

Naar een bedrijfskundig verantwoord BPR-model

BUSINESS PROCESS REENGINEERING REVISITED

BUSINESS PROCESS REDESIGN OFTEWEL BPR, WAT WAS DAT OOK AL WEER? BIJGEZET BIJ TOTAL QUALITY MANAGEMENT EN ANDERE SCHIJNBAAR DOOR DE TIJD INGEHAALDE MANAGEMENTINZICHTEN? DE BASISGEDACHTE WAS NIET SLECHT: DE PRODUCTIEKETEN ORGANISEREN NAAR DE UITKOMSTEN VAN DE BEDRIJFSPROCESSEN, KANTELEN VAN DE ORGANISATIE ZODAT UNITS ZOVEEL MOGELIJK HET GEHELE PRODUCT MAKEN EN INTEGRATIE VAN DE GEHELE PROCESBEHEERSING. MAAR VOOR VEEL ORGANISATIES BLEEK HET TE VEEL INEENS, TE DRAMATISCH, TERWIJL SUCCES NIET ALTIJD WAS VERZEKERD. IS DAT REDEN HET HELE CONCEPT TE BLIJVEN AFWIJZEN? NEE. HERSTRUCTURERING IS NOG STEEDS MOGELIJK; BPR REVISITED.

Business Process Redesign - of kortweg BPR - is een managementopvatting die bij aanvang van de jaren '90 opkwam en zeer populair werd in wetenschappelijke en populair wetenschappelijke kringen. Kort gezegd kwam het op het volgende neer. Doordat bedrijven tijdens en na de periode van de wederopbouw een enorme groei hadden doorgemaakt om de toenemende vraag naar massagoederen te kunnen bevredigen, hadden zich conglomeraten ontwikkeld die vaak niet efficiënt waren als het ging om het tevreden stellen van de eisen van de consument. Bedrijven waren weinig flexibel met hun logge divisiestructuur. De productieketen is dikwijls opgedeeld in afzonderlijke units (inkoop, productie, verkoop). Het werk is gesplitst in korte taken die gemakkelijk kunnen worden aangeleerd (een verregaande vorm van arbeidsdeling in de traditie van Adam Smith). Het management is niet zelf opgeleid in de core business van de organisatie en stuurt met behulp van financiële rapportages (budgetten, kwartaalrapportages, et cetera). BPR stelt dat de productieketen juist weer dient te worden hersteld en dat georganiseerd dient te worden naar de uitkomsten van de bedrijfsprocessen. Kantel de organisatie en laat de units zoveel mogelijk het gehele product fabriceren. Integreer daarbij

meteen de gehele procesbeheersing (de cyclus van planning en control) en ook de omvangrijke stafafdelingen op dit gebied kunnen worden opgedoekt: een slagvaardige, afgeslankte firma is het resultaat.

BPR is niet de enige managementopvatting waarin wordt gezocht naar het verbeteren van de organisatie aan de hand van een set aan algemene verbeterregels. BPR staat in een traditie waarin wij onder meer de volgende managementtheorieën kunnen onderscheiden:

- ~ Het kwaliteitsdenken, Statistical process control en Six sigma: binnen deze opvattingen streeft men ook naar een programma waarmee de organisatie kan worden verbeterd. Hier is echter sprake van een geleidelijke verbetering van de kwaliteit van de bedrijfsprocessen, terwijl BPR een meer drastische vorm van herontwerp nastreeft.
- ~ Logistiek/werkstroommodellering: de logistieke keten of de klantorder wordt door de organisatie gevolgd. Vervolgens tracht men door middel van bestudering van de modellen tot een efficiënter model te komen. Hierbij wordt onder meer de plaatsing van het klantorderontkoppelpunt (KOO) onderzocht: is het mogelijk om processen te verhuizen naar een fase

voorafgaande aan of volgende op de klantorder? Tevens gaat men op zoek naar mogelijkheden tot parallelisatie van processen die synchroon kunnen worden uitgevoerd, wat kan leiden tot een aanzienlijke versnelling van de doorlooptijd.

- ~ Transactiekosten economie: hierbij worden de grenzen van de onderneming aan studie onderworpen en stelt men zich de vraag of bepaalde processen binnen of buiten de organisatie het meest efficiënt worden uitgevoerd. Met name in die situaties waarin de transactiekosten van uitbesteding laag zijn, is het aantrekkelijk om uit te besteden. De transactiekosten zijn laag wanneer het relatief gemakkelijk is om tot zaken te komen, bijvoorbeeld omdat de bijbehorende contracten en leveringen/diensten eenvoudig zijn en geen integraal deel uitmaken van het primaire proces van de eigen organisatie.
- ~ De sociotechniek: deze opvatting onderscheidt zich van de meer economisch georiënteerde theorieën doordat de sociotechniek eerst de 'quality of working life' wil verbeteren. Een meer efficiënte procesuitvoering volgt dan - volgens de sociotechnici - vanzelf. Het werk wordt met name georganiseerd rond zelfsturende teams.

Door Hammer is reeds in 1990 een duidelijke set aan algemene verbeterregels gedocumenteerd die de toepassing van BPR gemakkelijker kan maken (zie *figuur 1*).

figuur 1

Algemene verbeterregels volgens BPR

1	Organiseer rond uitkomsten, niet rond processen (creëer dus lange processen).
2	Laat degenen die de output van een proces gebruiken, ook het proces uitvoeren (bijvoorbeeld: laat de afdelingen hun eigen inkopen doen in plaats van aan de hand van een centrale inkoopafdeling).
3	Neem het vastleggen van informatie mee bij de werkzaamheden die bij het proces horen dat de informatie genereert.
4	Behandel geografisch verspreide productiefactoren alsof ze centraal zijn gelegen.
5	Voorkom dat tweemaal hetzelfde werk wordt uitgevoerd door twee separate afdelingen.
6	Integreer de procesbeheersing in het proces zelf.
7	Leg informatie eenmalig vast, en bij de bron.

De aanpak van BPR vereist een dramatische vorm van herontwerp en M. Hammer en J. Champy, de auteurs van het populaire boek *Reengineering the corporation: a manifesto for business revolution* (1995), definiëren BPR dan ook als: *'the fundamental rethinking and radical redesign of business processes to achieve dra-*

matic improvements in critical, contemporary measures of performance, such as cost, quality, service and speed.'

In een recente publicatie van Michael Hammer wordt BPR breder getrokken dan alleen de eigen organisatie en wordt gekeken naar optimalisatie over de gehele bedrijfskolom heen. Deze vorm van herontwerp heeft betrekking op het informatiebeheer en het slechts eenmaal uitvoeren van activiteiten binnen de gehele productieketen. Hiermee worden de transactiekosten van de organisatorische interfaces verlaagd. BPR heeft dan duidelijk elementen van de transactiekosten economie in zich opgenomen.

