

S P R E N G E R I N S T I T U U T
Haagsteeg 6, 6708 PM Wageningen
Tel.: 08370-19013

*(Publikatie uitsluitend met
toestemming van de directeur)*

RAPPORT NO. 2243

Dipl.Ing. H.F.Th. Meffert

EEN DOELMATIG EN FLEXIBEL VERPAKKINGS-
SYSTEEM VOOR TUINBOUWPRODUKTEN

Uitgebracht aan de directeur van het Sprenger Instituut (mei 1983)
Project no. 143

Samenvatting

Aan de hand van informatie uit verschillende bronnen, speciaal uit Australië, wordt een systeem voor verpakking van tuinbouwprodukten voorgesteld dat aan de eisen van een geïntegreerd transportsysteem voldoet. Hieruit vloeit een stringente eis naar slechts negatieve toleranties voort.

Tevens moet er rekening worden gehouden met de vervorming van verpakking en ladingeenheid. De gegeven informatie maakt het mogelijk om verpakkingen te ontwerpen die aan de eisen van een geconditioneerde transportketen voldoen.

Enkele van deze gegevens moeten voor Europese, speciaal Nederlandse, omstandigheden nog worden getoetst.

Summary

Based on information from various sources, mainly from Australia, a system for packaging is described for horticultural produce, which meets the requirements for an integrated transport system. This means a stringent requirement of negative tolerances only. Consideration must be given to the deformation of packages and unit loads. The given information allows the design of packages, which meet the requirement of conditioned transport chains.

Some data have to be assessed under European conditions.

1. Inleiding

Recente publikaties en discussies over standaardisatieproblemen in geconditioneerde transportketens, o.a. in verband met gemengde ladingen, waarbij de veelheid van verpakkingsmaten aanleiding geeft tot ondoelmatige stapelpatronen, zijn de reden om de aandacht van alle betrokkenen te vragen voor een ontwikkeling, die in Australië tot een werkbaar systeem voor het binnenlandse vervoer van fruit en groenten heeft geleid.

De ontwikkeling, door AUF (Australia United Fresh Fruit and Vegetable Association) ter hand genomen en begeleid, heeft geleid tot een systeem van verpakkingen, dat aan uiteenlopende eisen van vele produkten en die aan het afzetsysteem voldoet.

Het systeem is echter opgebouwd op de vierkante Australische standaardpallet van 1168 x 1168 mm. Om deze reden kan het niet zonder meer worden overgenomen voor Europese omstandigheden. Met een relatief kleine inspanning kunnen de beproefde principes een vergelijkbaar resultaat voor de Europese en internationale standaard transporteenheid van 1200 x 1000 mm opleveren.

2. Grondslagen voor een flexibel verpakkingssysteem

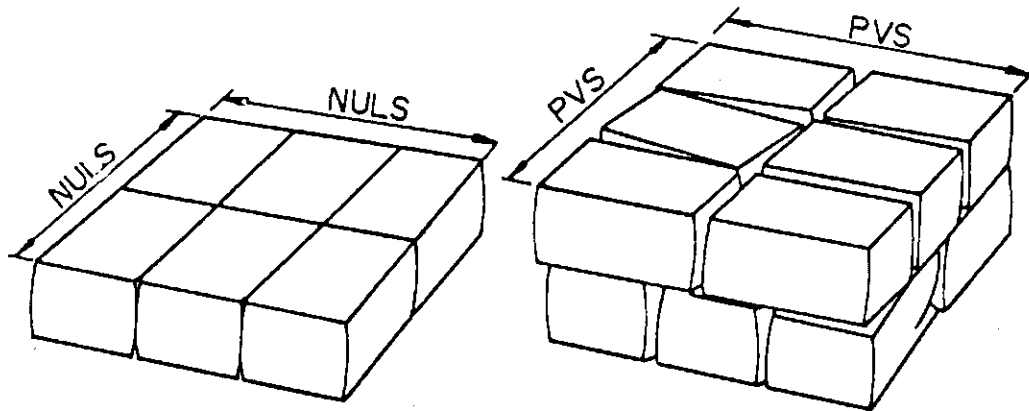
De basis voor de aanpak is het inzicht, dat voor de bundeling van verpakkingen tot transporteenheden in een geïntegreerd systeem een aantal toleranties in acht moeten worden genomen. Deze toleranties moeten waarborgen dat de transporteenheid op de weg van oorsprong naar bestemming niet buiten de toegestane maat vervormt en daardoor onhandelbaar wordt.

