

BEDRIJFSGEBOUWEN

10.1	Bouwvoorbereidingen	340	10.5	Mestopslag	355
10.1.1	Wet- en regelgeving	340	10.5.1	Beklede grondput	358
10.1.2	Bouwbegeleiding	341	10.5.2	Mestkelder	358
10.2	Bouwmaterialen	341	10.5.3	Bovengrondse silo	360
10.2.1	Hout	341	10.5.4	Mestzak	360
10.2.2	Plaatmateriaal	342	10.5.5	Afdekkingen	361
10.2.3	Steenachtige materialen	343	10.5.6	Opslag vaste mest	361
10.2.4	Beton	345	10.6	Huisvesting melkvee	362
10.2.5	Isolatie	349	10.6.1	Ligboxenstal	362
10.3	Voeropslag	351	10.6.2	Bijruimten	364
10.3.1	Kuilplaten	351	10.6.3	Potstal of hellingstal	365
10.3.2	Sleufsilos	352	10.6.4	Grupstal	365
10.3.3	Repareren van aangetaste betonvloeren	352	10.6.5	Ammoniakemissie	366
10.3.4	Opslag van krachtvoer	353	10.7	Huisvesting van jongvee	368
10.4	Verhardingen	353	10.8	Afwijkende dakconstructies	369
10.4.1	Toegangsweg en erfverharding	353	10.9	Ventilatie en verlichting	370
10.4.2	Bedrijfsweg	355	10.9.1	Natuurlijke ventilatie	371
10.4.3	Reinigingsplaats voor werktuigen/veewagens	355	10.9.2	Mechanische ventilatie	372
			10.9.3	Verlichting	373
			10.10	Watervoorziening	373



Dit hoofdstuk beschrijft als eerste de wetgeving waaraan voldaan moet worden bij het bouwen of verbouwen van agrarische gebouwen. In de volgende paragraaf volgt een opsomming van diverse bouwmaterialen. Naast de bouw van verschillende typen stallen met mestopslagen onder of buiten het gebouw, zijn ook voeropslagen en infrastructuur nodig op een agrarisch bedrijf. Voor de koe is licht en frisse lucht erg belangrijk, dit hoeft niet ten koste van de financiën te gaan. Een afwijkende dakconstructie kan hier misschien uitkomst bieden. En als laatste komt de vochtvoorziening van het dier aan bod.

10.1 BOUWVOORBEREIDINGEN

10.1.1 Wet- en regelgeving

Wie een stal of boerderij wil bouwen of verbouwen, komt vroeg of laat in aanraking met de diverse wet- en regelgevingen. Dit onderdeel bevat een overzicht van relevante regelgeving voor kleine en grote projecten.

Bouwvergunning

In de meeste gevallen moet een bouwvergunning worden aangevraagd. Deze vergunning vindt zijn grondslag in de Woningwet. De bouwvergunning moet in principe worden verleend als de plannen in overeenstemming zijn met het geldende bestemmingsplan (en de overige wettelijke eisen). De procedure bedraagt in aanleg dertien weken, maar kan door bezwaar- en beroepsprocedures met zo'n anderhalf jaar verlengd worden. Deze termijn is relatief lang, gezien het feit dat de gemeente relatief weinig ruimte heeft voor een belangenafweging. Het knelpunt zit hier echter meer bij de rechterlijke macht dan bij de wetgevende en uitvoerende overheid.

Andere vergunningen

Daarnaast moet vaak een reeks aan andere vergunningen worden aangevraagd, afhankelijk van de aard van de activiteiten en de uitgangssituatie, zoals:

- een milieuvergunning
- een sloopvergunning
- een monumentenvergunning
- een vergunning krachtens de Wet verontreiniging oppervlaktewater
- een natuurbeschermingswetvergunning
- een gebruiksvergunning

Via de vergunningenprocedures beoordeelt het bevoegd gezag of de aanvraag voldoet aan allerhande wettelijke eisen. Achter de vergunningen schuilt dus nog een woud aan regelgeving. Ook zijn er mogelijk besluiten nodig ten aanzien van wegen. Die moeten worden aangevraagd bij de wegbeheerder. Bij de milieuvergunning is het van belang na te gaan wie het bevoegd gezag is: het ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieu (VROM), de provincie of de gemeente. Dit is geregeld in artikel 8.1 en 8.2 van de Wet milieubeheer.

Coördinatieplicht

Tussen een aantal wettelijke regelingen geldt een coördinatieplicht. Positief gevolg van deze coördinatieplicht is dat de gecoördineerde besluiten niet strijdig met elkaar zijn. Nadeel is dat de langste procedure de totale doorlooptijd bepaalt. In het geval van een milieuvergunning neemt de doorlooptijd circa twee jaar in beslag.

Besluiten

Een aantal besluiten kan rechtstreeks van toepassing zijn op de geplande bouwactiviteit, bijvoorbeeld:

- Het asbestverwijderingsbesluit.
- Een bouwverordening, waaronder bepalingen voor bouwen op verontreinigde grond.
- Een bouwbesluit, waaronder bepalingen ten aanzien van brandveiligheid in de gebruiksvergunning.

Onderzoeksplicht

In het kader van de vergunningen en regelingen geldt vaak een onderzoeksplicht. Het resultaat hiervan kan zijn dat de bouwvergunning geweigerd wordt. Ook kunnen aanpassingen nodig zijn aan het bouwplan, zodat een en ander voldoet aan de wettelijke eisen. Dit laatste gaat bijna altijd gepaard met kosten voor de ondernemer.

10.1.2 Bouwbegeleiding

Ingrijpende verbouwingen en nieuwbouw vragen hoge investeringen. De voorbereiding moet daarom zorgvuldig gebeuren. Voordat een aannemer een bouwopdracht krijgt, moet de stal op papier volledig zijn uitgewerkt. Ook is een vrijblijvende begroting vereist.

Bouwen is bij grotere projecten in de landbouw een ingrijpend en veelomvattend proces, waarbij professionele bouwbegeleiding noodzakelijk is geworden. Een professionele bouwbegeleider is deskundig op vele terreinen, zowel op landbouwkundig als op bouwkundig gebied. Denk ook aan een bedrijfseconomische begroting; hiervoor kunnen plannersmakers terecht bij de accountantsbureaus.

Een bouwbegeleider kan zijn:

- Een agrarisch architectenbureau.
- Een team van de eigen landbouworganisatie.
- Het bouw- en adviesbureau.
- Een adviesbureau van een veevoederfirma.

Behalve volledige tekeningen is een goed bestek noodzakelijk. In een bestek wordt het te bouwen project beschreven, evenals de voorwaarden hierbij van toepassing zijn (bijvoorbeeld Uniforme Administratieve Voorwaarden 89). In de werkbeschrijving moeten alle werkzaamheden beschreven staan, van peil uitzetten tot elektrische installatie. Zo is voor veehouder en aannemer duidelijk wat en hoe er gebouwd wordt en wie waarvoor verantwoordelijk is. Tevens worden in een bestek de kwaliteitseisen vastgelegd.

10.2 BOUWMATERIALEN

In deze paragraaf worden de meest gebruikte bouwmaterialen onder de loep genomen. Per materiaal is er aandacht voor afmetingen en kenmerken.

10.2.1 Hout

De meest gebruikte houtsoort is Europees naaldhout, zoals vuren en grenen. Voor speciale toepassingen gebruikt men soms (tropisch) hardhout. Naaldhout wordt in standaardmaten gezaagd, zowel in dikte als in lengte. Daarnaast is er ongeschaafd en geschaafd hout in gebruik. Een geschaafde balk is altijd 4 mm (2 x 2 mm) dunner dan een ongeschaafde balk. De tabellen 10.1 en 10.2 geven een overzicht van de belangrijkste maten van ongeschaafd en geschaafd Europees naaldhout. In het kader van duurzaam bouwen kunnen veehouders gebruik maken van duurzaam geproduceerd hout met het FSC-keurmerk (Zie Adressen).

Tabel 10.1 Standaardmaten van ongeschaafd Europees naaldhout

Dikte (mm)	Breedte (mm)										
	32	38	50	63	75	100	125	150	160	175	200
16			X	X	X	X	X				
19		X	X	X	X	X	X				
22	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X
32			X		X	X	X	X		X	X
38			X		X	X	X	X		X	X
50			X	X	X	X	X	X		X	
63					X	X	X	X	X	X	X
75						X	X	X		X	X
95						X	X	X			
100						X	X	X			X

Tabel 10.2 Standaardmaten van geschaafd Europees naaldhout

Dikte (mm)	Breedte (mm)									
	34	46	59	71	96	121	146	156	171	194
15				X	X	X	X		X	
18					X	X	X			
28				X	X	X	X		X	X
34				X	X	X	X			X
46				X	X	X	X		X	X
59				X	X	X	X		X	X
71				X	X	X	X		X	X
96					X	X	X			X

Hout is leverbaar in standaardlengten vanaf 180 cm tot 600 cm, opklimmend in stappen van 30 cm.

10.2.2 Plaatmateriaal

Veel hout wordt verwerkt tot plaatmateriaal. De hardheid van de platen hangt af van de houtsoort en de verwerking. De hardheid varieert van zacht tot watervast en zeer hard. Ook kan hout worden gecombineerd met kunststoffen. Daarnaast zijn gegolfde platen leverbaar van verschillende materialen. Plaatmateriaal wordt geleverd volgens een aantal standaardmaten.

Vlakke platen

Tabel 10.3 geeft een overzicht van de meest gebruikte vlakke plaatmaterialen met de standaardafmetingen.

