

Een accumulerende conveyor

Citation for published version (APA):

Peters, E. L. (1985). *Een accumulerende conveyor*. (TH Eindhoven. Afd. Werktuigbouwkunde, Vakgroep Produktietechnologie : WPB; Vol. WPB0229). Technische Hogeschool Eindhoven.

Document status and date:

Gepubliceerd: 01/01/1985

Document Version:

Uitgevers PDF, ook bekend als Version of Record

Please check the document version of this publication:

- A submitted manuscript is the version of the article upon submission and before peer-review. There can be important differences between the submitted version and the official published version of record. People interested in the research are advised to contact the author for the final version of the publication, or visit the DOI to the publisher's website.
- The final author version and the galley proof are versions of the publication after peer review.
- The final published version features the final layout of the paper including the volume, issue and page numbers.

[Link to publication](#)

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal.

If the publication is distributed under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license above, please follow below link for the End User Agreement:

www.tue.nl/taverne

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us at:

openaccess@tue.nl

providing details and we will investigate your claim.

EEN ACCUMULERENDE CONVEYOR

Rapport Nr. WPB 0229

E.L.Peters

Verslag van een onderzoekopdracht voor: Noorman van der Dussen B.V.
te Hooge-Zwaluwe.

Docent: Prof. ir. J.G. Balkestein

Begeleiders THE: P.J.J. Renders

bedrijf: H.P.M. de Rouw

Eindhoven, december 1985.

INHOUD

OPDRACHT	4	
SAMENVATTING	4	
I	BEHOEFTEBEPALING: het wachttijdenprobleem	5
II	GEBIEDSAFBAKENING	
	2.1 Typen van buffers	7
	2.2 Beperking	8
III	GEBIEDSVERKENNING	
	3.1 Accumulatiesystemen	9
	3.2 Stuwdruk beperkende maatregelen	10
	3.3 Maatregelen bij rollenbanen	11
	3.4 Excenterrollen	12
	3.5 Geschakelde systemen	14
	3.6 Meenemer systemen	15
	3.7 Eindloze keten	16
IV	SCHEMATISCH OVERZICHT VAN DE DIVERSE SYSTEMEN	17
V	OVERWEGINGEN	
	5.1 Eisen	19
	5.2 Keuze	19
	5.3 Motivatie	20
VI	GEOMETRISCH EXCENTRISCHE ROLLEN	
	6.1 Excentrische lagering	21
	6.2 De onrondheid	22
	6.3 Vertragingen	24
	6.4 Excentrische aandrukrollen	24

VII	CONCEPT TEKENINGEN	26
	APPENDICES	
	A.1 Experimentenplan	27
	A.2 Baantechnologie	32
	A.3 Enkele aanbevelingen voor het dimensioneren van buffers	35
	LITERATUUROPGAVE	36
	OCTROOIVERWIJZINGEN	37
	OVERIGE LITERATUUR	38
	OVERIGE OCTROOIEN	39

"OPDRACHT"

Een bedrijf dat op nog bescheiden schaal interne transportmiddelen maakt wil een eigen standaard programma ontwikkelen.

Een van de produkten moet een accumulatiesysteem worden, te integreren in een totaal transport systeem.

In de daarvoor beschikbare tijd moet een idee van de mogelijkheden worden gevormd tesamen met een globale uitwerking.

SAMENVATTING

Met de behoefte aan accumulerende transportbanen in de industriële practijk als gegeven, wordt een overzicht van de diverse mogelijkheden tot voorziening in deze behoefte gegeven.

Na afweging van de voor- en nadelen komt men tot een idee, dat verder uitgewerkt wordt tot een concept.

I BEHOEFTEBEPALING: het wachttijdenprobleem.

In het industriële fabricage proces ondergaat de collus een reeks van bewerkingen die in tijd en plaats van elkaar gescheiden zijn, hierdoor ontstaat de behoefte aan een adequaat transportsysteem .

Adequaat in dit verband wil zeggen, dat het systeem de colli op het juiste moment op de juiste plaats brengt, zodat een optimaal gebruik van de bewerkingseenheden mogelijk wordt.

Zoals vaak behelst de realisatie meer dan de eerste gedachte.

Zodra men te maken krijgt met bewerkingseenheden, van welke aard dan ook, treden er complicaties op:1

- er zijn onderlinge snelheidsverschillen tussen de verschillende bewerkingsstations, hoe miniem ook.
- er zijn fluctuaties in de snelheden van de stations.
- er kan sprake zijn van infrequente extra operaties.
- er kan uitval zijn van een bewerkingseenheid.

Allen hebben zij hun invloed op de aankomst- en vertrektijden van de colli ter plaatse en kunnen de oorzaak zijn van opstoppingen, voorraden of wachttijden.

Ten aanzien van de genoemde stromen kan nog opgemerkt worden

a- het volledig bestuurbaar of in enige mate beïnvloedbaar zijn. Bv. de hoeveelheid werk die een draaiërie verzet bij gegeven aanbod; de afstemming is beïnvloedbaar door inzet en capaciteit.

b- of de stroom is niet beïnvloedbaar.

In beide gevallen moet men zich afvragen wat de verschijningsvorm van de diverse stromen is, ofwel wat zijn de kenmerken in de tijd:

1- is de stroom continu dan wel discontinu?

Is er op ieder moment productie (hierbij kunnen wel degelijk wachttijden optreden; loketten) of is de stroom stootsgewijs ("batch" gewijze"), waarbij aan het oogst-

proces valt te denken.

- 2- is de stroom divers dan wel uniform (ten aanzien van colli afmetingen en vormen)
- 3- verder dient men zich af te vragen uit wat de in- en uitvoer is opgebouwd:
 - trends; lange duur verschijnselen, zoals de afzet.
 - cycli; zoals seizoens effecten.
 - stochastische effecten; uitval bijvoorbeeld.
 - incidentele effecten; effecten die buiten het eigenlijke systeem vallen, maar daarop wel hun terugslag hebben.

In dit kader moet een geheel van randvoorwaarden worden ontwikkeld (capaciteit, snelheid, "backup" , "output" etc.) waarop met een werktuigkundig object zo optimaal mogelijk ingespeeld moet worden.

Het opstellen van de randvoorwaarden is het bedrijfskundige probleem van de wachttijden ,dat ter plaatse bij de opdrachtgever/gebruiker bekeken moet worden.

De wijze waarop hieraan voldaan wordt is het werktuigkundige probleem van het accumuleren . Deze accumulatie is het onderwerp van dit rapport.

collus = te transporteren object

backup = de rij achter de voorste collus

II GEBIEDSAFBAKENING

2.1 TYPEN VAN BUFFERS (naar Smals).2

Buffers komen in verschillende verschijningsvormen voor. Voor een systematische indeling van buffers worden er twee kenmerken onderscheiden.

Het eerste kenmerk is de aard van de binding tussen de producten onderling. Mogelijke bindingen zijn:

- geen binding
- flexibele binding
- starre binding

Het tweede kenmerk is de binding van de buffer met de betreffende samenwerkende machines. In aanmerking komen buffers die wel of niet losneembaar gemaakt zijn aan de samenwerkende machines.

		PRODUKTEN		
		geen binding	flexibele binding	starre binding
B U F F E R S	Losneembaar	normaal bakken. verwisselbare voorraad bakken. (van trilvoeders, zwaardvoeders, etc)	afneembare rollen met pro- dukten aan elkaar of in hulpband	stafbelading (uit vol materiaal of aan elkaar gekleefd) cassette draagschaal pallet
	Niet Losneembaar	trilgoten, glij- goten, transport band, vaste voorraadbunker doorschuif magazijn	vaste bus of meanderlussen van produkten aan elkaar of in hulp- band (bijv. transportketting)	direkte koppeling van een starre rij produkten, overzetter, draai- tafel, vaste geleider (pen, buis, kanaal)

2.2 BEPERKING

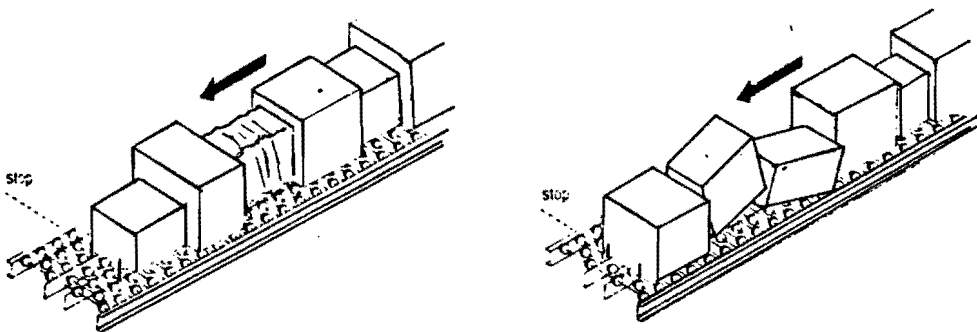
Hier beperken ons tot de vierde groep. Dat wil zeggen: de produkten hebben geen binding onderling en de buffer is niet losneembaar van de samenwerkende machines.