Een US-voorstel volgend wordt de maximale maat van de ladingeenheid door de PVS (Plan-View-Size) gegeven. Binnen deze maat dient de eenheid gedurende het transport te blijven.

De minimale afmeting van de transporteenheid wordt gegeven door de NULS (Net Unit Load Size) inclusief de vul-uit buiking (filling bulge) van de verpakking). Tussen deze beide maten liggen de toleranties voor

- onregelmatige stapeling;
- buiken voor compressie (compression bulge);
- buiken door zetten (settling bulge).

Figuur 1 geeft een indruk van deze relaties.



Net Unit Load Size (NULS)
Includes only the dimensions
of filled transport packages

Plan View Size (PVS)
Includes net unit load size plus
allowances for :

- stacking irregularity
- compression bulge
- settling bulge

Figuur 1. (4)

Gevonden is, dat de aangehaalde verschijnselen in een totale tolerantie van 40 mm worden opgevangen. Dit wordt ook door ervaringen in Nederland bevestigd. ISO DIS 3676.4 heeft daarom de negatieve toleranties van 40 mm in lengte en breedte van de transporteenheid als standaard vastgelegd. Dit voorstel is inmiddels met grote meerderheid internationaal aanvaard.

In de benadering van AUF is echter naar een meer gedetailleerde benadering gezocht.

AUF onderscheidt drie belangrijke verminderingen van de beschikbare afmetingen van een verpakking:

1. Buiken
2. Wandsterkte
3. Stapeltoleranties.

Deze verminderingen zijn in tabel 1 weergegeven voor verschillende materialen en constructies van verpakkingen, maar ook afhankelijk van de grootte van de verpakkingen gerekend naar het aantal eenheden per NULS (1140 x 1140 mm).

T.o.v. de Australische standaardpallet van 1941: 1168 x 1168 mm (PVS) geeft dit een negatieve tolerantie van 28 mm.

Tabel 1. Toleranties volgens AUF (2)

DIMENSIONAL TOLERANCES

I. Bulge Categories

CATEGORY	PACKAGES / LAYER	TOTAL BULGE ALLOWANCE (mm) length width	USAGE
A	6	0	Nominal dimensions of base.
	8	0	For heavy wooden crates (e.g. lug boxes, heavy plastic crates. Polystyrene boxes up to 15 litre capacity.
	12	0	
B	6	10	Other wooden boxes. Other plastic crates. Polystyrene boxes up to 30 litre capacity.
	8	5	Telescopic cartons with waxed inners. Other telescopic cartons up to 24 litre capacity. One piece waxed carton up to 24 litre capacity.
	12	5	
C	6	20	Polystyrene boxes 30 litre and over. Telescopic cartons 24 litre and over. One piece waxed cartons 24 litre and over. One piece cartons up to 36 litre capacity.
	8	15	
	12	10	
D	6	30	All other cartons.
	8	25	
	12	20	

Carton design should be regarded as inadequate, either in style, board specification or make up if bulging under normal handling exceeds Category D.

II. Wall Thickness

For packages having similar thickness on sides and ends.

Total Allowance (mm)	Usage
10	Single wall (one piece) cartons in A or C flute, or duararch C flute.
15	Single wall cartons in duararch A flute.
20	Telescopic cartons (two piece, and including cap lids) in B outer/A inner.
25	Telescopic cartons C outer/A or C inner.

III. Stack Allowance

Total Allowance (mm)	Packages per Layer	Usage
5	6	2 packages lengthwise on pallet.
10	8	1 package lengthwise + 2 across the pallet.
15	6	3 packages across the pallet.
15	12	4 packages across the pallet and 3 packages lengthwise on pallet.

Nominal allowance is 5 mm between each row of packages.

Nader onderzoek moet de aannamen daaromtrent bevestigen resp. modificeren. Uitgaande van de NULS kan met de verstrekte gegevens de werkelijke maatvoering en de inhoud voor de gewenste verpakking worden vastgesteld in afhankelijkheid van materiaal en constructie.

Door rekening te houden met het soortelijk (bulk) volume of wel stortmassa is de massa produkt per verpakkingseenheid eenvoudig te bepalen.

Dat hierbij niet altijd ronde getallen optreden kan in deze tijd van automatisering moeilijk als bezwaar worden aangevoerd. Voor het markeren, uitlezen en verwerking van de merken staan beproefde systemen ter beschikking.

