

# Stageverslag Roto Smeets Deventer (PUBLIEKE verslag)



*"Simulatie pers 23"*

Stefan Reijmers  
6 december 2004  
Vrije Universiteit, Amsterdam



# Voorwoord

De stage is voortgekomen uit een bedrijfscase van de Vrije Universiteit van Amsterdam. De bedoeling achter de stage is een probleem van een organisatie onderzoeken, analyseren, objectiveren en oplossen. Dit onderdeel is verplicht binnen de studie BedrijfsWiskunde & Informatica.

Met de afsluiting van de bedrijfscase was een aanzet gemaakt voor een mogelijke stage binnen Roto Smeets Deventer. Er was een redelijke start gemaakt, maar het onderzoek stond nog in de kinderschoenen. Er is hard gesleuteld aan het simulatieprogramma en er is opnieuw statistisch onderzoek gedaan om tot een betrouwbaar programma te komen. Met behulp van dat simulatieprogramma is het mogelijk geweest uitspraken te doen over een investering in nabewerkingslijnen. Met de komst van een nieuwe pers, pers 23, neemt de productie toe en zal er in de toekomst een capaciteitsprobleem komen te ontstaan. In dit document is onderbouwd welke investering gedaan moet worden om de wachturen, de uren dat de persen stil staan, weg te nemen.

Het simulatieprogramma is geschreven in de taal Java, omdat deze taal object georiënteerd is. Object georiënteerde programmeertalen laten zich uitstekend lenen voor het programmeren van simulatieprogramma's [Richard M. Fujimoto, 2000]. Naast Java bestaan uiteraard meerdere object georiënteerde programmeertalen. De keuze voor Java in plaats van andere object georiënteerde programmeertalen komt doordat de Vrije Universiteit een cursus Java [Mark Allen Weiss, 2000] geeft welke verplicht is binnen de studie BedrijfsWiskunde & Informatica. Een andere vorm van simulatie naast de sequentiële simulatie is parallelle simulatie. Parallelle simulatie is een snellere vorm van simuleren, namelijk op meerdere computers te gelijk. Helaas is het met Java niet mogelijk en zou er een andere taal, zoals Orca, gebruikt moeten worden [F.J. Seinstra, H.E. Bal, H.J.W. Spoelder, 1998].

De uitspraken in dit document zijn gebaseerd op de resultaten van het simulatieprogramma. De uiteindelijke investering, met het daarbij behorende bedrag, geeft een goede indicatie van wat er zal gebeuren met de komst van pers 23.

# Management Summary

In opdracht van Paul de Jong, projectmanager van Roto Smeets Deventer, is er een simulatieprogramma geschreven om de logistieke onbalans tussen de afdelingen drukkerij en nabewerking te bestuderen. Aan de hand van dit simulatieprogramma is dit rapport ontstaan. In dit rapport is te lezen hoe er tot een oplossing is gekomen om de onbalans tussen de beide afdelingen weg te nemen.

De onbalans is te wijten aan beperkte capaciteit van de afdeling nabewerking. Om in de toekomst de mogelijke groei van het bedrijf op te kunnen vangen, is het noodzakelijk om capaciteitsuitbreiding binnen de afdeling nabewerking te verwezenlijken. Onafhankelijk van de mogelijke ordermix die zal ontstaan is het raadzaam om zowel in de EVP als de MVP uit te breiden. De uitbreiding zal bestaan uit minimaal twee EVP-lijnen en één MVP-lijn. De kosten van aanschaf zullen ergens tussen de €VERTROUWLIJK en de €VERTROUWLIJK per jaar zijn wat inhoudt dat de lijnen in acht jaar worden afgeschreven.

Met de aanschaf van de lijnen zullen de persen geen wachturen meer genereren en feitelijk aan één stuk door kunnen produceren. De bottleneck van het bedrijf ligt dan niet meer binnen de nabewerking, maar verplaatst zich naar de persen. Afhankelijk van de hoeveelheid opdrachten van klanten zullen de persen al dan niet draaien en niet meer door de capaciteitsbeperking van de afdeling nabewerking.

De minder wiskundig onderlegde lezer en de lezer werkzaam bij Roto Smeets Deventer, zouden de appendices kunnen overslaan en volstaan met de hoofdstukken II, III, VI en V. Het eerste hoofdstuk bevat een kennismaking met Roto Smeets Deventer. De hoofdstukken daaropvolgend gaan respectievelijk over het simulatieprogramma, de validatie van het simulatieprogramma, het onderzoek naar een betreffende maatregel voor het wegnemen van de wachturen en tot slot de investering per scenario.

# Inhoudsopgave

Voorwoord	3
Management Summary	4
I. Bedrijfsproces Roto Smeets Deventer	6
I.1 Bedrijfsdoelen en visie	6
I.2 Premedia	6
I.3 Diepdruk	6
I.4 Afwerken	8
I.5 Rol stage binnen Roto Smeets Deventer	9
II. De simulatie	10
II.1 Vereenvoudigd model	10
II.2 Data	10
II.3 Database drukkerij en nabewerking	11
III. Verificatie en validatie	13
III.1 Verificatie drukkerij	13
III.2 Validatie drukkerij	14
III.3 Validatie nabewerking	15
IV. Pers 23	17
IV.1 Huidige situatie	17
IV.2 Groeiscenario 1 - 100% EVP toename	20
IV.3 Groeiscenario 2 - 50% EVP en 50% MVP toename	23
IV.4 Groeiscenario 3 - 65% EVP en 35% MVP toename	24
IV.5 Pers 23 concluderend	25
V. De investering	26
V.1 Groeiscenario 1 - 100% EVP toename	27
V.2 Groeiscenario 2 - 50% EVP en 50% MVP toename	27
V.3 Groeiscenario 3 - 65% EVP en 35% MVP toename	28
V.4 Conclusie investering	28
Appendix A	29
Appendix B	29
Appendix C	29
Appendix D	29
Verwijzing literatuur	30

# I Bedrijfsproces Roto Smeets Deventer

In dit hoofdstuk gaat de aandacht uit naar het bedrijfsproces. In de eerste paragraaf zal kort de bedrijfsdoelen en de bedrijfsvisie worden besproken. Er zal in de tweede paragraaf beschreven worden wat er vooraf gaat aan het drukken. In de derde paragraaf wordt er een stuk gewijd aan het drukproces. In paragraaf vier wordt het afwerken onder de loep genomen en tevens een stuk over (pre)distributie beschreven. Tot slot wordt de rol, van mij, als stagiair van de Vrije Universiteit, binnen de locatie Roto Smeets Deventer besproken.

## I.1 Bedrijfsdoelen en visie

Het belangrijkste doel van Roto Smeets Deventer is het afleveren van goed drukwerk. Een ander doel is groei. Het aantal kilotonnage papier dat wordt bedrukt stijgt nog elk jaar. De aanschaf van een nieuwe vierde brede diepdrukpers zal hierin een belangrijke rol gaan spelen. Wat de gevolgen hiervan zullen zijn zal ik onderzoeken wat de gevolgen en in dit document verwoorden. Naast de doelen die worden nagestreefd heeft Roto Smeets Deventer, net als alle andere bedrijven, een visie [<http://www.rotosmeets.com/nederlands/howeare/visie.html>]:

*"Het is onze overtuiging dat alle informatie voor publieksgroepen straks beschikbaar is in digitale vorm. Ook denken we dat digitale archieven steeds belangrijker worden.*

*Daarnaast gaan we ervan uit dat papier een belangrijk communicatiemiddel blijft. Internet en andere digitale media hebben zelfs gezorgd voor een toename van informatie op papier. We verwachten dat elektronische media een eigen plaats krijgen tussen de andere media.*

*Door digitale archivering zal het hergebruik van informatie makkelijker worden en toenemen. De uitdaging is om deze informatie zo efficiënt mogelijk te hergebruiken. Ongeacht de gekozen mediavorm. We hebben onze organisatie aangepast om op deze ontwikkelingen te kunnen inspelen. Ook in de toekomst zullen we hierin investeren."*

## I.2 Premedia

Premedia omvat het volledige proces van creatie en digitale fotografie tot en met het geschikt maken en aanleveren van data voor de diverse media. Voor drukwerk betekent dit het drukgereed maken van data en digitaal aanleveren voor de digitale drukvormvervaardiging. Daarnaast staat premedia voor complete oplossingen wat betreft het archiveren, ophalen en versturen van digitale data. Ook de digitale mogelijkheden op het gebied van proeven vallen eronder. Als dit proces volledig is afgerond en er een overeenkomst met de klant is dan kan het vervolgproces plaats vinden. De bedrijfsterm die daar voor gebruikt wordt is 'prepress'.

Met de term 'prepress' wordt verwezen naar het proces dat voorafgaat aan het drukken, waaronder opmaak, scanwerk en lithografie.

Op een aantal locaties beschikt Roto Smeets over prepress specialisten. Met behulp van ultramoderne technieken stemmen zij de data en proeven af op het gekozen drukproces. Binnen dit proces worden de cilinders voor de diepdrukpersen gereed gemaakt aan de hand van de digitale data. Het drukwerk van de klant wordt in de cilinders gegraveerd en worden daarna in de persen geplaatst. Het papier uit het papiermagazijn wordt in de pers geplaatst en het drukproces kan dan beginnen.

## I.3 Diepdruk

Zowel organisatorisch als technisch is Roto Smeets Deventer helemaal ingericht op communicatie voor grote doelgroepen, op nationaal en internationaal niveau. Via het

bedrijf is er toegang tot moderne diepdrukpersen. Diepdruk is de specialisatie van Roto Smeets Deventer, met als doel grote oplagen repeterend drukwerk, zeer strakke tijdschema's en korte doorlooptijden. Er is een oplagebereik tot de 10.000.000 exemplaren met grote variatie in katernhoogte, breedte en verschijningsvorm. Het bedrijf is een 24-uursproductie bedrijf.

Roto Smeets Deventer heeft op het moment de beschikking over zes diepdrukpersen. In het schema hieronder staan wat technische gegevens over de diepdrukpersen. Deze gegevens worden in het stuk eronder uitgelicht en verder omschreven [Bedrijfs-case Rotosmeets Deventer, 2003 (Eindverslag)].

Persnr.	In bedrijf sinds	Breedte	3 <sup>e</sup> Slag	Trechter	UPR	P220	Vouwer <sup>1</sup>
17	1979	1.52m	Ja	Neen	Neen	Ja	e.b.
18	1983	1.52m	Ja	Neen	Neen	Ja	e.b.
19	1989	1.52m	Ja	Ja	Neen	Ja	2
20	1994	3.08m	Neen	Neen	Neen	Ja	d.b.
21	1996	3.08m	Neen	Ja	Ja	Ja	d.b.
22	2002	3.68m	Neen	Neen	Neen	Ja	d.b.

**Tabel 1: Overzicht persen**

Op de diepdrukpersen bestaat de mogelijkheid om het drukwerk te hechten en te vouwen, alleen op pers 19 bestaat ook nog de mogelijkheid om drukwerk te lijmen. Dit alles wordt ook wel inline finishing genoemd. Op de smalle persen is er tevens de mogelijkheid drukwerk te voorzien van een derde slag. Een derde slag is een extra vouw in het product. Deze extra vouw is niet mogelijk op de brede persen, dit zou namelijk leiden tot een te grote reductie in snelheid. In de nabewerking is deze mogelijkheid offline aanwezig om producten van de brede persen te kunnen navouwen.

Het drukwerk wordt via de uitlegsecties van de vouwapparaten van de diepdrukpersen op transportbanden afgelegd en daarna eventueel afzonderlijk opgepakt door een transportketting en getransporteerd naar de uitlegruimte. Het drukwerk wordt daarna via een wentel- en verdeelstation opgerold op een printrol. Afhankelijk van het aantal uitlegsecties kunnen er meerdere producten tegelijk worden gedrukt en op verschillende oprolunits worden opgerold.

Het opgerolde product op een rolstandaard is het resultaat van het drukproces. De printrollen worden als opslagmedium alleen binnen Roto Smeets Deventer gebruikt. Er zijn twee verschillende typen rolstandaards. Het type dat het meest wordt gebruikt is type P220 en het andere type is UPR. De P220 printrollen verschillen onderling nog, ze hebben of een enkele spanband of een dubbele spanband. De UPR printrollen hebben altijd een dubbele spanband. Het verschil tussen P220 en UPR is het formaat drukwerk dat er op opgerold kan worden. De P220 printrollen kunnen drukwerk van maximaal 340mm opslaan. Hieronder staat een schema met technische gegevens over de printrollen:

Type	Aantal	Max. breedte	3 <sup>e</sup> slag	Gehechte producten
P220 Enkele spanband	346 <sup>2</sup>	340mm	nee	Ja
P220 Dubbele spanband	275	340mm	Ja	Nee
UPR	200	n.v.t.	Ja	Nee

**Tabel 2: Overzicht printrollen**

Het nut van de dubbele spanband is voor de producten met een derde slag en/of een trechtersvouw. Door de extra vouw is het product aan één kant dikker dan aan de andere

<sup>1</sup> e.b. = enkelbrede vouwer (1 productstroom mogelijk)

d.b. = dubbelbrede vouwer (2 productstromen mogelijk)

2 = twee vouwapparaten (2 productstromen mogelijk)

<sup>2</sup> Sinds kort zijn er 75 rolstandaards van het type P220 enkele band aangeschaft. Het totaal komt hierdoor nu op 421.

kant en wordt het met behulp van de extra spanband samengedrukt. Als de printrol vol is wordt deze tijdelijk opgeslagen in een hiervoor gereserveerde plek binnen Roto Smeets Deventer.