Is BPR nog steeds relevant? Is een dramatisch herontwerp te beheersen?

Juist door de dramatische aanpak kwam de weerstand op tegen BPR toen later in de jaren '90 bleek dat succes niet altijd was verzekerd. In toenemende mate wordt in de literatuur gewezen op de risico's die BPR-trajecten met zich meebrengen, zoals:

- ~ Empirisch onderzoek toont aan dat ondernemingen steeds minder bereid zijn de enorme risico's te dragen die BPR-trajecten met zich meebrengen.
- ~ Specifiek wordt door sommige auteurs in dit kader gewezen op het risico dat men loopt wanneer organisatieonderdelen worden weggesneden die schijnbaar geen waarde toevoegen.
- ~ De aanpak van een groot BPR-project blijkt onzeker. De argumentatie in Hammer (1995) is niet zeer sterk. Hoewel het concept van BPR helder wordt uiteengezet, wordt de toepassing van BPR op een ad-hocwijze afgedaan. Deze toepassing wordt namelijk beschreven in termen van *'recurring themes'* en *'commonalities'*, die kunnen worden aangetroffen bij organisaties die door een BPR-traject heen zijn gegaan. BPR wordt dus gedefinieerd aan de hand van gemeenschappelijke kenmerken van organisaties waar BPR is toegepast - een duidelijk voorbeeld van een cirkelredenering.

Als BPR inderdaad zulke grote risico's met zich meebrengt is de vraag gerechtvaardigd: is BPR thans nog steeds relevant? Is het mogelijk het gedachtegoed van BPR te behouden maar wel extra vangrails in te bouwen zodat de risico's van dramatisch herontwerp meer beheersbaar worden?

In dit artikel zullen we beargumenteren dat een vorm van BPR die is gebaseerd op weldoordachte procesmodellen en technieken uit de discipline van de management science/ operations research, nog steeds actueel is, zeker in het huidige bestel van economische

tegenwind. Deze kritische en bedrijfskundig verantwoorde toepassing van BPR zullen wij aanduiden als BPRR - Business process reengineering revisited.

In het navolgende zullen wij BPRR nader definiëren en zal BPRR verder worden uitgewerkt.

BPRR VERSUS BPR

Het falen van BPR is geen reden het gedachtegoed ervan volledig af te wijzen. Het is niet uit te sluiten dat het mogelijk is om objectief naar organisaties te kijken, deze organisaties te confronteren met een set 'verbeterregels' en vervolgens de verbeterde organisatie modellen voor te leggen aan de medewerkers en tot implementatie - de organisatieherstructurering - over te gaan.

Randvoorwaarde is dan wel dat dit op een gestructureerde wijze gebeurt. De hoofdlijnen van deze wijze van herontwerp staan samengevat in *figuur 2*.

figuur 2

BPRR in vogelvlucht

1	Er bestaat een algemene set aan verbeterregels. Deze regels zijn onder te verdelen in makkelijke en moeilijke verbeterregels.
2	BPRR maakt - in tegenstelling tot BPR - gebruik van technieken die afkomstig zijn uit de management science/operations research.
3	Veel vraagstukken die in het kader van BPR met onzekerheid zijn omgeven zijn analytisch oplosbaar te maken met behulp van wachtrijmodellen.
4	BPRR voegt risicoanalyse en methodes uit de <i>Statistical process control (SPC)</i> toe aan BPR.
5	De uitkomsten van het proces herontwerp worden voorgelegd aan de medewerkers. Hun mening wordt gepeild door hen afwegingen te laten maken.
6	De aldus verkregen preferentiestructuren worden niet alleen naar organisatorische unit of demografische kenmerken (oud - jong) maar ook naar samenhangende clusters geordend.
7	Organisatieherstructurering volgt op organisatieherontwerp.

We zullen nu ingaan op het tweede kenmerk - een bedrijfskundig verantwoorde vorm van herontwerp. Hiertoe maakt BPRR gebruik van specifieke modelleringstechnieken.

Het staat in principe iedereen vrij om op het ontwerp van de organisatie op die wijze te modelleren die hem of haar goeddunkt. Ten behoeve van BPRR dient wel een aantal zaken inzichtelijk te worden, die hieronder worden opgesomd:

~ De organisatie vervult een functie binnen een context. Het is van belang alle interactie die de organisatie heeft met partijen

in de buitenwereld (klanten, financiers, arbeidsmarkt, overheid, opleidingsinstellingen, et cetera) in kaart te brengen.

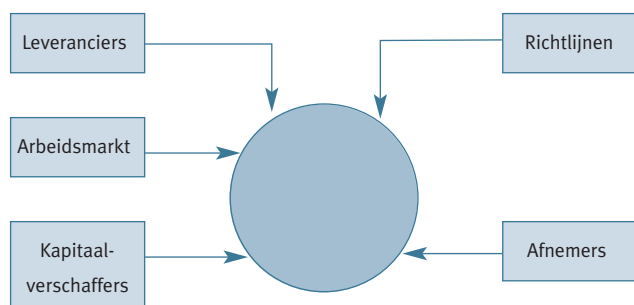
Hiervoor is een brede kijk op de omgeving van de organisatie vereist. Een deel van de interactie is inkomend (grondstoffen), een deel is uitgaand (gereed product, bijproducten). De organisatie binnen haar context kan tot uitdrukking worden gebracht door middel van een figuur (een Contextdiagram, zie *figuur 3*) of door middel van een opsomming op een lijst van alle instanties waar de organisatie mee te maken heeft. Het is van belang dat een organisatie met deze exercitie goed wordt afgebakend.

Het is zaak afstand te nemen van de manier waarop zaken nu zijn georganiseerd

- ~ De processen die de organisatie tot stand brengt om de inkomende interactie om te zetten naar uitgaande interactie, dienen op hoofdlijnen duidelijk te zijn. Definieer bij voorkeur een beperkt aantal hoofdprocessen die gezamenlijk het totale primaire proces van de organisatie afdekken.
- ~ Deze processen kunnen nader worden uitgewerkt in subprocessen en indien wenselijk tot op nog diepere niveaus. De mate van detaillering is afhankelijk van de wijze van de projectdoelstelling: wil men een evaluatie op hoofdlijnen dan volstaat een uitwerking op het niveau van hoofdprocessen en subprocessen. Beoogt men daarentegen een herstructurering tot op werkinstructieniveau, dan dient men tot op diepere niveaus door te exerceren.
- ~ Herontwerp houdt zich bezig met processen die los van hun implementatie in termen van taakomschrijving en organisatorische units (afdelingen, sectoren) zijn gedefinieerd. Het is dus zaak om afstand te nemen van de wijze waarop de zaken nu zijn georganiseerd. Het helpt om te denken in 'functies': welke functie vervult de organisatie als geheel en welke functies op deelgebieden zijn hierin te ontdekken?
- ~ De organisatie wordt ook beschouwd in termen van de orders en producten die door de organisatie stromen. Deze 'dynamische' visie staat in principe los van de 'statische' kijk op de organisatie in termen van processen. Deze dynamische modellering is niet alleen van toepassing bij productiebedrijven maar ook bij handelsbedrijven en projectmatige werkende organisaties. Zo kan een project door de processen marketing, acquisitiemanagement, contractmanagement en projectmanagement diver-

figuur 3

Prototype Contextdiagram



één-relaties gelegd kunnen worden. Alle relaties tussen producten en processen, risico's en processen, beheersmaatregelen en risico's, beheersmaatregelen en processen betreffen één-op-één-relaties.

