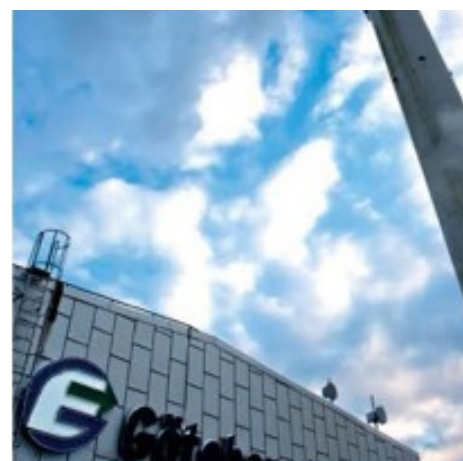
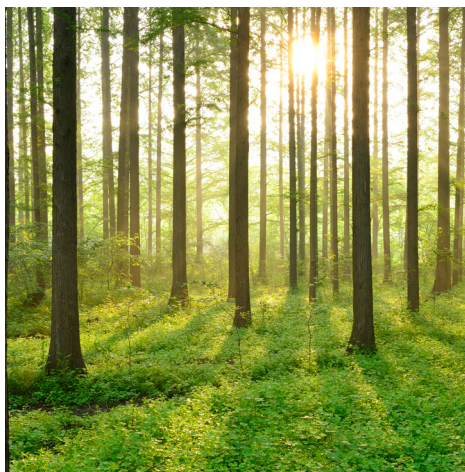


TYST KUNSKAP OCH KOMPETENS – UTVECKLING AV METOD FÖR ATT ÖVERFÖRA ERFARENHETER FRÅN PROCESSTYRNING

RAPPORT 2015:199



Tyst kunskap och kompetens - Utveckling av metod för att överföra erfarenheter från processtyrning

ANNA-LISA OSVALDER

ISBN 978-91-7673-199-4 | © 2016 ENERGIFORSK

Energiforsk AB | Telefon: 08-677 25 30 | E-post: kontakt@energiforsk.se | www.energiforsk.se

Förord

Denna rapport är slutrapportering av projekt P 37790 Utveckling av metod för att finna dold kunskap/expertkunskap hos äldre erfarna processoperatörer och återföra denna till organisationen (Energimyndighetens projektnummer P 37790) som faller under teknikområde processtyrning inom SEBRA, samverkansprogrammet för bränslebaserad el- och värmeproduktion.

Projektet har följts av en referensgrupp bestående av
Per Eriksson, Göteborg Energi,
Bo Svemar, E.ON Norrköping
Ann-Britt Östberg, Grontmij.

SEBRA, samverkansprogrammet för bränslebaserad el- och värmeproduktion, är efterföljaren till Värmeforsks Basprogram och startade som ett samarbetsprogram mellan Värmeforsk och Energimyndigheten 2013. All forskningsverksamhet som bedrevs inom Värmeforsk ingår sedan den 1 januari 2015 i Energiforsk. Därför ges denna rapport ut som en Energiforskrapport.

Programmets övergripande mål är att bidra till långsiktig utveckling av effektiva miljövänliga energisystemlösningar. Syftet är att medverka till framtagning av flexibla bränslebaserade anläggningar som kan anpassas till framtida behov och krav. Programmet är indelat i fyra teknikområden: anläggnings- och förbränningsteknik, processtyrning, material- och kemiteknik samt systemteknik.

Stockholm mars 2016
Helena Sellerholm
Områdesansvarig
Bränslebaserad el- och värmeproduktion, Energiforsk AB

Författarens förord

Denna studie har ingått i SEBRA, Samverkansprogrammet för bränslebaserad el- och värmeproduktion, och har finansierats av Energimyndigheten i Sverige. I studien har Göteborg Energi, som ansvarar för drift och övervakning av fjärrvärmesystemet i Göteborg ingått som fallföretag. Forskningsprojektet har genomförts av professor Anna-Lisa Osvalder, vid avdelningen för Design & Human Factors, vid institutionen för Produkt- och produktionsutveckling vid Chalmers tekniska högskola i Göteborg.