Tabel 10.3 Overzicht van vlakke plaatmaterialen

Materiaal	Breedte x lengte (cm)			Dikte (mm)
Vezelboard	124 x 252	124 x 307		6 - 8 - 10
Vezelcement	125 x 250	125 x 305	120 x 240	10 - 12 - 16 - 18 - 22
Hardboard	122 x 061 tot	122 x 366	(oplopend met 30,5 cm)	3,2 - 5
Superhardboard	120 x 244	120 x 274	122 x 305	2,5 - 3,2 - 4,8
Multiplex	122 x 244	122 x 250	122 x 305	6 - 8 - 10 - 12,5 - 16
	153 x 244	153 x 274	153 x 305	19 - 22 - 25 - 28 - 32 - 36
Betontriplex	122 x 250			4 - 12 - 15 - 18
Reko-board glad	150 x 300			6 - 9 - 12 - 15 - 18
Idem geprofileerd	122 x 244			6 - 9 - 2012
Trespa Volkern	128 x 305	186 x 255	162 x 305	2 tot 30
	153 x 305	186 x 275		

Gegolfde platen

Golfplaten worden veel gebruikt voor dakbedekking en gevelbekleding. De belangrijkste gegolfde platen en maten zijn:

- *Vezelcement*. Werkende breedte van 1.050 mm. Golfhoogte 51 mm. Plaatdikte 6,5 mm. Standaardlengten: 1.220, 1.520, 1.830, 2.135, 2.440 en 3.050 mm. Vezelcement golfplaten wegen ongeveer 17 kg per vierkante meter. Leg deze platen volgens voorschrift van de fabrikant.
- *Aluminium*. Verkrijgbaar in vele profielsoorten. Werkende breedte is 750, 900 en 1.000 mm. De platen zijn verkrijgbaar tot maximaal 11 meter lengte. De dikte varieert van 0,5 tot 1,2 mm bij een soortelijk gewicht van 1,7 tot 4,8 kg per vierkante meter. Niet in contact brengen met metselspecie, onbehandeld staal, koper of lood in verband met aantasting.
- *Staal*. Leverbaar in veel golfprofielen en in dakpanprofielen. Gangbare plaatbreedten zijn 0,7, 0,8, 0,9 en 1,0 meter. Staalplaten zijn verkrijgbaar tot lengten van 12 meter. De platen zijn, al of niet verzinkt, in diverse kleuren en coatings verkrijgbaar.
- *Kunststof*. Voor vezelcement, aluminium en stalen golfplaten zijn bijpassende kunststofplaten verkrijgbaar. Gewapende polyesterplaten zijn sterk, maar verkleuren snel. PVC-platen blijven helder, maar zijn minder sterk en zetten meer uit. Polycarbonaat wordt veel gebruikt als dubbelwandige gegolfde plaat.

10.2.3 Steenachtige materialen

Baksteen en beton zijn geschikte materialen voor het bouwen van bedrijfsruimten.

Baksteen

Het buitenblad van een buitenmuur wordt meestal gemetseld met bakstenen. Deze zijn verkrijgbaar in vele soorten wat betreft maat, hardheid, vorm en kleur. Baksteen wordt op monster gekocht. Voor binnenbladen, binnenmuren en keldermuren zijn meestal andere steensoorten in gebruik, zoals kalkzandsteen of betonsteen. Om een relatief hoge isolatiewaarde te bereiken gebruiken bouwers soms gasbeton.

Maten van stenen worden vaak aangeduid met een riviernaam.
De bekendste zijn:

	Lengte	x	Dikte	x	Breedte (in mm)
Waalformaat	214	x	55	x	105
Amstelformaat	214	x	72	x	105
Maasformaat	214	x	82	x	105

Voorbeeld: het aantal stenen van Waalformaat in een vierkante meter muur bedraagt 72 in een halfsteens muur, en 144 in een steensmuur of een spouwmuur. De meest gangbare maten staan weergegeven in tabel 10.4.

Stenen worden gemetseld met behulp van een metselmortel. De soort mortel hangt af van de functie van het metselwerk en de soort steen die wordt toegepast. De tabellen 10.5 en 10.6 geven een overzicht van metselmortels voor baksteen en kalkzandsteen.

Tabel 10.4 Gangbare steenmaten

Steensoort	Lengte (mm)	Dikte (mm)	Breedte (mm)
Bakstenen	208 - 220	101 - 107	52 - 56
Kalkzandsteen:			
- metselstenen	214	55, 72, 82	102
	214	72, 82	150
- metselblokken (M-blokken)	327	157, 240	100
	327	157	150
	327	157	214
	214	157	327
- lijmblokken (L-blokken)	437	298	69
	437	198, 298	100
	437	198, 298	120
	327	198	150
	437	298	150
	327	148	214
	437	298	298
- elementen (E-blokken)	897	598	100, 120, 150, 214, 240, 265, 300
Grindbetonblokken	290	190	90, 140, 190, 240
Lichtbetonblokken	290	190	90, 140, 190, 240
Gasbetonblokken	600	250	70, 100, 150, 200, 250, 300
	300	250	200, 250, 300

Tabel 10.5 Metselmortels voor baksteen

Toepassing	Soort metselwerk	Volumedelen			
		Cement	Kalk	Zand	Fijnzand
Kelders	Bestand tegen waterdruk	1	-	2	-
Kelders boven grondwater	Waterdicht	2	-	5	-
Kolommen, muurdammen e.d.	Belasting > 1.400 kPa	2	-	5	-
Idem	Idem	6	1	20	-
Massieve buitenwanden (niet vallend onder bovenstaande)		4	3	19	-
Fundamentmuren, dragende en niet-dragende wanden		4	3	22	-
Voegwerk		3	4	-	18
Voegwerk		-	1	-	3

Tabel 10.6 Metselmortels voor kalkzandsteen

Toepassing	Zomerwerk			Winterwerk beneden +5°C		
	Cement	Luchtkalk	Zand	Cement	Luchtkalk	Zand
Opgaande binnenmuren	1	2	9	1	1	6
Opgaande buitenmuren	1	1	6	2	1	9
Kelders en trasmuren (klinkers)	1	1	6	1	1	6
Waterdichte kelders (klinkers)	8	1	18	8	1	18

10.2.4 Beton

Afhankelijk van de toepassing moet de vereiste betonkwaliteit worden vastgesteld. De kwaliteit wordt uitgedrukt in een sterkteklasse, een milieuklasse en een consistentiegebied. De sterkte (volgens NEN 5950) wordt uitgedrukt in een B-waarde: B5, B15, B25, B35, B45 en B55. De B-waarden geven de karakteristieke sterkte aan in N/mm². Hoge-sterktebeton met kwaliteiten van B65 tot en met B105 worden in de landbouw niet gebruikt.

De milieuklasse zegt iets over de duurzaamheid van beton. Bij milieuklassen is een indeling gemaakt. Deze klassen zijn afhankelijk van de omstandigheden waaraan het beton wordt blootgesteld.

De vijf milieuklassen zijn:

- M1: droog milieu (niet blootgesteld aan weer en wind).
- M2: vochtig milieu (blootgesteld aan weer en wind en/of vorst).
- M3: vochtig milieu in combinatie met doozouten (blootgesteld aan weer en wind en/of vorst).
- M4: zeewater-milieu.
- M5: agressief milieu, met als onderverdeling: (5a) zwak agressief, (5b) matig agressief, (5c) sterk agressief en (5d) zeer sterk agressief.

Om een hoge milieuklasse (bijvoorbeeld 5d) te krijgen is beton met een lage watercement-factor geschikt. Dat wil zeggen: weinig water in verhouding tot de cement. Het volgende overzicht geeft de maximale watercementfactor aan voor de diverse milieuklassen.

Milieuklasse	M1	M2	M3	M4	M5a	M5b	M5c,d
Max. watercementfactor voor gewapend beton	0,65	0,55	0,55	0,55	0,55	0,50	0,45

De verwerkbaarheid van beton wordt uitgedrukt in het consistentiegebied 1 tot 4:

- 1 aardvochtig (zetmaat < 40 mm)
- 2 half-plastisch (zetmaat 50 - 90 mm)
- 3 plastisch (zetmaat 100 - 150 mm)
- 4 vloeibaar (zetmaat > 160 mm)

Vloeibaar beton is alleen toegestaan als deze is verkregen door het toevoegen van een superplasticizer. Grote hoeveelheden beton zijn in het algemeen leverbaar bij betonmortelcentrales.

Geef bij een bestelling aan:

- Welke sterkteklasse gewenst is.
- Aan welk milieu het beton blootstaat (milieuklasse).
- Welk consistentiegebied nodig is voor de verwerking.

Veel betonmortelcentrales zijn gecertificeerd en hebben een KOMO-certificaat. Dit certificaat garandeert dat productieproces, product en dienst van de betonmortelcentrale voldoen aan de hiervoor geldende Nederlandse en Europese Normen (NEN). Dit betekent dat de betonmortel in de mortelwagen voldoet aan de vermelde kwaliteiten op de leveringsbon. Het behoud van de kwaliteit staat of valt vervolgens met de verwerking van de mortel. Door een slechte verwerking en nabehandeling kan de kwaliteit sterk teruglopen. Kleine hoeveelheden beton kunnen gebruikers zelf samenstellen volgens de aanwijzingen om tabel 10.7.

Tabel 10.7 Mengverhoudingen voor betonmortels

Toepassing	Bestanddelen	Maatdelen	Hoeveelheid
Werkvloeren	Portlandcement	1	50 kg
	Rivierzand	3	120 liter
	Grind	5	200 liter
Bodemafsluiting	Portlandcement	1	50 kg
	Rivierzand	2	80 liter
	Grind	4	160 liter
Vloeren, balken e.d.	Portlandcement	1	50 kg
	Rivierzand	2	80 liter
	Grind	3	120 liter
Waterdicht werk e.d.	Portlandcement	1	50 kg
	Rivierzand	1,25	50 liter
	Fijn zand	0,25	10 liter
	Grind	2,5	100 liter

Schuimbeton

Schuimbeton is een zeer lichte beton, die wordt samengesteld uit water, cement, fijn toeslagmateriaal en schuim. Voor het fijne toeslagmateriaal is er keus tussen fijn zand kalksteenmergel of vliegias.

Schuimbeton is een interessant materiaal vanwege de volgende eigenschappen:

- Een gering eigen gewicht.
- Een goede thermische isolatie.
- Steenachtig, dus duurzaam ongevoelig voor vocht. Kan niet rotten.
- Eenvoudig te verwerken als dunne, vloeibare specie.
- Na verharding met eenvoudige gereedschappen te verwerken.

Schuimbeton is veel goedkoper dan 'gewoon' beton, omdat er voor een kubieke meter minder grondstoffen nodig zijn en het ter plekke wordt aangemaakt en verwerkt. De dichtheid van schuimbeton ligt tussen de 400 en 1.600 kg/m³. De dichtheid van normaal grindbeton is 2.400 kg/m³. De druksterkte is beduidend lager dan die van gewoon beton. Toepassingen van schuimbeton in de agrarische sector zijn: lichtgewicht funderingen voor plattelands- en kavelwegen, afdekking van mestbassins en fundering van kassen.

Andere toepassingsmogelijkheden zijn bijvoorbeeld gekleurd beton, hoogvloeibaar beton en vezelversterkt beton.

Cement

Een belangrijk element van beton is cement. De vijf bekendste cementsoorten die voldoen aan de geldende cementnormen NEN 3550 zijn:

- portlandcement (CEM I)
- portlandvliegascement (CEM II)
- hoogovencement (CEM III)
- puzzolaancement (CEM IV)
- composietcement (CEM V)

Vanaf CEM II wordt de aanduiding van de cementsoort aangevuld met een letter A, B of C om het percentage hoofdbestanddeel aan te geven. Daarna volgt er nog een letter om het tweede of eventueel derde hoofdbestanddeel aan te duiden.

Portlandvliegascement is een samenstelling van portlandcement (5 procent) met vliegias (35 procent). Hoogovencement is samengesteld uit portlandcement (65 procent) en hoogovenslakken (95 procent). Hierin zit minder gebonden kalk dan in portlandcement en dat maakt het materiaal beter bestand tegen een agressief milieu, zoals zeewater en veenwater.