De bovenbeschreven lijst geeft weer hoe topdown (van grof naar fijn) het organisatieontwerp in kaart wordt gebracht. Aan de top staat daarbij het Contextdiagram, waarvan een prototype is afgebeeld als figuur 3.

Op een lager detailniveau wordt de fysieke goederenstroom afgebeeld. Dit zou in feite voor elk type product separaat moeten gebeuren (het stroomdiagram betreft slechts een aspectsysteem, een deelverzameling van de organisatie als geheel). Een voorbeeld van een dergelijke figuur is afgebeeld als figuur 4.

se malen van status wijzigen. Hiertoe kan men bijvoorbeeld gebruik maken van stroomdiagrammen of toestandovergangdiagrammen.

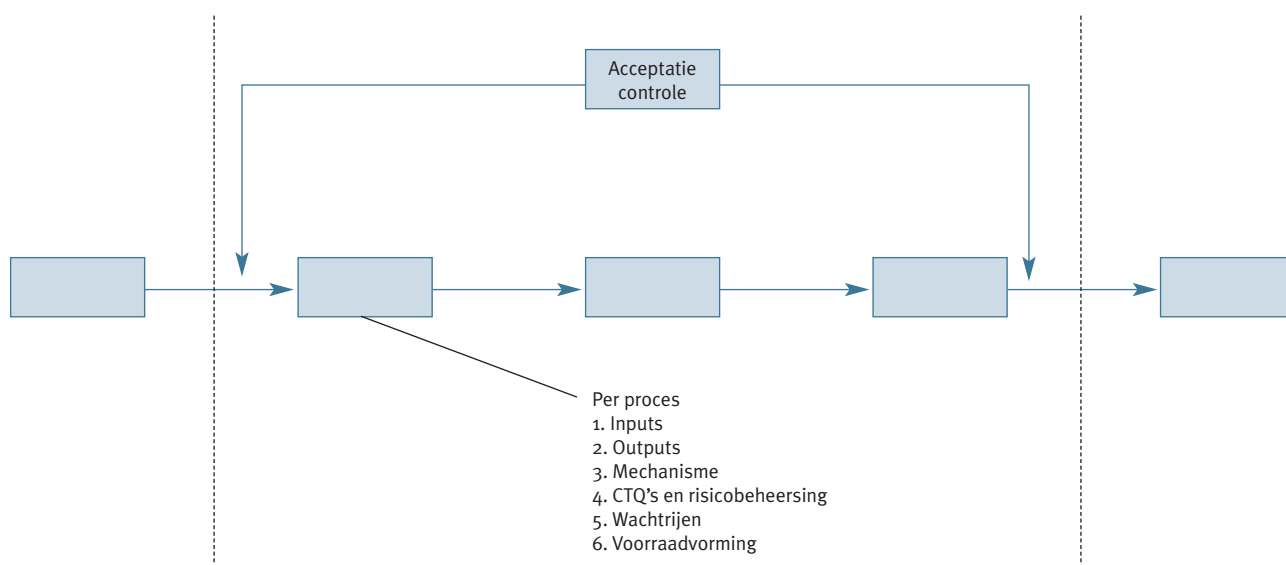
- ~ Processen worden op het laagste niveau beschreven. Deze beschrijving dekt de facetten: (1) inputs, (2) outputs, (3) mechanisme (of hoe worden de inputs omgezet tot outputs), (4) risico's of kritieke kenmerken van het proces (CTQ's: critical-to-quality) en risicobeheersing, (5) voorraden en wachtrijen.
- ~ Modellerings tools of databasetools kunnen handig zijn. Indien er sprake is van vele producten die door de organisatie stromen langs processen met meerdere inputs en meerdere outputs is het zaak om bij de modellering gebruik te maken van een databaseapplicatie waarin op een consistente wijze de vele één-op-

Merk op dat de figuur inzicht geeft in de grenzen van de organisatie (de verticale lijnen) en een eenvoudige procesgang afbeeldt (het pad splitst zich niet in subpaden die later weer op een logische wijze bij elkaar moeten komen). Wel is de risicobeheersing in de figuur geïntegreerd doordat staat aangegeven dat de inko-

Het aantrekkelijke van modellen is dat zij de werkelijkheid vereenvoudigen

figuur 4

Prototype stroomdiagram



mende en de uitgaande stromen worden onderworpen aan een acceptatiecontrole. Tevens staan de kenmerken genoemd voor de procesbeschrijving die op dit niveau opportuun is.

ALGEMENE HERONTWERPREGELS

Het aantrekkelijke van de modellen zoals die zijn beschreven is dat ze een vereenvoudiging van de werkelijkheid vormen. Aan de hand van deze modellen kunnen wij op zoek gaan naar mogelijkheden om het proces te verbeteren aan de hand van algemene herontwerpregels. De modellen bereiden de toepassing van deze regels voor doordat ze de nadruk leggen op aspecten van de organisatie (de processen, de wachtrijen, et cetera) die relevant zijn voor nader onderzoek.

Er zijn nog veel 'bloempjes van Catharina': controlemaatregelen die hun zin hebben verloren

Algemene herontwerpregels zullen uiteraard nooit alle mogelijkheden tot verbetering afdekken. Wel is het mogelijk om aan de hand van een literatuurstudie een lijst te maken van de regels die kennelijk dermate algemeen zijn dat ze in de relevante literatuur worden gepresenteerd als algemeen geldend. Maar deze regels sluiten niet uit dat er voor elk herontwerpproject ook specifieke regels zijn die tot verbetering kunnen leiden.

Deze algemene herontwerpregels zijn te groeperen aan de hand van de resultaten van onze modelleringsexercitie.