Ett mycket stort tack till systemingenjör Per Eriksson samt driftingenjör Johan Bengtsson på Göteborg Energi för stort intresse, engagemang och värdefull hjälp vid alla tillfällen som behövts genom hela projektets genomförande. Per och Johan har också bidragit med synpunkter på de tekniska delarna i rapporten och till analysen av enkäten. Varmt tack också till alla operatörer som ställt upp på samtal i kontrollrummet samt svarat på enkäten.

Varmt tack till Rikard Eklund, pilot, human-factors expert samt doktorand vid avdelning Design & Human Factors, Chalmers, för stort intresse för ämnet och koppling till flyg, samt väl genomförd litteraturstudie kring kunskaps- och kompetensöverföring. Rikard har också deltagit vid studiebesök på Göteborg Energi samt tagit fram underlag till och utvecklat enkäten. Dessutom har Rikard gett värdefulla synpunkter på rapporten vid flera tillfällen under skrivprocessen.

Ett mycket stort tack till Håkan Alm, professor i teknisk psykologi vid Luleå tekniska universitet, för teoretisk input och långa diskussioner kring vad tyst kunskap är, vad det innebär och hur det kan fungera specifikt för processtyrning. Håkan har också medverkat i idé-generering till användbara metoder för att hitta och överföra tyst kunskap, samt vid flera tillfällen bidragit med underlag och värdefulla synpunkter till rapporten.

Tack också till Johan Ottosson, Ericsson och Linn Osvalder, ÅF för värdefulla diskussioner kring tyst kunskap inom andra domäner.

Sammanfattning

En organisation är beroende av kompetensen hos sina anställda för att fungera väl. Stor risk finns att viktig kunskap försvinner när erfarna medarbetare lämnar organisationen. Inom processindustri finns mycket värdefull kunskap lagrad hos erfarna operatörer och i skiftlagen om hur processen ska övervakas och styras. Deras kunskap består både av explicit (uttalad) kunskap med framför allt av implicit (tyst) kunskap som har utvecklats över lång tid genom erfarenhet och praktik. Tyst kunskap är outtalad till sin karaktär och inte lätt åtkomlig för verbalisering i tal eller skrift. Syftet med detta projekt var att bidra till ökad kunskap om hur effektivare och säkrare drift kan uppnås i dagens och framtidens processanläggningar genom att tillvarata den tysta kunskap och kompetens som erfarna processoperatörer använder för att styra processen på ett säkert och effektivt sätt. Målet med projektet var att föreslå en metod för att hitta tyst kunskap och kompetens samt ge förslag på hur denna kunskap ska kunna överföras till organisationen vid vidareutbildning av operatörer samt vid introduktion av nyanställda. Omfattande litteraturstudier har genomförts, dels kring vad processtyrning går ut på och vilka krav detta ställer på operatörerna, dels vad kunskap och kompetens innebär samt vilka metoder som används för kompetensöverföring inom olika branscher. Vidare har en empirisk fallstudie genomförts på Göteborg Energi som ansvarar för drift och övervakning av fjärrvärmesystemet i Göteborg. Resultatet visar att det är få organisationer som använder formaliserade metoder för att kunskapsöverföring. Det är sällsynt med utvärderingar om kompetensöverföring skett i en organisation och vilken nytta detta i så fall medfört. För processindustri är det endast kärnkraftsbranschen som uttalat har infört kompetensöverföring som en del i arbetsprocessen. De överföringsmetoder som främst används inom processindustri för kompetensuppbyggnad är lärlingskap och teamwork i skiftlag, vilket innebär att det tar lång tid att utveckla expertis. Detta medför att tyst kunskap överförs till tyst kunskap genom socialisering, utan att den dokumenteras och blir tillgänglig för alla. Vid kompetensöverföring för processtyrning är det viktigt att använda metoder som kan fånga operatörens mentala modell och situationsmedvetenhet över hur det komplexa dynamiska systemet fungerar. Centralt är att hitta de ledtrådar och mönster (vilket stöd) som operatörerna använder för att tolka processens status vid olika driftlägen och för att predicera om framtiden. Fyra förutsättningar behöver vara uppfyllda för att kunskapsöverföring ska kunna ske optimalt: Intresse och resurser från organisationen, möjlighet att genomföra arbetet i kontrollrums-liknade miljö, tillgång till sparad data från informations- och beslutsstöd vid driftstörningar samt motiverad erfaren driftspersonal med verbala förmågor och intresse av att dela med sig av sin kunskap till andra. De metoder som rekommenderas för att *hitta tyst kunskap* är observationer i kontrollrummet, tänka-högt metodik under arbetet samt scenarioanalys av driftstörningsfall. För att *överföra tyst kunskap* rekommenderas scenarioanalys av driftstörningar i grupp eller via rollspel lärare/elev. Spontana metoder för kunskapsöverföring som inte kräver förberedelse är lärlingskap, arbetsrotation i skiftlag och sociala aktiviteter. När det gäller metoder för dokumentation av explicit kunskap föreslås utveckling av checklistor, registrering av tumregler och strategier för problemlösning, samt utveckling av sökbara incident-rapporteringsystem med lyckade lösningsförslag för händelser. För att identifiera styrkor och svagheter med de föreslagna metoderna för kunskapsöverföring föreslås att dessa först testas med operatörer och skiftlag i den aktuella processindustrimiljön. Därefter kan en företagsspecifik metodbeskrivning utvecklas och dokumenteras i en handbok. Genom detta ges förutsättningar för att kunskapsöverföring kan bli en naturlig del av en långsiktig verksamhetsutveckling inom organisationen.