III GEBIEDSVERKENNING

3.1 ACCUMULATIESYSTEMEN

Accumuleren kan men eenvoudig weg door het tegenhouden van de colli op een transportbaan. Deze baan kan van de gebruikelijke types zijn, zoals: glijgoot, zwaartekrachtbaan (met rollen of wieltjes), bandtransporteur (ook ketting of gelijksoortige ondersteunende media), aangedreven rollenbaan, trilgoot etc. Het grote probleem bij het bufferen op genoemde wijze kan de opeenhoping van de stuwkracht wel eens blijken te zijn. Deze opeenhoping ontstaat, doordat na het tegenhouden van de colli de aandrijvende/voortbewegende kracht tussen deze en de transporteur blijft bestaan. De colli drukken nu tegen elkaar aan, zodat ieder, naast zijn eigen stuwdruk, die van al zijn volgelingen te verwerken krijgt. Vooral bij langere rijen, grote diversiteit in afmetingen en gewicht en kwetsbare goederen kan hierdoor schade ontstaan. Men denke aan (3):

- het uitknikken van de rij
- indrukken van een zwakke collus
- slijtage van de collusbodem



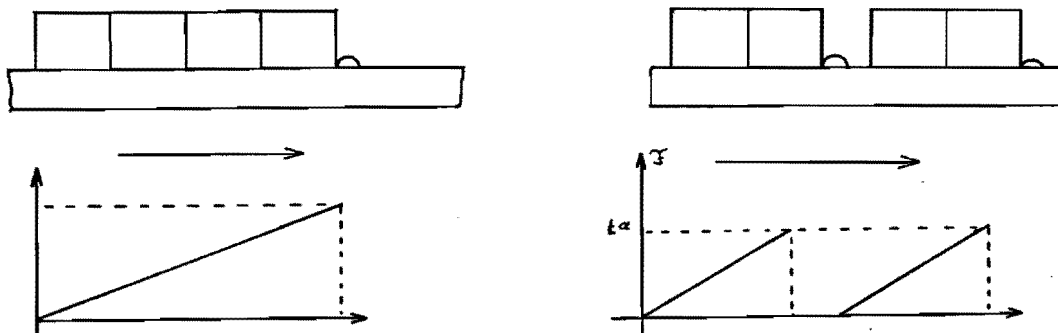
Schade aan de colli: indrukken en uitknikken.

3.2 STUWDRIJK BEPERKENDE MAATREGELEN

Daar waar genoemde problemen ten gevolge van stuwdrukophoping dreigen op te treden, kan men gaan denken aan stuwdruk beperkende maatregelen.

Een eerste idee kan zijn: het op meerdere plaatsen in de wachtrij plaatsen van een stop; dit heeft effect ten aanzien van de ophoping.

De stuwdruk zelf kan worden aangepakt door de druk op de colli te bezien. Met andere woorden: deze moet toe een minimum beperkt worden. Bij zwaartekrachtbanen kan dit bij divers collitransport problemen geven; immers is de minimale hellingshoek afhankelijk van de colli (4') (evenals bij de



De invloed van meerdere stops op de stuwdrukophoping.

glijgoot), soortgelijke problemen zijn bij de trilgoot te verwachten.

De aangedreven banen (m.u.v. de trilgoot) hebben een vrij beheersbare stuwdruk. Weliswaar hangt deze af van de wrijvingscoëfficiënt, het collus oppervlak en zijn gewicht, maar er is binnen de grenzen van het reële geen sprake van bepaalde minima of maxima.

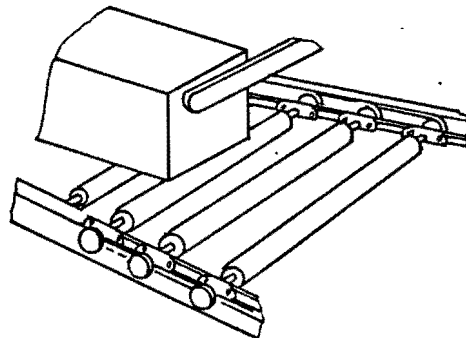
Door oppervlakken met een lage wrijvingscoëfficiënt toe te passen, kan met de band- en kettingtransporteur een aanzienlijke verbetering bereikt worden. Verdere successen kunnen

geboekt worden door bijvoorbeeld de colli ter plaatse van de bufferzone van het aandrijvend medium te tillen. De druk valt dan geheel weg (er blijft vaak wel contact tussen de colli aanwezig)

Een bijzondere vorm van een band met een lage wrijvingscoëfficiënt (7,5) is een ketting met daarin vrijdraaiende rollen gemonteerd. Bij tegenhouden van de colli, draaien de rollen er onderdoor. Door plaatselijk druklijsten aan te brengen verdubbeld de snelheid, het bufferend effect gaat echter verloren.

Opgemerkt dient te worden dat de stuwkracht aanzienlijk kan zijn door de wrijvingskrachten in de rollen.

Conveyor met in een ketting gelagerde draagrollen



3.3 MAATREGELEN BIJ ROLLENBANEN

Rollen van een rollenbaan kunnen aangepakt worden door introductie van verdergaande slip in de accumulatiezone. Buiten dit gebied blijft de volledige aandrijfkracht gewoon gehandhaafd.

We kunnen slipkoppelingen (mechanisch, pneumatisch, elektrisch, magnetisch etc.) construeren en/of indien er sprake is van een wrijvingsoverbrenging van de krachten naar de aangedreven rollen, is manipulatie met de aandrukkracht, de wrijvingscoëfficiënt en het contactoppervlak (omspannen boog van de aandrijfband tegen de rol) mogelijk.

Hiertoe kunnen ook de draagrollen beweegbaar opgesteld worden; bij bufferen worden zij door de verhoogde bandspanning opgetild, waardoor de omspannen boog afneemt.

3.4 EXCENTERROLLEN

Rollen bieden verder de mogelijkheid, de stuwkracht in stilstand geheel of gedeeltelijk weg te nemen.

Geeft men de rollen een zodanige geometrie dat deze slechts periodiek het aandrijvend medium raken, of tegen de dragende rollen drukken. Alleen gedurende dit contact is er een aandrijvende kracht aanwezig, massatraagheden zetten de rol door. Tijdens het bufferen komen de rollen vrij van de band te liggen, eventuele bewegingen worden door de stilstaande colli gedempt. Wil men het geheel weer op op gang brengen dan moeten hiervoor additieve voorzieningen worden getroffen.

Er zijn een aantal uitvoeringsvormen van dit principe te bedenken:

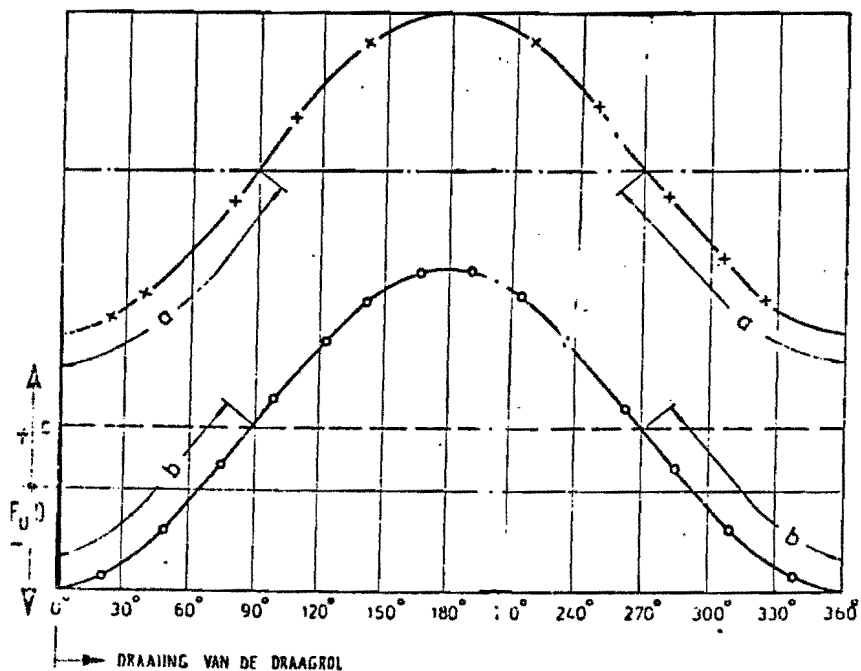
- excentrisch gelagerde rollen (a)
- draagrollen met de onrondheid uitsluitend aan de uiteinden
- onronde aandrukrollen

Een excentrisch aangebrachte massa, geeft onder invloed van het zwaartekrachtsveld een periodiek wisselend mee- of tegenkoppel, te superponeren op het aandrijvende. Normaal, dwz. in beweging, zorgen ook hier de traagheden voor doorrollen. In accumulatiepostie is er op een gegeven moment sprake van een krachten evenwicht, zodat stuwdrukloos gebufferd kan worden. (8,b)

Met een centrifugale koppeling, een koppeling die op de middelpuntvliedende krachten werkt, is hetzelfde realiseerbaar.

krachtverloop op rollen met een
excentrisch zwaartepunt.