Processchema's en de procesbeschrijvingen:

- ~ *Profitability analysis*: voor elk proces wordt gecontroleerd of het waarde toevoegt. Dit kan onder meer door de vraag te stellen of het de klant zou schelen of het proces niet wordt uitgevoerd. Stappen die niet noodzakelijk zijn staan kandidaat om in het verbeterde procesontwerp te vervallen.
- ~ *Verlenging van de processen*: in principe is het gunstig om zo lang mogelijke processen te ontwerpen zodat er zo min mogelijk wisselingen zijn van team of werknemer. Deze stap herstelt een onderbroken productieketen en reduceert coördinatieoverhead. Wel moet worden beoordeeld of versnipperde processen min of meer toevallig zijn ontstaan (organische groei) of dat er een specifieke motivatie aan ten grondslag lag (bijvoorbeeld schaalvoordelen of het delen van kennis tussen functionele collega's).
- ~ *Parallellisatie*: het zo veel mogelijk parallel uitvoeren van processen bespaart tijd, behoudt de stroom van de producten door de organisatie, reduceert kosten en beperkt wachtrijen en voor-

raden. Wel moet ervoor worden gewaakt dat er geen sprake is van buitenproportionele coördinatieoverhead wanneer de parallelle stromen weer bij elkaar komen.

- ~ *Nieuwe processen voor kritische taken*: als bijvoorbeeld voorraadbeheer een kritische of een proportioneel dure activiteit is, ligt het in de rede specifieke nieuwe processen in te richten voor het voorraadbeheer.
- ~ *Risicoanalyse en de optimalisatie van de interne beheersmaatregelen*: het is profijtelijk de beheersmaatregelen zo veel mogelijk in te bedden in het proces zelf. Tevens dient op basis van een risicoanalyse te worden nagegaan of de beheerskosten worden gerechtvaardigd door de zwaarte van de risico's die ermee worden afgedekt. Het stelsel van interne beheersmaatregelen is typisch een systeem dat organisch groeit en waar bijgevolg potentieel ligt voor verbetermaatregelen. Controlemaatregelen die nog wel moeten worden uitgevoerd, maar die geen functie meer hebben worden wel aangeduid als 'bloempjes van Catharina', naar een verhaal rond de Russische Tsarina.

Parallellisatie bij de Nederlandse bloedbanken

Een voorbeeld van parallellisatie is waarneembaar bij de werkwijze van Nederlandse bloedbanken. Het donorbloed wordt bewerkt tot de bloedproducten die aan de ziekenhuizen worden geleverd. Daarbij wordt het bloed tevens getest (onder meer op het HIV-virus) en getypeerd (bloedgroep en resusfactor). Een eenvoudige productieketen zou bestaan uit de uitvoering van de testen en typeringen op het donorbloed, waarna het bloed - indien veilig - wordt bewerkt tot een eindproduct. De bloedbanken hebben er echter voor gekozen het laboratoriumwerk parallel uit te voeren aan de productie. Met behulp van informatiesystemen en aanvullende hulpmiddelen (etiketten, logistieke maatregelen rond routing en opslag) wordt bijgehouden of een bloedproduct veilig is of niet. Alleen veilige producten worden opgenomen in de goede voorraad. Het synchroniseren van het laboratoriumwerk en de productie is profijtelijk, aangezien de doorlooptijd van de productie hiermee aanzienlijk wordt versneld, wat met name voor producten met een beperkte houdbaarheid gunstig is. Voorts wordt het product slechts sporadisch afgekeurd; in die enkele gevallen is de productie dan 'voor niets' geweest.

Context diagram, de interactie met de omgeving:

- ~ Combinatie van de afhandeling van soortgelijke triggers: behandel een order die met een fax binnenkomt op dezelfde wijze als een order die via de telefoon binnenkomt. Dikwijls ontstaan vanzelf specifieke processen voor functioneel gelijkwaardige triggers. In het kader van BPR kan efficiencywinst worden geboekt door deze gezamenlijk af te doen.

- ~ Communicatie naar de buitenwereld: beperk de communicatie naar de buitenwereld tot een aanvaardbaar niveau. Ook deze communicatie kan als gevolg van organische groei op een onverantwoorde wijze uitgroeien.

Stroomdiagrammen:

- ~ Optimaliseer de wachtrijen en de voorraadniveaus: JIT, Just in time-levering, is een standaardvoorbeeld van deze verbeterregel. Een hogere mate van doorstroom heeft een zeer gunstige invloed op de efficiency gezien het geringe beslag dat wordt gelegd op de productiefactoren. Per proces geldt dat in principe een investeringsbeslissing gemaakt dient te worden ten aanzien van de capaciteit. Weegt de investering in een hogere capaciteit op tegen de kortere wachtrijen en de hogere doorloopsnelheid die ermee kan worden gehaald? Specifieke wachtijsmodellen kunnen deze analyse mogelijk maken.
- ~ Plaatsing van de (ont)koppelpunten: tracht waar mogelijk het traject van levering zo kort mogelijk te maken door enerzijds op voorraad te produceren en te assembleren en anderzijds administratieve handelingen zoveel mogelijk te verhuizen naar het after sales traject. Laat een klant niet wachten op een registrerende handeling, maar sluit de aanschaf af en verricht de administratieve handelingen batchgewijs op een later moment.

Laat de klant niet wachten op een registrerende handeling

Database met procesinformatie:

- ~ Monitor procesinformatie om verbeteringen die in het verleden zijn geïmplementeerd te evalueren. Het kan profijtelijk zijn om variatie toe te staan bij de uitvoering van de processen om ervaring op te doen met uiteenlopende procescondities. Hierbij moet dan wel worden bijgehouden welke condities leiden tot de meest efficiënte uitvoering.
- ~ Integreer het vastleggen van informatie met de uitvoering van de processen die deze informatie genereren. Leg informatie eenmalig bij bron vast. Bedrijfsbrede ERP-systemen of PSA-systemen (Professional service automation, ERP-pakketten voor dienstverleners) komen aan deze maatregel tegemoet doordat zij het mogelijk maken dat alle processen data uitwisselen met één applicatie.
- ~ Maak bij de uitvoering van de processen gebruik van informatie die reeds aanwezig is in de database. Belast bijvoorbeeld de klant niet bovenmatig door hem allerlei zaken tijdens een

transactie te vragen die reeds in de database zijn vastgelegd. Ook hier werken ERP- en PSA-systemen faciliterend.

- ~ Reduceer bij de uitvoering van de bedrijfsprocessen zo veel mogelijk de afhankelijkheid van informatie vanuit andere processen. In het meest extreme geval wachten twee processen op informatie van elkaar voordat deze processen kunnen worden voltooid (een 'deadlock').

Het gedrag van wachtrijen kan worden bestudeerd met behulp van simulatiemodellen

Net zoals de herontwerpregels zijn in te delen in specifieke en algemene regels, zo kunnen deze regels ook worden ingedeeld in 'gemakkelijke' en 'moeilijke' regels. Met name de regels die samenhangen met de evaluatie van wachtrijen in relatie tot de investering in extra productiemiddelen en de risicobeheersing zijn te typeren als 'moeilijke' regels. Hierna zullen wij de problematiek op deze terreinen nader toelichten voor de wachtrijsmodellen en voor de risicobeheersing.

