

FAKTA – Flexible Automation of Kitting, Transport and Assembly



CHALMERS

Nov 2019 – april 2023

Finansiering genom FFI-programmet

Agenda

- Projektets bakgrund och syfte
- Inblick i två forskningsstudier
- Sammanställning av designriktlinjer utvecklade i projektet

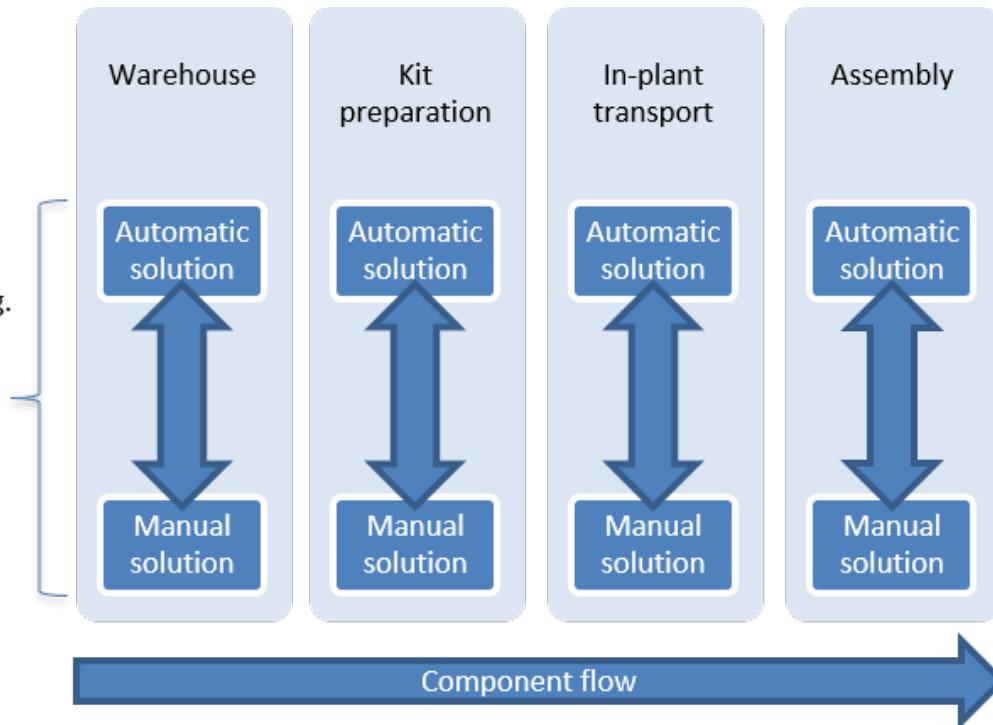
Projektbakgrund

- Automation används i begränsad utsträckning i materialhantering
- ...trots att det har funnits exempel på applikationer i flera decennier
- Används framför allt i situationer med stora volymer och begränsat behov av flexibilitet
- Teknisk utveckling leder till att:
 - Kostnaderna minskar
 - Flexibiliteten ökar
- Ökande intresse!
- Men när, var och hur?

Projektets fokus

Levels of automation depending on e.g.

- Process layout
- Product characteristics
- Product routing
- Production volumes
- Resource flexibility



Projektets syfte och forskningsfrågor

Purpose: Support the design and control of high-performing automated material handling systems with a high level of flexibility.

Research questions:

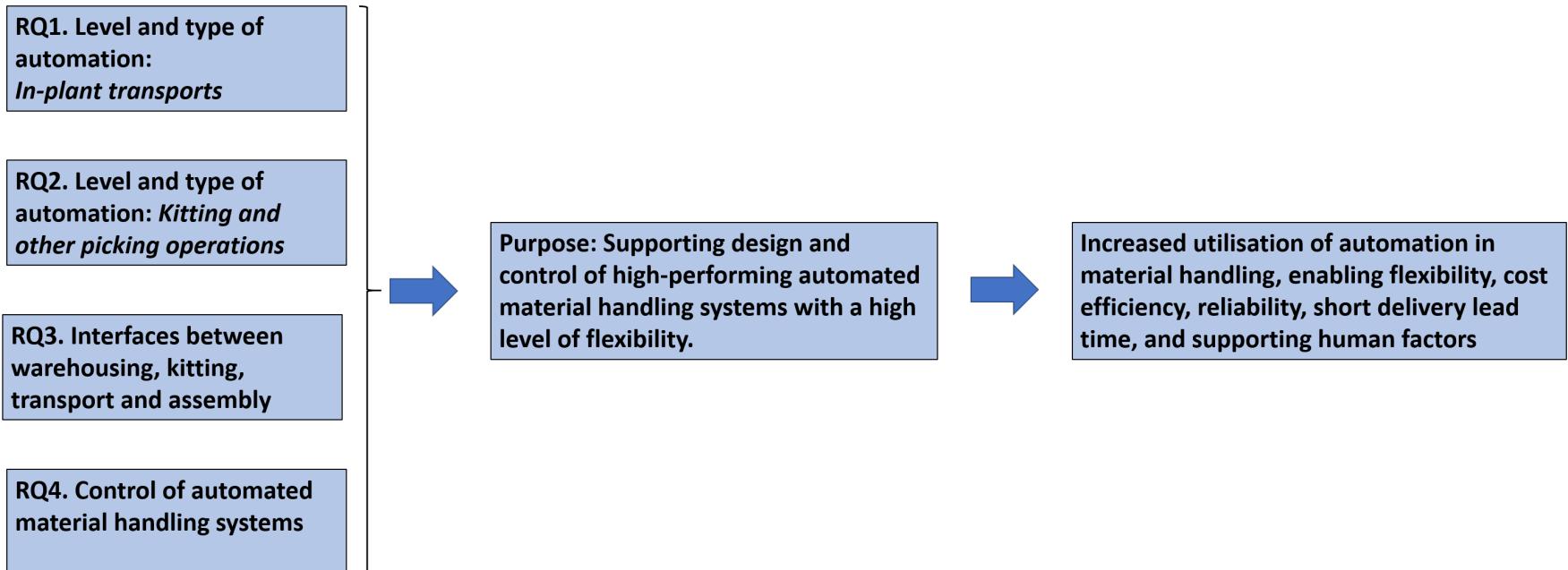
RQ1. What **level and what type** of automation are suitable to apply for **in-plant transports**, considering the context of the material handling system?

RQ2. What **level and what type** of automation are suitable to apply for **kitting and other picking operations**, considering the context of the material handling system?

RQ3. In an automated material handling system, how should **interfaces** be designed **between processes** of warehousing, kitting, transport and assembly?

RQ4. How should automated material handling systems be **controlled**?

Projektets syfte och forskningsfrågor



Prestationsområden i fokus

- Flexibilitet
- Kostnader
 - Löpande kostnader
 - Investeringskostnader
- Pålitlighet och kvalitet
- Korta ledtider
- Stöd till människan i systemet

Output från projektet

- Praktiska resultat inom företagen
- Publicerade forskningsstudier:
 - Vetenskapliga tidskrifter (t.ex. *Journal of Operations Management, International Journal of Production Research*)
 - Konferenser, nationella och internationella
- En sammanställning med designriktlinjer

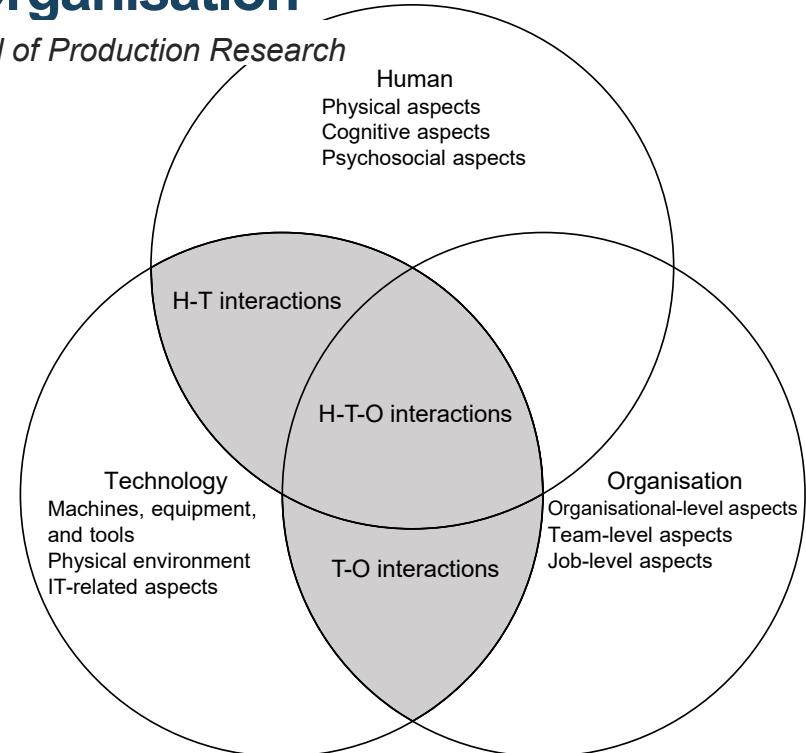


Studie: Challenges in Introducing Automated Guided Vehicles in a Production Facility – Interactions between Human, Technology, and Organisation