Afstemming van de hoogte van de verpakking levert een verder voordeel van het systeem op, nl. uniforme lagen van gelijke afmetingen. Hierdoor wordt de bundeling van verschillende verpakkingen tot transporteenheden in de eerste en laatste fase van de logistieke ketens in belangrijke mate vergemakkelijkt.

In deze fase is het meestal nog niet of niet meer nodig om eisen aan de doorstroming met lucht (ventilatie) van de transporteenheid te stellen.

3. Eisen aan een geïntegreerd systeem voor verpakking en stapeling

Aan een verpakkingssysteem, dat in een geconditioneerde transportketen moet voldoen, worden de volgende eisen gesteld:

- bundeling
- bescherming
- presentatie.

Daarnaast moet het verpakkingssysteem passen bij:

- het afzetsysteem
- het conditioneringssysteem
- het transportsysteem
- het informatiesysteem.

Dit wordt weergegeven in de volgende programmapunten.

Het verpakkingssysteem moet:

1. Bruikbare afmetingen leveren voor de verpakkingseenheden van de produkten.
2. Een keuze van afmetingen toelaten van eenheden en bundelingen om aan de marktvraag tegemoet te komen.
3. Geschikt zijn voor bundeling tot ladingeenheden ook van gemengde aard.
4. Mechanische bescherming bieden aan de produkten.
5. Thermische bescherming bieden aan de produkten zowel bij afkoeling en opwarming als onder stationaire omstandigheden.

6. Passen bij een eventueel bestaand systeem van standaards.
7. Passen bij een eventueel bestaand systeem voor het conditioneren in de transportketen.

Deze grondregels kunnen tot een verpakkingssysteem leiden, dat aansluit op verschillende werkwijzen.

Tabel 2 en 3 geven de voor Australië gevonden oplossingen weer, die in de figuren 2, 3 en 4 zijn weergegeven. Bijzonder aantrekkelijk is de oplossing die deze aanpak biedt voor de problemen bij gemengde ladingen (figuur 5).

Voor Europese omstandigheden speciaal aansluitend op de PVS 1200 x 1000 mm kunnen andere oplossingen worden aangegeven, die in het vervolg zijn uiteengezet.

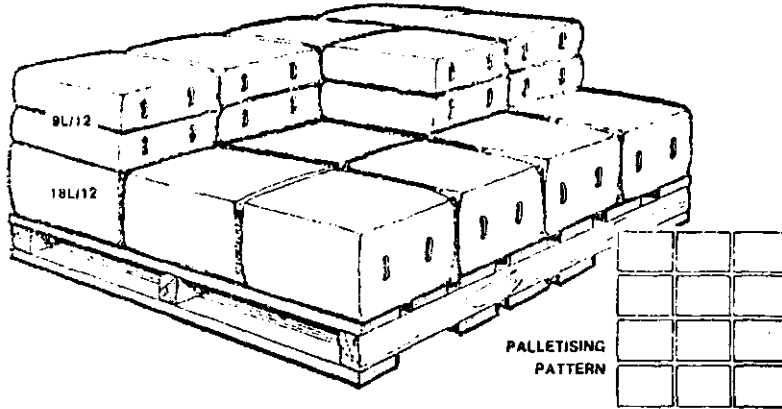
Tabel 2. Category, suitable for forced air cooling (2)

Type (litre capacity/ packages per layer)	Nominal External Base Dimensions		Internal Volume litres
	Length (mm)	Width (mm)	
9 litre/12	380	285	9
18 litre/12	380	285	18
27 litre/9	380	380	27
30 litre/6	570	380	30
36 litre/6	570	380	36
46 litre/6	570	380	46
54 litre/6	570	380	54

Tabel 3. Category, suitable for conventional cooling (2)