DE PLAATS VAN WACHTRIJSMODELLEN

Met de wachtrijs Theorie kunnen vraagstukken worden behandeld die van toepassing zijn op de doorloopsnelheid van de producten. Tevens faciliteert het de investeringsanalyse ten aanzien van de inzet van extra hulpbronnen (medewerkers, ruimtes, machines). Wij krijgen dan immers antwoord op vragen als: welke reductie in wachttijd kan worden behaald als een extra machine wordt ingezet om een productiestap uit te voeren?

Het gedrag van wachtrijen kan worden bestudeerd met behulp van simulatiemodellen. Hierbij modelleert men de proceslay-out (de productiestappen en de routing hiertussen) binnen een simulatiepakket. Vervolgens wordt per bouwsteen het gedrag bepaald. Dit kan bijvoorbeeld een aankomstproces zijn van klanten waarbij gemiddeld elke vijf minuten een klant arriveert, volgens een bepaalde statistische verdeling. Ook de productiestappen zullen gedefinieerd moeten worden aan de hand van de statistische verdeling van de doorlooptijd van de productiestap en in termen van capaciteit (aantal productiestations of servers).

Afgezien van simulatiemodellen kan een grote variëteit aan wachtrijsmodellen ook worden gemodelleerd met behulp van de 'matrixmethode'. Deze wordt in het navolgende kader nader uitgewerkt. (De toepassing hiervan vereist wel enige kennis op het gebied van lineaire algebra).

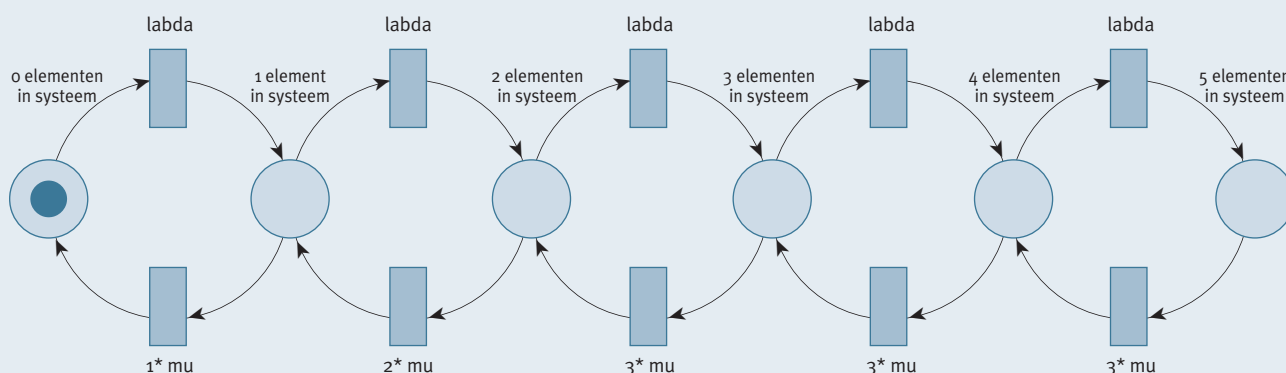
Matrixmethode voor wachtrijproblematiek

De matrixmethode is geschikt voor bijna alle in de literatuur beschreven 'M/M/s wachtrijen', dat wil zeggen: wachtrijen met aankomst en servicepatronen die zijn op te vatten als Markov-ketens.¹ Wij zullen de matrixmethode illustreren aan de hand van een M/M/3/5 wachtrijstelsel, dat wil zeggen een proces met drie servers, een systeemcapaciteit van vijf plaatsen (dus, naast de bezetting van de drie servers, twee wachtplaatsen) en Markov-processen voor aankomst en service.

De wachtrij kan worden geïllustreerd met behulp van een Petri-net.

figuur 5

M/M/3/5 wachtrij



De plaatsen (weergegeven met de cirkels) geven van links naar rechts de systeemstatussen aan die corresponderen met 0 tot en met 5 elementen in het systeem. Met een aankomstsnelheid (λ) gaat het systeem naar een rechts gelegen status met één extra element in het systeem. Met een service-snelheid (μ) vermenigvuldigd met het aantal bezette servers² gaat het systeem naar een links gelegen status met één element minder in het systeem. Deze snelheden zijn te vertalen naar een matrix Q waarin wordt aangegeven met welke snelheid het systeem van de ene status overgaat in de andere status. Hierbij zijn als parameters gehanteerd: $\lambda = 1/6$ per minuut (dus gemiddeld elke zes minuten een aankomst), $\mu = 1/5$ per minuut (dus een gemiddelde serviceduur van 5 minuten).

figuur 6

Intensiteitsmatrix van een M/M/3/5 systeem met $\lambda = 1/6$ en $\mu = 1/5$ (singulier; determinant = 0)

Intensiteitsmatrix met 3 servers en 2 wachtplaatsen

Van \ Naar:	0	1	2	3	4	5
0	-0,17	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00
1	0,20	-0,37	0,17	0,00	0,00	0,00
2	0,00	0,40	-0,57	0,17	0,00	0,00
3	0,00	0,00	0,60	-0,77	0,17	0,00
4	0,00	0,00	0,00	0,60	-0,77	0,17
5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,60	-0,60

Uit de tabel valt bijvoorbeeld af te lezen dat het systeem met een snelheid van 0,17 (= $\lambda = 1/6$) overgaat van een status met 0 elementen in het systeem naar een status met één element in het systeem. Tevens is af te lezen dat het systeem bijvoorbeeld overgaat van 2 elementen in het systeem naar 1 element in het systeem met een snelheid die gelijk is aan 0,4 (= twee maal μ). De hoofddiagonaal wordt zodanig berekend dat de som van de elementen op een rij gelijk is aan 0. De diagonaal die boven de hoofddiagonaal ligt geeft het aankomstproces weer (constant gelijk aan λ); de diagonaal die onder de hoofddiagonaal is gelegen geeft het serviceproces aan (het aantal bezette servers maal μ). Merk op dat dit serviceproces aangroeit tot driemaal μ , en vanaf dat moment constant blijft (0,60); er zijn immers slechts drie servers beschikbaar.

Indien wij de intensiteitsmatrix aanduiden met Q en de steady-state waarschijnlijkheden aanduiden met p (p geeft de fractie van tijd aan waarin het systeem in elke status is), kunnen wij de waardes voor de steady-state afleiden aan de hand van de matrixvergelijking (met o de vector met o -waardes):

$$o = Q'p$$

In deze vergelijking staat in feite dat de steady-state gekenmerkt wordt door de situatie dat de instroom in elke status gelijk is aan de uitstroom uit elke status, ofwel: instroom = uitstroom.

