

University of Groningen

Applicability aspects of workload control in job shop production

Henrich, P.

IMPORTANT NOTE: You are advised to consult the publisher's version (publisher's PDF) if you wish to cite from it. Please check the document version below.

Document Version

Publisher's PDF, also known as Version of record

Publication date:

2005

[Link to publication in University of Groningen/UMCG research database](#)

Citation for published version (APA):

Henrich, P. (2005). *Applicability aspects of workload control in job shop production*. [Thesis fully internal (DIV), University of Groningen]. Labyrinth Publication.

Copyright

Other than for strictly personal use, it is not permitted to download or to forward/distribute the text or part of it without the consent of the author(s) and/or copyright holder(s), unless the work is under an open content license (like Creative Commons).

The publication may also be distributed here under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license. More information can be found on the University of Groningen website: <https://www.rug.nl/library/open-access/self-archiving-pure/taverne-amendment>.

Take-down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

Downloaded from the University of Groningen/UMCG research database (Pure): <http://www.rug.nl/research/portal>. For technical reasons the number of authors shown on this cover page is limited to 10 maximum.

Samenvatting (Summary in Dutch)

De enkelstuks/kleinserie fabricage van onderdelen, vaak aangeduid met job shop productie (JSP), is kenmerkend voor vele bedrijven behorend tot het midden- en kleinbedrijf (MKB). Binnenkomende orders verschillen vaak in de hoeveelheid bestelde producten, hun design, bewerkingskenmerken zoals omstel- en bewerkingstijden, of urgentie. Vanwege deze variatie is de beheersing van de materiaalstromen in dit type bedrijven uitermate complex. Hoe de productieopdrachten zich in een komende periode precies over de diverse machines zullen verdelen, is nauwelijks vast te stellen. Drukke bij machines en variatie in de productieopdrachten leidt in het algemeen tot lange wachttijden voor orders op de werkvloer. Het directe gevolg is dat levertijden lang en onbetrouwbaar zijn, terwijl juist tegenwoordig uitermate korte en betrouwbare levertijden worden geëist.

Werklastbeheersingsmethoden zijn bedoeld om tot goede logistieke performance in JSP te komen. Deze methoden proberen de op de werkvloer aanwezige werklast (uitgedrukt in uren) voor de verschillende capaciteiten (bijv. machines) constant te houden. Een kernbeslissing hierbij is de vrijgave van productieorders naar de werkvloer. Binnenkomende orders worden niet meteen doorgestuurd naar de werkvloer, maar in een 'order pool' verzameld. Deze orders worden periodiek op mogelijkheden voor vrijgave naar de werkvloer gecontroleerd. Een geschikte order kan worden vrijgegeven zolang de ingestelde werklastnormen per capaciteitsgroep niet worden overschreden. Door deze vrijgavemethode wordt de betrouwbaarheid van doorlooptijden gewaarborgd en ontstaat op de werkvloer een overzichtelijke en stabiele situatie.

Dit proefschrift beoogt de bestaande werklastbeheersingsmethoden te verrijken, teneinde beter met specifieke kenmerken binnen JSP om te kunnen gaan. Het onderzoek is onderverdeeld in *drie thema's*: de algemene toepasbaarheid van werklastbeheersing in JSP, de afstemming van werklastbeheersing op beperkte informatiebeschikbaarheid, en het afstemmen van werklastbeheersing op een verschillende mate van uitwisselbaarheid van machines.

Het *eerste thema* is ontstaan uit de behoefte binnen MKB's, om bij de keuze van een productieplanningsconcept, zonder uitgebreide dataverzameling al een eerste verkenning van de geschiktheid van werklastbeheersing te kunnen maken.

De uitwerking van dit thema is gebaseerd op een beschrijving van de inherente karakteristieken van werklastbeheersing en van de relevante karakteristieken van JSP. De identificatie van de functionele samenhang tussen werklastbeheersingskarakteristieken en JSP-karakteristieken is gebruikt ter bepaling van 'best fit' gebieden. Aan de hand van de ingaande orderstroom wordt ter

identificatie van de dominante JSP-karakteristieken een viertal kenmerken bestudeerd: orderaankomsten, leverdata, bewerkingen en routes. Uit deze kenmerken is een twaalfstal indicatoren afgeleid; deze indicatoren betreffen gemiddelden van bijv. routelengtes of gevraagde levertijden, en varianties van bijv. bewerkingstijden. Ook wordt met routestructuren zoals assemblagestructuur of routealternatieven rekening gehouden. De indicatoren vormen de basis voor een raamwerk. Door de indicatorwaarden in termen van 'hoog' en 'laag' te bepalen wordt aangegeven welke specifieke JSP-karakteristieken geschikt zijn voor de introductie van werklastbeheersing en kunnen mogelijke knelpunten worden gesignaliseerd.