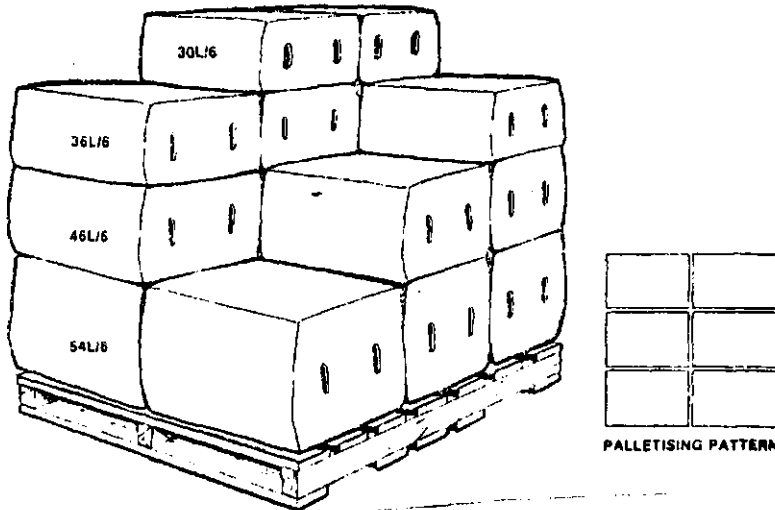
Type (litre capacity/ packages per layer)	Nominal External Base Dimensions		Internal Volume litres
	Length (mm)	Width (mm)	
13 litre/8	470	335	13
18 litre/8	470	335	18
24 litre/8	470	335	24
32 litre/8	470	335	32
36 litre/8	470	335	36

Pallet pattern for 12 packages to the layer (12B)
Suitable for forced-air cooling



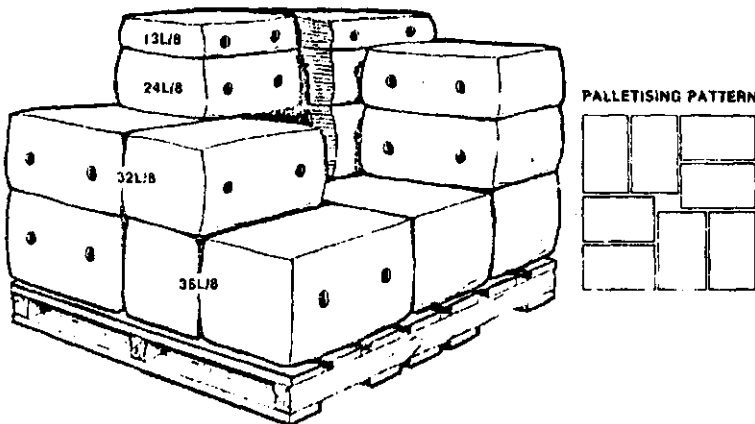
Figuur 2. (1)

Pallet pattern for 6 packages to the layer (6A)
Suitable for forced-air cooling

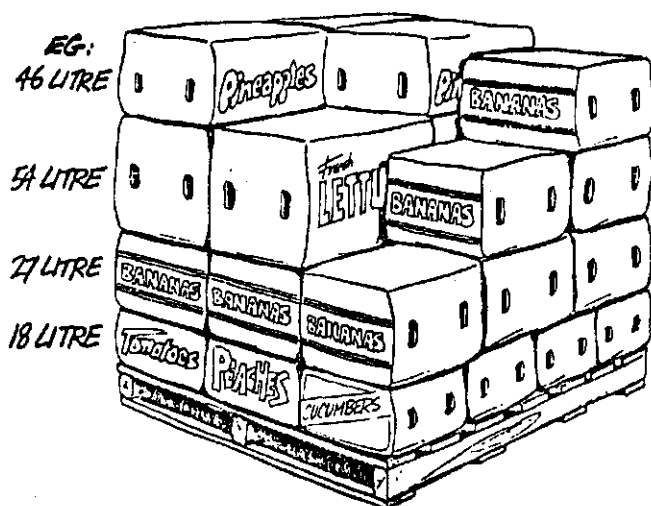


Figuur 3. (1)

Pallet pattern for 8 packages to the layer (8A)
Not suitable for forced-air cooling



Figuur 4. (1)



Figuur 5. (1)

4. De afmetingen van verpakkingen in een systeem aansluitend op de 1200 x 1000 mm temperatuureenheid

4.1. NULS

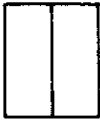
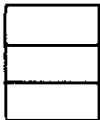

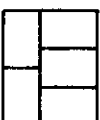



Rekening houdend met de vervorming van een ongesteunde transporteenheid c.q. palletlading van 40 mm in lengte en breedte wordt de NULS gevonden als 1160 x 960 mm.