Nils Thylén, Carl Wänström, Robin Hanson – International Journal of Production Research

- What human- and organisation-related challenges arise in the introduction of AGVs in production facilities?
- Fallstudier från två fabriker där AGV:er hade introducerats



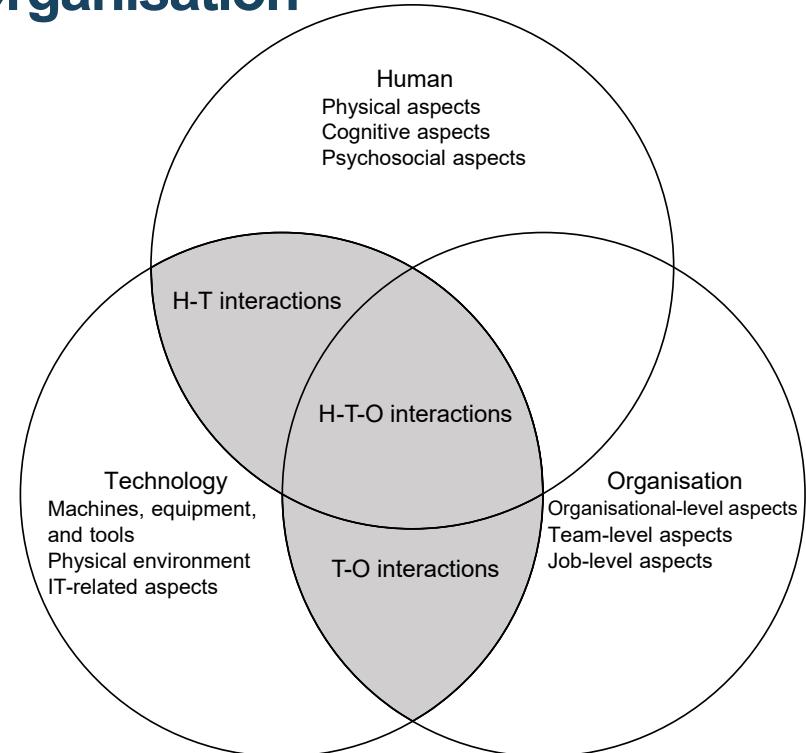
Studie: Challenges in Introducing Automated Guided Vehicles in a Production Facility – Interactions between Human, Technology, and Organisation

Exempel på identifierade utmaningar:

H-T: Brist på erfarenhet och kompetens hos personalen, kopplat till AGV:er

T-O: Den organisoriska strukturen är inte anpassad för att stödja AGV:erna

H-T-O: Hitta lämpliga kunskapsnivåer för olika roller samt hantera utbildning för personalen