—○— $F_{UWZIV.min.}$ MET GEWICHT IN DE DRAAGROL - - - $F_{UWZIV.min.}$ ZONDER GEWICHT IN DE DRAAGROL
—x— $F_{UWZIV.max.}$ MET GEWICHT IN DE DRAAGROL - - - $F_{UWZIV.max.}$ ZONDER GEWICHT IN DE DRAAGROL



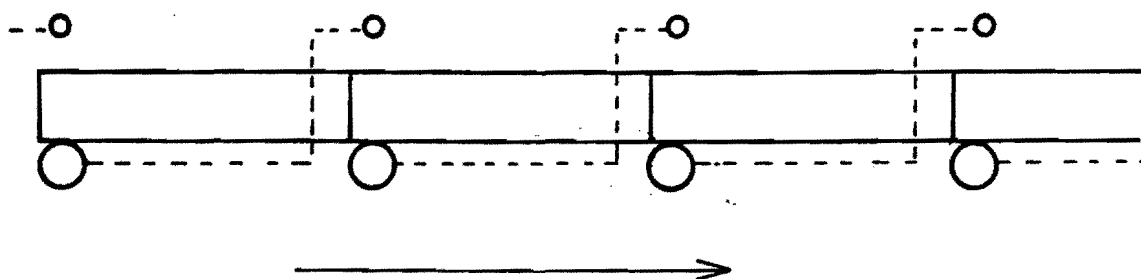
Al deze systemen hebben gemeen dat ze vanuit stilstand door middel van een extra voorziening op ganggebracht moeten worden. Immers bij bufferen is de stuwkracht afwezig.

Te denken valt aan plaatselijk verdikkingen het aandrijvend medium aan te brengen, mechanismen, koppelingen etc. Een en ander kan er de oorzaak van zijn dat er enige restdruk wordt geïntroduceerd, zodat we deze systemen bij de indeling van het volgende hoofdstuk onderbrengen bij de systemen met een minimale stuwdrukophoping.

3.5 GESCHAKELDE SYSTEMEN

Geheel zonder stuwdrukophoping, zelfs zonder onderling contact van de colli, werken de geschakelde- en de meenemer-systemen.

Een geschakelde baan is opgedeeld in secties, die qua lengte afhankelijk zijn van de grootte en/of de wens van zogenaamde "slug-flow" , die onafhankelijk van elkaar aangedreven kunnen worden. In ieder gedeelte bevindt zich een sensor, die bij waarneming van een colus zorgdraagt voor het stilvallen van het voorgaande gedeelte. Schakeling is op verschillende



Schakelprincipe

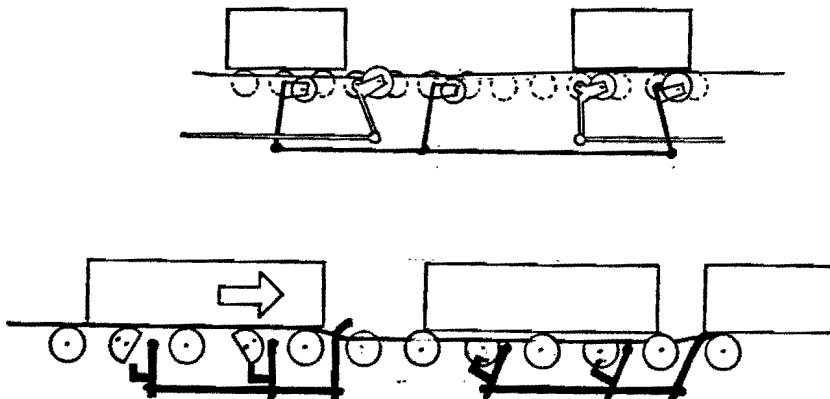
wijzen te realiseren:

- pneumatisch/hydraulisch
- elektrisch
- mechanisch
- magnetisch

De aandrijving kan geschieden door het koppelen dmv. de genoemde principes, of door het aandrukken van een aandrijvend medium ter plaatse van de secties tegen de rollen of tegen de pakketten rechtstreeks. Ook dit kan op de genoemde wijzen.

slugflow = het laten vertrekken van meerdere colli tegelijkertijd

De nu bestaande systemen hebben als groot nadeel dat de sectielengten constant zijn, na een bepaalde instelling gedurende het gebruik. Dit betekent bij het transport van sterk verschillende colli ruimteverlies.



Enkele geschakelde systemen

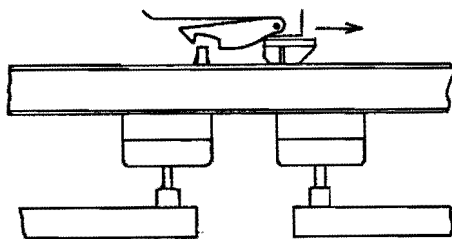
Anders is het met een schakeling die niet de hele sectie uitschakeld, maar slechts een rol, deze rol kan dan tevens als sensor fungeren, op een bepaalde afstand achter iedere belaste draagrol. Ruimteverlies blijft tot een minimum beperkt en de colli liggen zonder onderling contact in de bufferzone. De stuwkracht neemt af.

3.6 MEENEMER SYSTEMEN

Meenemere systemen berusten op een geheel ander principe dan de genoemde.

Op een band, ketting of om het even wat voor een ander aandrijvend medium, zijn zogenaamde meenemers aangebracht. Deze meenemers grijpen in op dragers (wagentjes, sleetjes, ...) door middel van een inrichting hiertoe. Bij het minste contact tussen de wagentjes onderling, of van een wagentje met een stop, wordt de meenemer gelost. Pas als dit contact is

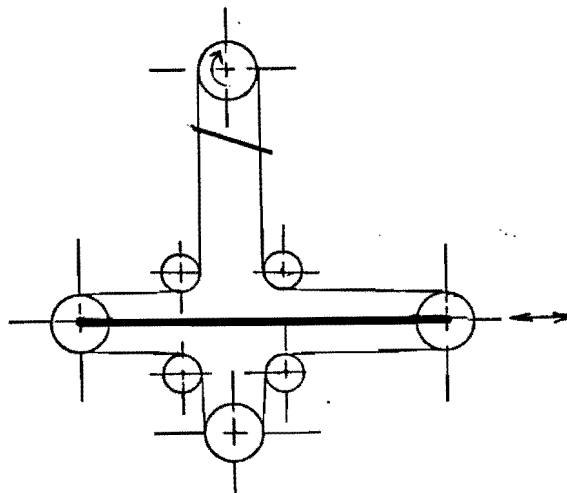
opgeheven heeft het weer vat op de dragers.
 Er kan weer gebruik gemaakt worden van de bekende sensor- en schakelprincipes. Geschakeld wordt in dit geval het al of niet ingrijpen van de meenemer.
 Het systeem is ook denkbaar mee een enkele of weinige meeners in de vorm van een bestuurd voertuigje.



Hangbaan

3.7 EINDLOZE KETEN

Een eindloze keten is zodanig opgesteld dat de retoursnelheid van de band, en dus de opname snelheid van de aangevoerde colli kan verschillen nvan de eigenlijke transport-snelheid. Hiertoe moet de keten langer zijn dan de te overbruggen afstand. Er zal een "opslag" van transport medium plaatsvinden.