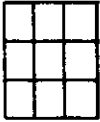
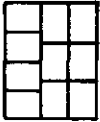

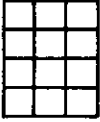
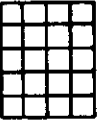
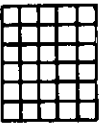
Omdat deze maat maximaal door de onbelaste eenheid wordt ingenomen, kan in de speling van 40 mm desgewenst de steunconstructie voor de eenheid worden ondergebracht in de vorm van hoeksteunen, planken, roosterwerk e.d. Op deze wijze kan de gesteunde transporteenheid in het transportsysteem geïntegreerd blijven. Een niet hoog genoeg te schatten voordeel op de weg naar werkelijk geïntegreerde systemen.

4.2. Stapelpatronen

Er vallen talloze patronen te bedenken, die op een oppervlakte van NULS-afmetingen kunnen worden ondergebracht. De volgende verpakkingseenheden zullen echter de meest uiteenlopende produkten kunnen bevatten.

Tabel 4. Stapelpatronen per laag

nr.	patroon	eenheden per laag	uitwendige lengte mm	nominale breedte mm
1		2	1160	480
2		3	960	385
3		4	580	480
4		5	580	385
5		6	480	385
6		8A	580	240
7		8B	480	240

nr.	patroon	eenheden per laag	uitwendige lengte mm	nominale breedte mm
8		9	480	240
9		10	385	290
10		12A	480	190
11		12B	320	290
13		20A	240	230
14		30	195	195

Hoogte:

Als hoogte dimensie verdient een maat aanbevolen te worden die makkelijk deelbaar is en voor de produkten een aanvaardbare laagdikte brengt bv. 240 mm. Maar deze eis is niet erg stringent i.v.m. de mogelijkheid van uniforme lagen van verschillende hoogte.

4.3. Gedrag t.o.v. koeling/opwarming

De voorgestelde verpakkingseenheden waarvan de NULS-roostermaat is aangegeven kunnen in twee categorieën worden ondergebracht:

C - geschikt voor conventionele koeling

F - geschikt voor geforceerde koeling.

4.3.1. Categorie C - geschikt voor conventionele koeling

Dit betekent dat een transporteenheid (pallet) redelijk afkoelt wanneer dit zonder speciale maatregelen in een koelcel gebeurt.

Maar het betekent ook dat een opwarming van buitenaf snel verloopt. Deze stapel- patronen zijn gekenmerkt daardoor dat minstens één vlak per verpakking aan de buitenkant van de stapel is, stapelen in verband is nauwelijks nadelig.

Tabel 5. Verpakkingen, geschikt voor conventionele koeling

eenheden per NULS	uitwendige lengte mm	nominale breedte mm	compatibel met
2	1160	480	
3	960	385	
4	580	480	
5	580	385	ISO: 600 x 400
6	480	385	OECD: 500 x 400
8	580	240	
8	480	290	

6% opening van de wanden is een minimale waarde voor conventionele koeling. [5]

4.3.2. Categorie F - geschikt voor geforceerde koeling

Deze stapelpatronen zijn gekenmerkt daardoor dat er eenheden in zijn opgenomen, die niet aan de buitenkant grenzen. Dit betekent, dat zulke stapelingen langzamer afkoelen maar ook langzamer opwarmen bij kleine drukverschillen van de omgevende lucht = lage luchtsnelheden. Bij geforceerde doorstroming van de stapel, onder invloed van een drukverschil van enkele tientallen Pa, koelen deze stapelingen snel af, maar warmen daarna langzamer op dan categorie C stapels. Bij verticale luchtbeweging door de stapel is stapeling in register noodzakelijk voor een goede doorstroming.

Tabel 6. Verpakkingen geschikt voor geforceerde koeling

eenheden per NULS	uitwendige nominale		compatibel met
	lengte mm	breedte mm	
9	385	320	OECD: 400 x 300
10	385	290	
12A	390	240	
12B	320	290	300 x 300
16	290	240	
20	240	230	
30	195	195	200 x 200

Bij geforceerde koeling is 3-6% opening per wand minimaal. [6]

Categorie C verpakkingen kunnen vanzelfsprekend ook bij geforceerde koeling worden toegepast, vertonen echter niet het voordeel van de langzamere opwarming, alhoewel de uiteindelijke overtemperatuur lager kan zijn.