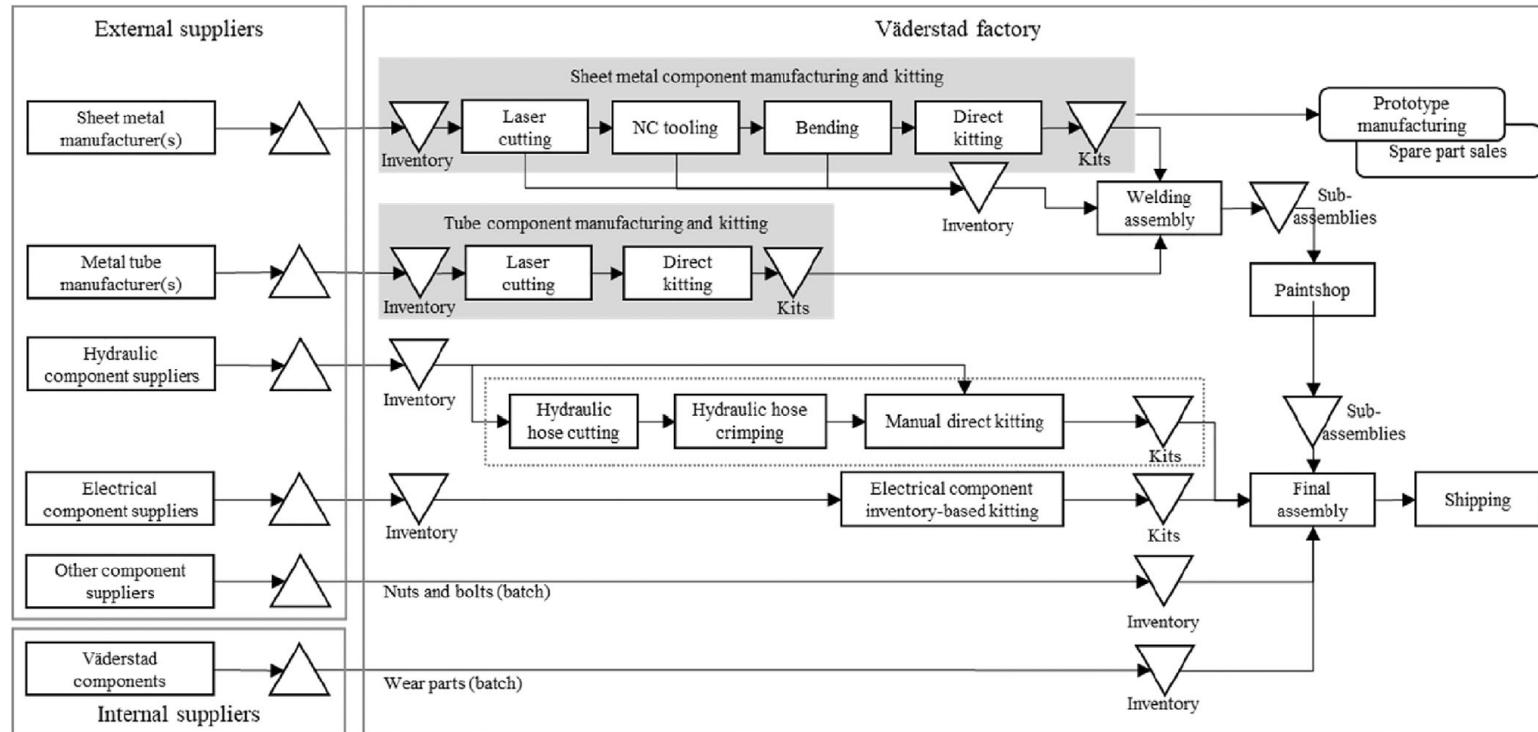


Studie: Hybrid digital manufacturing: Capturing the value of digitalization

Andreas Stark, Kenneth Ferm, Robin Hanson, Mats I. Johansson, Siavash Khajavi, Lars Medbo, Mikael Öhman, Jan Holmström – Journal of Operations Management

- Studie baserad på Väderstads produktion och materialförsörjning
 - Rör- & balkkomponenter
 - Plåtkomponenter
- Automatisk laserskärning, bockning och kittning av komponenter till monteringen
- Övergång från batch-baserad produktion hos leverantör till enstycksproduktion (med restriktioner) in-house
- Make-to-Order (60%) och Make-to-Stock (40%) samsas i samma processer, i blandad sekvens
- Object-interactive services: råvaror, komponenter och tillverkningsutrustning interagerar i en cyber-fysisk process

Studie: Hybrid digital manufacturing: Capturing the value of digitalization



Studie: Hybrid digital manufacturing: Capturing the value of digitalization

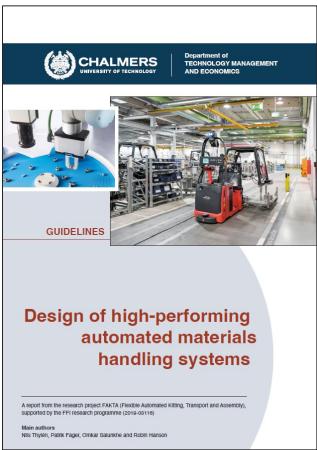
Exempel på resultat av förändringen

- Kraftigt minskat behov av hantering och lagerhållning av komponenter ($7,500 \text{ m}^2 \rightarrow 2,500 \text{ m}^2$ för rörkomponenterna)
- Kraftigt minskat behov av produktionspersonal ($37 \rightarrow 6$ för rörkomponenterna)
- Kraftigt minskad utskrotning av material (faktor 1/10)