## **I.4 Afwerken**

De opgeslagen printrollen worden binnen de afdeling nabewerking afgerold. Het drukwerk wordt hier voltooid tot het eindproduct. Het eindproduct kan op velerlei manieren worden aangeleverd bij de klant. Hieronder een overzicht van een aantal mogelijkheden [Albert Kalma, 2002]:

### **Op rol aanleveren (minidisk)**

Als producten extern nog moeten worden bewerkt, dan is het mogelijk deze producten op rol aan te bieden, een dergelijke rol wordt ook wel minidisk genoemd. Een minidisk is te vergelijken met een printrol, maar dan voor export bedoelingen. Dit is vaak het geval voor de Engelse markt. Deze minidisks worden aangeleverd op pallets.

### **Postale sortering**

Het sorteren van adresbestanden volgens de voorwaarden van alle nationale en internationale postorganisaties en aangeleverd in rolcontainers.

### **Adressering**

Door middel van inkjet apparatuur kan het eindproduct worden voorzien van een adres en op looproute worden verpakt.

### **Verzending per exemplaar**

Ook kan er worden zorggedragen voor het verzenden van drukwerk in enveloppen.

### **Verpakken per bundel**

Een pakket voorzien van een dekvel met bundelinformatie en eventueel afleveradressen.

### **Bundelmarkering grote partijen**

Pakketten voorzien van dekvelletjes, eventueel in verschillende kleuren, zodat gemakkelijk onderscheid kan worden gemaakt.

### **Pallet verpakken**

Hiervoor zijn vele mogelijkheden. Voorbeelden zijn de pallets afbinden of voorzien van een afdekfolie en aangeleverd in rolcontainers.

### **Fijn distributie**

Tevens is er een mogelijkheid om bulkproducties uit te zetten op bundelniveau.

Er zijn allerlei varianten te bedenken door het combineren van de mogelijkheden, maar het blijft in grote lijnen beperkt tot deze acht. Naast het zorgdragen van de predistributie kan het eindproduct worden voorzien van plusproposities. Bij plusproposities moet men denken aan het toevoegen van CD's, sachets, kaarten, kleinformat brochures enzovoorts. Naast deze extra's is er eveneens een optie tot de volgende bewerkingen:

### **Geurlak**

Een hoogconcentraat geurmoleculen wordt vermengd met de lak zodat bij wrijven de geur vrijkomt.

### **Stotteren**

Afwisselend wel/niet insteken van kaartjes of folders in een gehecht product.

### **Nummers**

Op het drukwerk kunnen random of opeenvolgende nummers worden geplaatst, bijvoorbeeld lotnummers.

### **Banderen**

Producten worden voorzien van een banderol.

### **Logo's printen**

Met behulp van inkjet apparatuur kunnen er logo's op hoge snelheden op het deelproduct of eindproduct worden geprint.

Het nabewerken bestaat niet alleen uit deze extra's. Er zijn uiteraard standaard bewerkingen zoals het deelproduct schoonsnijden, voorzien van een derde slag



(producten van de brede persen) en deelproducten verzamelen en hechten tot het eindproduct. Er zijn momenteel twaalf machines werkzaam binnen deze afdeling. Om actueel te blijven moet het drukwerk ook op tijd op de juiste plaatsen aanwezig zijn, het liefst tegen de laagst mogelijke kosten. Dit kan dankzij ervaring in alle soorten distributiediensten, speciaal voor drukwerk, van pakketdistributie tot koeriers, nationaal en internationaal. Roto Smeets werkt daarvoor nauw samen met bekende transportbedrijven in Nederland en andere landen. Sinds jaar en dag garanderen deze bedrijven de best mogelijke bezorging. Natuurlijk kan er ook worden aangesloten op afspraken die zijn gemaakt met de klant. Daarnaast zorgt Roto Smeets eventueel voor de opslag van drukwerk van de klant, zonodig onder bewaking. De uiteindelijke doelstelling is dat het product aanwezig zal zijn op de juiste plaats en het juiste moment. Een schematische weergave van het bedrijfsproces is te vinden in Appendix D.

## **I.5 Rol stage binnen Roto Smeets Deventer**

Het signaal dat continu wordt afgegeven door de afdelingen drukkerij en nabewerking is een tekort aan printrollen. Momenteel zijn er door een tekort aan printrollen op jaarbasis VERTROUWLIJK wachturen voor de persen samen. Op het moment hoeven er, gezien de huidige situatie, niet direct drastische maatregelen genomen te worden. Nu is er het plan een vierde brede diepdrukpers aan te schaffen, identiek aan pers 22. Met de komst van deze diepdrukpers bestaat de mogelijkheid meer drukwerk te accepteren van klanten. Door de eventuele toename van het volume zullen de printroltekorten aanhouden en de wachturen wellicht toenemen.

Mijn rol als stagiaire binnen Roto Smeets Deventer is het vinden van een oplossing voor dit gesignaleerde probleem. Roto Smeets Deventer verlangt dit te doen aan de hand van een simulatie. Een simulatieprogramma is een handige tool om voorspellingen te kunnen doen. Met deze voorspellingen kunnen er redelijk betrouwbare uitspraken gedaan worden over een mogelijke toekomstige situaties. In het geval van het geschetste probleem bij Roto Smeets Deventer, draagt simulatie een goede ondersteuning bij het vinden van een oplossing. De simulatie wordt gebruikt ter ondersteuning bij het vinden van een passende oplossing. Deze oplossing zal dan resulteren in een advies aan het management van Roto Smeets Deventer. Dit advies wordt niet alleen onderbouwd aan de hand van de resultaten van de simulatie, maar eveneens met een bedrijfseconomische kijk op het geheel.

## II. De simulatie

Het verlangen naar het voorspellen van mogelijke toekomstige situaties binnen bedrijven is vanzelfsprekend om het bedrijfsproces in goede banen te laten verlopen. Zo is ook binnen Roto Smeets Deventer het verlangen ontstaan toekomstige gebeurtenissen in redelijk mate te voorspellen. In dit hoofdstuk wordt de afbakening van de simulatie besproken. In de eerste paragraaf zal het simulatiemodel in kaart worden gebracht. De tweede paragraaf wijdt een stukje aan de gebruikte data en in paragraaf 3 komt de gebruikte database aan de orde.

### II.1 Vereenvoudigd model

Het voordeel van simuleren is de snelheid waarmee men uitspraken kan. Om de complexiteit van de simulatie iets te vereenvoudigen zijn er een aantal aannames gemaakt. Het vereenvoudigde model geeft een afspiegeling van de werkelijkheid weer. De simulatie simuleert alleen het verloop van de printrolbuffer door te kijken naar de output van de drukkerij en de input van de nabewerking. Er is uitgegaan van een startbuffer, welke te variëren is. De startbuffer fungeert als warming-up om het model niet te laten beginnen met een lege rolstandaardbuffer. Binnen dit conceptueel simulatiemodel is de drukkerij, de nabewerking en de buffer van de rolstandaards gemodelleerd. De drukkerij vult de rolstandaardbuffer en de nabewerking leegt deze, het schema is te vinden in appendix D [BedrijfsCase Rotosmeets Deventer, 2003 (Bedrijfsproces)]. Binnen het model zijn aannames gedaan om de complexiteit te beperken:

#### Het papiermagazijn

De diepdrukpersen zullen geen beperkingen ondervinden doordat er geen papier in het magazijn aanwezig is. Er is in het simulatieprogramma vanuit gegaan dat er continu papier aangeleverd wordt dat tevens direct klaar staat om op gedrukt te worden. Deze aanname is redelijk, er is voor drie dagen aan papier in het magazijn en het komt vrijwel nooit voor dat deze leeg is.

#### Product transport

Het kan zo zijn dat er vertraging wordt opgelopen door het transporteren van een printrol. In het simulatieprogramma is er vanuit gegaan dat er geen transporttijden zijn. Een printrol gaat direct van de pers de buffer in en wordt direct vanuit de buffer door de desbetreffende nabewerkingsmachines bewerkt. Dit zal geen invloed hebben op het model omdat er continu doorgewerkt wordt de machines staan praktisch nooit stil, tenzij in onderhoud of ombouwperiode. In deze periodes worden de printrollen getransporteerd en heeft het model geen last van transporttijden.

#### Cilinder bewerking

Het kan voorkomen dat de afdeling cilinderbewerking niet op tijd klaar is met het graveren van een cilinder. Hierdoor zou de pers niet van start kunnen. In het simulatieprogramma is er vanuit gegaan dat de cilinderaanvoer geen beperking oplevert. Dit mag worden aangenomen op basis van ervaring. De graveerafdeling graveert meerdere walsen te gelijk, waardoor het zelden voor komt dat er een wals niet op tijd klaar is.

#### Herplanning

Het wordt als te lastig beschouwd om vuistregels te bedenken om herplanning te programmeren binnen de simulatie. Bij ordermanagement wordt herplanning gedaan op inzicht en hier en daar wat natte vingerwerk. Het is wel mogelijk om een herplande planning te simuleren door middel van het invoeren van een gewijzigd orderpakket.

#### Gebrek aan data

Een aantal bewerkingen wordt niet altijd zorgvuldig in de data vermeld. Soms is het niet duidelijk of een product al dan niet wordt nagevouwen op de pers, of dat de eindproducten voorzien worden van een afdekfolie. In werkelijkheid zullen deze bewerkingen misschien wel plaatsvinden. Hierdoor kan het in de simulatie korter respectievelijk langer duren dan in de werkelijkheid. Over het algemeen zullen de

bewerkingen die extra moeten worden gedaan en niet duidelijk in de data naar voren komen, niet voor een dusdanige vertraging of versnelling zorgen dat het model niet meer klopt. Het zullen minimale verschillen zijn, die tegen elkaar weggestreept kunnen worden.

### **Uitval en afval**

Bij de meeste orders zullen de vooraf vastgestelde hoeveelheden drukwerk niet exact gehaald worden. In de simulatie is er vanuit gegaan dat alle geplande productiehoeveelheden exact worden gedrukt. Dit is redelijk, omdat het afval en of uitval wel gedrukt wordt, maar alleen niet wordt nabewerkt. Er zal dus geen verschil ondervonden worden in het aantal druk uren.

## **II.2 Data**

De resultaten van een simulatie zijn sterk afhankelijk van de gebruikte data. Als deze data niet correct zijn kunnen de uitkomsten soms ver van de werkelijkheid afliggen. Er is gekozen om te gaan werken met de data uit het vierde kwartaal van het jaar 2003. Er is bewust voor dit deel van het jaar gekozen omdat in dit deel van het jaar het aantal orders qua volume en aantal een stuk hoger ligt in verhouding tot de rest van het jaar (denk aan Sinterklaas en Kerst). Deze periode geeft een goede indruk hoe de afdeling drukkerij en de afdeling nabewerking omgaan met de printrolbuffer. Eveneens komt goed naar voren hoe effectief er wordt omgegaan met het ombouwen van de machines en het omgaan met storingen tijdens deze drukkere periode. De data is hierdoor betrouwbaarder dan in wat rustigere periodes, waarbij onder andere de werkdruk wat lager ligt. Door de drukke periode is er de beschikking over een behoorlijke hoeveelheid data die door middel van statistische analyse onderzocht kunnen worden. Voor een uitgebreide statistische analyse wordt verwezen naar appendix A.

## **II.3 Database drukkerij en nabewerking**

### **Ombouwtijden**

De ombouwtijden worden in het simulatieprogramma berekend door een trekking uit de database van de werkelijke ombouwtijden over het vierde kwartaal van 2003. Deze ombouwtijden worden per pers apart uit de database getrokken. De trekking is gebaseerd op de empirische verdeling van de ombouwtijden. Alle trekkingen uit de database worden gedaan middels SQL [Elmasri en Navathe, 2000].

De ombouwtijden van de nabewerkingsmachines komen op dezelfde manier tot stand als de ombouwtijden van de persen. Er wordt alleen geen onderscheid gemaakt tussen de nabewerkingsmachines afzonderlijk, maar in plaats daarvan tussen de enkelvoudige productie (EVP<sup>3</sup>) en meervoudige productie (MVP<sup>4</sup>).

### **Bewerkingstijden**

De bewerkingstijden in het simulatieprogramma worden berekend door bij de normtijden van de persen een fout op te tellen. Deze fout wordt berekend door een trekking uit de database van het verschil tussen de werkelijke bewerkingstijden en de normatieve bewerkingstijden van een order van het vierde kwartaal van 2003. De trekking is gebaseerd op de empirische verdeling van de verschildtijden.