Cement is in te delen in een aantal sterkteklassen, die de druksterkte na 28 dagen weergeven in N/mm²:

- klasse 32,5: gewoon cement
- klasse 42,5: hoge aanvangssterkte, snel hardend
- klasse 52,5: hoge aanvangssterkte, zeer snel hardend.

M³-gewichten van een aantal bouwmaterialen en grondstoffen zijn:

- cement: ± 1.250 kg (één zak cement van 20 liter = 25 kg)
- rivierzand: ± 1.600 kg
- grind: ± 1.600 kg
- beton: 2.200 - 2.400 kg

Stel met behulp van berekeningen vast of in beton krimpwapening of constructieve wapening moet worden toegepast. Onder bepaalde omstandigheden is ongewapend beton toepasbaar.

De meest gebruikte maten (in mm) van bouwstaalnetten zijn:

- maaswijdte: 50 x 50, 75 x 75, 100 x 100, 150 x 150 en 200 x 200
- draaddikte: 4 - 5 - 6 - 8
- netten: 2.000 x 5.000, 2.500 x 6.000

Richtlijnen voor het maken van een goede betonvloer

- Stort de betonspecie op een plasticfolie of op een werkvloer.
- Stel kantlatten om af te reien.
- Geef bij het bestellen van betonspecie de vereiste kwaliteit op volgens de *Leidraad voor de toepassing van betonmortel in land- en tuinbouw*.
- Voeg nooit extra water aan de mortel toe. Gebruik eventueel mortel met een zeer lage zetmaat, met toevoeging van een superplastificeerder.
- Verdicht de betonspecie met een trilbalk of trilnaald.
- Rei na gebruik van een trilnaald de vloer af met een balk.
- Schuur na opstijven de vloer dicht met een houten schuurbord of een mechanisch schuurapparaat. Bij gebruik van een schuurbord ontstaat een stroeve vloer.
- Komt er nog water naar de oppervlakte en worden er hoge eisen gesteld aan de vloer? Strooi dan de enigszins opgesteven beton in met een droog mengsel van 1 deel cement en 3 delen zand (nooit alleen zand) en schuur de vloer dicht met een houten spaan of een mechanisch schuurapparaat.



Bescherm de vloer na het storten minstens een week door af te dekken met plastic folie, zowel in de winter als in de zomer.

- Bewerk de vloer na met een stalen spaan als deze vlak moet zijn.
- Bescherm de vloer na het storten minstens een week, en beter enkele weken, tegen uitdrogen door af te dekken met plastic folie of door te bespuiten met een *curing-compound*. Doe dit zowel in de winter als in de zomer.
- Bescherm pas gestort beton tegen vorst.

10.2.5 Isolatie

In de melkveehouderij krijgen over het algemeen alleen de melkstal, het tanklokaal en de grupstal isolatie.

De belangrijkste isolatie-doelen zijn:

- Het voorkomen van warmteverlies in de winter.
- Het voorkomen van warmte-instraling in de zomer.
- Het voorkomen van condensatie van vocht uit stallucht tegen dak en wand.

Isolerend vermogen

Het isolerend vermogen van een bepaald materiaal wordt uitgedrukt in de warmtegeleidingscoëfficiënt (lambda-waarde: λ). Het isolerend vermogen van een constructie wordt uitgedrukt in de warmtedoorgangcoëfficiënt (K-waarde).

Lambda-waarde = de warmtegeleidingscoëfficiënt is de hoeveelheid warmte in Watt die door een materiaal gaat met een dikte van 1 meter bij een temperatuurverschil van 1 graad.

K-waarde = de warmtedoorgangcoëfficiënt is de hoeveelheid warmte in Watt die door 1 vierkante meter van een constructie gaat bij een temperatuurverschil van 1 graad.

Een goede isolatie betekent dus een lage lambda-waarde en een lage K-waarde. Tabel 10.8 geeft een overzicht van lambda-waarden van een aantal bouw- en isolatiematerialen.

Tabel 10.8 Lambda-waarden van een aantal bouw- en isolatiematerialen

Materiaal	Lambda-waarde (W/m K)
Baksteen	1,00
Kalkzandsteen	1,20
Gewapend beton	2,00
Schuimbeton (400 - 600 kg/m ³)	0,10
Vezelgebondencementplaten	1,20
Gasbeton (650 kg/m ³)	0,31
Hout (zacht)	0,19
Hout (hard)	0,28
Polystyreenschuim	
- geëxtrudeerd	0,030
- geëxpandeerd	0,035
Polyurethaanschuim	0,028
Phenol-hardschuim	0,020
Minerale wol - dekens en lichte platen	0,040
Minerale wol - overige platen	0,035

Met behulp van de lambda-waarden van materialen zijn de K-waarden van wand- en dakconstructies te berekenen.

De formule voor berekening van de K-waarde is:

$$K = \frac{1}{0,04 + (d_1/\lambda_1) + (d_2/\lambda_2) + \dots (d_n/\lambda_n) + 0,17 + 0,13}$$

Hierbij is:

- 0,04 = overgangsweerstand buitenzijde
- d_1, d_2, \dots, d_n = dikte van materiaal in meters van materiaal 1, 2, enzovoort
- $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$ = warmtegeleidingscoëfficiënt van materiaal 1, 2, enzovoort
- 0,17 = warmteweerstand van de verticale spouw (0,15 bij horizontale spouw)
- 0,13 = overgangsweerstand binnenzijde.

Tabel 10.9 geeft een overzicht van berekende K-waarden van veel toegepaste wand- dak- en plafondconstructies.

Tabel 10.9 K-waarden van een aantal wand-, dak- en plafondconstructies

Constructie	Dikte (mm)	K-waarde (W/m ² K)
Halfsteensmuur van baksteen	110	3,50
Spouwmuur baksteen-spouw-kalkzandsteen	270	1,90
Idem met 30 mm minerale wol	290	0,72
Idem met 40 mm minerale wol	290	0,60
Spouwmuur baksteen-spouw-100 mm gasbeton	270	1,30
Spouwmuur baksteen-spouw-150 mm gasbeton	320	1,10
Gasbeton (afgepleisterd)	200	1,20
Hout-40 mm mineraal wol-vezelcementplaat	130	0,70
Vezelcement golfplaat + 60 mm minerale wol		0,49
Vezelcement golfplaat + 50 mm polystyreenschuim		0,57
Vezelcement golfplaat + 30 mm polyurethaanschuim		0,72
Vezelcement golfplaat + 40 mm polyurethaanschuim		0,57
Vezelcement golfplaat + 50 mm polyurethaanschuim		0,47

Brandgedrag

Breng isolatiemateriaal zodanig aan dat eventueel in de constructie doordringende waterdamp wordt weggeventileerd. Voor bepaalde toepassingen gelden extra eisen aan het brandgedrag van bouwmaterialen. Materialen kunnen volgens standaardnormen worden getest op brandvoortplanting (klasse 1 t/m 5) en rookontwikkeling (zwakke tot zeer sterke rookontwikkeling). Elk materiaal heeft zijn eigen klasse volgens NEN 3883 en zijn eigen rookgetal. Waarschuwing: het aanbrengen van een cachering kan een sterk afwijkend brandgedrag tot gevolg hebben. Naast het rookgetal en de voortplantingsklasse kunnen bij brand ook het 'druipen' en het vrijkomen van stoffen een rol spelen. Een overzicht van isolatiematerialen met klasse en rookgetal staat in tabel 10.10.

Tabel 10.10 Isolatiematerialen en brandgedrag

Isolatiemateriaal	Klasse volgens NEN 3883	Rookgetal
Geëxpandeerd polystyreen	3 - 4	130
Geëxpandeerd polystyreen vlamdovend	1 - 2	130
Geëxtrudeerd polystyreen	1 - 2	135
Polyurethaan	3	> 150
Polyisocyanuraat	2	> 150
Phenol-resolschuim	1	< 50
Glaswol	1 - 2	< 50
Steenwol	1 - 2	< 50

Veel isolatiematerialen worden als plaatmateriaal geleverd. De standaardmaten van een aantal isolatiematerialen staan in tabel 10.11.

Tabel 10.11 Standaardmaten van isolatieplaten

Isolatiemateriaal	Lengte (mm)	Breedte (mm)	Dikte (mm)
Minerale wol	1.200 - 2.400	600 en 1.200	50 - 120
Polystyreenschuim geëxpandeerd	2.400 - 8.000	1.200	50 - 100
Polystyreenschuim geëxtrudeerd	1.250 en 2.500	600	30 - 120
Polyurethaanschuim	Tot 10.000	1.200	30 - 150

10.3 VOEROPSLAG

De wijze van opslaan van ruwvoer is afhankelijk van de bedrijfsgrootte, de hoeveelheid product, de voersnelheid en de wijze van voeding. Ruwvoer kan worden opgeslagen:

- Op een aantal kuilpaten.
- Op één grote kuilplaat.
- In enkele sleufsilos.
- Kuilpla(a)t(en) en sleufsilos(s).

Op grond van de Wet bodembescherming is een onverharde ruwvoeropslag niet toegestaan. Perssappen moeten worden opgevangen.

10.3.1 Kuilplaten

Kuilplaten zijn geschikt voor de opslag van kuilgras. Deze verharding kan bestaan uit gestort beton, prefab betonmateriaal of asfalt. Aan de kwaliteit van het materiaal, het afschot, de maatvoering en dergelijke worden eisen gesteld. De belangrijkste staan in het volgende overzicht.

● Minimale breedte	6 m
● Maximale breedte	9 m
● Extra breedte voor vastleggen folie	2 x 0,40 m
● Ruimte tussen kuilen zonder gronddek	2 m
● Ruimte tussen kuilen met gronddek	min. 4 m
● Afschot in lengterichting	1%
● Betonkwaliteit: - bij voorkeur	B25 / B35
- milieuklasse	5b voor gras, 5d voor snijmaïs
- consistentiegebied	max. 3
● Voorterrein: - breedte	8 - 10 m
- afschot	1%
● Perssapputje	2 - 3 m ³
● Extra lengte voor kuiloprit	3 m

10.3.2 Sleufsilos

Sleufsilos zijn vaak in gebruik voor opslag van snijmaïs, kuilgras en natte producten.

De wand van een sleufsilos kan worden uitgevoerd als:

- Een aarden wal, bekleed met prefab betonplaten.
- Gewapende prefab betonelementen.
- Ter plaatse gestort beton.
- Metselwerk van betonblokken met wapening.
- Metselwerk van klinkers met spouwvulling.

