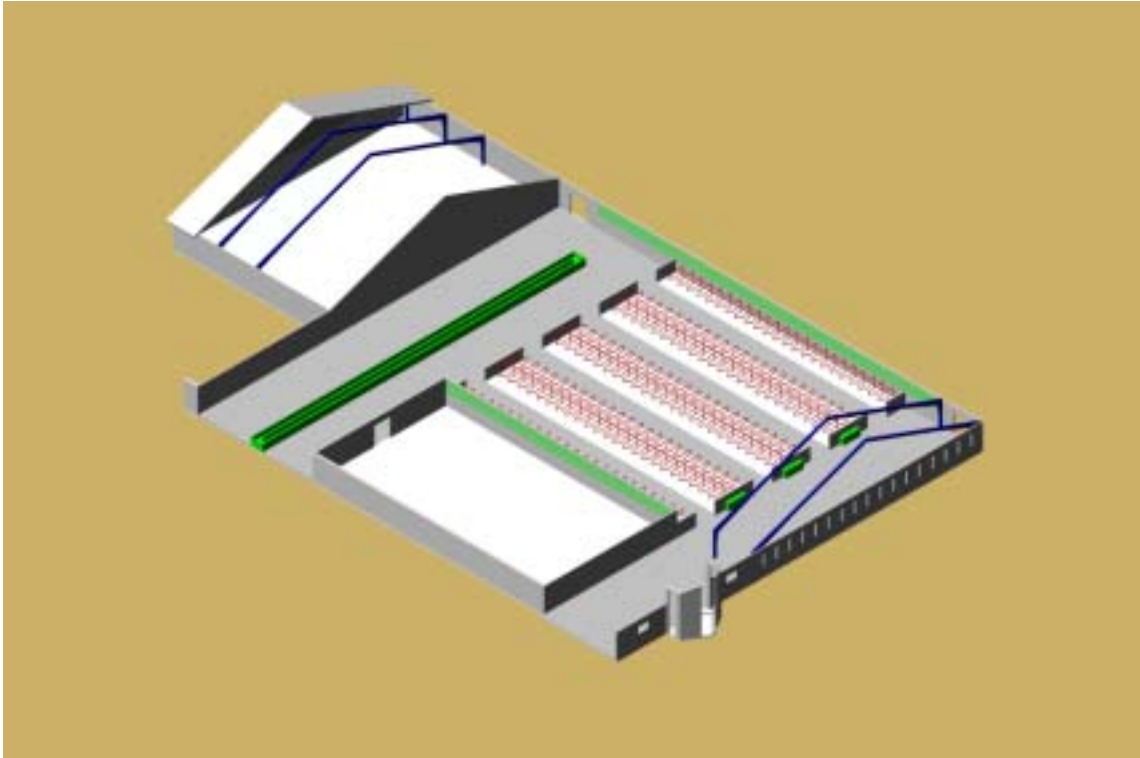
I en periode blev gyllen forsuret med koncentreret svovlsyre. Der tilstræbes et pH på 5,5. Syrebehandlingen foregik ved hjælp af det patenterede system fra Staring Maskinfabrik. Der sker en kontrolleret tilsætning i bunden af den udvendige omrørertank. Samtidig med tilsætningen beluftes gyllen, hvilket forhindrer, at der dannes skum.

Strøelseshåndtering

Der strøes med 700 gram snittet halm pr. ko pr. dag. Strøelsen fordeles i sengebåsene med en lille motordrevet vogn med et tværbånd.

Arealforbrug

- Bebygget areal pr. dyr 7,8 m²
- Nettoareal pr. dyr 6,5 m²
- Motionsareal pr. ko 4,0 m²





Foderbordet er placeret i enden af stalden.



Oversigtsbillede af stald med ringkanalanlæg.

Stald 8.8

Stald nr. 8 • Ringkanalanlæg med skraber ovenpå spalter

ByggeInfo nr. 87

Staldens indretning og funktion

Stalden er en seksrækket sengebåsestald. Der er plads til 121 køer og 36 kvier af stor race. I alle sengebåsene er der madrasser. Der er et gennemgående foderbord med køer på den ene side og kvier på den anden. Ved foderbordet er der reduceret ædeplads. Der er ingen holdopdeling af køer eller kvier i stalden.

Der er automatisk malkning (AMS) med to malkeenheder af enkeltbokstypen. Malkeafdelingen er indrettet som "et hus i huset" for enden af stalden. Køerne er i et hold. Ved udgang fra AMS er automatisk styret separation til en separationsboks med fire sengebåse. Der er fri kotrafik i stalden.