De bewerkingstijden van de nabewerkingsmachines komen op de zelfde wijze tot stand als de bewerkingstijden van de persen. Er wordt alleen geen onderscheid gemaakt tussen de nabewerkingsmachines afzonderlijk, maar in plaats daarvan tussen de EVP en de MVP.

### **Storingstijden**

De storingstijden worden in het simulatieprogramma berekend door een trekking uit de database van de werkelijke storingstijden over het vierde kwartaal van 2003. Deze

---

<sup>3</sup> Enkelvoudige productie: productie van retailbladen

<sup>4</sup> Meervoudige productie: productie van tijdschriften

storingstijden worden per pers apart uit de database getrokken. De trekking is gebaseerd op de empirische verdeling van de werkelijke storingstijden. De storingstijden van de nabewerkingsmachines komen op dezelfde wijze tot stand als de storingstijden van de persen. Er wordt alleen geen onderscheid gemaakt tussen de nabewerkingsmachines afzonderlijk, maar in plaats daarvan tussen de EVP en de MVP.

Het is aan te raden de data in de database na een bepaalde periode te onderwerpen aan een statistische analyse ter controle of deze nog up to date is. Mocht de simulatie met behulp van de huidige data op een gegeven moment een onjuist beeld geven, dan is het vrij eenvoudig deze te updaten, zodat de simulatie aan de hand van de database betrouwbare resultaten blijft genereren. In appendix A wordt een precieze uitleg gegeven hoe de data kan worden onderhevig aan een statistische analyse, zodat aan de hand daarvan de keuze kan worden gemaakt of de database al dan niet aangepast moet worden.

### III. Verificatie en validatie

Een simulatieprogramma mag pas gebruikt worden als de verificatie- en validatieprocessen zijn doorlopen. In de eerste paragraaf wordt het verificatieproces behandeld, in de tweede paragraaf het validatieproces van de drukkerij en in de derde het validatieproces van de nabewerking. Tot slot wordt er in de laatste paragraaf een conclusie verbonden aan de gevonden resultaten.

#### III.1 Verificatie drukkerij

Om te controleren of het simulatieprogramma doet wat het moet doen is er geverifieerd of de data die er wordt ingestopt er ook daadwerkelijk uit komt. De tabel hieronder geeft de waarden weer die het simulatieprogramma gebruikt om mee te rekenen. Het zijn de bruto normatieve bewerkingstijden van de orders die op de desbetreffende pers gedraaid hebben, met onderaan de totale bruto bewerkingstijden. Voor de volledigheid is de gehele tabel te vinden in appendix B.

Pers 17	Pers 18	Pers 19	Pers 20	Pers 21	Pers 22
VERTROUWLIJ K	VERTROUWLIJ K	VERTROUWLIJ K	VERTROUWLIJ K	VERTROUWLIJ K	VERTROUWLIJK
VERTROUWLIJ K	VERTROUWLIJ K	VERTROUWLIJ K	VERTROUWLIJ K	VERTROUWLIJ K	VERTROUWLIJK

**Tabel 3: Bruto bewerkingstijden van de persen**

De resultaten ter vergelijking van de tabel worden hieronder weergegeven. Deze resultaten zijn het gevolg van een simulatie welke gebruik maakt van de normtijden. Het vertegenwoordigt een standaard uitdraai van het simulatieprogramma. De roodgedrukte resultaten in de tabel hieronder komen overeen met de roodgedrukte cijfers in de tabel hierboven.

<p><b>Pers 17</b> Bewerkingstijd (%) (bruto) VERTROUWLIJK Bewerkingstijd (bruto) VERTROUWLIJK Ombouw/inbouw/wisseltijd (%) VERTROUWLIJK Ombouw/inbouw/wisseltijd VERTROUWLIJK Storingstijd (incl. papierbreuk)(%) VERTROUWLIJK Storingstijd (incl. papierbreuk)VERTROUWLIJK</p> <p><b>Pers 18</b> Bewerkingstijd (%) (bruto) VERTROUWLIJK Bewerkingstijd (bruto) VERTROUWLIJK Ombouw/inbouw/wisseltijd (%)VERTROUWLIJK Ombouw/inbouw/wisseltijd VERTROUWLIJK Storingstijd (incl. papierbreuk)(%) VERTROUWLIJK Storingstijd (incl. papierbreuk) VERTROUWLIJK</p> <p><b>Pers 19</b> Bewerkingstijd (%) (bruto) VERTROUWLIJK Bewerkingstijd (bruto) VERTROUWLIJK Ombouw/inbouw/wisseltijd (%)VERTROUWLIJK Ombouw/inbouw/wisseltijd VERTROUWLIJK Storingstijd (incl. papierbreuk)(%) VERTROUWLIJK</p>	<p><b>Pers 20</b> Bewerkingstijd (%) (bruto) VERTROUWLIJK Bewerkingstijd (bruto) VERTROUWLIJK Ombouw/inbouw/wisseltijd (%)VERTROUWLIJK Ombouw/inbouw/wisseltijd VERTROUWLIJK Storingstijd (incl. papierbreuk)(%) VERTROUWLIJK Storingstijd (incl. papierbreuk) VERTROUWLIJK</p> <p><b>Pers 21</b> Bewerkingstijd (%) (bruto) VERTROUWLIJK Bewerkingstijd (bruto) VERTROUWLIJK Ombouw/inbouw/wisseltijd (%)VERTROUWLIJK Ombouw/inbouw/wisseltijd VERTROUWLIJK Storingstijd (incl. papierbreuk)(%) VERTROUWLIJK Storingstijd (incl. papierbreuk) VERTROUWLIJK</p> <p><b>Pers 22</b> Bewerkingstijd (%) (bruto) VERTROUWLIJK Bewerkingstijd (bruto) VERTROUWLIJK Ombouw/inbouw/wisseltijd (%)VERTROUWLIJK Ombouw/inbouw/wisseltijd VERTROUWLIJK Storingstijd (incl. papierbreuk)(%)</p>
---	--

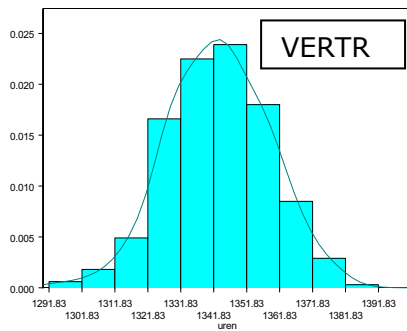
Storingstijd (incl. papierbreuk)  
VERTROUWLIJK

VERTROUWLIJK  
Storingstijd (incl. papierbreuk)  
VERTROUWLIJK

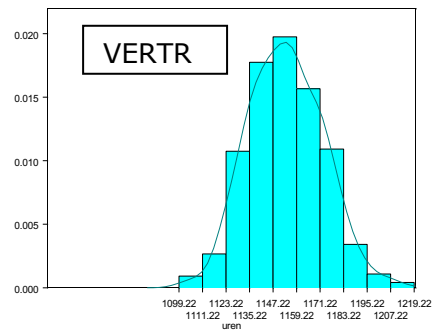
Tabel 4: Resultaten normtijden ten gevolg van simulatieruns

### III.2 Validatie drukkerij

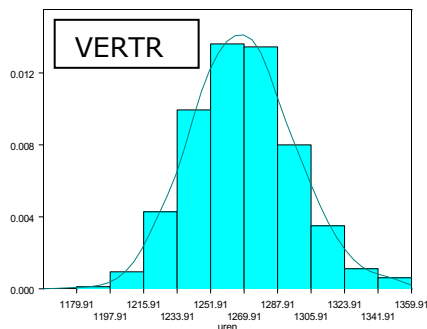
Elke afzonderlijke simulatierun geeft per pers een waarde die de werkelijke bruto bewerkingstijd zou kunnen representeren, om na te gaan of dit correct is, is er een histogram geplot van de gevonden simulatiewaarden. Hieronder worden ze per pers weergegeven. De histogrammen zijn gebaseerd op uitkomsten van een simulatie van honderd runs. Voor de duidelijkheid staat ter vergelijking de werkelijke bruto bewerkingstijd, de tijd zoals er in het vierde kwartaal van 2003 is gedraaid, in het plaatje van het histogram vermeld.



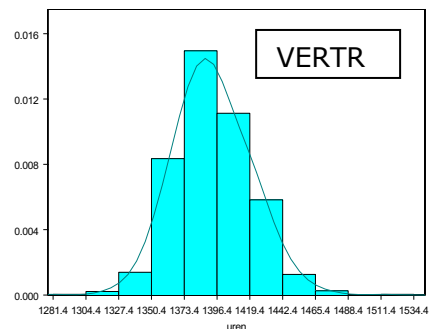
Figuur 1: Histogram pers 17



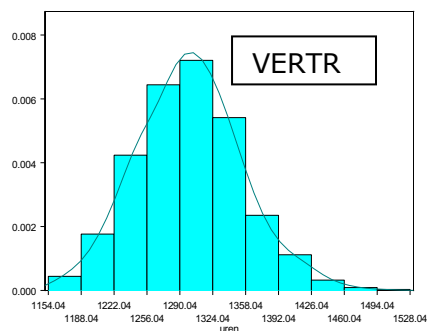
Figuur 2: Histogram pers 18



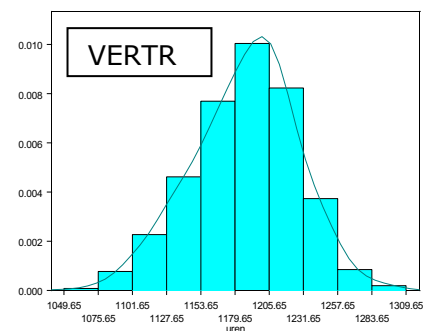
Figuur 3: Histogram pers 19



Figuur 4: Histogram pers 20



Figuur 5: Histogram pers 21

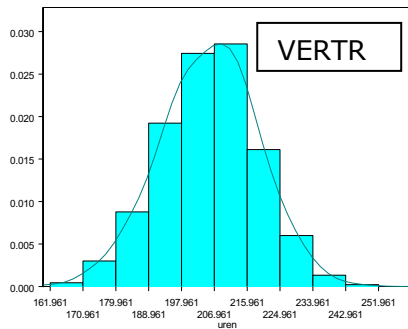


Figuur 6: Histogram pers 22

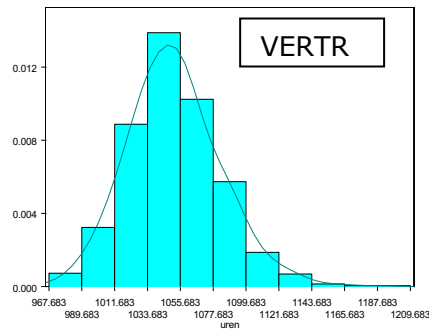
De werkelijke bruto bewerkingstijden liggen correct rond de toppen van de histogrammen. Er mag geconcludeerd worden dat het simulatieprogramma juiste waarden genereert en dus een bruikbaar stukje gereedschap is bij het voorspellen van een aantal mogelijke toekomstige situaties. Voor een uitgebreider stukje validatie van de drukkerij wordt verwezen naar appendix C.

### III.3 Validatie nabewerking

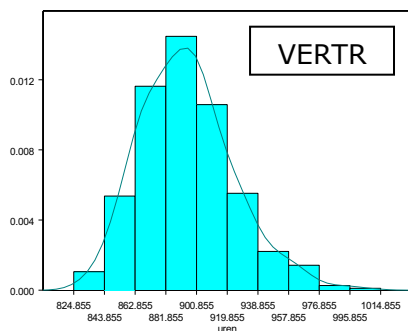
Om na te gaan of de nabewerkingsmachines eveneens correct werken binnen de simulatie, zijn hieronder in de volgende figuren weer de histogrammen geplot met daarin de werkelijke waarden van de bruto bewerkingstijden. Deze histogrammen zijn eveneens gebaseerd op een simulatie van duizend runs. Bij toename van het aantal runs van een simulatie gaan de histogrammen sterk lijken op de kansdichtheidsverdeling van de werkelijke bewerkingstijden.