Tevens geldt, per definitie: Som (p)=1

Het stelsel is oplosbaar door de vergelijkingen te combineren tot (met $oa = [0, 0, 0, 0, 0, 1]'$ en $Q'a$ gelijk aan Q' met enen op de laatste rij):

$$oa = Q'a'p \text{ en dus:}$$

$$p = (Q'a')^{-1} oa$$

In ons voorbeeld is $Q'a$:

figuur 7

Intensiteitsmatrix van een M/M/3/5 systeem met $\lambda = 1/6$ en $\mu = 1/5$, getransponeerd en aangepast (niet langer singulier; determinant = -0,04)

Van \ Naar:	0	1	2	3	4	5
0	-0,17	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00
1	0,17	-0,37	0,40	0,00	0,00	0,00
2	0,00	0,17	-0,57	0,60	0,00	0,00
3	0,00	0,00	0,17	-0,77	0,60	0,00
4	0,00	0,00	0,00	0,17	-0,77	0,60
5	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Na inverteren en vermenigvuldigen met oa komen wij tot de steady-state p :

figuur 8

Steady-state p

Steady-state	p	State maal p
0	0,43	0,00
1	0,36	0,36
2	0,15	0,30
3	0,04	0,13
4	0,01	0,05
5	0,00	0,02
Totaal	1,00	0,85

Uit de steady-state vector p kunnen wij afleiden dat het systeem 43 procent van de tijd nul elementen bevat, in 36 procent van de tijd één element, etcetera. Hiermee kunnen wij afleiden dat er gemiddeld 0,85 elementen in het systeem aanwezig zijn. De gemiddelde verblijfsduur in het

systeem is gelijk aan $0,85 / \lambda = 5,1$ minuten.³ Hiervan bedraagt de serviceduur $1 / \mu = 5$ minuten. Daarmee is de wachttijd in de wachtrij gelijk aan 0,1 minuut, ofwel zes seconden.

Extra investeringen in productiecapaciteit zal de wachttijd doen afnemen. In hoeverre de reductie in wachttijd opweegt tegen de extra kosten hiervan kan nagegaan worden door het model voor verschillende waardes van het aantal servers door te rekenen. Tevens kan het effect van desinvesteringen worden gekwantificeerd. Calculeren wij het model opnieuw door voor twee servers, dan neemt de wachttijd toe tot 51 seconden.

Het model is uitbreidbaar naar systemen die niet alleen worden gekenmerkt door een beperkt aantal beschikbare plaatsen in het systeem (zoals 5 in bovenstaand voorbeeld) maar ook door een beperkt aantal elementen dat potentieel kan toestromen (bijvoorbeeld een beperkt aantal machines dat kan 'toestromen' naar servicemonteurs). Ook kunnen systeemafhankelijke servicetijden worden verwerkt (het verschijnsel dat caissières sneller kunnen werken wanneer de rij langer is). Wel zijn deze modellen beperkt tot Markov-processen voor aankomst en service en de evaluatie per wachtrij: er wordt dus geen productieketen geanalyseerd met een wachtrij voorafgaande aan elke productiestap.

Met simulatie kunnen meer complexe wachtrijmodellen worden geanalyseerd. Simulatie is een vak op zichzelf. In *figuur 9* wordt een overzicht geschetst van de stappen waarmee een simulatieproject gepaard gaat. Naast het vertalen van het organisatieprobleem naar een simulatieprobleem (zie de stappen S1 tot en met S3) zijn er meer technische stappen te onderscheiden die samenhangen met de beheersing van het model, de verificatie (werkt het simulatiemodel conform de specificatie; zitten er geen programmeerfouten in?), de validatie (levert het basisscenario de uitkomsten die wij verwacht hadden?) en de animatie. Met name de animatie van het model kan soms bijzonder geavanceerd zijn (blikjes cola die verpakt worden en vervolgens op pallets worden gezet, onder verschillende camerahoeken). Bedrijfskundig is de analyse van de output en de gevoeligheidsanalyse het meest interessant. Voorzichtigheid is hier echter geboden: de statistiek die hierbij komt kijken is niet eenvoudig!⁴

figuur 9

Projectplansimulatie

Stap	Omschrijving	Product
S1	Het ontwerp van de lay-out	Lay-out
S2	Het verbinden van de blokken met routes	Gerouteerde lay-out
S3	Vaststellen van de systeemp parameters	
S4	Ontwerp van de simulatie control-objecten	Ingericht simulatiemodel
S5	Verificatie	Geverifieerde simulatie
S6	Validatie	Gevalideerde simulatie
S7	Animatie	Geanimeerde simulatie; simulatie output
S8	Analyse van de output	
S9	Gevoeligheidsanalyse en scenario's	Scenario's voor verbetering

Een recente visie op wachtrijen maakt gebruik van uitkomsten uit de sociale wetenschappen, waarbij de nadruk niet zozeer ligt op de reële wachttijd maar op de wachttijd zoals de wachtende die waarneemt. Hier liggen kansen: het is in veel situaties makkelijker om de perceptie van de wachttijd te verbeteren dan de wachttijd zelf. Enkele uitkomsten zijn onder meer:

- ~ Stem verlichting en temperatuur af op de taken waarop men wacht. Maak de wachtkamer dus niet veel lichter of warmer dan de kamer van de dokter zelf.
- ~ Kleurstelling: volgens sommige studies leiden 'warme' kleuren (rood, oranje, geel) tot langere gepercipieerde wachttijden dan 'koele' kleuren (blauw, groen).

- ~ De progressie van de wachtrij moet 'eerlijk' zijn, een bevestiging van de haatgevoelens die iedereen voelt als op zaterdagochtend in een volle bakkerswinkel iemand voor zijn beurt gaat. Ook speciale eerste klas check-in balies op luchthavens zijn velen een doorn in het oog.
- ~ De lay-out moet erop gericht zijn dat de wachtende de progressie van de wachtrij kan volgen. Als je niet weet hoelang je nog moet wachten duurt wachten gevoelsmatig langer.
- ~ De perceptie moet bestaan dat de organisatie er alles aan doet om de wachttijd te verkorten; er mag geen ongebruikte controle over de wachtrij zijn. Omgekeerd is het een gruwel als er vrije balies zijn en er potentiële baliemedewerkers in zicht zijn die duidelijk geen werk onder handen hebben.

Wachten

Pretparken hebben als geen andere sector studie gemaakt van de perceptie van wachten. Zo trachten pretparken het publiek in de wachtrij te vermaken met clowns en allerhande (Disney) mascottes. Dit is een relatief goedkope wijze om de gepercipieerde wachttijd te verkorten zonder dat de reële wachttijd wordt verkort. De klantsatisfactie stijgt er wel door. In een pretpark in Apeldoorn staat doorgaans een wachtrij voor het reuzenrad, terwijl deze nog lege gondels bevat. Een ergerlijk voorbeeld van ongebruikte controle over de wachtrij? Gelukkig is er een groot bord geplaatst waarop staat: 'Jules geeft ongelukken geen kans. Lege bakjes zijn voor de balans.'