Stalden er sammenbygget med eksisterende bygninger. I overgangen mellem ny og eksisterende stald er der indrettet kontor, servicerum, samt teknik og mælkerum.

Ventilation

Stalden er naturligt ventileret med luftindtag i staldens sider via gardiner. Luftafkastet sker gennem åben kip i tagrygningen. Den nederste del af ydervæggen i stalden er betonelementer.

Fodring

Køernes fodres med fuldfoder bestående af byghelsædsensilage, grønbygensilage, grønmix og korn. Foderet blandes i en stationær fuldfoderblander og læsses over i hængebanevogn, der udfodrer ni til ti gange i døgnet.

Gødningshåndtering

Der er spaltegulv på alle dyrenes gangarealer. Spalterne skrubes med et linespilsanlæg. Der skrubes seks gange pr. døgn. Gødningskanalerne er indrettet som et ringkanalsystem med udendørs pumpe- og omrørebrønd.

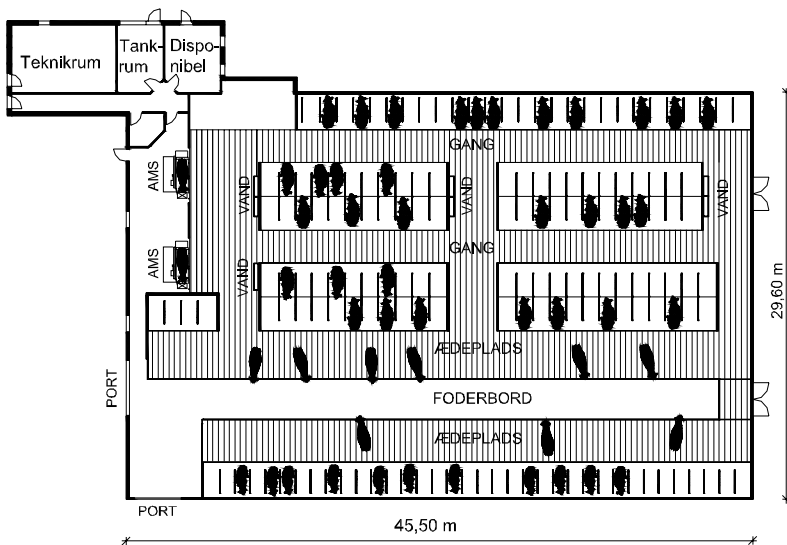
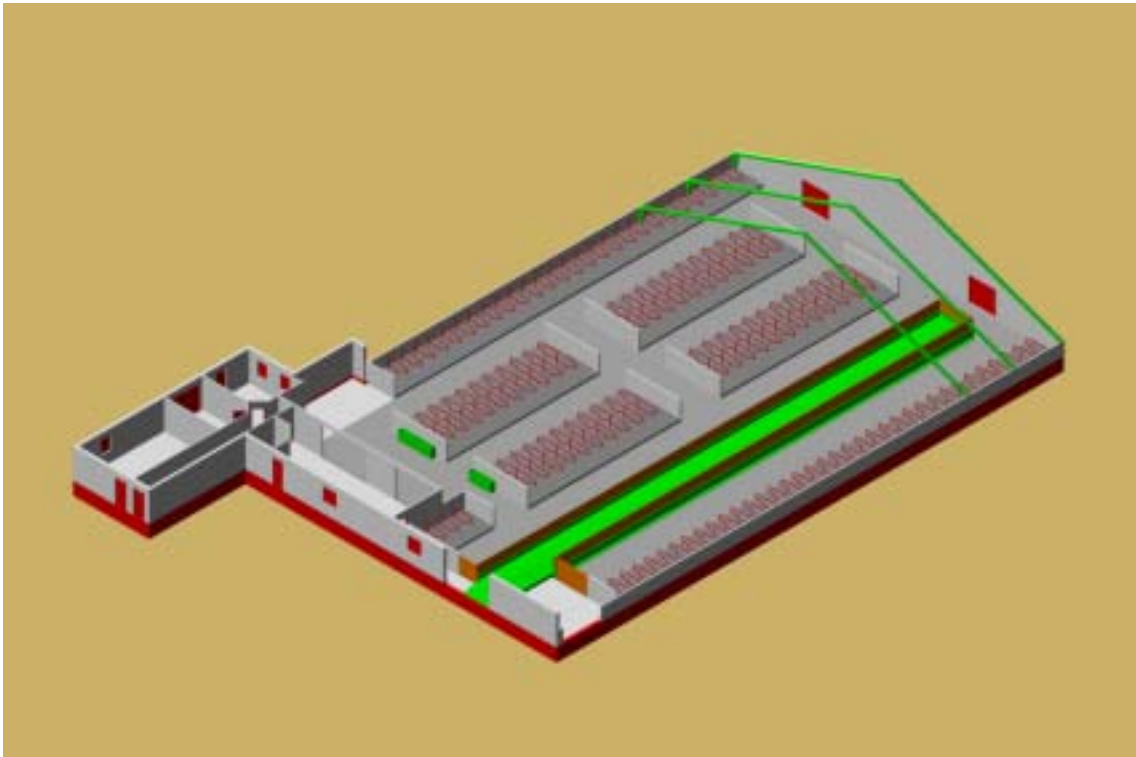
Strøelseshåndtering