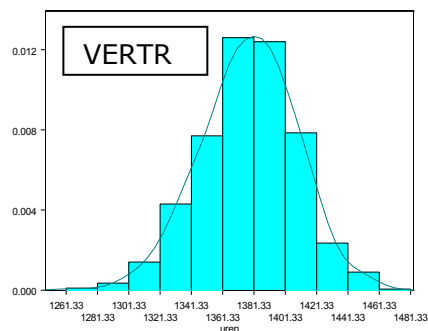
**Figuur 7: Histogram afrollijn 3**



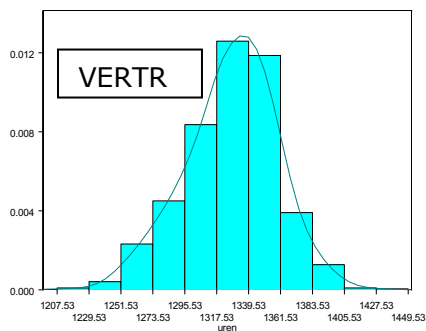
**Figuur 8: Histogram verzamelhechtrommel1 4**



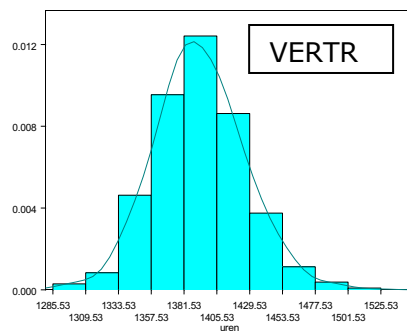
**Figuur 9: Histogram insteeklijn1 5**



**Figuur 10: Histogram rotatiesnijder1 6**



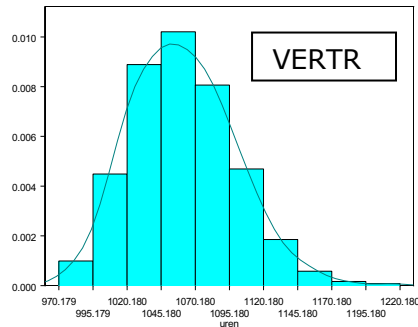
**Figuur 11: Histogram rotatiesnijder2 7**



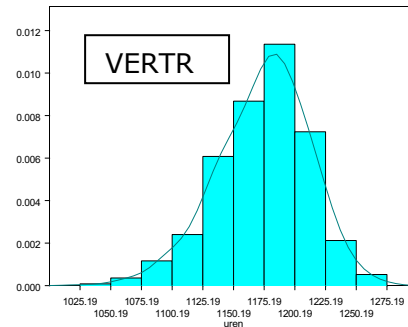
**Figuur 12: Histogram rotatiesnijder3 8**

Er is waar te nemen dat bij een aantal histogrammen de werkelijke bruto bewerkingstijden niet zo rond de toppen liggen als bij de persen. In een aantal figuren liggen namelijk de werkelijke bruto bewerkingstijden te veel naar links, echter bij een aantal histogrammen ligt de werkelijke bruto bewerkingstijd correct rond de toppen van het histogram. Het zou kunnen betekenen dat bij de histogrammen, waar de waarde te veel naar links liggen, sprake is van toeval, omdat bijvoorbeeld de machines goed gedraaid hebben, beter dan waar de norm op gesteld is. Het zou ook andere oorzaken kunnen hebben en één van de oorzaken die een rol zou kunnen hebben gespeeld, is de juistheid van de gebruikte data.

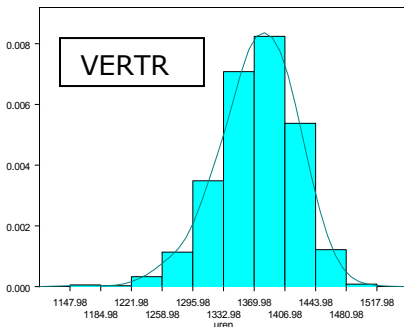
Door het regelmatig afbreken en opstarten van orders, binnen de afdeling nabewerking, is het soms lastig om bij de verschillende meldingen van de nabewerkingsmachines de juiste werkcode<sup>5</sup> mee te geven. Het is bij een aantal meldingen aan de machineoperator deze handmatig toe te wijzen. Het komt dus wel eens voor dat de verkeerde werkcode aan een bepaalde melding wordt toegewezen. Hierdoor kan de data incorrect zijn. Dit probleem doet zich vaker voor binnen de afdeling nabewerking dan binnen de afdeling drukkerij.



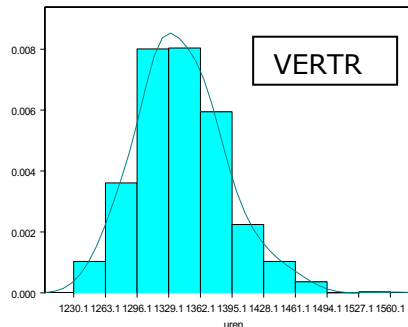
**Figuur 13: Histogram verzamelhechttrommel2 9**



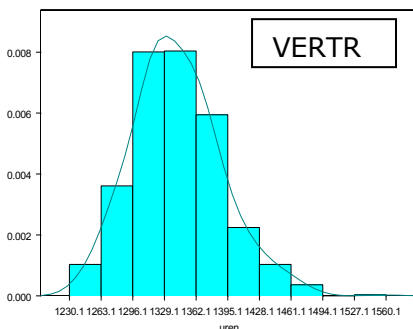
**Figuur 14: Histogram navouwlijn1 10**



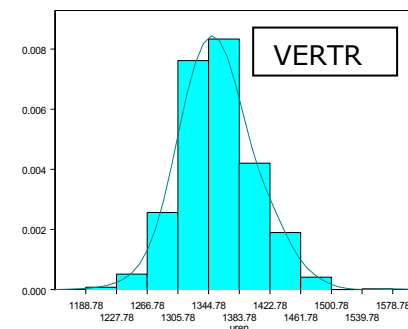
**Figuur 15: Histogram navouwlijn2 11**



**Figuur 16: Histogram verzamelhechtlijn1 16**



**Figuur 17: Histogram verzamelhechtlijn2 17**



**Figuur 18: Histogram verzamelhechtlijn3 18**

Al met al liggen over het algemeen de werkelijke bruto bewerkingstijden niet ver buiten de geplote histogrammen en kan ook bij de nabewerking aangenomen worden dat de validatie correct is en het simulatieprogramma in gebruik kan worden genomen om een kijkje in de toekomst te nemen.

<sup>5</sup> Werkcodes: codes voor foutmeldingen op machines



## IV Pers 23

In het vorige hoofdstuk is aannemelijk gemaakt dat het simulatieprogramma correct werkt en mag worden gebruikt om voorspellingen te doen over wat er zou kunnen gaan gebeuren als pers 23 wordt aangeschaft. In dit hoofdstuk worden drie verschillende groeiscenario's behandeld. In de eerste paragraaf wordt de huidige situatie onder de loep genomen om het gevoel te houden als er een vergelijking wordt gemaakt met de toekomstige situatie. In de tweede paragraaf is uitgegaan van een extreem groeiscenario, het scenario waarbij alleen de EVP toeneemt. In de paragraaf daarna zal er een ander extreem groeiscenario worden besproken, het scenario waarbij zowel de EVP als MVP in dezelfde mate toenemen en tot slot het scenario waarbij de EVP en MVP zullen groeien in de verhouding waarin ze zich in de ordermix op dit moment verhouden. De laatste paragraaf zal een conclusie geven aan de hand van vergelijkingen met de huidige situatie en aan de hand daarvan een advies geven over hoe te handelen bij de verschillende scenario's. Bij elk van de scenario's zijn vijf simulaties gedaan van ieder 100 runs. Hierbij is telkens de periode van drie maanden aangehouden, maar telkens met een ander orderpakket. De uitdraai van één van de simulaties is te vinden in appendix C. Uiteraard is het aan te bevelen om een langere periode te simuleren. Gezien het gebrek aan tijd lijkt het acceptabel om drie drukke maanden te simuleren in plaats van een langere periode van bijvoorbeeld een jaar, immers één simulatie van honderd runs kost nu al twintig minuten aan tijd, dit wordt ongeveer vier maal zo lang als er een jaar zou moeten worden gesimuleerd.

### IV.1 Huidige situatie

In de situatie zoals deze in het vierde kwartaal van 2003 was verhouden de EVP en de MVP zich als 7:3. Dat betekent dat zeventig procent van de orders een EVP-order is en de overige orders MVP-orders. Voor er groeiscenario's worden bekeken zal er eerst een beeld worden gevormd over de bezetting van de beide afdelingen en de bezetting van de printrolbuffer. Met de zes persen, de zes EVP-lijnen en de zes MVP-lijnen laat het simulatieprogramma de volgende bezetting van de beide afdelingen zien.

#### Bezetting

Drukkerij	Nabewerking	
Persen	EVP	MVP
VERTROUWLIJK	VERTROUWLIJK	VERTROUWLIJK

Deze bezetting is de volledige tijd waarmee alle orders zijn afgehandeld, dus inclusief storingstijden en ombouw-/insteltijden. Naast de bezetting van de machines houdt het simulatieprogramma ook de gemiddelde bezetting van de rolstandaards bij. De volgende waarden zijn hier uitgerold.

#### Bezetting

Totaal	P220 enkele band	P220 dubbele band	UPR
VERTROUWLIJK	VERTROUWLIJK	VERTROUWLIJK	VERTROUWLIJK

De tijden en bezette rolstandaards zijn gemiddelden en laten niet de piekmomenten zien, waarop wachturen voor de persen ontstaan. Naast deze situatie is er nog een scenario waarmee rekening moet worden gehouden. De situatie waarin pers 23 is aangeschaft, maar er geen groei zou plaats vinden. Aan de hand van deze twee scenario's kunnen er vergelijkingen gemaakt worden met de drie groeiscenario's.

In het tweede scenario, waarin geen groei plaats vindt en waarin pers 23 is toegevoegd, zijn de orders van pers 17 en 18 naar pers 23 geplaatst. De derde slag orders van de smalle persen zijn op pers 19 geplaatst. Opnieuw is er een simulatie gedraaid en zijn er de volgende gegevens naar voren gekomen.

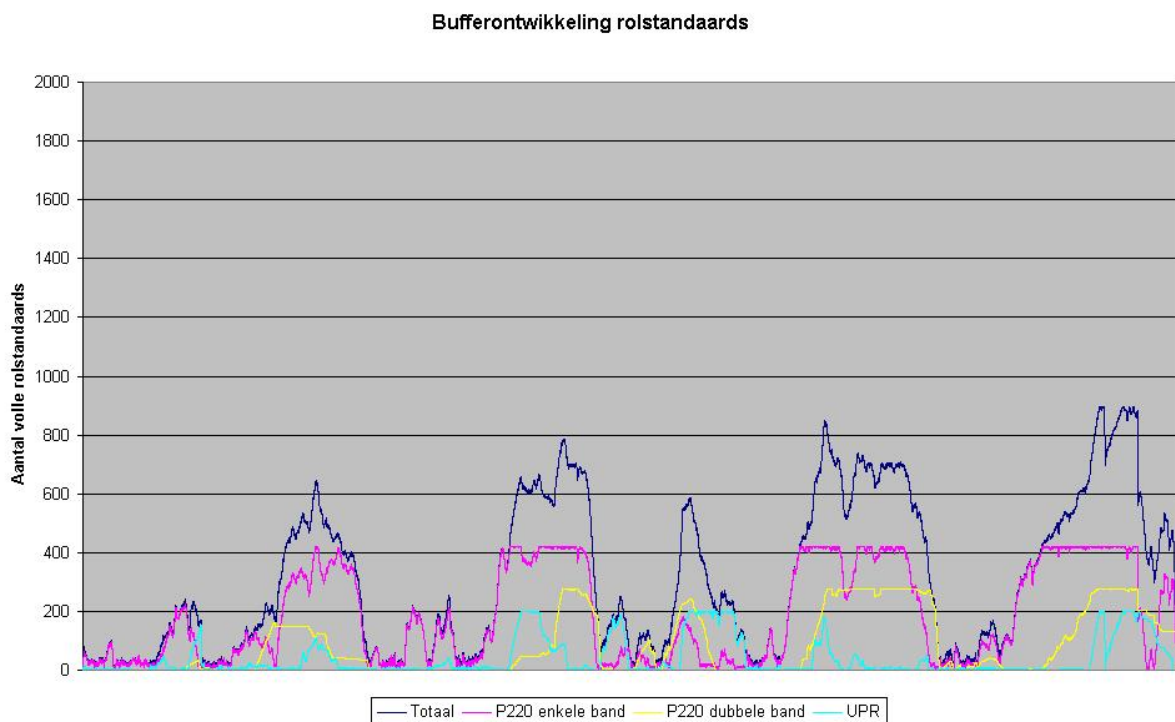
## Bezetting

Drukkerij	Nabewerking	
Persen	EVP	MVP
VERTROUWLIJK	VERTROUWLIJK	VERTROUWLIJK

Totaal	P220 enkele band	P220 dubbele band	UPR
VERTROUWLIJK	VERTROUWLIJK	VERTROUWLIJK	VERTROUWLIJK

Er is een toename in de bezetting van de persen waar te nemen en een afname in bezetting van de rolstandaards. Deze waarnemingen zijn beide te verklaren. De toename in bezetting van de persen is te wijten aan het feit dat er vijf persen draaien in plaats van zes. De afname in rolstandaardbezetting komt doordat pers 23 harder draait dan de twee smalle persen en dat de deelkaternen gelijk starten en klaar zijn. Op deze manier kunnen de deelkaternen tegelijk worden verzameld zonder dat er hoeft worden gewacht op andere deelkaternen. De totale bezetting van de persen neemt af ten opzichte van het eerste scenario. In het eerste scenario draaien de persen in totaal VERTROUWLIJK uur en in het tweede scenario VERTROUWLIJK. Dus in minder lange tijd en met een hogere bezetting van de persen draait men evenveel orders. Eveneens zijn de wachturen van de persen afgenomen. Met hoeveel deze zijn afgenomen wordt helaas niet met het simulatieprogramma bijgehouden, omdat dit iets te complex te berekenen is.