Eindloze keten

IV SCHEMATISCH OVERZICHT VAN DE DIVERSE SYSTEMEN

	VOORDELEN	NADELEN		VOORDELEN	NADELEN
I met stuwdruk	<ul style="list-style-type: none"> * geen ruimteverlies op de baan tijdens het bufferen * geen problemen met diverse colli afmetingen * eenvoudige constructie * goede mogelijkheden voor "slug-flow" * weinig onderhoudsgevoelig 	<ul style="list-style-type: none"> * aanwezigheid van stuwdruk * de colli hebben onderling contact 	a zwaartekrachtbaan	<ul style="list-style-type: none"> * afwezigheid van een aandrijving * weinig onderhoudsgevoelig * eenvoudig te verplaatsen 	<ul style="list-style-type: none"> * de baan moet hellend worden opgesteld * alleen geschikt voor kortere circuits * te grote diversiteit van de colli geeft problemen (ivm. de minimale hellingshoek)
			b bandtransporteur (inclusief kettingtransport.)	<ul style="list-style-type: none"> * verkrijgbaar met lage weerstandsoppervlakken verkrijgbaar 	<ul style="list-style-type: none"> * bij zwaardere colli treden er grote wrijvingskrachten op de bodem op
			c aangedreven rollenbaan	als bij de bandtransporteur	
II beperkte stuwdruk	<ul style="list-style-type: none"> * gereduceerde stuwdrupophoping * geen ruimteverlies (ook bij grote colli-diversiteit) * weinig onderhoudsgevoelig * goede mogelijkheden voor "slug-flow" 	<ul style="list-style-type: none"> * de vaak eenvoudige constructieve voorzieningen zijn talrijk (herhalen zich) * contact tussen de colli onderling 	d zwaartekrachtbaan,	als overeenkomstige banen hier boven	
			e bandtransporteur en		
			f aangedreven rollenbaan met meerdere stops		
			g "tip-slip" systeem		<ul style="list-style-type: none"> * weinig voortstuwende krachten * additieve voorzieningen nodig voor versnelling * nauwlettende instelling van de aandrukkraft
			h beweegbare rol ophanging	<ul style="list-style-type: none"> * stuwkracht vermindering bij stilstand 	
i rollen gelagerd in een ketting	<ul style="list-style-type: none"> * mogelijkheid tot plaatselijk versnelling dmv. druklijsten 	<ul style="list-style-type: none"> * soms toch olopende stuwdrupophoping * dure constructie 			
III minimale stuwdruk	<ul style="list-style-type: none"> * minimale stuwdrupophoping * eenvoudige constructie (muv. de centrifugale systemen) * geen ruimte verlies (ook bij divers colli transport) 	<ul style="list-style-type: none"> * onderling contact tussen de colli * additieve voorzieningen tbv. de versnelling noodzakelijk 	j geometrisch excentrische rollen (dragende of aandrukkende)	<ul style="list-style-type: none"> * eenvoudig te fabriceren 	
			k excentrisch belaste rollen	<ul style="list-style-type: none"> * eenvoudig te maken 	<ul style="list-style-type: none"> * nauwlettende instelling
			l centrifugale koppeling		<ul style="list-style-type: none"> * dure constructie
IV stuwdrukloos	<ul style="list-style-type: none"> * stuwdrukloze buffering 	<ul style="list-style-type: none"> * veelal is een besturing nodig 	m sectie geschakelde systemen	<ul style="list-style-type: none"> * goede singulatie * contactloze buffering 	<ul style="list-style-type: none"> * ruimteverlies bij divers collitransport * besturing nodig
			n direct geschakelde systemen	<ul style="list-style-type: none"> * goede singulatie * minimaal ruimteverlies * contactloze buffering 	<ul style="list-style-type: none"> * verminderde stuwkracht * besturing nodig
			o eindeloze keten	<ul style="list-style-type: none"> * zeer goede singulatie⁷ 	<ul style="list-style-type: none"> * weinig flexibel gezien de aanwezigheid van dragers * dure constructie
			p meenemer systemen	<ul style="list-style-type: none"> * zeer goede singulatie 	<ul style="list-style-type: none"> * specifiek toepassingsgebied (weinig flexibel)

V OVERWEGINGEN

5.1 EISEN

Gebruikerseisen zijn altijd te vervatten in:

- functionaliteit
- eenvoud van constructie en realisatie
- betrouwbaarheid
- onderhoudbaarheid
- veiligheid

De opdracht was een systeem te maken, dat voor vrijwel alle soorten stukgoed transport is in te zetten, zonder dat dit grote of onoverwinbare problemen mag opleveren. Vertalen we dit naar gewenste eigenschappen:

- minimale hoeveelheid onderdelen
- zo weinig mogelijk stuwdrukophoping
- goed goederenstroom verloop

Flexibiliteit staat dus hoog aangeschreven.

Vanuit het opdrachtgevende bedrijf werd, bij aanvang al, een voorkeur voor de excentersystemen aan de dag gelegd.

5.2 KEUZE

Doelstelling en beantwoording eraan, leiden ons al gauw in de richting van de excentersystemen. Deze systemen hebben in tegenstelling tot de geschakelde systemen geen ruimteverlies en dit met een toch wel elegantere (simpelere) constructie. Een besturing is zelfs in het geheel niet nodig (voorzover deze niet inherent aan de constructie is). Nadeel is de aanwezigheid van een versnellingsproblematiek vanuit stilstand, die alle excentersystemen kenmerkt. Binnen deze groep van systemen gaat de voorkeur uit naar de geometrisch excentrische rol.

5.3 MOTIVATIE

Gezien de ongewenstheid van stuwdrukophoping, vallen de systeem groepen I en II (met stuwdruk en beperkte stuwdruk) zondermeer af.

Van ruimteverlies kan sprake zijn bij het transport van colli transport van uiteenlopende afmetingen. Dit kan optreden bij de sectie geschakelde en drager systemen. In de praktijk echter zal het zelden of nooit voorkomen, dat er meer met meer dan twee verschillende colligrootten tegelijkertijd op een baan gewerkt wordt (Ploeg; Van Riet, Nieuwegein).

De schakeling van een sectie, kan hieraan aangepast worden, zodat geen ruimteverlies optreedt. De geometrisch excentrische systemen zijn zodanig eenvoudig dat zij een goed alternatief vormen voor de complexe en kwetsbre geschakelde systemen. De centrifugale en krachtexcentrische systemen bezitten deze eenvoud niet. Hierbij spreekt de complexiteit van de centrifugale koppeling voor zich, de kracht excenter heeft een nauwlettende aandrukkracht instelling.

De geometrisch excentrische rollen worden slechts periodiek aangedreven, hierdoor verliest het systeem aan stuwkracht tijdens de beweging. Voorts is er een additief versnellingsmechanisme nodig, dat in zijn eenvoudigste vorm bestaat in een excitor, die bevestigd is op de aandrijfband. Bij deze uitvoering is sprake van een vertrekvertraging van de frontcollus.

Gelijkwaardig aan de geometrische excenter systemen is het direct geschakelde systeem: ook hier is een vermindering van de stuwkracht (veroorzaakt doordat slechts een gedeelte van de ondersteunende rollen ook aandrijft. Er is een besturing nodig, maar vertragingen evenals onderling collicontact ontbreken.

Slechts voor specifieke doeleinden kan het contact ongewenst zijn (geverfde producten, ...), zodat voor een systeem binnen de genoemde doelstellingen dit voordeel niet doorslaggevend is.

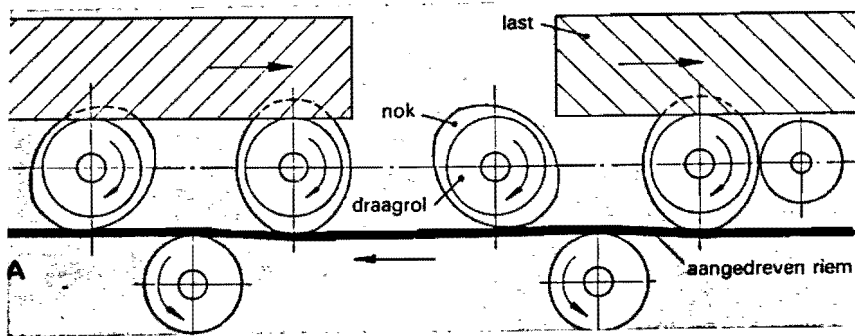
VI GEOMETRISCH EXCENTRISCHE ROLLEN

6.1 EXCENTRISCHE LAGERING

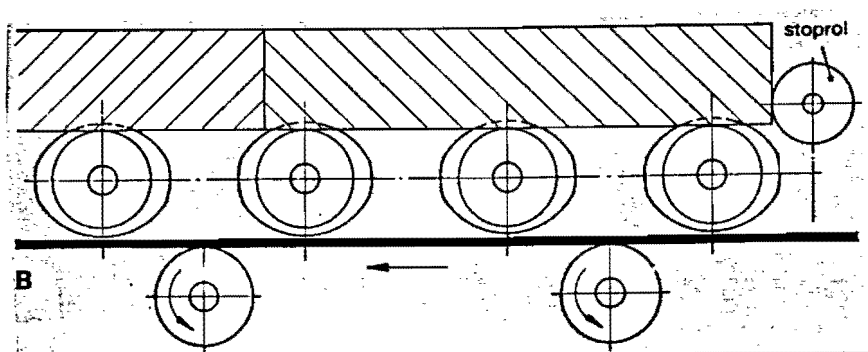
Door de draagrollen excentrisch te lageren krijgen we een geometrie als eerder vermeld. eens per omwenteling is er een contact met het aandrijvend medium. De rol is echter over zijn gehele lengte excentrisch waardoor de collus tijdens het transporteren over de baan zal "hobbelen".