Summary

Introduction

To perform well an organization is dependent on the employees' competence. In an organization exposed to competition, knowledge is further a critical asset (Teece, 1998). Studies have shown that a lot of explicit and implicit knowledge in an organization is hidden and synthesized among employees (Wah, 1999; Lee, 2000). Employees move over time in and out of the organization due to termination of the employment, new recruitments, organizational change or retirements. Then, there is a large risk that important knowledge disappears when experienced people leave the organization (Smith, 2001; Beazley et al., 2002).

People who have worked in an organization for many years possess extensive tacit knowledge regarding how to perform their working tasks. Tacit knowledge develops through practice over a long period of time. It is implicit in nature and not easy accessible for verbalization in speech or writing. It is often very difficult to describe orally how a complex working task should be performed without explicitly showing how to do it.

An important distinction is found between knowledge that an individual has difficulties to verbalise (tacit) or not want to verbalize (hidden). The fact that a person do not want to verbalize some knowledge could be that otherwise others can take over his/her working tasks, or if the knowledge becomes public it could result in negative consequences for the individual or the organization.

Regarding studies of tacit knowledge, these have mainly been implemented in large information organizations such as IT-companies, banks, service companies and consulting firms. Here it is considered that knowledge sharing between employees is important for business success. Within these organizations informal methods are often used in order to transfer tacit knowledge (Lave and Wenger, 1991). Mentoring and apprenticeship, coaching, job rotation and personal networking are examples of situations where tacit knowledge can be transferred. However there are few organizations using formalized methods for knowledge transfer. It is also very seldom that evaluations are made if knowledge transfer has been accomplished in an organization or which effects it might have given.

Few studies are found regarding tacit knowledge in safety critical organizations such as process industry and control room operation. In process industry experienced operators and shift teams stand for vital knowledge about operation and control of the plant, both as explicit and implicit knowledge. Larsson et al. (2007) discuss, related to the nuclear sector, the importance of preserve competence within the organisation by taking care of older employees competence when retired and when generational shifts occur. Engstrom (2014) also shows for the nuclear sector, how operators' skills and experience can act as a safety method for process control, especially when handling unexpected events. Methods for knowledge transfer that are used today in process industry are internship and teamwork in shift teams (Larsson et al., 2007). Here, tacit knowledge of one person is transferred to tacit knowledge of others through socialization (Nonaka & Takeuchi, 1995), which takes several years and the result is seldom documented.

One prerequisite for safety and efficiency in the process industry today and in the future is to increase the awareness of the older expert operators' unique tacit knowledge regarding how to control and operate the plant. The purpose of this project was to propose suitable methods for finding expert operators' tacit knowledge regarding process control and transfer this knowledge into the organization to be used for education and training of operators and new employees. The tacit knowledge should be associated with understanding, judgment and problem solving of critical operational situations. This knowledge deals with which information, cues and patterns as well as which support systems that should be used to get a complete picture of the process status (Klein, 2007). The project was conducted in collaboration with a process industry company responsible for operation and surveillance of the district heating system in a major city in Sweden.