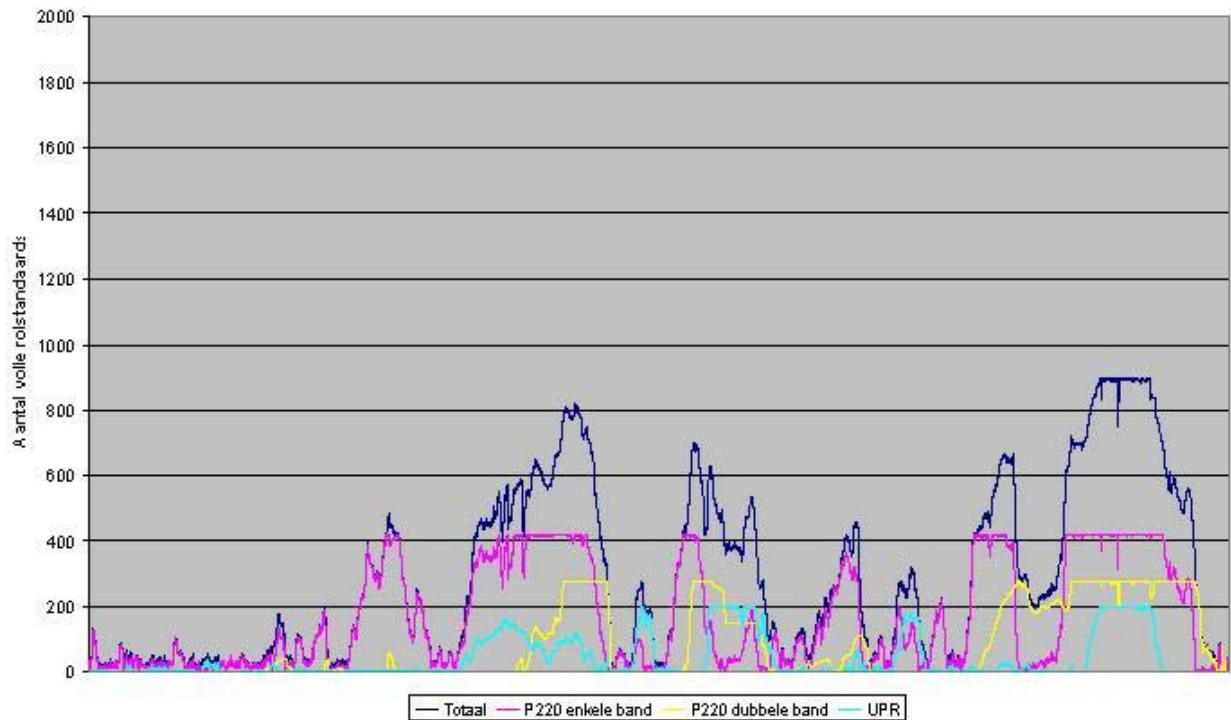
Aan de hand van de hierboven beschreven scenario's is een grafiek geplot die fit bij het verloop van de rolstandaardbuffer en ziet er als volgt uit.



**Figuur 19: Bufferontwikkeling huidige situatie**

Op de momenten dat de grafiek horizontaal loopt worden er wachturen van de persen gecreëerd. Dat is zowel in de bovenste als onderste grafiek te zien. Deze paragraaf zal als referentiekader gebruikt worden voor de groeiscenario's in de volgende paragrafen. Om aan te tonen dat de oplossing niet gevonden zal worden in het aanschaffen van rolstandaards is in de laatste grafiek een simulatie run gedaan waarin de buffergrootte oneindig is genomen.

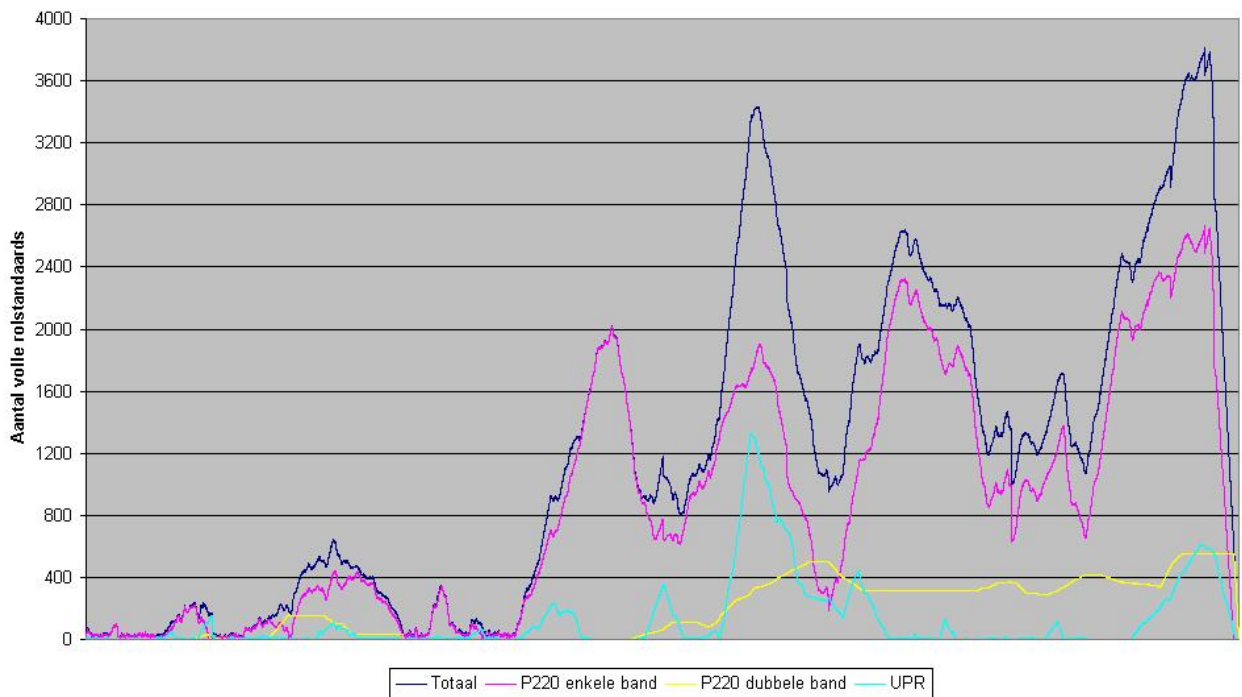
Bufferontwikkeling rolstandaards



Figuur 20: Bufferontwikkeling pers 23

Let op de schaalverdeling. De grafiek hieronder gaat door tot bijna vierduizend rolstandaards.

Bufferontwikkeling rolstandaards



Figuur 21: Bufferontwikkeling oneindige buffer

## IV.2 Groeiscenario 1 – 100% EVP toename

Het groeiscenario dat in deze paragraaf wordt behandeld zal in de werkelijkheid waarschijnlijk niet voorkomen. De keuze om dit scenario toch te bekijken is genomen, omdat het een uiterst groeiscenario is, welke niet helemaal uit te sluiten is. Met dit uiterste groeiscenario zouden andere scenario's met een kleinere groei inbegrepen zijn. Op deze manier hoeven de varianten van dit scenario niet apart onderzocht te worden. Het nieuwe orderpakket wat is ontstaan is voortgekomen uit het originele orderpakket uit het vierde kwartaal met toevoeging van EVP orders op pers 23. Het volume van pers 22 en pers 23 zijn hierdoor gelijk geworden en draaien evenveel kilotonnage. Na het draaien van de simulatie, met in dit geval vijf diepdruckpersen en twaalf nabewerkingsmachines, is de volgende gemiddelde bezetting van de machines eruit gerold.

### Bezetting

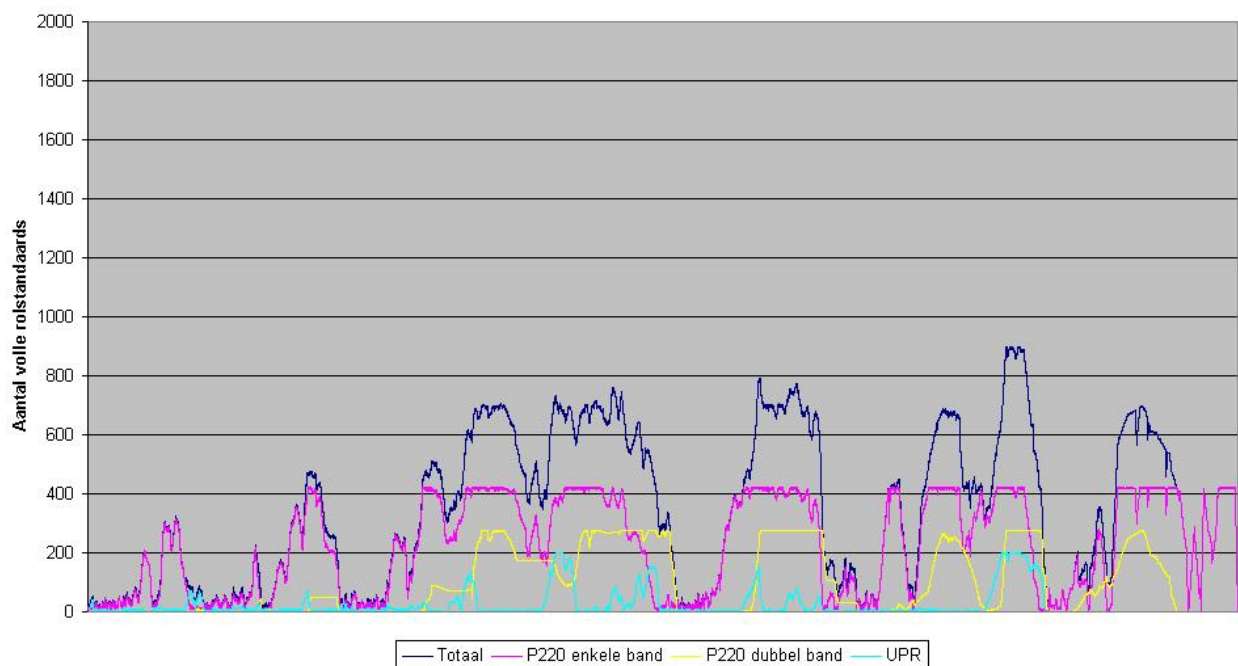
Drukkerij	Nabewerking	
Persen	EVP	MVP
VERTROUWLIJK	VERTROUWLIJK	VERTROUWLIJK

De totale bezetting van alle persen is ten opzichte van het scenario waarin pers 23 zonder aanvullende orders draait toegenomen. De toename bedraagt VERTROUWLIJK. Naast de gemiddelde bezetting van de machines is er wat te zeggen over de gemiddelde bezetting van de rolstandaards. Deze zijn als volgt.

Totaal	P220 enkele band	P220 dubbele band	UPR
VERTROUWLIJK	VERTROUWLIJK	VERTROUWLIJK	VERTROUWLIJK

Naast deze gemiddelde bezetting is in de grafiek hieronder te zien dat er wachturen ontstaan. Deze wachturen zijn niet weg te nemen met de aanschaf van rolstandaards, zie grafiek 21.