Designriktlinjer: Två huvudsakliga områden

1. Design areas of automated picking processes

2. Design areas of automated internal transports with AGVs



Contents	
1 Design areas of automated picking processes	5
1.1 Layout.....	5
1.1.1 Process mode.....	5
1.1.2 Storage assignment policy.....	6
1.2 Hybrid picking process configuration.....	7
1.2.1 Collaboration mode.....	7
1.1.3 Layout – overview.....	7
1.2.2 Operator configuration.....	8
1.2.3 Task allocation.....	8
1.2.4 Hybrid picking process configuration – overview.....	10
1.3 Information support for human pickers.....	10
1.3.1 Picking information medium.....	10
1.3.2 Information structure.....	11
1.3.3 Confirmation method.....	12
1.3.4 Human-machine interaction.....	12
1.3.5 Information support for human pickers – overview.....	12
1.4 Machine configuration (machine operators).....	14
1.4.1 Robot type.....	14
1.4.2 Control mode.....	15
1.4.3 Robot capabilities.....	15
1.4.4 Exception handling.....	16
1.4.5 Path planning and collision avoidance.....	16
1.4.6 Peripherals.....	17
1.4.7 Machine-human interaction.....	17
1.5 Computer vision.....	18
1.5.1 Tasks.....	18
1.5.2 Dimensionality.....	18
1.5.3 Scanner mobility.....	18
1.5.4 Object recognition.....	19
1.5.5 Computer vision – overview.....	19
1.6 Gripper (machine operators).....	19
1.6.1 Gripper types.....	19
1.6.2 Gripper actuators.....	21
1.6.3 Tool change.....	21
1.7 Safety and security systems.....	23
1.7.1 Emergency stop.....	23
1.7.2 Safety technologies.....	23
1.7.3 Security technologies.....	24
1.7.4 Training and education.....	24
1.8 Interoperability – automated picking.....	24
1.9 Collaborative robots	24
1.9.1 Task Allocation in Collaborative work.....	24
1.9.2 Collaborative kitting.....	25
2 Design areas of automated internal transports with AGVs	26
2.1 Navigation.....	26
2.1.1 Movement capabilities.....	26
2.1.2 AGV navigation.....	27
2.1.3 Navigation – overview.....	28
2.2 Load carrying mechanism.....	29
2.2.1 Load carrying capacity.....	29
2.2.2 Load carrying mechanism.....	29
2.2.3 Load carrying mechanism – overview.....	30
2.3 Physical interface at pickup and delivery locations.....	31
2.3.1 Manually operated load transfers.....	31
2.3.2 AGVs equipped with mechanised load transfer capabilities.....	31
2.3.3 Physical interface for multiload AGVs.....	32
2.3.4 Physical interface at pickup and delivery locations.....	33
2.4 Interoperability – automated transports.....	35
2.4.1 Interoperability – overview.....	36
2.5 IT Infrastructure.....	37
2.5.1 Wireless communication.....	37
2.5.2 Server.....	37
2.6 AGV system control.....	38
2.6.1 Control strategy.....	38
2.5.3 IT Infrastructure – overview.....	38
2.6.2 Task allocation.....	39
2.6.3 AGV system control – overview.....	39
2.7 Safety features.....	39
2.7.1 Collision avoidance features.....	39
2.7.2 Software-based.....	40
2.7.3 Infrastructure-based.....	40
2.6.3 AGV system control – overview.....	40
2.7.4 Safety features – overview.....	41
2.8 AGV power restoration.....	43
2.8.1 Battery strategy.....	43
2.8.2 Battery management facility.....	43
2.8.3 Charging schemes.....	43
2.8.5 AGV power restoration – overview.....	44
2.8.4 Battery type.....	45
2.9 AGV organisation.....	45

Designriktlinjernas utformning

DESIGN ASPECT	DESIGN OPTION	PROS AND CONS	APPLICABLE CONTEXT
Design aspect 1	Option 1	+ Pro 1 + Pro 2 + Pro n – Con 1 – Con 2 – Con n	Short description of applicable context
	Option 2	+ Pro 1 to n – Con 1 to n	
	Option n		
Design aspect 2	Option 1		
	Option n		
Design aspect n			