Eveneens ten gevolge van de excentrische lagering, ligt het zwaartepunt van de rol niet op de draaiingsas; gevolg is dat de rol een voorkeursstand heeft. De rol zal een minimale snelheid hebben wil hij door zijn "dode" punt komen.

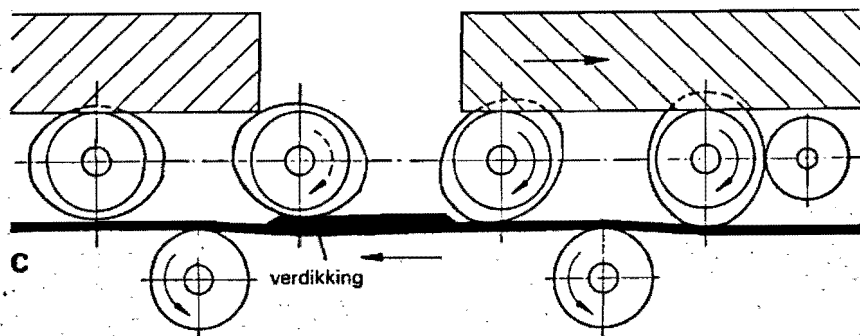
Accumulatieprincipe met gebruikmaking van excentrische draagrollen (7).



Pos. A: Produkt in beweging



Pos. B: Accumuleren



Pos. C: Produkt wordt in beweging gebracht door een excitator

Het probleem van het excentrisch gelagerde draagvlak kan verholpen worden door de excentriciteit tot de zijkant van de rol te beperken. Het aandrijvende medium zal in dit geval ook naar de zijkant verschuiven; bijkomende voordelen zijn dan: de aandrijving komt buiten de vervuilingzone te liggen en buiten de gevarezone wat betreft het afknellen van lichaamsdelen.

Maken we de onrondheid symmetrisch ten opzichte van de draaiingsas, ofwel laten we het zwaartepunt van de draagrol samenvallen met de draaiingsas ervan, dan zal de rol geen voorkeursstand hebben.

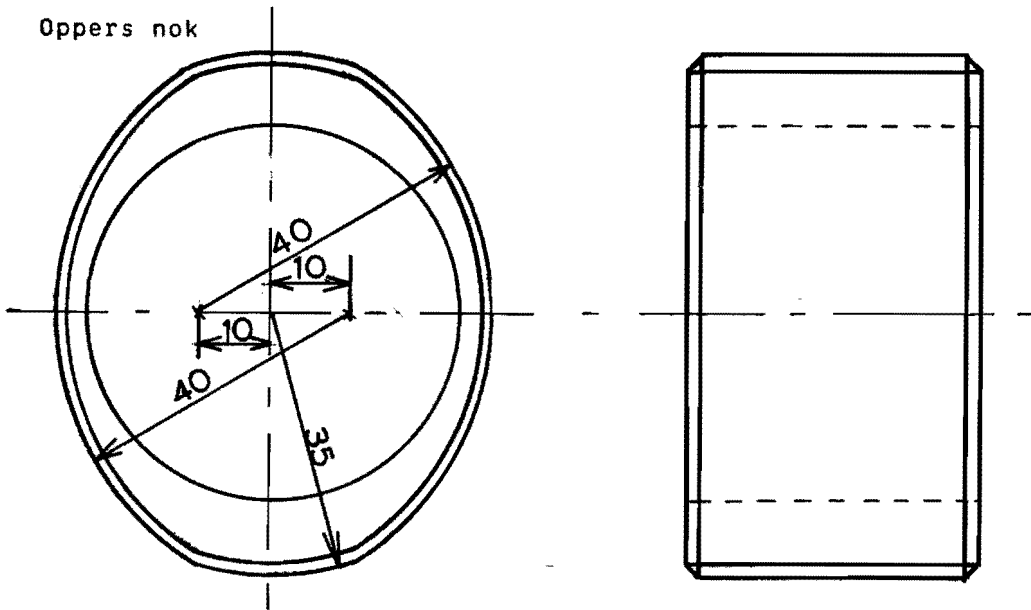
6.2 DE ONRONDHEID

Onrondheid kunnen we aanbrengen door:

- forceren
- opbrengen van een stuk band
- oppersen van een excentrische ring

Forceren heeft als nadeel dat bij toepassing ervan niet, of slechts met gedegen voorbereiding met standaard rollen gewerkt kan worden, met als gevolg een negatief prijseffect. Ook t.o.v. het opbrengen van een stukje band of het oppersen van bijvoorbeeld een kunststof ring ligt het forceren prijstechnisch in het nadeel.

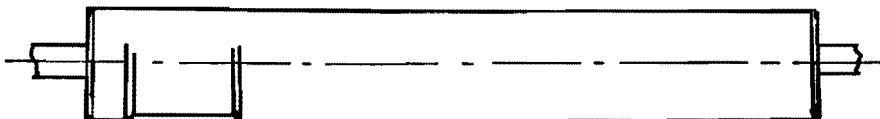
Oppers nok



vervaardiging van de excentrische rol door extrusie van aluminium mag dan goedkoper zijn dan een uit kunststof spuitgegoten exemplaar, in slijtvastheid is het veruit zijn mindere (aluminium smeert uit over de aandrijfband; dit is waarneembaar aan een zwarte aanslag op de band).

Een geometrisch excentrisch systeem dat voor de versnelling gebruik maakt van iets anders dan een op de band aangebrachte excitor is in feite een geschakeld systeem; we gaan er dan verder ook niet op in.

Ingesnoerde rol



Ook t.o.v. het opbrengen van een stukje band of het oppersen van bijvoorbeeld een kunststof ring ligt het forceren prijs-technisch in het nadeel.

vervaardiging van de excentrische rol door extrusie van aluminium mag dan goedkoper zijn dan een uit kunststof spuitgieten exemplaar, in slijtvastheid is het vberuit zijn mindere (aluminium smeert uit over de aandrijfband; dit is waarneembaar aan een zwarte aanslag op de band).

Een geometrisch excentrisch systeem dat voor de versnellinggebruik maakt van iets anders dan een op de band aangebrachte excitator is in feite een geschakeld systeem; we gaan er dan verder ook niet op in.

6.3 VERTRAGINGEN

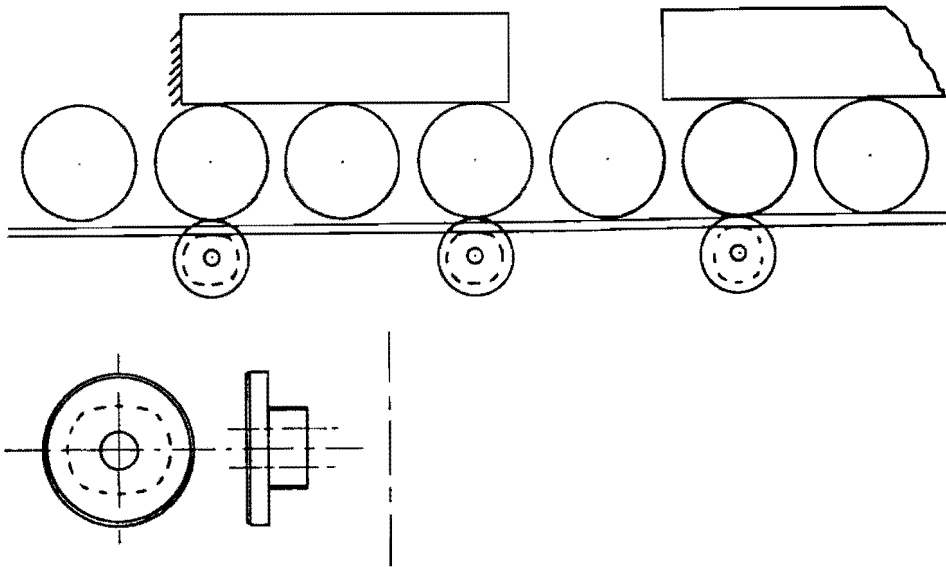
Bij de genoemde geometrisch excentrische systemenmoet voor het opstafsten gebruik gemaakt worden van een externe voorziening (bijvoorbeeld de excitator). Deze voorziening brengt bijna onvermijdelijk vertragingen en stuwdrukophoping met zich mee, dan wel een complexe schakeling (het geheel word dan een geschakeld systeem).