Een aantal eisen voor een sleufsilos:

● Minimale breedte	6 m
● Maximale breedte	10 m
● Ruimte tussen sleufsilos	0 - 2 m
● Wandhoogte	1 - 1,50 m
● Afschot in lengterichting	1%
● Voorterrein: - breedte	8 - 10 m
- afschot	1%
● Betonkwaliteit: - bij voorkeur	B25 / B35
- milieuklasse	5b voor gras, 5d voor snijmaïs
- consistentiegebied	3
● Perssapputje	2 - 3 m ³
● Extra lengte voor kuiloprit	3 m

10.3.3 Repareren van aangetaste betonvloeren

Zuren uit ingekuilde producten tasten betonvloeren aan. Vooral door een slecht afwerking van betonvloeren komt dit veelvuldig voor. Oorzaken kunnen zijn: een te lage betonkwaliteit, het beton is onvoldoende verdicht, te veel watergebruik, het beton is slecht of niet nabehandeld, of het beton is uitgedroogd.

Er zijn enkele mogelijkheden om een aangetaste betonvloer te repareren:

- Een deklaag van 8 tot 10 cm beton aanbrengen en deze laag goed nabehandelen.
- Een laag gietasfalt of zuurbestendig dichtasfaltbeton aanbrengen.
- Rubberen matten op rol (oude transportbanden) aanbrengen.

- Een laag van 2 cm zand-cementspecie aanbrengen op een goed geprepareerde ondergrond.
- Een gietvloer met kunststof aanbrengen.
- De betonvloer impregneren met een impregneermiddel.

Uit een praktijkproef in 1988 blijkt dat de eerste drie oplossingen goed voldoen.

10.3.4 Opslag van krachtvoer

Krachtvoer wordt opgeslagen in silo's. Binnensilo's worden gemaakt van hout met vochtbestendige plaatmaterialen. Buitensilo's moeten bij voorkeur zijn gemaakt van staal (thermisch verzinkt) of kunststof (polyester). Silo's worden pneumatisch gevuld. Daarom moet er altijd een ontluchtungsbus aanwezig zijn. Door het pneumatisch vullen kunnen silo's elektrisch geladen raken. Zorg daarom voor een deugdelijke aarding van met name de vulleidingen!



Bij een stevige ondergrond is het mogelijk de kuil op goedkope mijnbanden op te slaan.

10.4 VERHARDINGEN

Verhardingen zijn de toegangsweg, de erfverharding en de bedrijfswegen. Een toegangsweg is de verbinding tussen de openbare weg en het erf, de erfverharding is de verharding rond de bedrijfsgebouwen, en de bedrijfsweg is de verbindingsweg tussen een perceel land en de bedrijfsgebouwen. De toegangsweg en de erfverharding moeten berekend zijn op de verkeersintensiteit en aslasten van plattelandswegen. Voor bedrijfswegen gelden andere normen, omdat deze alleen in gebruik zijn voor intern verkeer. Voor een aantal bedrijven kan een reinigingsplaats voor werktuigen een onderdeel van het erf zijn.

10.4.1 Toegangsweg en erfverharding

Eisen waaraan een toegangsweg en erfverharding moeten voldoen:

- Berekend zijn op aslasten van 15 tot 25 ton.
- Een lange levensduur hebben en weinig onderhoud vragen.
- Stroef en toch gemakkelijk te reinigen zijn.
- Bestand zijn tegen mest (en plaatselijk olie).
- Bruikbaar zijn tijdens opdooi.
- Een goede afwatering hebben.

Materialen die zeer geschikt zijn als verharding voor toegangsweg en erfverharding: zijn:

- *Ter plaatse gestort beton.* Dit materiaal verdient de voorkeur door de blijvende stroefheid. Het wordt niet aangetast door mest en olie en het vraagt weinig onderhoud. Een goede ondergrond van zand of puin is noodzakelijk. De sterkteklasse van het beton moet B53 zijn, met milieuklasse 3.
- *Betonplaten.* Deze zijn in diverse maten leverbaar. Ze hebben vaak een hogere betonkwaliteit dan gestort beton. Als tijdelijke verharding zijn ze zeer geschikt, omdat ze verplaatsbaar zijn. Zorg wel voor een goede ondergrond van zand of puin.
- *Klinkers.* Deze vragen meer onderhoud, voornamelijk in de vorm van herbestraten. Maar met een goede fundering zijn veel problemen te voorkomen. Profielstenen grijpen in elkaar en zullen minder snel verreden worden. Klinkers zijn verplaatsbaar en herstraatbaar.
- *Asfalt.* Dit materiaal vraagt altijd een stevige fundering om rijsporen en scheuren te voorkomen. Het vraagt ook meer onderhoud dan beton. Om de tien jaar moet een nieuwe toplaag worden aangebracht. Laat asfalt leggen door een erkende wegebouwer/asfalteur. Dat voorkomt teleurstellingen.

Het volgende overzicht bevat een aantal eisen waaraan een toegangsweg en het erf moet voldoen.

Beton

- Betonkwaliteit bij handmatig verwerken B25
- Betonkwaliteit bij machinematig verwerken B35
- Milieuklasse 3
- Consistentiegebied max. 3
- Krimpvoegen 0,8 - 1,2 x wegbreedte

Betondikte en wapening bij 10 ton aslast en betonkwaliteit B25:

- Veengrond en slappe klei

Betondikte	180 - 220 mm
Krimpnet wapening	6 . 125 . 125
- Kleigrond

Betondikte	160 - 180 mm
Krimpnet wapening	5 . 80 . 80
- Zandgrond

Betondikte	140 - 160 mm
Krimpnet wapening	5 . 100 . 100
- Afschot naar zijkant 1 cm per m

Betonklinkers

- Aantal 50 - 52 per m²
- Minimale dikte 8 cm
- Afschot naar zijkant 1 cm per m

Asfalt op zandbed

- Onderlaag 90 mm grindasfalt
- Toplaag 30 mm dichtasfalt
- Asfalt op steenpuinlaag 70 mm grindasfalt
- Afschot naar zijkant 1 cm per m

10.4.2 Bedrijfsweg

Een goede bedrijfsweg is noodzakelijk om het interne transport zo goed mogelijk te laten verlopen. Hieronder valt ook het verkeer van koeien tussen stal en weide. De minimale breedte van een bedrijfsweg is 3 meter. De afstand tussen bedrijfsweg en een sloot moet minimaal één meter zijn. Omdat een bedrijfsweg in een periode van opdooi niet in gebruik is, wordt de verharding in de regel na uitvlakken van het maaiveld of uitgraven van de aanlegstrook aangebracht: direct op de bestaande bodem, zonder een droog zandbed. Breng wel om de drie meter een krimpvoeg aan. De sterkteklasse van het beton moet B53 zijn, met milieuklasse 2. Bedrijfswegen worden ook aangelegd met prefab betonplaten. Dit kunnen gesloten of open platen (zogenoemde groenspoorplaten) zijn. Kies de afmetingen zodanig dat gebruikers midden over de plaat kunnen rijden.

10.4.3 Reinigingsplaats voor werktuigen/veewagens

Het volgende overzicht geeft een aantal voorwaarden voor een reinigingsplaats voor machines en werktuigen weer.

● Plaatlengte	min. 10 m
● Plaatbreedte	min. 6 m
● Bezinkput	1,25 x 1,25 x 1,50 ¹
● Afschot plaat ²	1 - 1,5 cm per m
● Beton sterkteklasse	min. B35
● Milieuklasse	5C
● Consistentiegebied	2 - 3

¹ De overloop van de bezinkput moet aangesloten zijn op een opslag, bijvoorbeeld de mestopslag. Er moet een voorziening aanwezig zijn voor het afvoeren van regenwater naar het oppervlaktewater.

² Het reinigingswater moet worden opgevangen in een afvoergoot met een aansluiting op een bezinkput of kelder.

10.5 MESTOPSLAG

De mestproductie van melkkoeien staat in nauw verband met de voeropname, de samenstelling van het rantsoen, het graslandgebruikssysteem, en dus ook met de melkproductie. In tabel 10.12 is voor een aantal graslandgebruikssystemen de mestproductie per koe per jaar weergegeven bij een melkproductie van 6.000 tot 10.000 kg per koe per jaar en bij rantsoenen met alleen graskuil en 50 procent graskuil en 50 procent snijmaïs.

Let op: in de genoemde tabel wordt alleen de hoeveelheid mest weergegeven die in de opslag terecht komt. Voor het berekenen van de werkelijke mestproductie moet hier de hoeveelheid die in de weide terechtkomt, nog bij worden opgeteld (dit geldt uiteraard niet voor zomerstalvoeding en summerfeeding).

De graslandgebruikssystemen zijn:

- Onbeperkt weiden: dag en nacht weiden.
- Beperkt weiden: overdag weiden en 's nachts opstallen.
- Zomerstalvoeding: dag en nacht opstallen en voeren met vers gras.
- Summerfeeding: dag en nacht opstallen en voeren met geconserveerd ruwvoer.

Tabel 10.12 Mestproductie per gemiddeld aanwezig dier¹ (m³/jaar)

	Rantsoen stalperiode	
	100% graskuil	50% graskuil, 50% snijmaïs
Melk- en kalfkoeien		
<i>Onbeperkt weiden</i>		
6.000 kg melk/koe	14,3	13,5
7.000 kg melk/koe	15,8	15,0
8.000 kg melk/koe	17,9	16,9
9.000 kg melk/koe	21,3	20,0
10.000 kg melk/koe		23,7
<i>Beperkt weiden</i>		
6.000 kg melk/koe	17,5	16,6
7.000 kg melk/koe	19,3	18,3
8.000 kg melk/koe	21,9	20,8
9.000 kg melk/koe	26,4	24,9
10.000 kg melk/koe		29,8
<i>Zomerstalvoeren</i>		
6.000 kg melk/koe	19,4	18,4
7.000 kg melk/koe	21,4	20,7
8.000 kg melk/koe	24,6	23,6
9.000 kg melk/koe	30,3	28,6
10.000 kg melk/koe		34,4
<i>Summerfeeding</i>		
6.000 kg melk/koe	21,6	18,8
7.000 kg melk/koe	23,9	20,9
8.000 kg melk/koe	27,3	24,0
9.000 kg melk/koe	34,0	29,6
10.000 kg melk/koe		35,6
Jongvee		
<i>Onbeperkt weiden of uitscharen</i>		
Pinken	7,0	6,1
Kalveren	3,8	3,4
Fokstieren 1 jaar en ouder	11,2	7,2
<i>Summerfeeding</i>		
Pinken	13,5	10,9
Kalveren	5,6	4,9
Fokstieren 1 jaar en ouder	19,3	13,3

¹ Exclusief spoel- en reinigingswater.

Bronnen: Rapportage uniformering van de berekening van de mest- en mineralencijfers (augustus 1994), Bedrijfs Begrotings Programma Rundveehouderij (BBPR) van het Praktijkonderzoek ASG en Dierlijke mest en mineralen 2002 (CBS).