Bufferontwikkeling rolstandaards  
groei scenario 1: 100% EVP



**Figuur 22: Bufferontwikkeling 100% EVP groei**

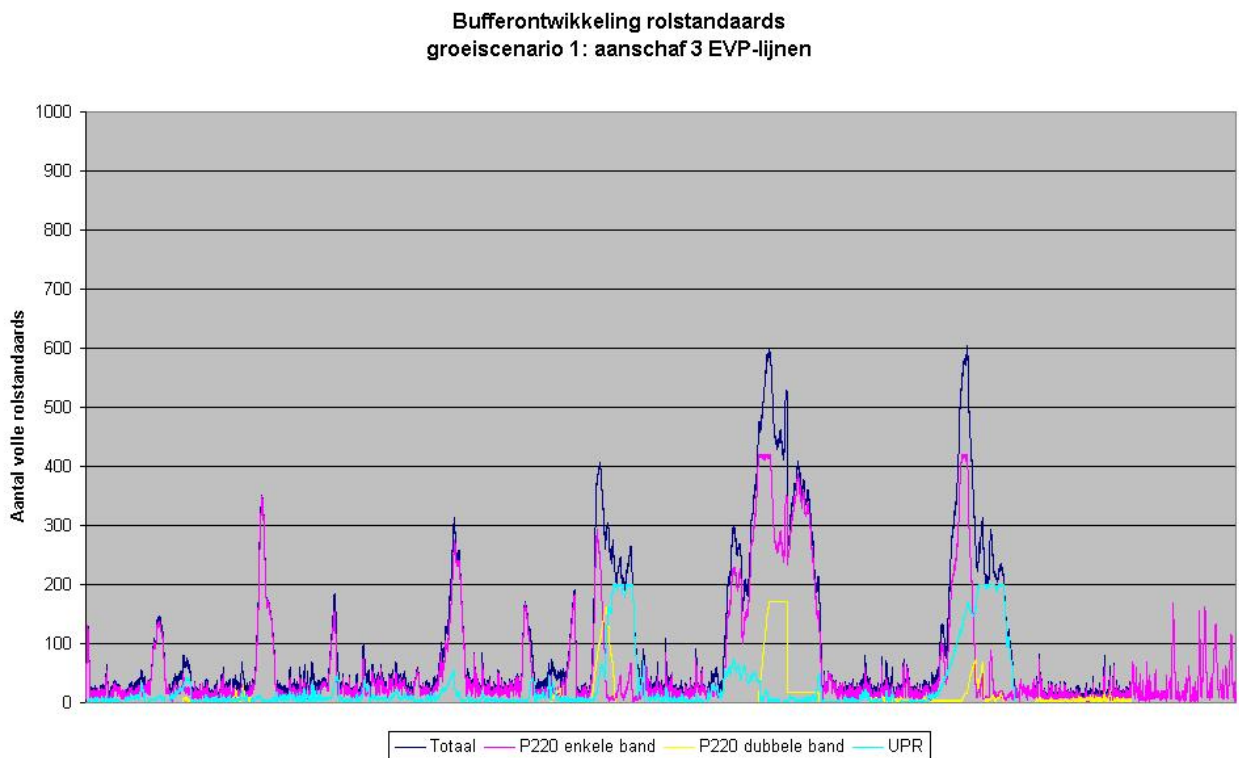
Het probleem van wachturen die bij de persen ontstaan is geen probleem in de rolstandaardbuffer. Er is een probleem in de capaciteit van de nabewerking. Dit capaciteitsprobleem wordt duidelijk gemaakt door figuur 23a. In deze grafiek is de bufferontwikkeling te zien waarbij er drie EVP-lijnen zijn aangeschaft. De gemiddelde bezetting van de machines in de EVP neemt af en ook de gemiddelde bezetting van de rolstandaards neemt af.

Bezetting

Drukkerij	Nabewerking	
Persen	EVP	MVP
VERTROUWLIJK	VERTROUWLIJK	VERTROUWLIJK

De totale bezetting van de EVP-lijnen is niet schrikbarend verschillend. Namelijk VERTROUWLIJK na aanschaf van de drie extra lijnen ten opzichte van VERTROUWLIJK uur in het geval zonder uitbreiding in de EVP. De reden van de toename in totale gemiddelde bezetting zit hem in de uren waarbij de machines moeten worden ingesteld. De totale storingsuren van het machinepark in de EVP zijn ook toegenomen. De gemiddelde bezetting van de rolstandaards spreekt voor zich.

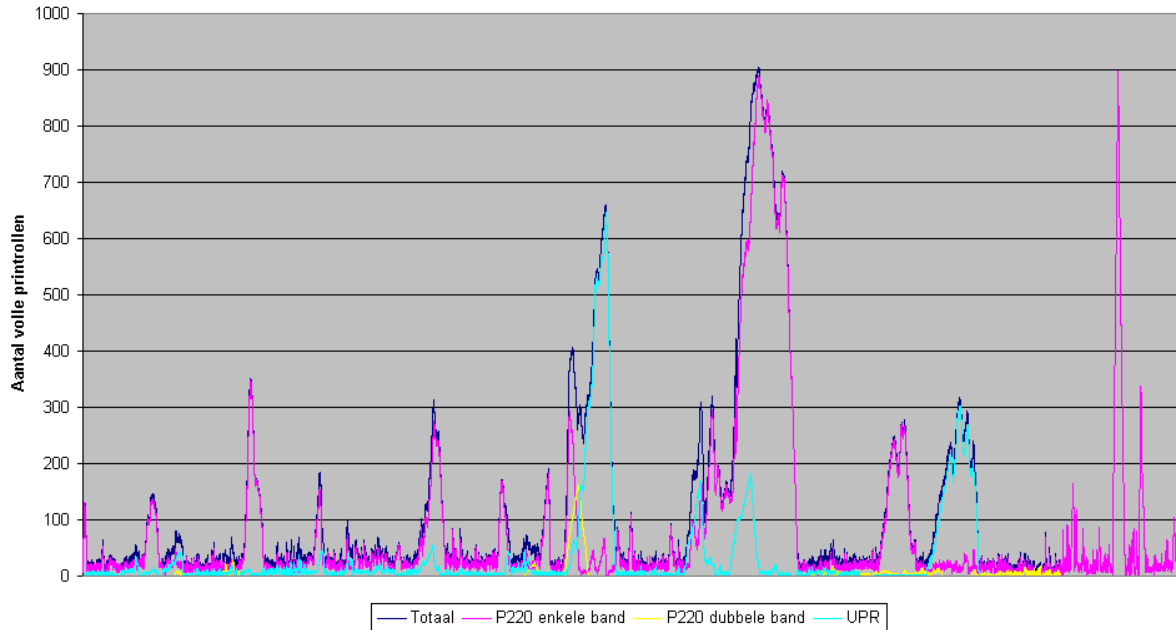
Totaal	P220 enkele band	P220 dubbele band	UPR
VERTROUWLIJK	VERTROUWLIJK	VERTROUWLIJK	VERTROUWLIJK



**Figuur 23a: Bufferontwikkeling na aanschaf 3 EVP-lijnen**

Te zien in figuur 23a is dat niet alle wachturen geheel worden weggenomen. In figuur 23b is meegenomen hoeveel printrollen er nog bij aangeschaft dienen te worden om de wachturen tot nul te reduceren. De reden dat de gemiddelde bezetting van de machines hierin niet wordt meegenomen in te begrijpen na het lezen van paragraaf V.1.

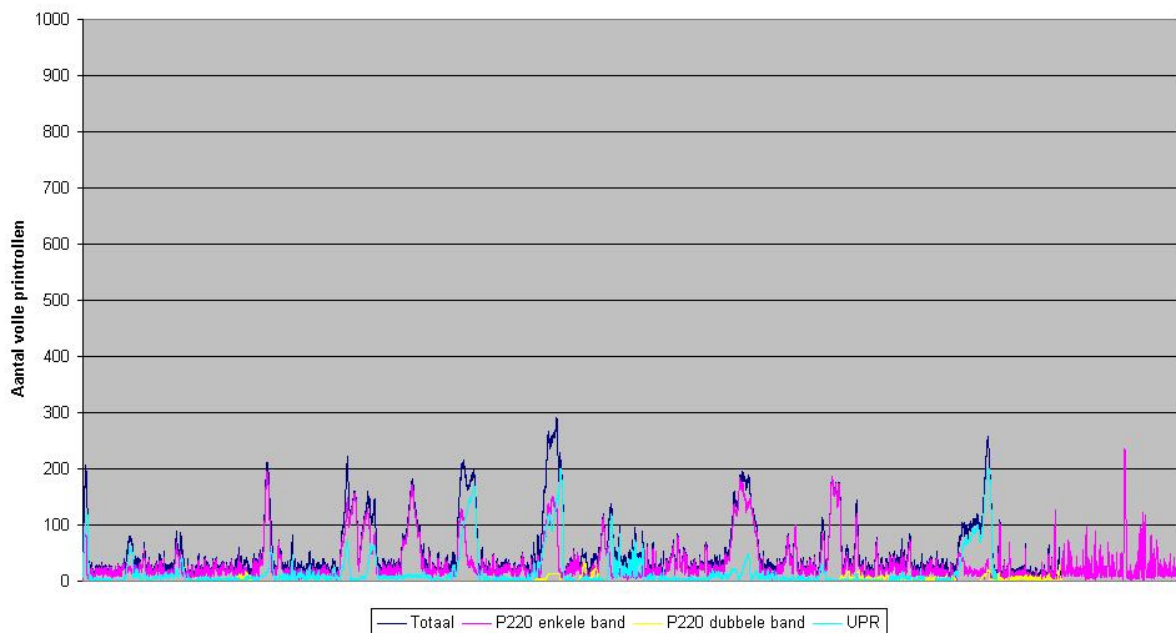
**Bufferontwikkeling rolstandaard**  
**groeienscenario 1: aanschaf printrollen + aanschaf drie EVP lijnen**



**Figuur 23b: Bufferontwikkeling na aanschaf 3 EVP-lijnen + aanschaf rolstandaards**

In figuur 23b is waar te nemen dat er voor een korte periode veel rolstandaards moeten worden aangeschaft. In paragraaf V.1 is te lezen dat het de investering niet waard is. Een betere oplossing zou zijn een investering in vier EVP lijnen, maar dan komt de bezetting van de machines te laag uit. Hiervoor zou dan een oplossing moeten gezocht worden van buitenaf, orders van concurrenten of van zusterondernemingen. Om ter vergelijking de bufferontwikkeling na aanschaf van vier EVP lijnen te laten zien is hieronder figuur 23c getoond.

**Bufferontwikkeling rolstandaards**  
**groeienscenario 1: aanschaf 4 EVP-lijnen**



**Figuur 23c: Bufferontwikkeling na aanschaf 4 EVP-lijnen**

### IV.3 Groeiscenario 2 – 50% EVP en 50% MVP toename

Het tweede scenario is een ander extreem geval net zoals in de vorige paragraaf, maar dan de andere kant op geredeneerd. De kans dat beide met hetzelfde percentage zullen gaan groeien is gering, maar niet uit te sluiten. Het orderpakket is op dezelfde wijze tot stand gekomen als bij groeiscenario 1, maar dan uiteraard in een andere samenstelling. Het verschil met het vorige groeiscenario is dat er een extra lijn in de MVP moet worden bijgeplaatst, omdat de nabewerkingslijnen in de MVP een gemiddelde bezettingsgraad van meer dan honderd procent vertonen. Met deze extra lijn is te zien dan de gemiddelde bezetting daalt per nabewerkingsmachine, maar de totale bezetting is toegenomen.

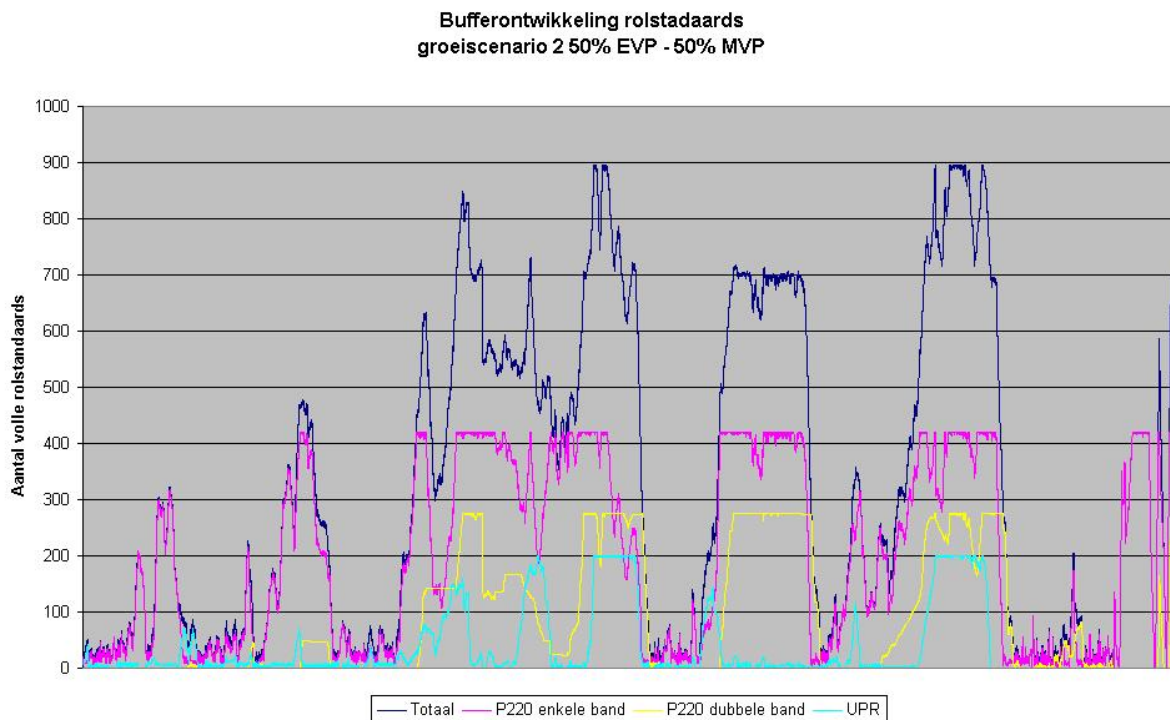
#### Bezetting

Drukkerij	Nabewerking	
Persen	EVP	MVP
VERTROUWLIJK	VERTROUWLIJK	VERTROUWLIJK

Om het verschil ter vergelijking nog eens weer te geven, is de totale gemiddelde bezetting in de MVP zonder groei VERTROUWLIJK en in groeiscenario 2 VERTROUWLIJK. Door de extra lijn, die is ingezet om extra capaciteit vrij te maken, is de gemiddelde rolstandaardbuffer afgenomen.