De tijdsvertraging is, bij handhaving van de excitator, vrij eenvoudig te verhelpen door het laatste gedeelte van de baan permanent aangedreven te maken. Dit is gezien het feit dat er toch altijd al enige stuwdruk aanwezig is niet erg.

6.4 EXCENTRSICHE AANDRUKROLLEN

Als er dan toch stuwdruk aanwezig mag zijn, kan deze wellicht gebruikt worden voor het "doorzetten" (dwz. versnellen) van de excenterrol.

Gaan we uit van het systeem waarin de aandrukrol wrijvingsgekoppeld is met de draagrollen, dan zal gedurende het transport de rol normaal aangedreven worden.



Toepassing van de onronde aandrukrollen

Wordt een collus tegengehouden, dan zal is eerste instantie de aandrukrol doorgedrukt worden totdat de drijriem vrij komt. De bovenrol wordt tegengehouden en deze, op zijn beurt, houdt door wrijving de aandrukrol stil.

De restkracht is net groot genoeg om de rollen zover door te draaien, dat deze bij "lossen" verdraaien en weer contact met de drijfband ontstaat.

In de figuur is een en nader gevisualiseerd.

De reststuwkracht op een rol is te beïnvloeden door de excentriciteit van de "buffervlakken".

Hetzelfde gedachten patroon kan overigens losgelaten worden op de excentrische draagrollen.

VII CONCEPT TEKENINGEN

In opdracht van het bedrijf werden enkele tekeningen vervaardigd om een indruk te krijgen van het door hen te bouwen accumulatiesysteem.

Opgedane ervaringen werden verwerkt.

Het concept past in het reeds bestaande conveyor-programma; d.w.z. er is zoveel mogelijk rekening gehouden met bestaande standaardiseringen.

De tekeningenset bestaat uit:

- Dwarsdoorsnede accumulerende rollenbaan (ingesnoerde rol)
- Dwarsdoorsnede accumulerende rollenbaan (nokrol)
- Draagrol accumulerende rollenbaan (ir)
- Aandrukrol
- Aandrijfeenheid
- Accumulerende baan met lusspanner
- Lusspanner
- Keerrol
- Accumulerende baan met zware eindspanner
- Zware eindspanner
- Accumulerende baan met lichte eindspanner
- Lichte eindspanner
- Zero-Pressure (Samenstellingstekeningen I-IV)

Behalve bij tekening 2 en de laatste 4 is de ingesnoerde rol toegepast. (Voorkeur bedrijf).

Bij de zero-pressure is een excentrisch gelagerde rol ingebouwd.

APPENDIX 1

EXPERIMENTEN

Aanvankelijk zouden er experimenten gedaan worden met een daarvoor bestelde accumulatie baan van het "nok"-type.

Uit een gesprek met Dhr. Verschoor van Ridder Engineering (het leverende bedrijf waar samenwerking mee gezocht was), bleken er vooral problemen te zijn met de bevestiging van de excitator. Lijmen en vaststikken voldeed niet.

Latere problemen die zij hadden betroffen vooral de opzet van de samenwerking, d'it even terzijde.

De proefbaan was van het type opgeperste "nok". Het enige waarin de baan zich onderscheid van een normale aangedreven rollenbaan is de opgeperste, uit nylon 6,6 gedraaide, excentrische nok. Een tekening hiervan is afgebeeld op bladzijde 24.

Onderstaand is een overzicht te vinden van de diverse proeven, die in het gunstigste geval als gedachten experiment hun uitvoering vonden:

NOKGROOTTE

Problemen met de excitatoren, als eerder genoemd, zijn terug te voeren op hun exceptioneel grote dikte. Het spanningsverloop bij buiging en contrabuiging is dermate ongunstig bij grotere dikten dat loslaten onvermijdelijk lijkt.

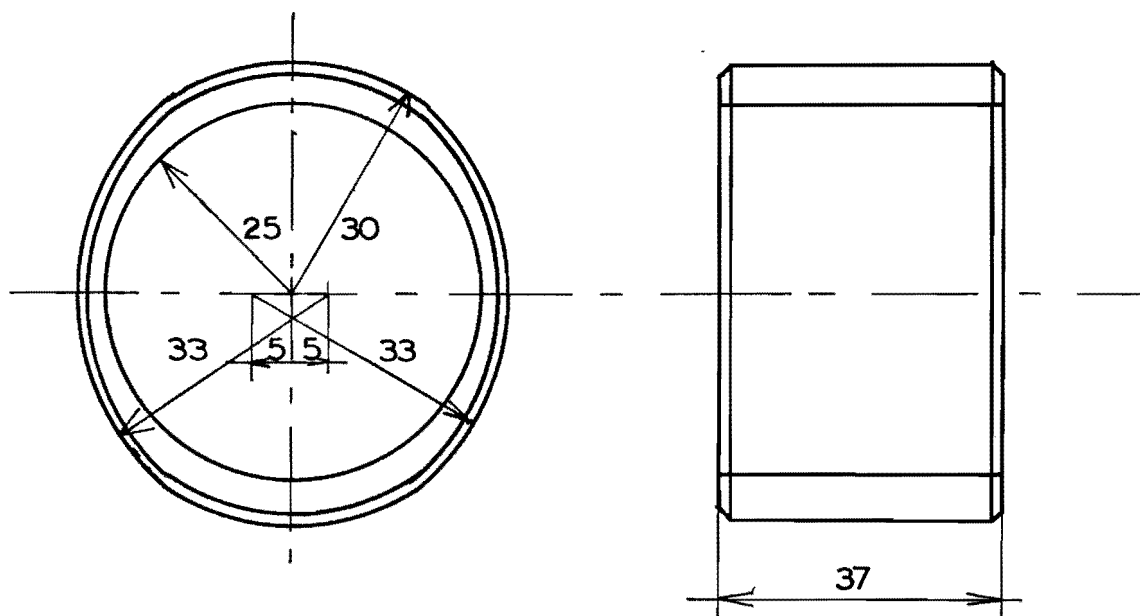
Er valt te denken aan twee zaken ter verbetering:

- de bevestiging kan worden verbeterd door het opvulcaniseren van de excitatoren.

- de oorzaak van de ellende kan worden aangepakt door de dikte van de excitator te verkleinen. Hiermee samenhangend moet de excentriciteit van de rol kleiner worden. Dit lijkt mij voor de werking van het systeem geen probleem.

Bekeken kan worden wat de gevolgen van deze excentriciteitsvermindering op de stuwkracht en de stuwkrachtophopping zijn.

De voor deze experimenten te gebruiken nok is hier afgebeeld.



EXCITATOR DIKTE/LENGTE

In hoeverre kan eventueel ontoelaatbaar verlies van stuwkracht worden gecompenseerd door een grote lengte van de excitator. (dit in geval van slip).

En wat is de ideale excitator dikte bij een bepaalde excentriciteit en aandrukkraft. Dit is terug te voeren naar de "wens" van maximale stuwkracht tegen een minimale stuwdrup ophopping bij het bufferen.

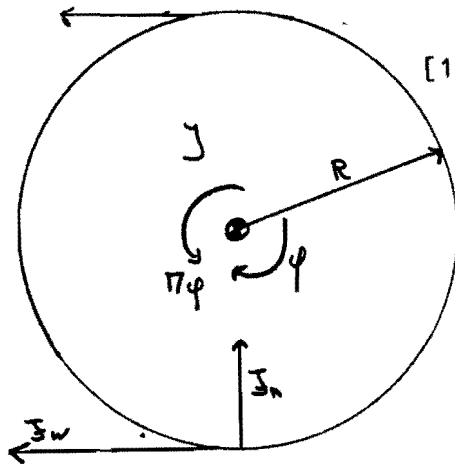
AANDRUKKRACHT

Zie vorige experiment

SNELHEDEN RANGE

Wat zijn de grenzen van de haalbare baansnelheden.

Een eenvoudig mathematisch model is:



$$[1] R \cdot m \cdot \ddot{x} + I \cdot F \cdot \ddot{\varphi} + R \cdot F_w - M_{\varphi}$$

Met:

$$F_w = F_n \cdot f$$

$$M_{\varphi} = m \cdot f'$$

Levert:

$$R \cdot m \cdot \ddot{x} + I \cdot \frac{\ddot{x}}{R} = R \cdot F_n \cdot f - m \cdot f'$$

Afleiding van de minimale snelheid van de rollen;

F_w = wrijvingskracht

F_n = normaalkracht

f = wrijvingscoefficient

R = straal

I = massa traagheidsmoment van het systeem

m = massa collus

\dot{x} = snelheid collus

$\dot{\varphi}$ = hoeksnelheid rol

M_{φ} = weerstandsmoment rol

Energiebalans:

$$[2] \frac{1}{2} \cdot I \cdot \dot{\varphi}^2 + \frac{1}{2} \cdot m \cdot \dot{x}^2 \geq m \cdot f' \cdot \dot{x} \quad \dot{x} = \dot{\varphi} \cdot R$$

Hieruit is de minimale snelheid te berekenen.