Reinigings- en spoelwater

De hoeveelheid reinigings- en spoelwater is afhankelijk van de uitrusting van de melkinstallatie en de lengte en de dikte van de melkleidingen. De hoeveelheid varieert van 8 tot 12 liter water per melkkoe per dag. Bij een automatisch melksysteem is de hoeveelheid reinigings- en spoelwater ongeveer 15 liter per melkkoe per dag.

Regels voor mestopslag

Met ingang van 1 juli 2005 is het Besluit opslagcapaciteit dierlijke meststoffen van kracht geworden. Dit betekent dat een mestproducent ervoor moet zorgen dat er op het bedrijf voldoende opslagruimte aanwezig is voor de opslag van dierlijk meststoffen die in de periode september t/m februari op het bedrijf worden geproduceerd.

Berekening van opslagruimte

De benodigde hoeveelheid opslagruimte voor dierlijke meststoffen wordt op de volgende manier berekend:

het aantal dieren dat op grond van de milieuvergunning in de bij het bedrijf behorende stallen kan worden gehouden x de forfaitaire productienormen van de betrokken diersoort(en) en diercategorie (zoals vastgelegd bij ministeriële regeling, uitgedrukt in kubieke meters per dier).

Bij langere bewaarperioden valt voor extra mestopslag buiten de stal te kiezen.

De verschillende mogelijkheden voor opslag buiten de stal zijn:

- Een beklede grondput (zogenoemd foliebassin).
- Een ondergrondse put van beton of metselwerk (bijvoorbeeld onder een sleufsilosilo).
- Een bovengrondse silo van beton, staal of hout.
- Een bovengrondse flexibele/verplaatsbare silo.
- Een mestzak.

Mestopslagen die tussen 1 juni 1987 en 1 januari 1991 buiten een stal zijn gebouwd, moeten voldoen aan de Bouwtechnische Richtlijnen Mestbassins (BRM) 1987. Alle mestopslagen, in én buiten gebouwen, die gebouwd zijn na 1 januari 1991, moeten voldoen aan de BRM 1990. Na 1992 gebouwde mestopslagen moeten voldoen aan de Richtlijn Mestbassins (RM) 1992. In de BRM en RM worden bouwtechnische eisen gesteld aan constructie, materiaalkeuze, duurzaamheid en veiligheid. Een nadere uitwerking van de richtlijnen staat in de *Handleiding bij de Bouwtechnische Richtlijnen Mestbassins*.

Bij meer dan 750 vierkante meter of 2.500 kubieke meter mestopslag zijn de regels van het Besluit mestbassins milieubeheer (BMM) van toepassing. Hierin staan extra voorschriften voor wat betreft aanvraag, uitvoering en controle van het bassin, geluidhinder en bodembescherming.

Veel ontwerpen van mestopslagen hebben inmiddels een KIWA-geschiktheidsverklaring. Constructief en materiaaltechnisch moeten ze voldoen aan de BRM. Voor mestbassins en afdekkingen gelden referentieperioden. Een referentieperiode is een tijdsbestek waarin mestbassins en afdekkingen moeten blijven voldoen aan de gestelde eisen.

De referentieperiode bedraagt ten minste:

- 20 Jaar voor betonnen, metalen, houten en gemetselde constructies.

- 10 Jaar voor folieconstructies voor binnenafdichtingsfolies.
- 10 Jaar voor overige constructies.
- 5 Jaar voor een kruinslab van een foliebassin.

10.5.1 Beklede grondput

Een beklede grondput is een goedkope vorm van mestopslag. Zo'n put is alleen toepasbaar in gebieden met een lage grondwaterstand. Als bekledingsmateriaal wordt kunststoffolie gebruikt. Mest mixen moet zodanig gebeuren dat de folie niet wordt beschadigd. Er gelden regels voor de veiligheid rond een foliebassin.

10.5.2 Mestkelder

Mestkelders worden uitgevoerd in beton of metselwerk (betonsteen, kalkzandsteen, baksteen). In de BRM 1990 wordt geen onderscheid gemaakt tussen mestkelders onder gebouwen (bijvoorbeeld onder een ligboxenstal) en buiten gebouwen (bijvoorbeeld onder een sleufsilos).

Smeer de grondkerende wanden van gemetselde kelders altijd aan de binnenzijde aan met een vloeistofdichte mortel. De buitenzijde moet worden aangesmeerd tot het niveau van de gemiddeld hoogste grondwaterstand. Afgedekte betonsilo's moeten betonkwaliteit B35, milieuklasse 5d hebben (zeer agressief). De dikte van de wanden is af te lezen uit de tabellen 10.13 tot en met 10.16.

Tabel 10.13 Minimaal vereiste dikte van grondkerende wanden (in mm) van ongewapend beton, milieuklasse 5b, bij verschillende grondwaterstanden (GWS) in meters onder maaiveld, grondsoort, diepten, wel of geen wielbelasting en sterkteklassen

Sterkteklasse:	Grondsoort:	B25				B35			
		Zand		Klei		Zand		Klei	
Verkeer naast de kelder:		Niet	Wel	Niet	Wel	Niet	Wel	Niet	Wel
Wandhoogte:	GWS (m-mv)								
1,50 m	0,25	180	255	190	275	165	235	175	250
	0,75	160	240	170	260	145	220	155	240
	1	150	235	165	255	135	215	150	235
	1,25	145	235	160	255	135	210	145	235
	1,5	145	230	160	255	130	210	145	235
1,75 m	0,25	230	310	240	335	210	285	220	305
	0,5	215	300	230	325	200	275	210	295
	0,75	205	290	220	315	185	265	200	290
	1	195	285	210	310	175	260	190	285
	1,25	185	280	205	305	170	255	185	285
	1,50 - 0,75	85	280	200	305	170	255	185	280
2,00 m	0,25	285	370	295	395	260	340	270	360
	0,5	270	360	280	385	245	330	260	350
	0,75	255	350	270	375	230	320	250	345
	1	240	340	260	370	220	310	240	335
	1,25	235	335	255	365	215	305	230	330
	1,5	225	335	255	365	210	300	225	330
	1,75 - 2,00	225	325	245	360	205	300	225	330

Bron: Betonvereniging

Tabel 10.14 Wanddikte van tussenwanden van ongewapend beton (in mm) bij verschillende hoogteverschillen van mestniveaus en sterkteklassen

Wandhoogte: Sterkteklasse:	Hoogteverschil max. 0,70 m		Hoogteverschil volle wand	
	B25	B35	B25	B35
1,50 m	130	140	150	165
1,75 m	155	170	190	205
2,00 m	180	195	230	250
2,25 m	200	220	275	300

Bron: Betonvereniging

Tabel 10.15 Wanddikte (in mm) van grondkerende wanden in verlijmde kalkzandsteenblokken of -elementen bij verschillende diepten, met of zonder wielbelasting en bij verschillende grondwaterstanden (GWS)

GWS in % van kelderhoogte: Verkeer naast de kelder: Hoogte in m	100		75		50		25		0	
	Wel	Niet	Wel	Niet	Wel	Niet	Wel	Niet	Wel	Niet
0,90	150	120	120	100	120	100	100	100	100	100
1,20	214	214	214	150	214	120	214	120	214	120
1,50	300	214	265	214	240	214	240	214	240	214
1,80	-	300	-	240	-	214	300	214	300	214
2,00	-	-	-	300	-	265	-	240	-	240

Bron: CVK

Tabel 10.16 Wanddikte (in mm) van tussenwanden van verlijmde kalkzandsteenblokken of -elementen bij verschillende mestniveaoverschillen

Hoogte	Hoogteverschil max. 0,70 m	Hoogteverschil volle wand
0,90	100	100
1,20	150	150
1,50	214	214
1,80	214	265
2,00	240	300
2,40	300	-

Bron: CVK

Tabellen 10.13 tot en met 10.16 geven de minimaal vereiste dikten aan. In de praktijk kunnen de wanden zwaarder uitvallen door standaard handelsmaten en door de minimale vereiste oplegging van roosters en boxvloer van elk 10 cm. Een wand moet dus minimaal 200 mm dik zijn.

Voorbeeld

De wand van een kelder met een grondkerende wand van verlijmd kalkzandsteenelementen met een hoogte van 1,50 meter, voor 25 procent in het grondwater en geen verkeer langs de kelderwand, moet een wanddikte hebben van minimaal 214 mm. Dezelfde kelder zal in beton een dikte moeten hebben van minimaal 150 mm. In verband met opleggingen en muren moet de wand dus minimaal 200 mm zijn.

10.5.3 Bovengrondse silo

Bovengrondse silo's zijn ronde silo's van beton, staal of hout. Betonsilo's zijn gemaakt van gestort beton of prefab elementen. Hiervoor geldt een betonkwaliteit van minimaal B35, milieuklasse 5d. Voor houtconstructies moet hout van duurzaamheidsklasse II worden gebruikt. Stalen silo's zijn gemaakt van plaatstaal dat is geëmailleerd, gecoat of verzinkt. Een ontwikkeling van de laatste jaren is de flexibele silo. Deze bestaat uit een gegalvaniseerd stalen netwerk met kunststofbeplating aan de binnenzijde, met daarin een kunststof binnenhoes. Veel silo's hebben een KIWA-geschiktheidsverklaring: het ontwerp van de silo voldoet aan de Richtlijnen Mestbassins.

10.5.4 Mestzak

De mestzak is een flexibele, kunststof mestopslag met afdekking. Een mestzak is verplaatsbaar en daarom geschikt voor bedrijven die op korte termijn worden beëindigd. Door het lage eigen gewicht van de mestzak is deze manier van mestopslag geschikt voor slecht dragende gronden. Voor tijdelijke opslag is de oprolbare mestzak in gebruik. Tabel 10.17 geeft een vergelijkend overzicht van diverse mestopslagmogelijkheden.

Tabel 10.17 Vergelijking van diverse mestopslagmogelijkheden

Punt van vergelijking	Foliebassin	Mestzak	Kelder	Silo			
				Hout	Beton	Staal	Flexibel
Benodigde oppervlakte	-	-	+	++	++	++	++
Invloed grondwater	-	0	++	0	-	-	-
Afdekken	-	0	++	+	+	+	+
Levensduur	-	-	++	+	+	+	-
Onderhoud	-	-	++	-	+	+	+
Mixmogelijkheden	-	-	+	+	+	+	-
Verplaatsbaarheid	-	++	-	+	-	+	++
Uitbreidingsmogelijkheid	+	-	-	-	-	+	-
Opsporen lekkages	-	-	-	+	+	+	+
Investing	+	+	-	-	-	-	+

++ = zeer gunstig

+ = gunstig

- = ongunstig

- = zeer ongunstig

0 = niet relevant

10.5.5 Afdekkingen

In het kader van het Besluit mestbassins milieubeheer (BMM) moeten mestopslagen die niet onder een gebouw liggen, worden afgedekt. Afdekkingen moeten een ammoniakreductie opleveren van minstens 75 procent.