Totaal	P220 enkele band	P220 dubbele band	UPR
VERTROUWLIJK	VERTROUWLIJK	VERTROUWLIJK	VERTROUWLIJK

Er kan hieruit afgeleid worden dat er niet aan ontkomen zal worden een extra lijn in te zetten bij groei in de MVP. In het volgende hoofdstuk is de groei in de MVP geringer dan vijftig procent, maar ook daar zal blijken dat er een extra lijn ingezet moet worden. In de grafiek 24 van groeiscenario 2, is te zien dat er wachturen zijn voor de persen. Deze zijn niet weg te nemen met de aanschaf van rolstandaards, zoals eerder geconstateerd is.



**Figuur 24: Bufferontwikkeling groeiscenario 2**

Het capaciteitsprobleem wat ontstaat, is op te vangen met nog twee extra lijnen. Deze twee extra lijnen zullen in de EVP moeten worden ingezet. De volgende gemiddelde bezetting is waar te nemen.

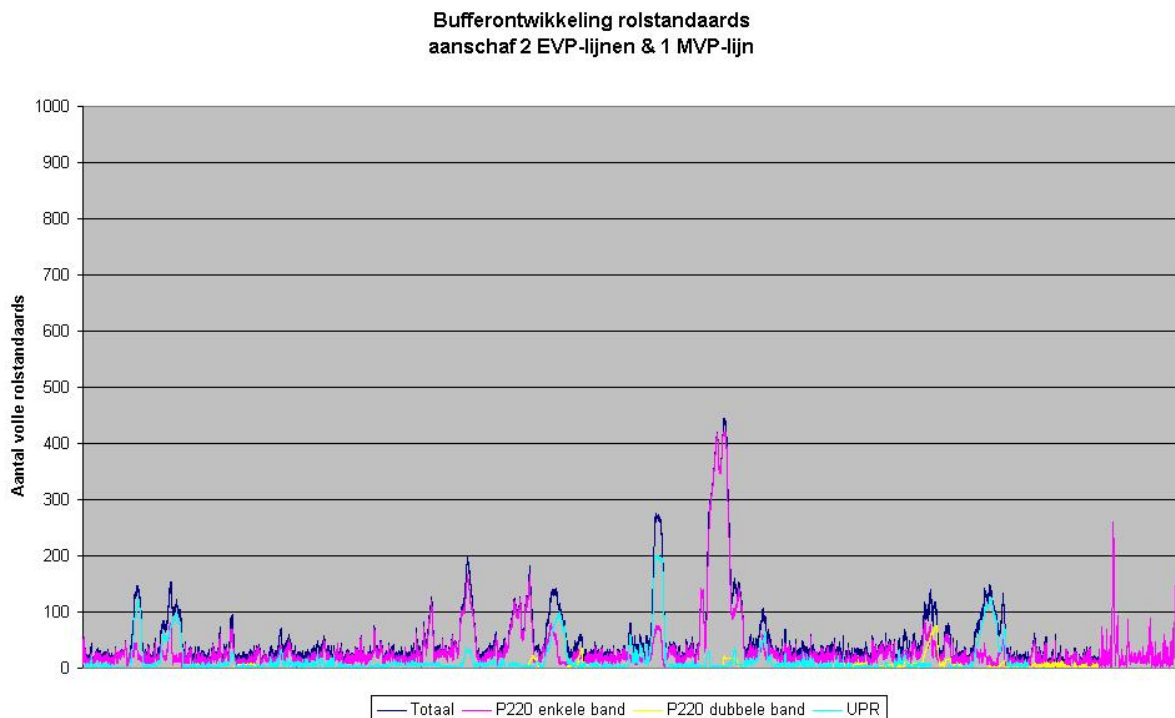
### Bezetting

Drukkerij	Nabewerking	
Persen	EVP	MVP
VERTROUWLIJK	VERTROUWLIJK	VERTROUWLIJK

De gemiddelde bezetting neemt uiteraard af in de EVP en blijft gelijk binnen de MVP en persen. Er is een drastische afname in gemiddelde bezetting van de rolstandaards te zien.

Totaal	P220 enkele band	P220 dubbele band	UPR
VERTROUWLIJK	VERTROUWLIJK	VERTROUWLIJK	VERTROUWLIJK

Grafisch is het nog duidelijker waar te nemen dat er een verbetering in de doorstroming is, zie grafiek 25. Er zijn nog maar een aantal kleine pieken te zien. Dit moet het vermoeden in uitbreiding in de nabewerking doen versterken en prefereren boven de aanschaf van rolstandaards.



**Figuur 25: Bufferontwikkeling na aanschaf 2 EVP-lijnen en 1 MVP lijn**

## **IV.4 Groeiscenario 3 – 65% EVP en 35% MVP toename**

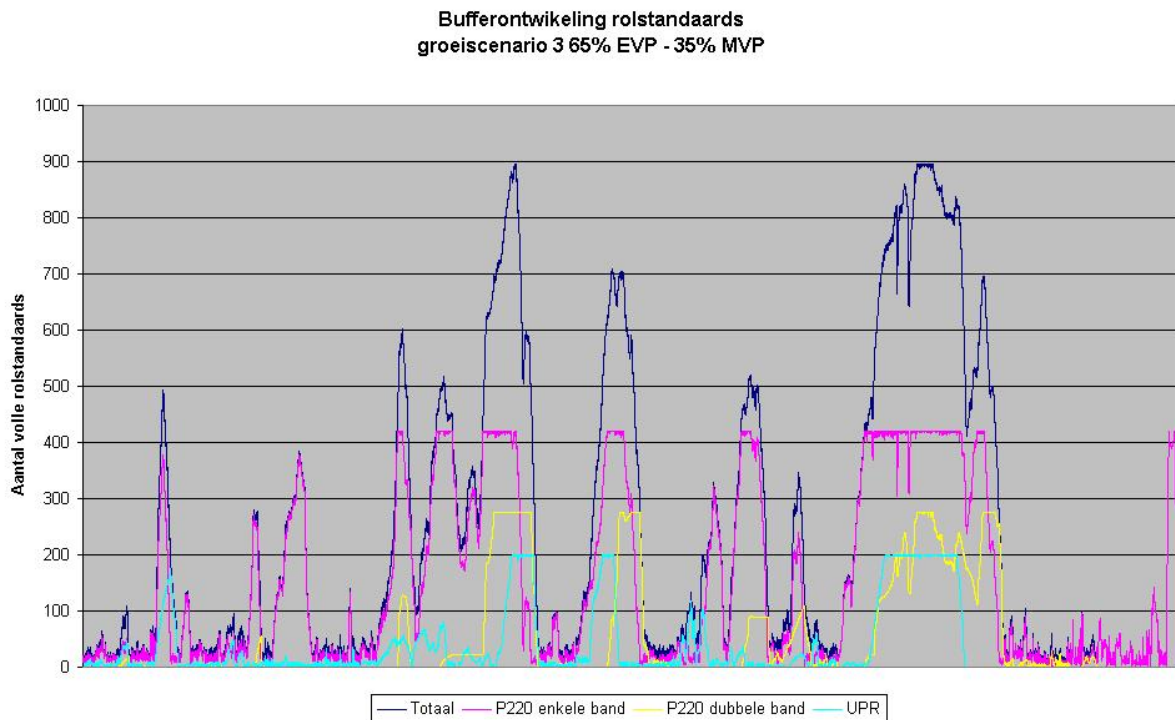
Tot slot is er voor een variant gekozen die het meest realistisch lijkt. Het groeiscenario 3 is hiermee de laatste variant die wordt onderzocht. Zoals in de vorige paragraaf al werd aangestipt, is het noodzakelijk een extra lijn in de MVP in te zetten. De bezettingsgraden van de MVP machines zijn in de huidige situatie aan hun max. Het orderpakket van dit scenario is op dezelfde wijze tot stand gekomen als bij de vorige, maar dan een andere samenstelling. De bezettingsgraden van alle machines zijn in verhouding met het vorige scenario niet veel anders. De volgende gemiddelde bezettingsgraden zijn na simuleren ontstaan.



### Bezetting

Drukkerij	Nabewerking	
Persen	EVP	MVP
VERTROUWLIJK	VERTROUWLIJK	VERTROUWLIJK

Het is niet verwonderlijk te noemen dat ook in dit scenario wachturen ontstaan voor de persen. In grafiek 26 is te zien hoe de buffer verloopt. Er mag aan de grafieken niet een te hoge waarde worden gehecht. Het zijn momentopnamen van een enkele simulatierun. Een andere run zou een iets ander beeld kunnen geven. Dit geldt eveneens voor de grafieken in de vorige paragrafen.



**Figuur 26: Bufferontwikkeling groeiszenario 3**

De gemiddelde bezetting van de rolstandaards is vergelijkbaar met die in de vorige paragraaf. Dit is logisch te noemen, omdat er evenveel machines werkzaam zijn. De reden dat de bezetting bij groeiszenario 3 hoger is komt door de samenstelling van het orderpakket.

Totaal	P220 enkele band	P220 dubbele band	UPR
VERTROUWLIJK	VERTROUWLIJK	VERTROUWLIJK	VERTROUWLIJK

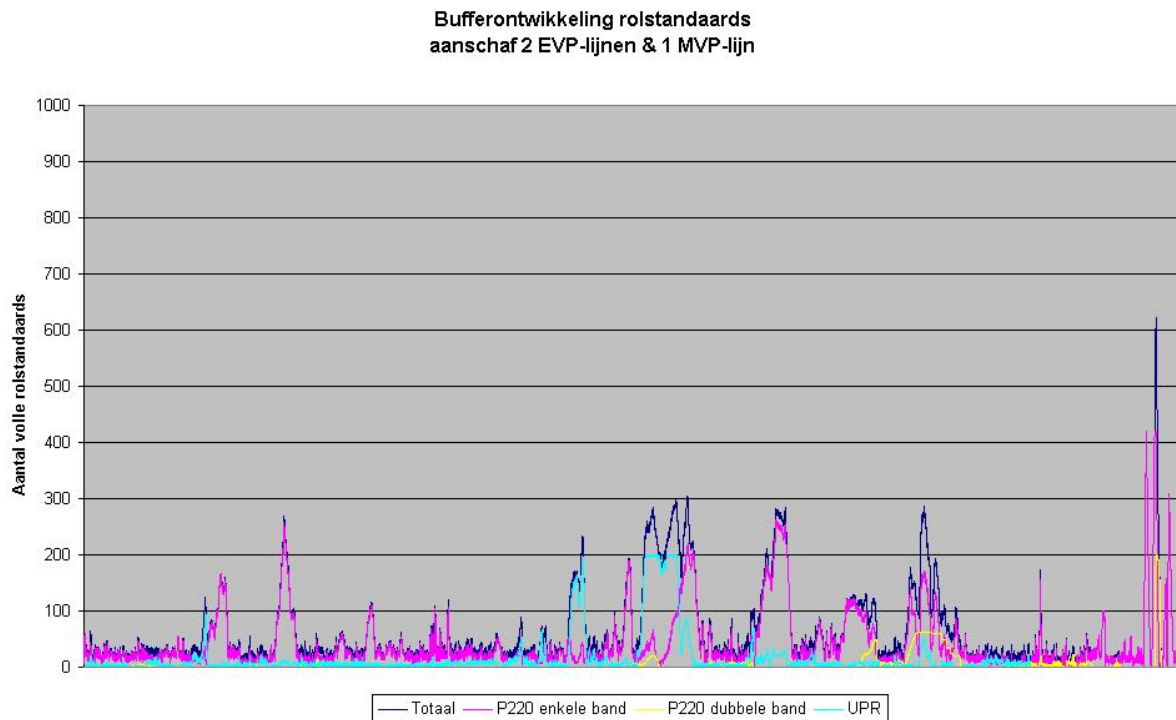
Net als in de vorige paragrafen is het noodzakelijk om uit te breiden in de EVP om de wachturen weg te nemen. Door twee lijnen in de EVP aan te schaffen is het wachturenprobleem op te vangen. De doorstroming van de rolstandaards neemt toe en de bezetting van de machines nemen iets af.

### Bezetting

Drukkerij	Nabewerking	
Persen	EVP	MVP
VERTROUWLIJK	VERTROUWLIJK	VERTROUWLIJK

Totaal	P220 enkele band	P220 dubbele band	UPR
VERTROUWLIJK	VERTROUWLIJK	VERTROUWLIJK	VERTROUWLIJK

In grafiek 27 is het goed zichtbaar hoe de rolstandaardbuffer zich ontwikkeld bij uitbreiding in de EVP met twee lijnen.



**Grafiek 27: Bufferontwikkeling na aanschaf EVP/MVP lijnen**

#### **IV.4 Pers 23 concluderend**

De drie groeiscenario's, die in de vorige paragraaf zijn uitgewerkt, zijn de drie meest interessante. De eerste twee zijn extreme gevallen van groei in respectievelijk de EVP en MVP. Het laatste groeiscenario is een scenario, dat volgens de verwachtingen van het marktbeeld zal gaan ontstaan. De huidige situatie is ter vergelijking met de groeiscenario's in de eerste paragraaf besproken en beschreven. Aan de hand van de huidige situatie en de groeiscenario's is het mogelijk een beeld te creëren over een mogelijke toekomstige situatie. Met dat beeld wat gecreëerd wordt, kan er een gevoel ontstaan over hoe er proactief gereageerd zou moeten worden in dergelijke situaties.