Tabel 7. Stapelpatronen in register, voor maximale verticale doorstroming van transporteenheden bij minimaal drukverschil

eenheden per NULS	uitwendige nominale	
	lengte mm	breedte mm
2	1160	480
4	580	480
8A	580	240
8B	480	240
3	960	385
6	480	385
9	480	320
5	580	385
10	385	290
30	195	195

5. Werkwijze voor het bepalen van de werkelijke afmetingen en de inhoudsmaten van verpakkingen

Omdat de NULS alleen met de vulbuiking rekening houden moet met dit effect rekening worden gehouden bij het bepalen van de werkelijke afmetingen. Daarnaast is ook op de plaatstolerantie te letten. AUF adviseert een plaatstolerantie van 5 mm per spleet tussen verpakkingen.

De buiktolerantie is afhankelijk van materiaal en constructiewijze alsmede de grootte van de verpakking zoals in tabel 1 weergegeven. Voor het bepalen van de inhoudsmaat moet bovendien nog met de wanddikte rekening worden gehouden (zie tabel 1).

Voor het berekenen van de vulmassa moet men de soortelijke (bulk) massa kennen (zie tabel 6).

	voorbeeld
	lengten in mm
1. Kies het grondvlak van de ladingeenheid (PVS):	
$L \times B$	= (1200 x 1000)
2. Bereken het stelvlak (NULS)	
$L^1 \times B^1 = (L - \Delta L) \times (B + \Delta B)$	$\Delta L = \Delta B = 40$ 1160 x 960
3. Kies het stapelpatroon eenheden per stelvlak	8
4. Bereken de roostermaat (nominale uitwendige maat):	
$b^1 \times l^1 = L : n_L \times B : n_B$	$n_L = 4$ $n_B = 2$
$b^1 \times l^1$	290 x 480
5. Kies de uitwendige hoogte:	
$h =$	240
6. Bereken de werkelijke afmetingen van de verpakking,	
6.1. Kies materiaal en constructie in tabel 1:	categorie C telescoop karton over 24 l inhoud

bulktolerantie	$\Delta l = 15$
	$\Delta b = 25$
stapeltolerantie	$S = 5$
wanddikte	$d = 5$

6.2. Bereken de werkelijke uitwendige lengte en breedte :

$$l = l^1 - S \frac{n_L - 1}{n_L} - \Delta l \quad 460$$

$$b = b^1 - S \frac{n_B - 1}{n_L} - \Delta b \quad 262$$

7. Bereken de inhoud:

$$l = l - 4 S \quad 440$$

$$b = b - 4 S \quad 242$$

$$h = h - 2 S \quad 230$$

$$V = l \times b \times h \quad 24, 490 \text{ dm}^3$$

8. Bereken het vulgewicht :

met ρ_{bulk} (tabel 6) appelen
450. kg/m³

$$m = V \cdot \rho_{\text{bulk}} \quad 11,0 \text{ kg}$$

In de AUF-benadering wordt uitbuiking als gevolg van vulling, compressie, transport niet onderscheiden. Wil men de toelaatbare afmetingen voor een verpakking in een gesteunde transporteenheid bepalen, dan kan men de vulbuiking globaal op een derde van de totale uitbuiking stellen.

Hierdoor worden de NULS beter gedefinieerd en kan men het gedeelte van de uitbuiking dat door ondersteuning van de ladingeenheid kan worden voorkomen, aanwenden voor het vergroten van de verpakkingsmaten.

Met inachtneming van de definitie van NULS: werkelijke afmetingen + vul uitbuiking verkrijgt men de volgende waarden voor de gekozen voorbeeldverpakking:

6a. werkelijke afmetingen

$$l = l^1 - 5\frac{1}{2} - 15/3 = 472$$

$$b = b^1 - 5\frac{3}{4} - 25/3 = 278$$

7a. Inhoud

$$l = l - 4 S \quad 452$$

$$b = b - 4 S \quad 258$$

$$h = h - 2 S \quad 230$$

$$V = l \times b \times h \quad 26, 822$$

8a. $m = \rho_{\text{bulk}} \cdot V \quad 12,0 \text{ kg}$

Tabel 6. Stortdichtheid van tuinbouwprodukten

produkt	stortdichtheid
	ρ_{bulk} kg/m ³
<u>Groente</u>	
aardappel	600
andijvie	200
asperge	600
aubergine	350
augurk	550-620
bladselderij	200
bloenkool (met blad)	320
boerenkool	100
broccoli	300
champignon	250
Chinese kool	250
doperwt	450
knolselderij	525
knolvenkel	300
komkommer	600
koolraap	600
koolrabi (met blad)	200
kroot	600
kropsla	250
paprika	275-300
peterselie	200
peul	
postelein	200
prei	400
raapsteel	250
rabarber (stelen)	800
radijs/rammenas	500-600
rode/savooie kool	550
schorseneer	500
snij- en sperzieboon	400
spinazie	200
spitskool	
spruitkool	500
tomaat	560
tuinboon	300-350
tuinkers	100
ui	550
witlof, krop	400-500
wortel, waspeen	440
winterpeen	500
ijssla	250
<u>Fruit</u>	
aardbei	550
appel	450-500
bes: rode/zwarte	580
braam	600
druif	300
framboos	650
kers	720