Methods

As a basis for the proposals of methods for finding and transferring tacit knowledge regarding process control, literature studies were conducted. Furthermore interviews, observations, and questionnaires were performed within the process industry included in the project.

The literature studies dealt with definitions of tacit knowledge (Baumard, 1999), and how this knowledge is stored in our memory (Baddeley, 1996). Moreover knowledge conversion (Nonaka & Takeuchi, 1995) has been studied as well as prerequisites and methods for knowledge transfer in various domains. Furthermore, the literature studies have considered characteristics for process control (Tschirner, 2015) and common working tasks performed in the control room environment, as well as the demands on operators, especially during unexpected events. Situational awareness, mental models and automation have also been studied related to process control.

In-depth interviews were performed occasionally during one year, with three skillful operational control engineers at the company. They had more than 15 years of experience of process control, control room work and how the various decision support systems function.

Observations were made in the control room on three occasions during three hours each. Three different shift teams were then observed. Especially the type of information and which support systems that were used during work were studied, as well as how the team operators were communicating with each other.

Questionnaires were also distributed to all 42 operators in the six teams. The questionnaire dealt with what type of support they used for operation and control of the system, including everything from specific detailed information shown on screens to various type of help from colleagues. Also when and how often a specific support system was used were asked for.

Results

Conditions for knowledge transfer

From the literature studies together with all study visits at the process control company, four conditions were found to be desirable for successful transfer of tacit knowledge regarding process control within a process industry organization. The four conditions were: interest and resources from the management of the organization, possibility to perform knowledge transfer in the control room environment (or in a simulator), access to saved process data from disturbances and incidents, and motivated experienced operators with verbal skills and interest in knowledge sharing.

Methods for knowledge transfer

The following methods were proposed to be used in a process industry company for knowledge transfer regarding process control.

1. Methods for mapping the situation of the actual control room system
2. Methods for finding tacit knowledge
3. Methods for transferring tacit knowledge

Methods for mapping the situation

The situation includes the following parts: working tasks performed in the control room, the control room operators' experience, information and support systems available, and documentation of previous incidents and disturbances.

To map the situation access is needed to a number of experienced operators and key people in the company who have a great knowledge of the process, have been active in the control room for a long period of time (at least 10 years, preferably up to 20-25 years) and have been involved in problem solving of a number of disturbances and incidents of different severity. Interviews, questionnaires and observations should be used as data collection methods to map the situation.

Methods for finding tacit knowledge

Methods to find the tacit knowledge of experienced process operators deal with trying to find and understand the heuristics and rules of thumb they use to solve complex upcoming situations. Three useful methods to catch tacit knowledge regarding process control are observations of individual operator as well as team performance in the control room, asking operators to use the think-aloud methodology during work, and requesting expert operators to carry out scenario analysis of process disturbances.

Methods for transferring tacit knowledge

Transferring tacit knowledge from experienced process operators to other operators deals with presenting information about the cues and patterns they use when they try to understand and solve problems during disturbances. Also of great interest is how they use different types of feedback from the system to judge how they should proceed

the problem solving process. Furthermore, the expert operators' mental models of how the system is structured and functions are important to catch.

A useful method for transferring tacit knowledge regarding process control is scenario analysis of disturbances either in focus groups or as role-play between tutor and adept, i.e. the experienced operator teach an inexperienced operator.

Two useful methods for documentation of the tacit knowledge are checklists showing step by step how to perform a specific task, and compilation of heuristics and problem-solving strategies. Also development of a searchable incident report system including proposal for successful solutions is fruitful.

Informal methods for knowledge transfer can also be successful, such as net working, coffee break discussions and social activities. Tacit knowledge is then transferred to tacit knowledge through socialization, but the knowledge is not documented and available for all employees. These methods do not require much preparation or extra resources from the organization, but the frequency and content of the knowledge transfer is hard to catch and the effect on learning is not easy to measure.