Der strøes manuelt med snittet halm i sengebåsene. Der anvendes ca. 125 gram snittet halm pr. sengebås dagligt.

Arealforbrug

- Bebygget areal pr. dyr 8,2 m²
- Nettoareal pr. dyr 6,2 m²
- Motionsareal pr. dyr 3,2 m²

Beregningerne er foretaget på baggrund af forventning om 125 køer og 36 kvier i stalden.





Stald med sengebåse og spaltegulv i gangarealerne med skraber.



Der er foderbord i hele staldens længde. Der udfodres med en hængebanevogn.

Bilag 8.9

Stald nr. 9a og 9b • Ringkanalanlæg henholdsvis med og uden tilsætning af additiv

ByggeInfo nr. 86

Staldens indretning og funktion

Stalden er en seks rækket sengebåsestald, fordelt med tre rækker på hver side af et gennemgående foderbord. Der er i alt plads til 200 malkekøer i stalden, men pt. er der kun 175 køer i stalden, hvoraf 8-10 er kælvekvier. Der er ingen holdopdeling.

På den ene side af foderbordet er der en indvendig malkekarrusel med 24 malkepladser. Der er opsamling mellem to rækker sengebåse. Køerne drives frem til malkekarrusellen ved hjælp af en elektrisk drivbom.

Modsatte side af foderbordet, men i samme ende af stalden som malkekarrusellen, er en aflastnings-/kælvningsboks med dybstrøelse. Goldkøerne er opstaldet i en sektion midt i stalden tæt på aflastnings-/kælvningsboksen.

I serviceafdelingen er der teknikrum, kontor, omklædningsrum og toilet. Der er gulvvarme i malkestald og serviceafdeling. Der er indendørs køletank til opbevaring af mælk i mælketankrum.

Ventilation

Stalden er naturligt ventileret med luftindtag i staldens sider via gardiner og luftafkast gennem en fast åben kip.

Fodring

Fuldfoder blandes og udfodres til køerne otte gange ugentligt. Der tildeles fast 1 FE kraftfoder pr. ko i malkekarrusellen uanset køernes ydelsesniveau. Køerne er ikke på græs i sommerhalvåret.

Gødningshåndtering

Der er spaltegulv i alle dyrenes gangarealer. Gødningskanalerne under spalterne er opbygget som et ringkanalsystem med udendørs pumpe- og omrørebrønd. Gyllen pumpes direkte i gylletank, der er placeret 550 meter fra stalden.