DE PLAATS VAN STATISTICAL PROCESS CONTROL (SPC)

Wanneer met de inzet van schaarse productiemiddelen een gehele productieketen moet worden beheerst is het voor de hand liggend om terug te grijpen op goede afwegingen ten aanzien van de inzet van controlemiddelen en waar mogelijk gebruik te maken van steekproefmethodieken.

Vanuit een risicoanalyse wordt inzicht verkregen in de mate van risico waar elk proces mee te maken heeft. In principe kunnen vier soorten risico's worden onderscheiden:

- ~ *Productrisico's*: er gaat iets mis met de productie waardoor het product niet meer voldoet aan de kwaliteitsstandaarden.
- ~ *Bedrijfsrisico's*: het proces is kritisch voor het bedrijf. De maatregelen van interne controle zijn met name gericht op het afdekken van deze bedrijfsrisico's door middel van maatregelen als het scheiden van verantwoordelijkheden, veilige systemen en onafhankelijke verificatie.
- ~ *Werknemersrisico's*: sommige processen kunnen gevaarlijk zijn voor de lichamelijke of geestelijke gezondheid van de werknemer.

~ *Omgevingsrisico's*: sommige processen kunnen schadelijk zijn voor het milieu of de omgeving waarin het bedrijf functioneert. Zo kan een transportbedrijf risico's met zich meebrengen voor de overige weggebruikers zodra het transport onder onveilige condities plaatsvindt.

Risico's worden zichtbaar zodra deze gestructureerd in kaart zijn gebracht en zijn gekoppeld aan de processen. Vervolgens kan de keuze van beheersmaatregelen afgestemd worden op de aard en de omvang van de risico's.

Het herontwerp moet een beter systeem opleveren en worden geaccepteerd door medewerkers

Wij onderscheiden drie typen beheersmaatregelen:

1. *Preventieve beheersmaatregelen*: deze maatregelen voorkomen dat het risico optreedt, bijvoorbeeld getraind en geïnstrueerd personeel, onderhoudsprogramma's voor de machines, standaardwerkvoorschriften en een algeheel gezond arbeidsklimaat.
2. *Detectieve maatregelen*: deze maatregelen detecteren gevaarlijke situaties zodra deze optreden, zoals brandmelders en specifieke procesinformatie.
3. *Loss control maatregelen*: deze maatregelen beperken de schade als het risico eenmaal schade heeft opgeleverd. Tot deze categorie behoren noodprocedures, rampenplannen en verzekering.

Een optimale set aan beheersmaatregelen is gericht op twee zaken:

1. De mate van beheersing is proportioneel met de omvang van risico: dus minder beheersing voor kleine risico's, meer beheersing voor de grote risico's.
2. Per risico wordt een mix ingezet van preventieve, detectieve en loss control maatregelen.

Het inrichten van een database met procesinformatie, gekoppeld aan informatie ten aanzien van risico's en incidenten is een eerste stap naar een verbeterd ontwerp. Daarnaast vraagt een effectieve beheersing de inrichting van bovenstaande maatregelen, waarbij de toepassing van detectieve maatregelen (het monitoren van procesinformatie) een meer continu karakter draagt, terwijl het evalueren (en waar nodig herinrichten) van de preventieve en loss control maatregelen een meer projectmatig karakter draagt.

Voor het monitoren van procesinformatie is de Statistical process control (SPC) theorie relevant. Bekend zijn bijvoorbeeld de Shewhart diagrammen waarop de gemiddelden van kritische procesvariabelen (gemeten aan de hand van controlebatches) worden uitgezet. Hierbij worden tevens lijnen uitgezet aan de hand waarvan kan worden afgelezen of de gemiddelde waarden binnen de waarschuwingslijnen liggen of daarbuiten. In het meest extreme geval liggen de gemiddelden buiten de action limits. In dergelijke gevallen is het proces niet langer in control en is bijsturing vereist.

Een kosteneffectieve inzet van SPC vereist steekproeftechnieken zodat voldoende conclusies kunnen worden getrokken uit een beperkte waarneming. Een literatuur survey op dit gebied toont aan dat de handboeken op het gebied van SPC en audit een streng onderscheid maken tussen attributieve en variabele steekproefmethodes. Dit sluit aan bij het idee dat een procesvariabele ofwel wordt gemeten op een ratioschaal (standaardvoorbeeld: nettovulgewicht van potten verf of pindakaas) ofwel een binaire Ja/Nee variabele is.

Dit is een beperkte blik. In het kader van BPR is een gecombineerde methode voor de hand liggend aangezien wij geïnteresseerd zijn in de afwijkingen die processen vertonen. De metingen waarmee wij dan worden geconfronteerd, zullen bestaan uit een serie nullen (wanneer geen afwijking is geconstateerd) en een serie getallen - positief of negatief - wanneer een afwijking is geconstateerd. Hiermee is een gecombineerde setting beschreven die ook met een gecombineerde methode moet worden aangepakt. Vanuit de handboeken voor de financiële audit wordt in dit kader de guldenrangnummermethode (of: Dollar unit sampling) gepresenteerd. Een meer algemeen model is reeds in 1977 ontwikkeld door W.L. Felix en R.A. Grimlund. Dit model heeft tot op heden echter nog weinig toepassing gevonden.

DE MEDEWERKER: PREFERENTIESTRUCTUREN

Volgens de auteur Peter Checkland (auteur van het boek *Soft systems methodology in action*) moet organisatieherontwerp zowel 'systematically desirable' zijn alsook 'culturally feasible': het herontwerp moet dus een beter systeem opleveren waarmee de organisatie aan de klantvraag tegemoet komt, maar het herontwerp moet ook worden geaccepteerd door de eigen medewerkers. Economisch geformuleerd betekent dit dat het eerste aspect moet worden geoptimaliseerd onder de randvoorwaarde van het tweede aspect. Meet dus de acceptatie van verschillende uitkomsten van het herontwerpproces.

Cruciaal voor het peilen van de meningen is dat men ervoor moet oppassen het paard van Troje binnen te halen en men geconfronteerd wordt met vérgaande en mogelijk tegenstrijdige randvoorwaarden die door de medewerkers worden opgelegd. Dit verschijnsel is te verhelpen door medewerkers afwegingen te laten maken. De uitwerkingen van verschillende uitkomsten van

herontwerp worden aan de medewerkers voorgelegd. Aan de medewerkers wordt gevraagd om deze te rangschikken naar voorkeur. Het is mogelijk om de herontwerpscenario's af te drukken op kleine kaartjes ('vignettes'). De medewerkers wordt vervolgens gevraagd deze te rangschikken: het beste model wordt boven gelegd, het slechtste model onder; ook voor het tussentraject wordt de mate van voorkeur gevolgd. De rangorde die ontstaat wordt vastgelegd op een formulier.