Het raamwerk laat zien dat de toepasbaarheid van werklastbeheersing toeneemt met een stijgende variatie in orderaankomsten, gevraagde leverdata, bewerkingstijden, volgorde van bewerkingen en routelengte. Ook een hoge flexibiliteit in orderroutes draagt bij aan de toepasbaarheid van werklastbeheersing, terwijl dominante assemblagestructuren en sterk volgordeafhankelijke omsteltijden problematisch zijn. Het raamwerk is in een middelgroot bedrijf getest. De benodigde gegevens waren eenvoudig en snel verkrijgbaar. Op basis van het raamwerk bleek het bedrijf voor introductie van werklastbeheersing geschikt te zijn. Omdat het bedrijf gedwongen was op een systematische manier naar de productieomgeving te kijken, konden ook als neveneffect vervolgstappen ter verbetering van de logistieke performance worden afgeleid.

Thema twee betreft de beperkte informatiebeschikbaarheid in JSP en de mogelijkheden werklastbeheersing hierop af te stemmen. Voor de vrijgave van productieorders naar de werkvloer is het binnen werklastbeheersing nodig om de actuele positie van elke order op de werkvloer op het moment van de (periodieke) vrijgavebeslissing te kennen. Om deze informatie te vergaren dient elke afgeronde bewerkingsstap geregistreerd te worden. Hoewel voldoende informatie- en communicatietechnologieën (ICT) beschikbaar zijn om MKB's in staat te stellen de benodigde informatie te genereren, vindt men deze situatie zelden terug in de praktijk.

Een eerder ontwikkelde methode om met de beperkte informatiebeschikbaarheid om te kunnen gaan, gebruikt slechts twee informatiefeedbackpunten, namelijk het tijdstip van de ordervrijgave en de orderafrondding. Deze twee feedbackpunten zijn in elk bedrijf aanwezig. Echter deze methode leidt tot slechte logistieke performance. Vaak zijn er in MKB's meer 'natuurlijke' feedbackpunten aanwezig dan alleen het ordervrijgave- en het orderafronddingsmoment. Zelfs kleinere job shops zijn dikwijls onderverdeeld in subafdelingen. De overgang van orders van de ene subafdeling naar de andere wordt vaak al geregistreerd voor bijvoorbeeld kostenberekeningen of dagelijkse output- of productiviteitsoverzichten. Hieruit is het mogelijk de actuele posities van de orders ten opzichte van de subafdelingen af te leiden.

In dit proefschrift worden aanpassingen voor werklastbeheersingsmethoden ontwikkeld, die de ordervrijgave baseren op informatie, verworven uit een beperkt aantal 'natuurlijke' feedbackpunten. Met name de manier waarop de werklast wordt berekend moet op de beperkte informatiebeschikbaarheid worden afgestemd. Deze aanpassingen sluiten nauw aan bij bestaande werklastbeheersingsmethoden. Simulatie-experimenten laten zien dat met een klein aantal feedbackpunten al een goede performance bereikt kan worden. Extra feedbackpunten leiden altijd tot verdere performanceverbeteringen, waarbij de performanceverbeteringen bij additionele feedbackpunten echter afnemen. Dit maakt het gebruik van een beperkt aantal 'natuurlijke' feedbackpunten aantrekkelijk.

Thema drie is ontstaan uit de behoefte, om werklastbeheersing beter op de specifieke machinekenmerken binnen JSP af te stemmen. Vaak zijn er voor hetzelfde type bewerkingen meerdere machines aanwezig. Deze machines kunnen in verschillende mate uitwisselbaar zijn. Dit wil zeggen dat ze soms voor precies dezelfde verzameling van orders kunnen worden ingezet. Maar soms ook overlappen deze verzamelingen niet of deels.