Discussion

The result showed that the operators at the process industry included in the study had extensive tacit knowledge regarding how the process functions and how it should be operated and controlled during all types of operational cases. Their knowledge is not expressed or documented, which should be done before the older experienced operators disappear from the organization through retirements. There is no documentation available of how to use and interpret the information and support systems in the control room during disturbances. Their knowledge need to be transferred to other operators in the organisation, e.g. by creating a digital library of information and solution strategies for different types of disturbances and incidents. This can then be used to teach operators how to build knowledge in a faster way than by apprenticeship, of how to operate the system in a safe way. The methods proposed in this paper for finding and transferring tacit knowledge can be fruitful within the company.

The results showed that observations are possible to perform in the actual control room, scenarios of incidents can be created, and role-play between experienced operator and novice operator can be performed. However, the conditions for doing this are not always the most favourable within the company. The possibilities for individual expert operators to participate in such activities can be a problem when they are a part of a team with tight time schedules. Here the management needs to find resources to release time for them to participate in such activities and also being interested in developing a climate in the company where all employees see the benefits of knowledge transfer.

When performing observations in the control room during on-going operation, it is possible to identify what information and which support systems the operators use, and also to listen to how the team members discuss problem solving strategies during various events. However, it is rare that more serious disturbances arise during an observation period, therefore the observations mainly can focus on finding the tacit knowledge that is used in the daily routine work.

Transferring tacit knowledge to new employees in the control room environment means that you are staying in the right environment both during learning and training. As a novice you can then ask questions and forcing the experienced operator to explain the control actions performed. It is important that the operators who are mentors also have a developed verbal skills in addition to being an expert of the system. Informal social transfer, such as during coffee and lunch breaks, is also a source of learning as well as social events outside the company.

Conclusion

There are few organizations that have adopted knowledge transfer as part of their working process or using formal methods for transferring tacit knowledge.

In process industry tacit knowledge is often transferred to tacit knowledge through socialization by mentorship, team work and informal social activities. The knowledge is then not easy to document and transfer to all employees.

Four conditions are needed for transfer of tacit knowledge in an optimal way in a process industry company; interest and resources from the organization, possibilities to perform the work in a typical control room environment, access to saved process data from disturbances, and motivated experienced operators with verbal skills and interest in knowledge sharing.

For knowledge transfer regarding process control it is important to use methods that can capture the operators' mental model of the system and find the cues and patterns that they use to interpret the status of the process at various operating states and to predict the future.

The methods recommended for the process industry in terms of finding tacit knowledge are observations in the control room, using the think-aloud methodology during work in the control room, and expert operators creating and analysing scenarios of disturbances and incidents.

The recommended methods for transferring tacit knowledge within the process industry are mainly scenario analysis of disturbances in focus groups, or role-play between experienced operator and novice operator. Also informal and spontaneous methods for knowledge transfer can be successful, such as net working, coffee break discussions and social activities. These methods do not require much preparation or resources from the organization.

Innehåll

1	Inledning	15
1.1	Syfte och mål med projektet	16
1.2	Frågeställningar	17
1.3	Fallföretag	17
1.4	Avgränsningar	17
1.5	Upplägg rapport	17
2	Processtyrning	18
3	Kunskap och kompetens	20
3.1	Explicit och implicit kunskap	20
3.2	tyst och dold kunskap	20
3.3	Kunskap och kompetens	22
3.4	Lagring av kunskap i långtidsminnet	22
3.5	Kunskap och kompetensöverföring	23
3.6	Kunskapsomvandling	24
3.7	Metoder för kunskap och kompetensöverföring	25
4	Metod för att hitta och överföra tyst kunskap och kompetens för processstyrning	28
4.1	Kartläggning av situationen	28
4.1.1	Kartläggning av arbetsuppgifter	29
4.1.2	Kartläggning av expertis	29
4.1.3	Kartläggning av informationskällor och beslutsstöd	29
4.1.4	Kartläggning av driftstörningar och utveckling av scenarier	30
4.2	Metoder för att hitta tyst kunskap och kompetens	30
4.2.1	Observationer	30
4.2.2	Scenarioanalys	31
4.3	Metoder för överföring av tyst kunskap och kompetens	32
4.3.1	Överföring via scenarier från driftstörningar	33
4.3.2	Överföring via situationsmedvetenhet	33
4.3.3	Övriga metoder för överföring	34
5	Fallstudie på Göteborg Energi	35
5.1	Metoder för att kartlägga situationen	35
5.1.1	Kartläggning av arbetsuppgifter	35
5.1.2	Kartläggning av expertis	36
5.1.3	Kartläggning av beslutsstöd	36
5.1.4	Kartläggning av driftstörningar och utveckling av scenarier	40
5.2	Metoder för att hitta tyst kunskap och kompetens	41
5.3	Metoder för att överföra tyst kunskap och kompetens	42
6	Diskussion	44
6.1	Organisatoriska aspekter	44