Op deze wijze krijgt men informatie die niet alleen betrekking heeft op de eisen en wensen van de medewerkers maar ook in de hiërarchie van eisen en wensen. In plaats van een situatie waarin geldt: 'alles is belangrijk', krijgen wij een prioriteitenlijst van behoeften. De statistische techniek die zich hier bij uitstek voor leent is de conjunctieanalyse. Met behulp van conjunctieanalyse kunnen wij per medewerker een inschatting maken met betrekking tot de factoren die van belang worden geacht, en de factoren die voor de medewerker neutraal zijn.

Casus medisch specialisten en onderzoek van preferenties

In het kader van het herontwerp van de huisvestingfunctie van medisch specialisten en arts-assistenten van een groot academisch ziekenhuis kwamen de volgende punten naar voren:

- ~ Aan een eigen, kleine, werkplek op het stafareaal wordt door de meeste artsen duidelijk de voorkeur gegeven boven een gedeelde maar ruimere 'flexplek'.
- ~ Per kamer wordt een inrichting geprefereerd met liefst één of hooguit twee werkplekken.
- ~ Concessies wil men doen ten aanzien van algemene functies als de beschikbaarheid van archiefruimte, een afdelingsbibliotheek, et cetera.

PREFERENTIES ZIJN TE AGGREGEREN

Voorstanders van een specifieke vorm van organisatieherontwerp kunnen latent aanwezig zijn binnen de meer manifeste groepen zoals afdeling, sector, leeftijdscategorie, et cetera. Waar de stem van de voorstanders kan verdwijnen indien langs deze dimensies wordt geaggregeerd kan deze juist naar voren komen indien wij op zoek gaan naar samenhangende clusters binnen de preferentiestructuren die op individueel niveau zijn vastgesteld.

Het blijft een kwestie van beoordeling in hoeverre herontwerpvorstellingen die 'systematically desirable' zijn maar - gegeven de geaggregeerde preferentiestructuren - niet of nauwelijks 'culturally feasible' geïmplementeerd dienen te worden. Bij het nemen van deze beslissingen is informatie van cruciale waarde. De geschetste technieken hebben daarbij hun waarde indien duidelijk is wat bijvoorbeeld het effect is van het parallel uitvoeren van bepaalde processen, en indien daarbij ook duidelijk is hoe medewerkers

tegen dit voorstel aankijken en het evalueren ten opzichte van andere voorstellen (of de status quo). Ook na het nemen van beslissingen op dit terrein zal informatie van belang zijn bij de communicatie van de herstructurering.

Herontwerp is een topdown proces dat start bij de functie die de organisatie vervult

CONCLUSIE: ORGANISATIEHERONTWERP LEIDT HERSTRUCTURERING IN

Op herontwerp volgt herstructurering. Het verbeterde model wordt geïmplementeerd en deze implementatie is een verhaal apart. De toepassing van de stappen zoals hierboven beschreven, betekent wel dat reeds gedurende het herontwerptraject wordt geanticipeerd op de implementatie met de bijbehorende dynamiek die het verandermanagement eigen is.

In onze opvatting is herontwerp een topdownproces dat start bij de functie die de organisatie in haar context vervult. Het herontwerp is erop gericht deze functie met een geringere opoffering van middelen te verrichten en/of deze functie te verrichten in een kwalitatief betere en meer beheerste wijze.

Herstructurering is een bottom-upproces, waarbij de volgende aspecten een rol spelen:

Clusters van preferenties

Voor de individuele preferentiestructuren van de medisch specialisten en arts-assistenten is een clusteranalyse toegepast. Hierbij komt aan het licht dat de artsen kunnen worden ingedeeld in een conservatief cluster en een gematigd cluster. Deze informatie komt niet naar voren indien de preferentiestructuren worden geaggregeerd naar bekende categorieën als bijvoorbeeld afdeling. In het conservatieve cluster geldt dat er sprake is van een extreem hoog belang dat wordt gehecht aan een eigen werkplek. Voor het gematigde cluster geldt dat de voorkeuren ook uitgaan naar de omvang en de situering van de werkplekken.

Verdere analyse van de artsen met een gematigd cluster leert dat deze artsen bij alle onderzochte afdelingen voorkomen. Dat betekent dat er toch binnen elke afdeling voorstanders zijn te vinden van meer innovatieve huisvestingsconcepten.

- ~ Het bundelen van taken in een taakomschrijving voor groepen medewerkers.
- ~ Het verzamelen van groepen medewerkers in een hiërarchisch bouwwerk van organisatorische eenheden.
- ~ De inrichting van de planning en control cyclus.

Een bedrijfskundig verantwoorde wijze van herontwerp is een nuttige aanvulling op organisatieherstructurering omdat het de risico's van drastische BPR-trajecten die op ad-hocbasis worden uitgevoerd, mitigeert. Deze vorm van herontwerp, die wij Business process redesign revisited hebben genoemd, bereidt herstructurering voor doordat het een aantal formele stappen onderscheidt:

- ~ De functie van de organisatie wordt eerst uitgewerkt en zonnig ontleed in een hiërarchisch procesmodel.
- ~ Hierop worden algemene principes toegepast ten aanzien van onder meer de versnelling van de doorlooptijd, de reductie van de externe communicatie en de plaatsing van de ontkoppelpunten.
- ~ Het risicoprofiel van de processen wordt meegenomen bij het herontwerp. Methoden en technieken uit de Statistical process control zijn bij uitstek geschikt om detectieve beheersmaatregelen op continubasis in de processen te verankeren.

- ~ De acceptatie van het verbeterde ontwerp wordt getoetst bij de medewerkers.

Een meer profijtelijke herstructurering zal het resultaat zijn.

NOTEN

1. Het aantal aankomsten, c.q. het aantal geleverde diensten per tijdseenheid is Poisson verdeeld, de tussenaankomsttijden tussen twee aankomsten, c.q. diensten, zijn negatief exponentieel verdeeld.
2. Hier wordt gebruik gemaakt van de homogeniteiteigenschap van Markov-processen.
3. Dit is een toepassing van Little's flow vergelijking. In feite dient $0,85$ gedeeld te worden door een aangepaste aankomstintensiteit $\lambda bda * (1-p5)$. Deze aanpassing (in ons voorbeeld zeer gering) hangt samen met het eindig aantal plaatsen in het systeem.
4. Omdat de meeste outputreeksen van simulatiemodellen, zoals wachttijden en aantal wachtende objecten, onderhevig zijn aan een sterke autocorrelatie, kan de variatie bij de gemiddelde wachttijd niet rechtstreeks worden gebaseerd op de reeksen zelf. Hiervoor dient de reeks eerst te worden opgedeeld in kleinere batches.

Dr. M. Folpmers is managing consultant bij Cap Gemini Ernst & Young. Dit artikel is gebaseerd op zijn proefschrift Process modeling, control and evaluation. Business process redesign revisited, waarop hij in 2002 promoveerde aan de VU te Amsterdam. Voor literatuurverwijzingen wordt verwezen naar deze publicatie.

advertentie