(Delen van) afdekkingen moeten blijven voldoen aan een van tevoren vastgestelde referentieperiode. Deze referentieperiode bedraagt ten minste:

- 20 Jaar voor een betonnen, metalen en houten afdekking.
- 10 Jaar voor een folieconstructie.
- 10 Jaar voor een afdekking met vlakke of gegolfde platen van vezelcement of kunststof.
- 10 Jaar voor overige typen afdekkingen.

Er zijn verschillende manieren om een mestbassin af te dekken:

- Met een drijvende afdekking (folie met drijflichamen, schuimbeton).
- Met een spankap-doekconstructie.
- Met golfplaten op liggers (vezelcement, aluminium, polyethyleen).
- Met zelfdragend gewapend polyester.
- Met een betondek (prefab of gestort).

Onder een niet-drijvende afdekking ontstaat een agressief milieu. De wanden en de afdekking moeten hiertegen bestand zijn. Een drijvende afdekking geeft een minder agressief milieu.

10.5.6 Opslag van vaste mest

Vaste mest moet worden opgeslagen op een mestdichte mestplaat. Bij uitrijden van alle mest op eigen grond is een opslag nodig voor minimaal 6 maanden.

Voor het berekenen van de grootte van de mestplaat en de mestkelder bestaan de volgende richtlijnen:

- Vaste mest rundvee: 4 vierkante meter mestplaat per koe per stalperiode (180 dagen).
- Gier en mestwater: 5 kubieke meter mestkelder per koe per stalperiode (180 dagen).



Vaste mest moet worden opgeslagen op een vloeistofdichte mestplaat.

De mestplaat moet voorzien zijn van minimaal drie wanden met een hoogte van minstens 0,5 meter. Volgens artikel 13 van de Wet bodembescherming en het Lozingenbesluit moet een voorziening worden getroffen voor opvang van lekvocht. Een opvangputje van 2 tot 3 kubieke meter is voldoende. Vaste mestopslagen zijn gemaakt van gestort beton of van prefab elementen. Hier geldt voor de vloer en de wanden een betonkwaliteit van minimaal B25, milieuklasse 5b. Het afschot moet minimaal 10 mm per meter zijn.

10.6 HUISVESTING VAN MELKVEE

De keuze van het staltype voor melkvee is een van de eerste vragen bij nieuwbouw.

Factoren die daarbij een belangrijke rol spelen zijn:

- Het aantal melkkoeien.
- Het voersysteem: (a) groepsvoeding: vreetplaats per dier, (b) voorraadvoeding: meer dan één dier per vreetplaats, (c) zelfvoeding: vreten uit een sleufsilos of (d) automatisch melken of automatisch voeren.
- De investeringsruimte.

10.6.1 Ligboxenstal

De oppervlakte van het gebouw bepaalt voor een belangrijk deel de bouwkosten van een ligboxenstal. En deze is weer afhankelijk van het aantal koeien en de benodigde oppervlakte per koe. Tabel 10.18 geeft een overzicht van de oppervlakte per koe in vierkante meters bij een aantal typen ligboxenstallen.

Tabel 10.18 Oppervlakte per koe bij diverse typen ligboxenstallen (inclusief bijruimten, exclusief jongvee)

Staltype	Oppervlakte per koe (m ²)			
	40 Ligboxen	60 Ligboxen	80 Ligboxen	100 Ligboxen
1+1	10,8	10,6		
2+0	13,2	11,7		
2+1 (Doorlopende voergang)	11,7	10,5	10,4	
2+1 (Geblokkeerde voergang)	10,4	9,9	9,8	
3+0		10,8	10,0 ¹	
2+2		10,6	10,0	9,7
3+1		10,8	10,0	9,3
5+0		8,7 ¹	8,1 ¹	7,4 ¹
n+0 (Met dwarsrijen)		9,2 ¹	8,4 ¹	8,1 ¹

¹ Stal met voorraadvoeding.

Ligplaatswijzigingen door nieuwe inzichten

De zwevende ligbox en de R-ligbox hebben de Engelse ligbox volledig verdrongen. De beweegingsvrijheid van de eersten is groter en de dieren liggen comfortabeler. Een variant is de veiligheids-ligboxafdeling. Een ligplaats moet voldoen aan een aantal criteria.

De belangrijkste zijn:

- Afstand achterrand tot boxafdeling: 0,25 meter.

- Afstand schoftboom tot ligbed: 1,10 meter.
- Afstand kopboom tot ligbed: 0,85 meter.
- Afstand schoftboom tot achterrاند ligbed: 1,90 tot 1,95 meter.
- Boxbreedte: 1,10 tot 1,15 meter.
- Boxlengte aan buitenwand: minimaal 2,45 meter.
- Boxlengte in binnenrij: minimaal 2,25 meter.
- Dubbele boxenrij minimaal: minimaal 4,40 meter.
- Hoogte van ligbed ten opzichte van roostervloer: 0,15 tot 0,20 meter.
- Afschot van ligbed richting loopruimte: 2 tot 4 procent.

Looppaden in boxenstal

Een stal is voorzien van een dichte, betonnen vloer (vlak of hellend) of een roostervloer. De breedte is afhankelijk van het gebruik. Richtlijnen bij looppaden voor volwassen vee staan in tabel 10.19.

Tabel 10.19 Breedte van loopruimte

	Minimum (m)	Advies (m)
Voerhek - muur	3,00	3,20 tot 4,00
Voerhek - ligboxen	3,00	3,20
Voerhek - ligboxen (drierijige stal of meer)	3,50	3,60
Ligboxen - ligboxen	2,20	2,40
Doorgang vreetgedeelte - liggedeelte	1,75	1,80
Doorgang met drinkbak	3,50	3,60

In ligboxenstallen waren lange tijd twee typen vloeren gangbaar: de roostervloer en de dichte vloer. Beide vloeren hebben hun voor- en nadelen. Hierna wordt op de bestaande en enkele nieuwe vloertypen ingegaan.

Roostervloer

De roostervloer heeft als voordeel dat mest en urine op een efficiënte manier worden afgevoerd. Beloopbaarheid en hygiëne zijn goed dankzij de spleten. Om de hygiëne van de vloer te verbeteren worden roosterschuiven toegepast.

Dichte vloer

Door het ontbreken van kelderemissie geeft een dichte vloer - bij een vergelijkbaar loopoppervlak per dier - minder ammoniakemissie dan een roostervloer. Door de vloer onder helling te leggen is de emissie nog lager (Groen Label). De later ontwikkelde sleuenvloer is beter begaanbaar (zie ook 10.6.5 Emissiearme stallen).

Geprofileerde vloer en hybride vloer

Naar aanleiding van de slechte begaanbaarheid van dichte vloeren zijn geprofileerde vloeren ontwikkeld. Uit onderzoek blijkt dat een zeshoekig profiel de meeste grip biedt. In bestaande vloeren groeven in de breedte of de lengte frezen of slijpen is mogelijk. Door bij het storten

tijdelijk een mal in de beton te leggen kan elk gewenst profiel worden aangebracht. Wanneer de mal blijft liggen, is sprake van een hybride vloer.

Rubberen vloer

Het toepassen van een zachte toplaag zorgt ervoor dat de klauwen wegzakken in het oppervlak. Zo ontstaat meer grip op de onderlaag. Als materiaal wordt rubber gebruikt.

Gietasfalt

Gietasfalt is een sterke en duurzame toplaag voor een vloer. De betrouwbaarheid is goed. Verder is de laag bestand tegen chemicaliën en is hij snel aan te brengen.

10.6.2 Bijruimten

Met een goede preventieve gezondheidszorg zijn ziekte, vroegtijdige uitstoot en sterfte onder het vee te beperken. Tref daarom goede voorzieningen voor zieke en afkalfende dieren: een afzonderingsstal, een afkalfstal en een ziekenstal. Het aantal benodigde plaatsen is afhankelijk van het aantal aanwezige melkkoeien.

Als richtlijn gelden de volgende percentages van het aantal aanwezige koeien:

- afzonderingsstal: 4 procent
- afkalfstal: 3 procent
- ziekenstal: 3 procent

Voor kleine aantallen koeien is een combinatie van de bijruimten te maken. Hiervoor gelden de volgende percentages:

- afzonderings- en ziekenstal: 3 tot 4 procent
- afkalfstal: 3 procent

Afzonderingsstal

Deze stal is bedoeld om dieren met een afwijking, zoals mastitis of klauwaandoening, een behandeling te geven en na korte tijd weer in de koppel te laten. Ook tochtige dieren zijn op deze wijze makkelijk af te zonderen. Situeer de afzonderingsstal daarom zo dicht mogelijk bij de uitloop van de melkstal, bijvoorbeeld aan de terugloopgang. Een vangbeugel of een aangepast zelfsluitend voerhek kan dienstdoen als vastzetsysteem.

Afkalfstal

Wanneer de afkalfstal aan de voergang ligt, worden de dieren hier enkele dagen voor het afkalven geplaatst. Ze blijven hier tot circa 24 uur na het afkomen van de nageboorte. Bovendien moet het dier goed gezond zijn voor het weer in de koppel komt. Na iedere geboorte moet de stand in de afkalfstal worden gereinigd en gedesinfecteerd. Als vastzetsysteem zijn er nekbeugels met halsriem, hangkettingen of vangbeugels. Een afkalfstal moet minimaal 4 meter diep zijn: er blijft dan voldoende ruimte achter de dieren over om hulp te geven bij het afkalven. Ook worden aparte strohokken gebruikt. De grootte van een afkalfstal is minimaal 10 vierkante meter.

Ziekenstal

Zieke dieren afzonderen en enige tijd verzorgen moet zonder bezwaar van extra arbeid kunnen plaatsvinden. Evenals bij de afkalfstal verdient het aanbeveling de ziekenstal bij de melkstal en aan de voergang te situeren. Zorg voor een ziekenstal die goed te reinigen en te ontsmetten is.

Maatvoering en inrichting van bijruimten

Afzonderings-, afkalf- en ziekenstallen kunnen worden uitgevoerd als box, waarin de dieren los lopen of als ruimte waarin ze worden aangebonden. Een box voor loslopende dieren moet een afmeting van 3 x 4 meter hebben. Zorg ook voor een goede gierafoer.

Doet een grupstal dienst als afzonderings-, afkalf- of ziekenstal? Houd dan de volgende maten aan:

- standlengte: 1,60 meter
- standbreedte: 1,20 meter
- drijfmestgrup: 0,80 meter breed en minimaal 0,80 meter diep
- mestgangbreedte: 1,60 meter

10.6.3 Potstal of hellingstal

De potstal is een zeer oud staltype. Voor melkvee moet deze stal deels zijn voorzien van een roostervloer. Voor de maatvoering en inrichting van een potstal voor melkvee geldt een aantal normen. De belangrijkste staan in het volgende overzicht. Hierbij is uitgegaan van groepsvoeding.