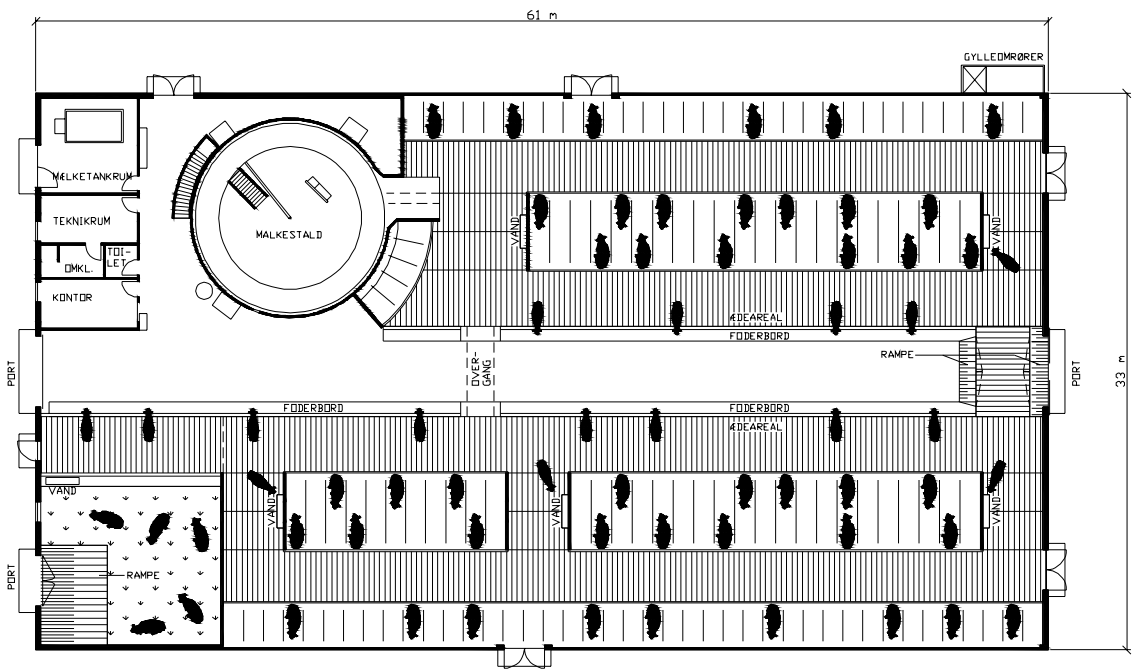
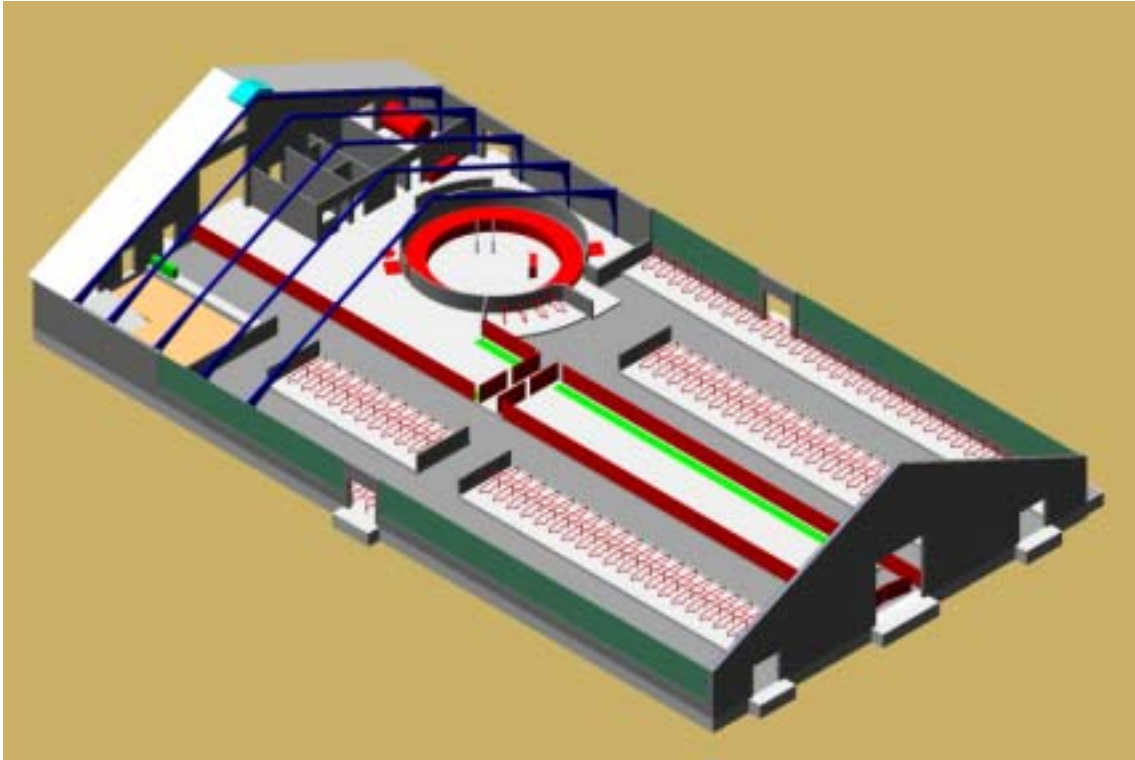
Strøelseshåndtering

Der strøes med træspåner i sengebåsene en gang om ugen. Der anvendes ca. 1 m³ pr. dag i gennemsnit. Der benyttes en ombygget motorfodervogn til transport af spåner.

Arealforbrug

- Bebygget areal pr. ko 9,7 m²
- Nettoareal pr. ko 6,9 m²
- Motionsareal pr. ko 4,2 m²

Beregningerne er foretaget på baggrund af forventning om 200 køer i stalden.





Oversigtsbillede af sengebåsestald.



Der er foderbord i hele staldens længde. Naturlig ventilation.