VERTRAGINGEN

In welke mate en met welke gevolgen (weer vooral t.a.v. stuwdrukophoping) kan het voorste bufferzone-gedeelte continu aangedreven worden, teneinde de vertrekvertragingen weg te werken.

"FLAPPEN"

Hoe werkt een rolletje met daarop een stuk band bevestigd, bij wijze van excentriciteit.

SLUG-FLOW

Welke mogelijkheden zijn er om twee, of meerdere colli tegelijkertijd af te voeren.

(gevolgen voor de stuwdruk en de stuwdrukophoping (nihil!?!))

SLIJTAGE

Welke slijtagevormen en welk verloop, in welke milieus vertonen de nokken. (lange duur proeven).

GELUID

Welke onderdelen prouceren het meeste geluid en wat is er eventueel aan te doen.

Bijvoorbeeld bleek tijdens het bezoek aan Ridder Engineering een hinderlijk getik aanwezig. Dit bleek afkomstig te zijn van de rollagering. Tijdens de rotatie van iedere rol werd de speling van de lagers twee maal doorlopen.

Mogelijke oplossingen zouden kunnen zijn:

- toepassing van betere cq. lagers met minder speling (duurder)
- het plaatsen van de aandrijfband boven de draagrollen, zodat de speling niet meer doorlopen wordt

STUWDRUKOPHOPING

Door Stuwdruk en stuwdrukophoping op daartoe geschikt zgn. Weibull papier uit te zetten is evt. een kansverdeling uit

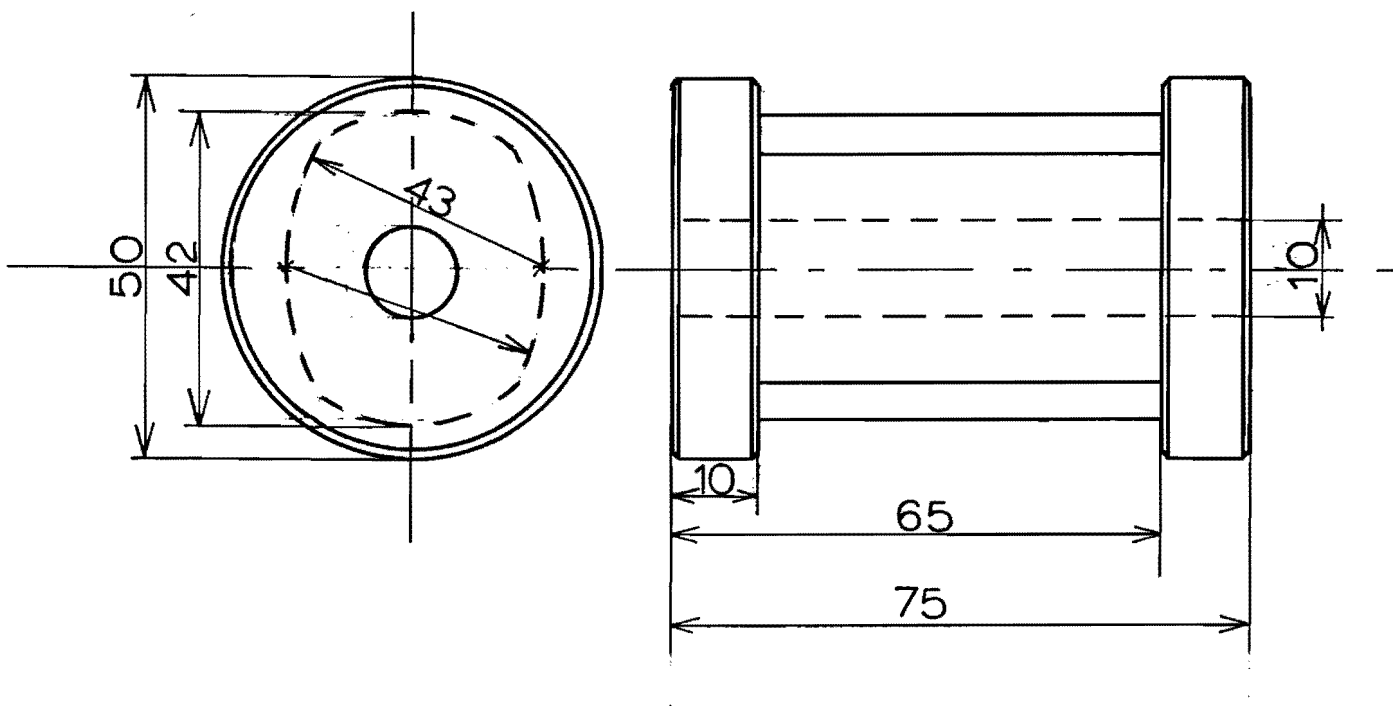
de metingen te vinden die het geheel tot een beheersbaar systeem maakt.

OPGEVULCANISEERDE EXCITATOREN

Hoe gedraagt een opgevulcaniseerde excitator zich onder hoge belasting. (bv. na scheur initiatie (blijft naar alle waarschijnlijkheid gewoon zitten, dit doordat de band en de excitator na vulcanisatie een continu geheel vormen.))

MINIMALE DRUKSYSTEMEN

Hoe functioneerd het in 6.4 beschreven minimale druksysteem. Hiervoor kan gebruik worden gemaakt van het onderstaand getekende rolletje of van de excentrische rol met gereduceerde excentriciteit.



APPENDIX 2

BAANTECHNOLOGIE

VERMOGENSBEREKENINGEN VOOR ACCUMULERENDEBANEN:

Voor we een vermogensberekening op kunnen zetten, moeten we nagaan waarvoor vermogen nodig is.

Het antwoord hierop kan simpel zijn: de bewegende delen en de traagheden.

De bewegende delen zijn onder andere:

- de rollen (aandruk-, retour en draagrollen)
- de aandrijving
- de buiging van de aandrijfmedia
- wrijving van de band langs de bufferende rollen
- etc.

Zou van alle delen precies op te geven zijn hoeveel vermogen (en bandkracht) zij vragen (veroorzaken), dan is preciese calculatie mogelijk. Echter er is geen constante belasting op de rollen aanwezig;

- de colli afmetingen en massas zijn niet constant
- er is geen constante hoeveelheid colli op de baan

De gedachte om tot een (semi) nauwkeurige berekening te komen is dus volkomen triviaal. Veeleer moet men een schatting maken. deze schatting wordt met de onderstaande formules gemaakt.

$$F = f.b.g.L + m.a$$

Deze formule bestaat uit een wrijvings- en een traagheids-gedeelte. Het traagheids-gedeelte komt qua grootte overeen met de regels van de diverse fabrikanten.

waarin:

v (snelheid)	m/s
t (versneltijd)	s
a (versnelling)	m/(ss)
b (band belasting) =	50 kg/m
m (te versnellen massa) =	100 kg/m
f (wrijvingcoefficient) =	0.035
L (lengte baan) =	m
g (valversnelling)=	9.8 m/(ss)

Vermogen:

$$P = F.v$$

Overige gegevens:

Maximale bandbelasting is 16 N/mm(bandbreedte)