- | | |
|--------------------------------|--------------------------------|
| ● Vreetruimte per koe | circa 2 m ² |
| ● Vreetbreedte | 0,65 m |
| ● Breedte loop-eetruimte | min. 3,00 m |
| ● Trap - aantrede | 0,40 0,50 m |
| - optrede | 0,30 m |
| - breedte | 2 - 3 m |
| ● Aantal | minimaal 2 |
| ● Ligruimte per koe | circa 6 m ² |
| ● Stroverbruik | 8 kg per dag (variatie 6 - 12) |
| ● Wachtruimte voor de melkstal | 1,25 m ² per koe |

De hellingstal is in Nederland vrij onbekend. In Frankrijk en Duitsland is het een gangbaarder stalsysteem, vooral in de vleesveehouderij. Het principe is dat gestrooid wordt op het hoogste punt van het hellende vlak, waarna de dieren het stro naar beneden lopen. Het dan sterk vervuilde stro wordt op het laagste punt met een uitmeststelsel uit de stal gehaald. Bij een hellingstal is het stroverbruik zo'n 30 procent lager dan bij een potstal.

10.6.4 Grupstal

De grupstal kent twee typen: de Hollandse en de Friese stal. De Hollandse komt het meest voor. Een grupstal kan eventueel ook worden gebruikt in combinatie met een aparte melkstal. De belangrijkste afmetingen voor een Hollandse grupstal zijn:

- | | |
|--------------------------------|------------------------------------|
| ● Standbreedte | 1,15 - 1,20 ¹ |
| ● Standlengte | |
| - open grup | 1,55 - 1,70 ¹ |
| - drijfmestgrup (verlaagd) | 1,55 - 1,70 ¹ |
| - drijfmestgrup (gelijkvloers) | 1,50 - 1,65 ¹ |
| ● Voergangbreedte | minimaal 5,00 m |
| ● Voergangpeil | 5 - 12 cm boven niveau standplaats |
| ● Voergoot | 5 - 10 cm boven niveau standplaats |
| ● Hoogte knieboom | circa 5 cm |

● Afschot standplaats	1 cm per m
● Open grup	
- breedte	0,60 m
- diepte	0,30 - 0,40 m
● Drijfmestgrup	
- breedte	0,80 - 1,00 m
- diepte	0,80 - 1,20 m
● Mestgang breedte	1,00 - 1,50 m
● Afschot naar grup	1 cm per m
● Verlichting	1 TLD per vijf melkkoeien

¹ De maatvoering is afhankelijk van romplengte en schofthoogte van de dieren.

10.6.5 Ammoniakemissie

Ammoniak komt bij vergunningverlening voor veehouderijen geregeld aan bod. Hierover zijn zowel in het verleden als ook recentelijk veel uitgebreide wet- en regelgevingen verschenen. Hieronder een kort overzicht.

Wet Ammoniak en Veehouderij

De Wet Ammoniak en Veehouderij (Wav) vormt een onderdeel van de nieuwe ammoniakregelgeving voor dierverblijven van veehouderijen. Deze nieuwe regelgeving kent een emissie-gerichte benadering voor heel Nederland met daarnaast aanvullend beleid ter bescherming van de kwetsbare gebieden. De Wav is sinds 8 mei 2002 van kracht.

Regeling Ammoniak en Veehouderij

De Regeling ammoniak en veehouderij (Rav) is een op de Wet ammoniak en veehouderij gebaseerde ministeriële regeling met emissiefactoren. Deze emissiefactoren zijn nodig om in de vergunde en aangevraagde situatie de ammoniakemissie van een veehouderij te kunnen berekenen. De Rav bevat een lijst met de verschillende stalsystemen per diercategorie en de daarbij behorende emissiefactoren (zie tabel 10.20). Tevens zijn hierin de maximale emissiewaarden opgenomen voor de berekening van de emissieplafonds op grond van de Wav. Van het besluit is op 23 mei 2001 een ontwerp in de staatscourant gepubliceerd.

Ontwerpbesluit ammoniakemissie huisvesting veehouderij

Met het Besluit ammoniakemissie huisvesting veehouderij wordt invulling gegeven aan het algemene emissiebeleid voor heel Nederland. Het besluit bepaalt dat dierverblijven, waar emissie-arme huisvestingssystemen voor beschikbaar zijn (zo laag als redelijkerwijs haalbaar), op den duur emissie-arm moeten zijn uitgevoerd. Het is een ministeriële regeling van 1 mei 2002, gebaseerd op de Wav.

Tabel 10.20 Emissiefactoren voor de emissie vanuit het verblijf van rundvee, inclusief de emissie van de mest die in het verblijf is opgeslagen

Categorie	Emissie in kg NH ₃ per dierplaats per jaar
Hoofdcategorie A1: Rundvee	
A 1 Diercategorie melk- en kalfkoeien ouder dan 2 jaar	
A 1.1 Grupstal met drijfmest, emitterend mestoppervlak van grup en kelder max. 1,2 m ² per koe (Groen Label BB 93.06.009)	4.3
A 1.2 Loopstal met hellende vloer en giergoot of met roostervloer; beide met spoelsysteem	
A 1.2.1 Beweiden	7.5
A 1.2.2 Permanent opstallen	8.6
A 1.3 Loopstal met hellende vloer en giergoot; max. 3 m ² mestbesmeurd oppervlak per koe (Groen Label BB 93.03.003V1; BB 93.03.003/A 93.04.004V1; BB 93.03.003/B 93.04.005V1; BB 93.03.003/C 93.04.006V1; BB 93.03.003/D 94.06.020V1)	
A 1.3.1 Beweiden	7.5
A 1.3.2 Permanent opstallen	8.6
A 1.4 Loopstal met hellende vloer en spoelsysteem; max. 3,75 m ² mestbesmeurd oppervlak per koe (Groen Label BB 94.02.015V1)	
A 1.4.1 Beweiden	6.8
A 1.4.2 Permanent opstallen	7.8
A 1.5 Loopstal met sleufvloer en mestschuif (Groen Label BB 97.05.055)	
A 1.5.1 Beweiden	7.7
A 1.5.2 Permanent opstallen	9.2
A 1.6 Overige huisvestingssystemen	
A 1.6.1 Beweiden	9.5
A 1.6.2 Permanent opstallen	11
A 2: Diercategorie zoogkoeien ouder dan 2 jaar	5.3
A 3: Diercategorie vrouwelijk jongvee tot 2 jaar	3.9
A 4: Diercategorie vleeskalveren tot 8 maanden	
A 4.1 Mechanisch geventileerde stal met een chemisch luchtwassysteem met 90% emissiereductie	0.3
A 4.2 Overige huisvestingssystemen	2.5
A 5: Diercategorie vleesstierkalveren tot 6 maanden	2.5
A 6: Diercategorie vleesstieren en overig vleesvee van 6 tot 24 maanden (roodvleesproductie)	7.2
A 7: Diercategorie fokstieren en overig rundvee ouder dan 2 jaar	9.5

10.7 HUISVESTING VAN JONGVEE

Het aantal benodigde plaatsen voor verschillende leeftijdsgroepen van jongvee is afhankelijk van twee factoren:

- 1 Het afkalfpatroon. Wanneer er veel koeien in een korte tijd afkalven, zijn er veel eenlingboxen en hokruimten voor de kalveren tot drie maanden nodig. Bij een redelijk gespreid afkalfpatroon geeft tabel 10.20 een norm voor het aantal plaatsen voor jongvee.
- 2 Het aantal aan te houden stuks jongvee. Voor de vervanging van de veestapel is het nodig om jaarlijks ongeveer 35 vaarskalveren per honderd melk- en kalfkoeien aan te houden (aanhoudingspercentage van 35 procent). Regelmatig houden veehouders echter alle vaarskalveren aan (50 procent). Tabel 10.21 geeft een overzicht van het aantal plaatsen bij verschillende leeftijdscategorieën en bij aanhoudingspercentages van 35 en 50 procent.

Tabel 10.21 Benodigde plaatsen voor huisvesting van jongvee bij verschillende aanhoudingspercentages (percentage van het aantal melk- en kalfkoeien)

Aanhoudingspercentage:	35%				50%				Huisvestingsvorm
	Hoeveelheid plaatsen bij aantal koeien				Hoeveelheid plaatsen bij aantal koeien				
Leeftijd dieren in maanden	40	60	80	100	40	60	80	100	
0 - 0,5	6	9	12	15	6	9	12	15	Eenlingboxen
0,5 - 3	6	9	12	15	8	12	16	20	Strohokken
3 - 6	6	9	12	15	10	15	20	25	Ligboxen
6 - 12	8	12	16	20	12	18	24	30	Ligboxen
12 - 18	8	12	16	20	12	18	24	30	Ligboxen
18 - 22	4	6	8	10	8	12	16	20	Ligboxen

Voor jongvee dat wordt gehouden in eenlingboxen, groepshokken of ligboxen, gelden enkele richtlijnen voor de uitvoering en de inrichting. Een aantal belangrijke maatvoeringen staat in tabel 10.22.

Tabel 10.22 Afmetingen jongveehuisvesting (naar Pieters, 1999)

Huisvesting	Leeftijdscategorieën in maanden					
	0 - 2	0,5 - 3	3 - 6	6 - 12	12 - 18	18 - 22
Eenlingbox						
Boxbreedte (cm)	81 - 85	81	-	-	-	-
Boxlengte (cm)	130 - 150	-	-	-	-	-
Groepshok met stro:						
Minimale oppervlak (m ² /dier)	-	1,5	1,7	1,8	-	-
Minimale hokdiepte (cm)	-	300	-	-	-	-
Tweevloerenstal						
Loop-eetruimte roosters (cm)	-	175	200	-	-	-
Ligruimte stro (cm)	-	250	250	-	-	-
Diepte ligruimte (cm)	-	30 - 40	30 - 40	-	-	-
Eetbreedte (cm)	-	50	50	-	-	-
Ligboxenstal						
Ligboxbreedte (cm)	-	60	70	80	90	100 - 110
Ligboxlengte-buitenrij (cm)	-	130	160	180	200	220
Ligboxlengte-binnenrij (cm)	-	130	160	180	190	210
Hoogte schoftboom (cm)	-	-	75	85	95	105
Loop-eetruimte (cm)	-	175	200	220	275	
Loopruimte tussen twee rijen ligboxen (cm)	-	-	-	175	200	200
Eetbreedte per dier (cm)	-	35	40 - 45	45 - 50	50 - 55	55 - 60
Hoogte drinkbakken (cm)	-	-	60	70	80	100
Hoogte drinknippels (cm)	100	110	-	-	-	-
Spleetbreedte roosters (cm)	-	3	3	3,5	3,5	3,5
Volledig rooster met rubber						
Hokdiepte (cm)	-	-	-	200 - 300	300 - 320	300 - 350
Vloeroppervlak (m ² /dier)	-	1,5	1,7	1,8	1,8	1,8
Grupstal						
Standbreedte (cm)	-	-	-	80	90	100
Standlengte bij open grup (cm)	-	-	-	120	140	150
Standlengte bij drijfmestgrup (cm)	-	-	110	130	140	150

10.8 AFWIJKENDE DAKCONSTRUCTIES

Meestal worden ligboxenstallen uitgevoerd met een golfplaten zadeldak. Er zijn echter meer dakconstructies mogelijk.