produkt	stortdichtheid ρ_{bulk} kg/m ³
meloen	600
peer	600
perzik	610
pruim	575-625
<u>Snijbloemen</u>	
anjer	180
chrysaant	105
freesia	230
iris	260-280
lelie	185
roos gr. bl.	150
kl. bl.	125
tulp	210-240
<u>Bloembollen</u>	
crocus	715
gladiool	505
hyacint	545
narcis	565
tulp	695

6. Conclusies

Op basis van het geschetste systeem naar Australisch voorbeeld is het mogelijk voor elke toepassing een geschikte verpakking te ontwerpen die optimaal kan voldoen aan de eisen die produktbescherming mechanisch, m.b.t. klimaat en transportomstandigheden stellen.

I.h.b. kan rekening worden gehouden met de deformatie van de verpakkingen in de transportketen, het materiaal en de constructie.

Een dergelijke verpakking voldoet aan de eisen, die een geïntegreerd verpakkings-systeem stelt.

7. Aanbevelingen

Om de operationele mogelijkheden van het geschetste systeem te toetsen is het gewenst om:

1. De grondslagen van het systeem zoals weergegeven in tabel 1 voor Europese omstandigheden vast te leggen.
2. Uit de mogelijke stapelpatronen de meest optimale te kiezen.
3. Verpakkingen volgens de keuze te laten bouwen.
4. Deze verpakkingen onder laboratorium- en praktijkomstandigheden in verschillende afzetketens te beproeven, door hun operationeel gedrag vast te leggen. Dit kan het beste in samenwerking met het bedrijfsleven en het Instituut TNO voor Verpakking gebeuren.

8. Slotbeschouwing

Gezien de eenvoud en de voordelen van het AUF-systeem voor ontwerp en constructie van verpakkingsmaten is het een raadsel, waarom in Europa geen pogingen zijn aangewend om een vergelijkbaar systeem te introduceren. Verklaring hiervoor zou kunnen zijn dat zowel de producent van de verpakking behoevende produkten als ook de fabrikant van de verpakkingen te veel op de specifieke eisen van hun produkten resp. materialen letten. Hierdoor raakt het ontwerp van een optimaal systeem op de achtergrond. De noodzaak tot rationalisatie van de logistieke ketens voor agrarische produkten en de mogelijkheid om hierdoor tot wezenlijke besparingen op de logistieke kosten, ca. 30% in de levensmiddelensector, te komen zou de aanstoot voor een overeenkomstige ontwikkeling in Europa kunnen geven. Nederland met zijn grote ervaring op dit terrein, met een gespecialiseerd onderzoekapparaat ter ondersteuning zou hierin een vooraanstaande rol kunnen vervullen.

9. Referenties

1. AUF (Australian United Fresh Fruit and Vegetable Association)
Advisory Leaflet P/H no. 1.
2. H.G. Debney, Challenges in fruit and vegetable handling in Australia.
Symp. Pack. Hort. Prod., Sprenger Instituut, Wageningen, 1981.
3. ISO DIS 3676.4-1982. Packaging - Unit load sizes suitable for use in
ISO series 1 freight containers. Base dimensions.
4. J.C.A. Sayers, Unitization and transport in Australia.
Nat. Mat. Handling Bur., Sydney 1982.
5. G. van Beek, Verpakking van levende plantaardige produkten in
"Verpakking van voedingsmiddelen": PAO cursus, LM, Wageningen, 1981.
6. J.W. Rudolphij, W. Verbeek en R.G. Bons, Beproeving van een luchtcirculatie-
systeem in het bijzonder bestemd voor het afkoelen van kasprodukten in kar-
tonnen dozen.
Rapport no. 2189, Sprenger Instituut, 1981.

Wageningen, 25 april 1983

HFThM/MJ