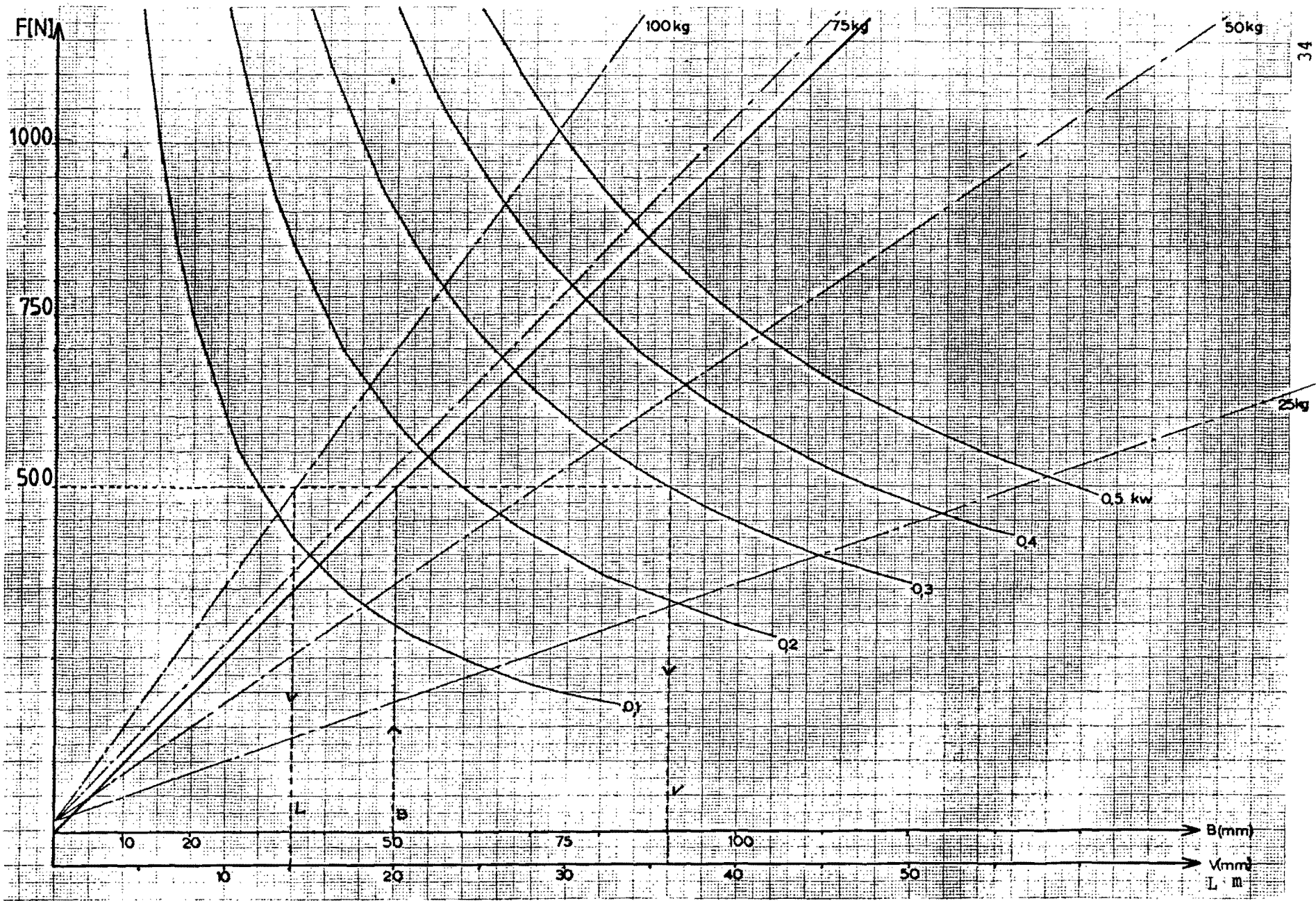
Aanbevolen voorspanning is 4-6 N/mm

Over blijft dus minimaal 10 N/mm

$$F(\text{band max.}) = 10.B \quad B = \text{bandbreedte in mm}$$

De diverse gegevens zijn verwerkt tot het volgende nomogram;
hierin kan in diverse richtingen gewerkt worden.

Voor andere bandsterkten veranderd alleen de helling van de
dikke zwarte lijn.



APPENDIX 3

ENKELE AANBEVELINGEN VOOR HET DIMENSIONEREN VAN BUFFERS (2)

1. De buffertijd (de gemiddelde verblijftijd van een product in de buffer) niet langer nemen dan vijfmaal de gemiddelde storingstijd. Indien mogelijk een zo kort mogelijke buffertijd.
2. Bij voorkeur de flesse-hals machine uit een straat verwijderen. Indien dit niet mogelijk is, dan de andere machines in verhouding tot de bewuste flessehals zo snel mogelijk laten draaien.
3. Nooit in een straat van machines een bepaalde machine stilzetten om een buffer te kunnen vullen (bv. bij starten en stoppen).
4. Buffers bij voorkeur storingsvrij en niet uitval makend nemen.
5. De kosten van de installatie van buffers moeten kleiner zijn dan de opbrengsten, verkregen door een verbeterd rendement van de straat van gekoppelde machines.

Deze aanbevelingen zijn te gebruiken als "bodem" voor de keuze van buffers. Verdere verdieping leidt ons ongetwijfeld naar interessante beschouwingen, die op zich een studie al waard zijn.

LITERATUUROPGAVE

- (1) Monhemius W. Loketwachttijden.
THE Dictaatnummer 1.139
blz. 3-5
- (2) Smals A. Bufferen.
Uitreikbladen college B.O.
Bedrijfmechanisatie 1985.
- (3) Doll H.K. Staudruckloses Puffern beim
Palettieren.
Foerdern und Heben 20 (1970) nr.6
blz. 315-318
- (4) -- Der Gleit-Dreh-Foerderer und seine
Anwendung.
Verpackungs-Rundschau 2/1975 blz.
181-182.
- (5) Fleischauer F.J. Accumulating conveyors Smooth
package surges.
Automation Nov. 1966 blz. 76-82.
- (6) De Jong A.K. Ontwikkelingen in accumulatiebanen.
Transport en Opslag 1(1977) 1(jan)
blz. 36-41.
- (7) De Jong A.K. Accumulatiemethoden voor rollenba-
nen.
Transport en Opslag 8(1985) 8(aug)
blz. 32-39.
- (8) Buchta H. Stetigfoerderer zwischen Bangen und
Hoffen (II).
Deutsche Heben und Foerden 8/77
blz 38-39.

OCTROOIVERWIJZINGEN

- (a) Octrooi Nr. 126 557; Rollentransporteur tnv. Mathews Conveyer Company.
- (b) Terinzagelegging Nr. 7 803 473; stuwende rollentransporteur tnv. DEMAG-Aktiengesellschaft.

OVERIGE LITERATUUR

Deze literatuur was niet van direct belang voor de studie, maar kan wellicht dienen voor een breder inzicht in het accumulatiegebeuren bij intern transport.

- Beumer P.F.M. Geluid van intern transport:
I Botsen en vallen; Transport en Opslag 1-jan 1985 blz. -
II De installatie; Transport en opslag 2-feb 1985 blz. -
III De omgeving; Transport en opslag 3-maart 1985 blz. -
- Clausen H.H. APC- ein neues Foerderprinzip.
APR 7/1965 blz. 400-401
- Corsar F. Paperwork system: Conveyors make sure payday is never late.
Material Handling Engineering 25(1970) nr. 4 blz. 104-106
- Monsberger J. Ein neuartiges System von Stetigfoederern fuer Stueckgut.
Industrie Anzeiger 88(1966) nr. 80 blz. 175-177
- Monsberger J. Stetigfoederer fuer das Stauen und Zuteilen von Stueckgut.
Europaische Technische Informationen 14(1966) 9/10 blz. 183-186
- M.W. Aanbod intern-transport installaties onder de maat.
Transport en Opslag 9(1984) 3(maart) blz. 52-54
- Zucarri D.G.C. Transporteur accumuleert door luchtbalgen.
Transport en Opslag 8(1984) 2(feb)
- An automated conveyor network for an 20-square-block complex.
Modern Materials Handling 25(1979) nr. 4 blz. 62-63

OVERIGE OCTROOIEN

Octrooi Nr. 155 506; Stuwrollenbaan tnv. Richard Gebhardt

Openbaarmakingen:

Nr. 177 812; Stuwtransportinrichting tnv. Rapistan van der lande B.V.

Nr. 177 994; Stuwrollenbaan tnv. H.Schaefer K.G.

Ter inzage leggingen:

Nr. 6 508 943; transporteur tnv The Rapids-Standard Company

Nr. 7 303 445; Stuwrollenbaan voor het opslaan en transporteren van
stukgoed tnv. Richard Gebhardt

Nr. 7 310 445; Stuwrollenbaan voor stukgoederen tnv. Richard Gebhardt

Nr. 7 408 251; Verzameltransporteur tnv. Rapistan Inc.

Nr. 7 513 340; Transporteur tnv. Simon Containet Machinery Ltd.

Nr. 7 600 330; Rollentransportbaan tnv. Ridder Machinefabriek en
Apparatenbouw B.V.

Nr. 7 604 625; Uitschakelbare drijfrol voor rollentransportbanen tnv.
Interroll Foerdertechnik GmbH. & Co K.G.

Nr. 7 712 079; Stuwrollenbaan voor het transporteren en zonder druk
voortstuwen van stukgoederen tnv. Elfriede Gebhardt.

Nr. 7 801 132; Ophooptransporteur met aangedreven rollen tnv. David Allen DeGood.

Nr. 7 903 711; Transportinrichting tnv. Rapistan van der Lande B.V.

Nr. 7 903 712; Transportinrichting tnv. Rapistan van der Lande B.V.

Nr. 8 302 623; Transportinrichting tnv. Stephanus Willibrordus Kaak.

Nr. 8 401 929; Stuwrollentransporteur tnv C.A. Heinemann GmbH.

NB. Vermelde stati van de schriften behoeven niet de meest recente te zijn.