Openfrontstal

Stallen met een dergelijke dakconstructie zijn veelal in gebruik voor jongvee. Openfrontstallen hebben een asymmetrische dakvorm met een dichte nok. De dakhelling is 18 graden. Drie zijwanden zijn gesloten, de hoge voorzijde is voor eenderde deel open. Voordelen: een lage investering en een gezond klimaat voor met name jonge kalveren.

Luifelstal

De luifelstal lijkt qua bouw veel op de openfrontstal. De voorzijde van de luifelstal is echter helemaal open. Voor deze stal en de openfrontstal zijn maatregelen nodig tegen bevrozing van het drinkwater. Voordelen: een lage investering en een gezond klimaat.

Foliestal

Een nieuwe type dakconstructie voor rundveestallen is de foliestal. Een stalen frame is de basis van deze constructie, die veel wordt toegepast in de kassenbouw. De dakbedekking bestaat uit één of twee lagen kunststoffolie, met daaroverheen een schaduwdoek. Voordelen: veel licht in de stal en een lage investering.

Sheddakstal

Een nog betrekkelijk nieuw type dakconstructie is het sheddak of zaagtanddak. De dakdelen hebben de vorm van zaagtanden; een verticale zijde en een hellende zijde. De dakvlakken hellen af naar de zuidzijde. Aan de noordzijde ontstaan openingen in het dak, die voor een goede lichtinval en ventilatie zorgen. Voordelen: geen directe zoninstraling en veel lichtinlaat. Er is veel luchtverversing mogelijk via dwarsventilatie en open dak. Geringe nokhoogte bij grotere breedten.



Het foliedak van het melkveebedrijf van de Waiboerhoeve.

10.9 VENTILATIE EN VERLICHTING

Ventileren is noodzakelijk voor het afvoeren van gassen en warmte en de aanvoer van verse lucht. De hoeveelheid geproduceerde warmte van dieren bepaalt voor het belangrijkste deel de ventilatiebehoefte. Er is keus tussen twee ventilatiesystemen: natuurlijke ventilatie en mechanische ventilatie. Natuurlijke ventilatie verdient de voorkeur.

10.9.1 Natuurlijke ventilatie

Bij natuurlijke ventilatie is de grootte van de inlaatopening (in de zijgevel) en van de uitlaatopening (in de nok) onder andere afhankelijk van de warmteproductie en het hoogteverschil tussen deze inlaat- en uitlaatopening. De warmteproductie is afhankelijk van de melkproductie. De tabellen 10.23 tot en met 10.26 geven de oppervlakte van de uitlaatopening en de inlaatopening bij melkgevende koeien en jongvee weer.

Tabel 10.23 Oppervlak uitlaatopening (cm²/koe) bij melkgevende koeien en diverse hoogteverschillen tussen in- en uitlaatopening

Melkproductie (kg/koe/jaar)	Hoogteverschil (m)			
	3	4	5	6
6.000	1.200	1.040	930	850
7.000	1.280	1.110	990	910
8.000	1.370	1.190	1.070	970
9.000	1.455	1.260	1.130	1.030
10.000	1.540	1.330	1.190	1.080

Tabel 10.24 Oppervlak inlaatopening (cm²/koe) bij melkgevende koeien en diverse hoogteverschillen tussen in- en uitlaatopening

Melkproductie (kg/koe/jaar)	Hoogteverschil (m)			
	3	4	5	6
6.000	1.800	1.560	1.395	1.275
7.000	1.920	1.665	1.485	1.365
8.000	2.055	1.785	1.605	1.455
9.000	2.180	1.890	1.695	1.545
10.000	2.310	1.995	1.785	1.620

Tabel 10.25 Oppervlak uitlaatopening (cm²/dier) bij jongvee en diverse hoogteverschillen tussen in- en uitlaatopening

Leeftijd (maand)	Hoogteverschil (m)			
	3	4	5	6
1	165	145	130	115
3	270	235	210	190
6	465	405	360	330
12	675	585	520	475
18	905	785	700	640
22	1.100	950	850	780

Tabel 10.26 Oppervlak *in*laatopening (cm²/dier) bij jongvee en diverse hoogteverschillen tussen in- en uitlaatopeningen

Leeftijd (maand)	Hoogteverschil (m)			
	3	4	5	6
1	250	220	195	175
3	400	350	315	285
6	700	600	540	495
12	1.010	875	780	710
18	1.360	1.175	1.050	960
22	1.650	1.425	1.275	1.170

Bij het berekenen van de oppervlakte van de open nok is uitgegaan van een onbelemmerde uitlaat. Wordt de uitlaat voorzien van een kapconstructie, bijvoorbeeld een lichtkoepel? Houd dan rekening met een weerstand in die constructie. In dat geval zal het oppervlak van de open nok per dier iets groter moeten zijn.

10.9.2 Mechanische ventilatie

Als natuurlijke ventilatie niet mogelijk is, kan er mechanisch geventileerd worden. De tabellen 10.27 en 10.28 geven de benodigde ventilatiecapaciteit aan. Bij mechanische ventilatie moet de luchtinlaatopening 2 cm² per m³ te verplaatsen lucht zijn.

Tabel 10.27 Ventilatiecapaciteit bij melkkoeien bij verschillende melkproducties

Melkproductie (kg/koe/jaar)	Benodigde ventilatiecapaciteit (m ³ /koe/uur)
6.000	434
7.000	464
8.000	495
9.000	525
10.000	555

Tabel 10.28 Ventilatiecapaciteit bij jongvee

Leeftijd (maanden)	Gemiddeld gewicht (kg)	Ventilatiecapaciteit (m ³ /uur)
1	60	60
3	100	100
6	175	170
12	305	245
18	425	330
22	500	400

10.9.3 Verlichting

Licht in de stal is belangrijk voor een goede oriëntatie van de dieren en voor de regulatie van de hormoonhuishouding. Een lichtregime van 16 uren licht en 8 uren donker blijkt optimaal te zijn voor melkproductie en vruchtbaarheid. Ook voor controle van de dieren door de veehouder is voldoende licht noodzakelijk. Behalve zonlicht speelt ook kunstverlichting een rol bij verlichting van de stal. Belangrijk is dat de lichtintensiteit tijdens deze lichtperiode voldoende hoog is (150 - 200 lux). Zonlicht kan de stal binnenkomen via zijwanden, kop en eindgevels, lichtplaten in het dak en de nok. Lichtplaten in het dak hebben als nadeel dat tijdens warme perioden de temperatuur onder deze platen behoorlijk oploopt.

In de melkstal

Installeer in een 4V4-melkstal lampen van 3 x 2 TLD-58 Watt met kleurcode 84. Monteer de armaturen in het midden van de melkput op 2,50 tot 3,00 meter boven de putvloer. In een 6V6-melkstal zijn 4 x 2 TLD-58 Watt-armaturen voldoende. In plaats van TLD-58 Watt zijn TLD-50 Watt hoogfrequent-lampen ook bruikbaar (inclusief bijbehorende armaturen).

Op het erf

Als erfverlichting zijn lagedruk-natriumlampen heel geschikt. Deze lampen hebben een grotere verlichtingssterkte dan tl-verlichting. De kleurherkenning is echter veel slechter. Ook halogeenverlichting is geschikt als buitenverlichting.

N.B. De verlichtingsnormen zijn minimumnormen. Vervuiling van armaturen kan leiden tot een aanzienlijk lagere lichtopbrengst. De lichtverliezen kunnen oplopen tot 50 procent bij ernstig vervuilde lampen. Maak de armaturen daarom regelmatig schoon.

10.10 WATERVOORZIENING

Een drinkwaterinstallatie moet voldoen aan de eisen die zijn vastgelegd in de Algemene Voorschriften voor drinkwaterinstallaties (AVWI-2002) en NEN 1006: 2002.

Aandachtspunten bij de aanleg van een drinkwaterinstallatie:

- Bij een centraal vlotterbaksysteem moeten de leidingen een diameter hebben van minimaal 50 mm. Zorg voor voldoende drinkbakken: minimaal twee aan elke zijde van de voergang in verband met het vormen van diergroepen.

- Het aantal drinkbakken is afhankelijk van het aantal koeien. Hanteer als richtlijn de volgende normen:

zelfdrinkers	: 1 bakje per twee koeien op een grupstal
	: 1 bakje per maximaal tien koeien in een ligboxstal
drinkbak (25 - 100 l)	: 1 bak per maximaal tien melkkoeien
drinkbak (300 - 600 l)	: 1 bak per maximaal twintig melkkoeien
- Drinkwaterleidingen die rechtstreeks zijn aangesloten op het waterleidingnet, mogen niet in een mestkelder worden gelegd.
- Plaats de drinkbakken bijvoorbeeld in de tussengangen.
- Stijgleidingen naar de drinkbakken moeten worden geïsoleerd.
- Om vorstproblemen te voorkomen kan een rondpompsysteem met of zonder verwarmingselement worden aangelegd.
- Zorg voor een goede afscherming van de vlotter, zodat de dieren er niet mee kunnen spelen.
- De gewenste hoogte van drinkbakken voor melkvee is 105 tot 110 cm boven het vloeroppervlak, voor jongvee ouder dan zes maanden is dit 80 tot 90 cm. Het water zit ongeveer 10 cm onder de rand.

Voer en vochtopname zijn onderling van elkaar afhankelijk. Voedsel met een hoog vochtgehalte verlaagt de vochtbehoefte. Houd voor de totale vochtbehoefte in liters de normen in tabel 10.29 aan. Met name bij melkgevende koeien is de variatie groot. Dit wordt veroorzaakt door de melkproductie en de weersgesteldheid. De drinksnelheid van koeien is 10 tot 20 liter per minuut. Koeien nemen het meeste water op bij een watertemperatuur van 15 tot 20°C. Dit heeft een positieve invloed op de melkproductie. Runderen geven de voorkeur aan drinken van een vrij wateroppervlak. Verder is de vochtopname afhankelijk van de omgevingstemperatuur, melkproductie, lichaamsgewicht en de zoutopname.

Tabel 10.29 Vochtbehoefte van vee in liters per dag

	Kg melk/koe/dag	Liter/dier/dag
Droogstaand vee		30 - 60
Melkgevend vee met productie van	10	30 - 60
	20	80 - 100
	30	110 - 150
	40	140 - 200
Jongvee van een tot twee jaar		15 - 35
Jongvee van nul tot een jaar		2 - 15