De ordervrijgave is een belangrijk element binnen werklastbeheersing. Voor de ordervrijgave wordt per capaciteitsgroep een werklastnorm gehanteerd. Een capaciteitsgroep kan bestaan uit één machine maar ook een groep (deels) uitwisselbare machines. Daarbij is het nodig expliciet te beslissen welke machines deel uit maken van dezelfde capaciteitsgroep. Naast deze groeperingsbeslissing vraagt de aanwezigheid van uitwisselbare machines om routebeslissingen. Binnen een routebeslissing wordt bepaald op welke specifieke machine een bewerking wordt uitgevoerd. Routebeslissingen kunnen op verschillende momenten in het productieproces worden genomen, zoals bijvoorbeeld tijdens de ordervrijgave of op de werkvloer.

In dit thema worden alternatieven met betrekking tot de route- en de groeperingsbeslissingen geanalyseerd. De effecten van de verschillende alternatieven op logistieke performance worden met behulp van simulatie-experimenten gekwantificeerd.

Op basis van eerdere inzichten is te verwachten dat zodra er meer capaciteitsgroepen worden onderscheiden (minder machines per capaciteitsgroep), de werklast beter over de verschillende machines gebalanceerd kan worden. De simulatieresultaten bevestigen, dat een gedetailleerder capaciteitsoverzicht de algehele performance verhoogt, mits de werklastnormen goed worden gekozen.

Daarnaast is te verwachten, dat het aantrekkelijk is om de routebeslissing zo lang mogelijk uit te stellen, teneinde op de actuele toestand van de machines (bijv. vrij/bezet) te kunnen reageren. De laatste mogelijkheid voor een routebeslissing is juist vóór het in bewerking nemen van een order op de alternatieve machines zelf. Dit

zou kunnen verhinderen dat een order voor de ene machine ligt te wachten, terwijl een andere machine onbezet blijft; de hiermee te verwachten wachttijdreductie wordt vaak met het 'pooling synergie effect' aangeduid. Simulatieresultaten bevestigen deze analyses. De simulatieresultaten laten zien, dat het pooling synergie effect onafhankelijk van de ingestelde werklastnormen optreedt, dus zowel bij oneindige als bij heel krappe werklastnormen.

Ook maken de simulatieresultaten duidelijk dat de verschillende performance-effecten afgeleid uit de route- en de groeperingsbeslissing cumuleren. Door een late routebeslissing met het onderscheiden van één machine per capaciteitsgroep te combineren, kan de beste logistieke performance bereikt worden. De voorlopige routekeuze bij ordervrijgave (om de werklastbijdrage aan een capaciteitsgroep toe te kunnen wijzen) dient dan door een definitieve keuze op de werkvloer aangevuld te worden.

Bovendien is aangetoond, dat de optredende performance-effecten voornamelijk van de mate van uitwisselbaarheid afhankelijk zijn. Bij een hoge mate van uitwisselbaarheid is het 'pooling synergie effect' het sterkst. Dit impliceert dat juist dan de routebeslissing zo lang mogelijk uitgesteld moet worden, terwijl het gedetailleerd balanceren van orders over de machines minder belangrijk wordt. Bij een lage mate van uitwisselbaarheid is het net andersom; het is mogelijk in een vroeg stadium de routebeslissing te nemen, zolang het balanceren van werklasten tijdens de ordervrijgave door het onderscheiden van aparte capaciteitsgroepen wordt ondersteund.

Het bestuderen van de verschillende thema's heeft, zoals beoogd, nieuwe kennis opgeleverd over de toepasbaarheid van werklastbeheersing in MKB's en daardoor de mogelijkheden vergroot om dit concept in verschillende omgevingen toe te passen. Het raamwerk dat in het *eerste thema* is ontwikkeld weet voor MKB's in overzichtelijke vorm de functionele samenhangen tussen de productieomgeving en de toepasbaarheid van werklastbeheersing af te beelden. *Thema twee* en *thema drie* belichten fundamentele beslissingen binnen werklastbeheersing. Deze beslissingen zijn nodig om werklastbeheersing op specifieke aspecten in de productieomgeving af te stemmen. Nodige aanpassingen aan het werklastbeheersingsconcept zijn ontwikkeld en verschillende beheersalternatieven met de daaraan gerelateerde performance-effecten zijn in detail besproken. Vervolgonderzoek, waarin theorie over de toepasbaarheid van werklastbeheersing wordt gecombineerd met empirisch onderzoek over de implementatie van werklastbeheersing moet MKB's in staat stellen, hun logistieke performance verder te verbeteren.