6.2	Processindustri	44
6.3	Verbalisering av tyst kunskap inom processindustri	45
6.4	Kunskapsomvandling inom processindustri	46
6.5	Fallstudie på Göteborg Energi	47
7	Metodpaket för kunskapsöverföring inom processindustri	49
8	Slutsatser	50
9	Förslag till fortsatt arbete	52
10	Referenser	53

1 Inledning

Förutsättningarna för god människa-maskininteraktion har blivit en mycket viktig kvalitetsaspekt i teknikutvecklingen idag, speciellt med ökad automationsgrad och vid fjärrstyrning. När en allt större mängd avancerad informationsteknologi används för kontroll-, övervaknings-, styr- och larmsystem finns risk att tekniken blir svårförståelig och hanteringsmässigt komplex (Lee, 2000). Processer, samband och logik är inte alltid direkt iakttagbara. Tekniken tenderar att bli mindre transparent samtidigt som den informationsmängd som operatörerna ska hantera ökar, till exempel vid driftstörningar. Operatörernas förutsättningar för att samverka med tekniken på rätt sätt är inte alltid de mest gynnsamma.

Att kunna upptäcka, varsebli och bearbeta rätt information vid rätt tidpunkt för att förstå systemets status vid kritiska driftlägen är en förutsättning för korrekt beslutsfattande om åtgärd. Detta ställer höga krav på operatörerna. Ofta finns tillgång till några få äldre erfarna expertoperatörer som kan tillkallas för att lösa kritiska problem. Dessa har ofta arbetat med systemet under många år, och därmed bildat sig en unik förståelse hur det fungerar i olika driftlägen. Denna kunskap och kompetens finns oftast inte dokumenterad utan finns lagrad i huvudet hos dessa personer.

En organisation är för sin funktion beroende av kunskapen och kompetensen hos sina medarbetare för att fungera väl. I en konkurrensutsatt organisation är kunskap dessutom en kritisk tillgång (Teece, 1998). Studier visar att mycket av kunskap och kompetens i en organisation kan finnas dold och syntetiserad hos medarbetarna (Wah, 1999; Bonner, 2000; Lee, 2000). Medarbetare rör sig över tid in och ur organisationen vilket kan bero på att uppsägningar, nyrekrytering, organisationsförändringar eller pensionsavgångar. Att inte tillvarata medarbetarnas kunskaper, erfarenheter och resurser innan de lämnar organisationen eller får andra arbetsuppgifter medför risk för att organisationens kunskap minskar eller helt försvinner inom ett specifikt område (Smith, 2001; Beazley m.fl., 2002). Detta kan inom tillverknings- och processindustri leda till minskad effektivitet, kvalitetssänkningar samt ökad risk för tillbud, incidenter och olyckor.

I en organisation finns mycket kunskap och kompetens hos medarbetarna, både i form av explicit och implicit (tyst) kunskap, speciellt hos erfarna personer som har arbetat länge inom organisationen. Tyst kunskap och kompetens är outtalad till sin karaktär och inte lätt åtkomlig för verbalisering i ord eller skrift. Det är ofta svårt för medarbetaren att beskriva sin tysta kunskap utan att visa hur det går till att utföra en uppgift. Tyst kunskap kan uttryckas som att individer vet mer än vad som finns uttalat och utvecklas över tid genom övning, erfarenhet och praktik.

Det finns flera anledningar till varför viss kunskap är tyst kunskap. En viktig distinktion kan vara mellan kunskap som man av olika anledningar inte *vill* verbalisera (dold) eller *kan* verbalisera (tyst). Att man inte *vill* verbalisera viss kunskap kan bero på ett antal individuella faktorer, kanske för att man vill behålla kunskapen för egen del, t.ex. för att ha kvar sina arbetsuppgifter eller t.o.m. sin anställning när en organisation struktureras om. Möjligen även för att man har kunskap som om den blir offentlig skulle kunna innebära negativa konsekvenser för individ och organisation.