In alle groeiscenario's is duidelijk te zien dat de rolstandaardtekorten, welke reeds aanwezig zijn, na aanschaf van pers 23 niet minder zullen worden. Een oplossing is niet te vinden in het aanschaffen van rolstandaards. Er is een duidelijke aanwijzing dat de doorstroming moet worden verhoogd om op deze manier sneller rolstandaards vrij te krijgen. De doorstroming kan alleen worden verhoogd als de bottleneck wordt weggenomen. De bottleneck ligt binnen de nabewerking, omdat daar capaciteit tekort is. In de paragrafen over de groeiscenario's komt naar voren dat de rolstandaard tekorten weg zijn te nemen door het aanschaffen van drie lijnen. In het eerste groeiscenario drie EVP-lijnen en bij de andere twee groeiscenario's, twee lijnen in de EVP en één in de MVP. De voorkeur gaat uit naar rotatiesnijlijnen in de EVP en een verzamelhechttrommellijn in de MVP.

De manier waarop de verschillende situaties moeten worden gefinancierd wordt in het volgende hoofdstuk belicht. Samen met een bedrijfseconomische onderbouwing worden er suggesties gegeven over verschillende mogelijke investeringen. Per groeiscenario wordt aangegeven waar op gelet moet worden om het investeringsbedrag minimaal te houden en om tot een optimale doorstroming te komen.

# V De investering

In dit hoofdstuk gaat de aandacht uit naar het bedrijfseconomische aspect van de investering. Wat kost het om de wachturen te minimaliseren tegen minimale kosten? Er wordt getracht hier in de volgende paragrafen een antwoord op te vinden. De indeling van het vorige hoofdstuk wordt aangehouden, echter wordt de eerste paragraaf weggelaten. De drie paragrafen zullen de verschillende groeiscenario's financieel onderbouwen. Het doel van dit hoofdstuk is om aan te geven wat de investering per scenario zal zijn en eveneens zal er een goedkoper alternatief gegeven worden. Dit alternatief is echter geen betere oplossing met betrekking tot de doorstroming in de nabewerking.

## V.1 Groeiscenario 1 – 100% EVP toename

In het eerste groeiscenario is er tot de conclusie gekomen te investeren in drie EVP lijnen. Met deze drie lijnen is aangetoond dat de wachturen van de persen praktisch tot nul te reduceren zijn. Praktisch, omdat niet echt alle wachturen geheel worden weggenomen. Er zullen nog ongeveer tweehonderd wachturen overblijven op jaarbasis. In tabel 4 is te zien wat elke investering per jaar kost [Bas van de Kaa en Bob Peters, 2004].

	Investering 1	Investering 2	Investering 3
EVP-lijn	€ VERTROUWLIJK,-	€ VERTROUWLIJK,-	€ VERTROUWLIJK.-
Rolstandaards	€ VERTROUWLIJK,-	€ VERTROUWLIJK,-	€ VERTROUWLIJK.-
Onderhoud	€ VERTROUWLIJK,-	€ VERTROUWLIJK,-	€ VERTROUWLIJK.-
Oppervlakte ruimte	€ VERTROUWLIJK,-	€ VERTROUWLIJK,-	€ VERTROUWLIJK.-
Wachturen persen	€ VERTROUWLIJK,-	€ VERTROUWLIJK,-	€ VERTROUWLIJK.-
Extra kosten bezet. bemanning	€ VERTROUWLIJK,-	€ VERTROUWLIJK,-	€ VERTROUWLIJK.-
	€ VERTROUWLIJK,-	€ VERTROUWLIJK,-	€ VERTROUWLIJK.-
Kosten per jaar	€ VERTROUWLIJK,-	€ VERTROUWLIJK,-	€ VERTROUWLIJK.-

**Tabel 4: Kosten per jaar groeiscenario 1 – 100% EVP toename**

De kosten van de EVP-lijnen worden in 8 jaar afgeschreven. In de eerste rij van de tabel 4 staat het bedrag dat per jaar wordt afgeschreven. Dit zelfde geldt voor de rolstandaards. De kosten van onderhoud, oppervlakte, wachturen en extra bezetting bemanning zijn in de tabel per jaar weergegeven.

De tabel 4 geeft aan dat de meest interessante investering de investering in vier EVP lijnen is. Een combinatie tussen de eerste en tweede investering zou goedkoper kunnen uitvallen. De juiste ballans is te vinden door in eerste instantie drie lijnen aan te schaffen en dit te combineren met het lenen van rolstandaards van Roto Smeets Etten. De investeringen zoals hierboven beschreven zijn immers uiterste en geven een richtlijn voor wat de investering zal zijn. Eén van deze drie investeringen is pas interessant als er meer dan zevenhonderd wachturen ontstaan bij de persen door toename in de EVP.

## V.2 Groeiscenario 2 – 50% EVP en 50% MVP toename

In dit scenario is de investering in een MVP lijn noodzakelijk, omdat de bezetting van de andere lijnen te hoog zouden worden. Nu zijn er twee opties mogelijk. Optie één is de aanschaf van een snelle VHT lijn en optie twee is de aanschaf van een langzamere, maar betrouwbaardere MM301 lijn. In tabel 5 is weergegeven wat iedere investering kost.

	Investering 1	Investering 2
EVP-lijn	€VERTROUWELIJK,-	€ VERTROUWELIJK,-
MVP-lijn	€VERTROUWELIJK,-	€ VERTROUWELIJK,-
Onderhoud	€VERTROUWELIJK,-	€ VERTROUWELIJK,-
Oppervlakte ruimte (€118,- / m <sup>2</sup> )	€VERTROUWELIJK,-	€ VERTROUWELIJK,-
Wachturen persen	€VERTROUWELIJK,-	€ VERTROUWELIJK,-
Extra kosten bezet. bemanning	€VERTROUWELIJK,-	€ VERTROUWELIJK,-
	€VERTROUWELIJK,-	€ VERTROUWELIJK,-
Kosten per jaar	€VERTROUWELIJK,-	€ VERTROUWELIJK,-

**Tabel 5: Kosten per jaar groeiscenario 2 – 50% EVP toename 50% toename MVP**

In de tabel 5 is af te lezen dat investering 1 bijna de helft van investering 2 is. Dit is vooral te wijten aan de jaarlijkse onderhoudskosten van de VHT lijn. Deze lijn is wel sneller dan de MM301 lijn, maar is daardoor veel gevoeliger voor storingen en vergt dus regelmatig onderhoud en valt hierdoor duurder uit dan een MM301 lijn. De extra lijn die noodzakelijk is voor zowel groeiscenario 2 en 3, is nodig om productiecapaciteit te creëren. Deze lijn zal nooit volledig bezet zijn, maar meer functioneren als een noodlijn. De investeringen in tabel 4 en tabel 5 zijn gebaseerd op aankoop van nieuwe nabewerkingsmachines. Er kan gedacht worden aan occasions om op deze manier de investering te drukken. Naast de MVP-lijn moeten er ook twee EVP-lijnen worden aangeschaft om de wachturen van de persen weg te nemen. Het is raadzaam investering 1 uit tabel 5 te kiezen om de druk in de nabewerking weg te nemen en op deze manier de mogelijk te ontstane problemen in de toekomst weg te nemen.

### **V.3 Groeiscenario 3 – 65% EVP en 35% MVP toename**

In de vorige paragraaf kwam al aan bod dat de investering voor groeiscenario 2 gelijk is aan de investering voor groeiscenario 3. Er kan echter een overweging gemaakt worden om te investeren in drie EVP-lijnen. In eerste instantie lijkt een investering in twee extra lijnen genoeg, maar op enkele piekmomenten geeft het duidelijk meer lucht met een derde extra lijn. Er kan naast de investering in een derde extra lijn ook gedacht worden aan het planmatig afrollen van rolstandaards in de MVP en dit werk later handmatig in te leggen om op deze manier rolstandaards vrij te krijgen. Het planmatig afrollen van rolstandaards zou dan noodzakelijk zijn op piekmomenten.

### **V.4 Conclusie investering**

Geringe groei in de MVP zal betekenen dat er een investering gedaan moet worden. Er zal een extra lijn moeten worden aangeschaft. Deze lijn is er om extra capaciteit te creëren in de nabewerking. Met deze extra capaciteit zullen de wachturen van de persen nihil worden. Naast een investering in de MVP zal er een investering in de EVP noodzakelijk zijn, omdat in de huidige situatie blijkt dat de persen te lang stilstaan omdat er geen capaciteit vrij is binnen de afdeling nabewerking. Afhankelijk van de groei van de producten in de EVP, moeten er minimaal twee extra lijnen in de EVP worden aangeschaft. Alles bij elkaar opgeteld komt dat neer op een investering van €VERTROUWELIJK,-. Dit bedrag is gebaseerd op de aanschaf van drie nieuwe lijnen. Deze lijnen zouden eventueel tweedehands kunnen worden aangeschaft, om op deze manier de investering te drukken. De ruime zes ton geven een indicatie van de investering, omdat er meer simulaties moeten worden gedaan met een ander orderpakket en tevens een langere periode. Het onderzoek naar de mogelijke investering is wel gegrond, maar zal naar alle waarschijnlijkheid niet alle wachturen van de persen wegnemen. Nader onderzoek zal een zuiverder beeld geven.

# Appendix A

VERTROUWELIJK

# Appendix B

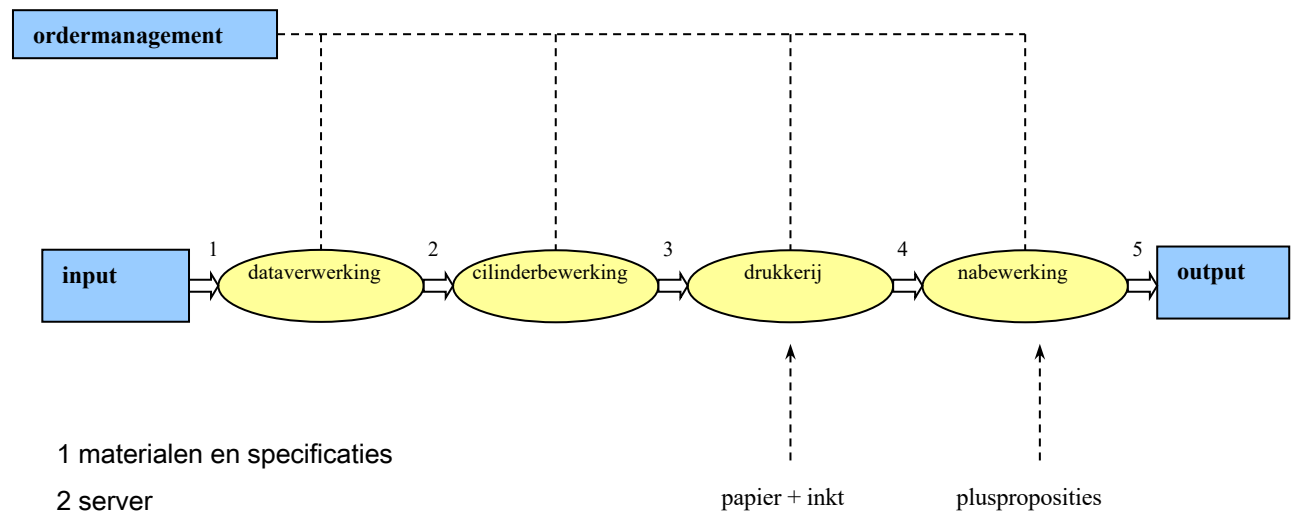
VERTROUWELIJK

# Appendix C

VERTROUWELIJK

# Appendix D

Hieronder is de schematische weergave van het bedrijfsproces weergegeven.



[Stefan Horstman & Jaap Visser, 2003]

# Verwijzing literatuur

Albert Kalma: (2002) *Intern Handboek Nabewerking 2002*

Bas van de Kaa en Bob Peters: (2004) *Bedrijfsopdracht RBK Productverslag*  
"De logistieke balans tussen drukkerij en nabewerking"

BedrijfsCase Rotosmeets Deventer: (2003) *Eindverslag*

BedrijfsCase Rotosmeets Deventer: (2003) *Bedrijfsproces*

Dr. M.C.M. de Gunst en prof. dr. A.W. van der Vaart: (2001) *Statistische Data Analyse*

Elmasri en Navathe: (2000) *Fundamentals of Database Systems*

F.J. Seinstra, H.E. Bal, H.J.W. Spoelder: (1998) *Future Generation Computer Systems*  
"Parallel simulation of ion recombination in nonpolar liquids"

Mark Allen Weiss: (1998) *Data Structures & Problem Solving Using*

Richard M. Fujimoto: (2000) *Parallel and Distributed Simulation Systems (blz. 45)*

Stefan Horstman & Jaap Visser: (2003) *Excellent nabewerken*