När det gäller studier av tyst kunskap inom organisationer handlar det främst om större kunskapsorganisationer som IT-företag, banker, tjänste- och konsultföretag där kunskapsdelning mellan medarbetarna anses viktigt för företagets framgång. Färre

studier har gjorts inom processindustri och arbete i kontrollrum. Utmärkande för processindustri är att säkerhetsaspekter med risk för skada på process, egendom och människor är en mycket viktig faktor i arbetet. Engström (2014) visar på hur yrkeskunnande och erfarenhet kan fungera som säkerhetsmetod vid processtyrning inom kärnkraft och dess stora värde vid hantering av oväntade händelser.

En svensk studie diskuterar pensionsavgångar och generationsväxlingar inom kärnkraftssektorn (Larsson et al., 2007), där man har kartlagt och granskat de kompetensöverföringsmetoder som används inom svenska kärnkraftverk för att hålla kvar kunskapen inom organisationen. Studien visar att man delvis har program för kompetensöverföring och arbetar med mentorer och handledare men brist finns på resurser och tid. Det finns inte kartlagt vad som ska överföras och någon utvärdering av om kompetensöverföring skett finns i stort sett inte. Det diskuteras också att vissa yrkesroller kan tolkas som viktigare för kompetensöverföring än andra, men det rekommenderas ett kompetensöverföringsprogram ska vara för alla roller, dock kanske i olika omfattning och djup.

Inom organisationer används ofta informella överföringsmetoder för tyst kunskap (Lave & Wenger, 1991). Mentor- och lärlingskap, coaching, arbetsplatspraktik, arbetsrotation och personliga nätverk är exempel på praktikgemenskap. IT-system, databaser och simuleringar (Goh, 2002) används också för att överföra tyst kunskap, där användarna kan dokumentera upplevelser och erfarenheter som sedan kan användas för att öka kunskapsnivån i organisationen.

Inom processindustrin har olika aktörer utvecklat metoder för att skapa, utveckla och förmedla yrkeskunnande (Engström, 2014). Metoder som används är till exempel lärlingskap där kunskap, värderingar och mentala bilder överförs, praktik under handledning som slutar i någon form av (yrkes)legitimation, samt simulatorträning som förutom kunskapskontroll innehåller scenariostudier av felfall och tillbud. Simulatorträning ger erfarenheter som normaldrift inte kan ge genom att olika handlingar och strategier kan tränas samtidigt som processen fortskrider.

1.1 SYFTE OCH MÅL MED PROJEKTET

Det övergripande syftet med projektet är att bidra till ökad kunskap om hur effektivare och säkrare drift kan uppnås i dagens och framtidens processanläggningar. Projektet syftar specifikt till att öka kompetensen inom processindustrin för hur man kan ta tillvara den tysta kunskap och kompetens som erfarna processoperatörer använder vid styrning och övervakning av processer på ett säkert och effektivt sätt.

Målet med projektet är att föreslå en metod för att hitta tyst kunskap och kompetens hos erfarna processoperatörer samt ge förslag på hur denna kunskap ska kunna överföras till organisationen vid utbildning av operatörer och övrig personal samt vid introduktion av nyanställda.

Metoden ska försöka fånga tyst kunskap om ledtrådar, färdigheter och analysförmåga som processoperatörerna använder sig av dels för att förstå processens status vid olika driftlägen dels för att ta beslut om rätt åtgärd vid rätt tidpunkt.

1.2 FRÅGESTÄLLNINGAR

Teori:

Vad är utmärkande för processtyrning?

Vad innebär kunskap och kompetens?

Vilka tillvägagångssätt och metoder används idag för att hitta och överföra kunskap och kompetens inom organisationer?

Praktik på fallföretaget:

Hur ser organisationen ut kring kontrollrumsarbetet?

Hur fungerar processen under olika driftfall?

Vad är normalfall och vad är avvikande händelser i systemet?

Vad är expertis vad gäller processtyrning och övervakning?

Vilka informationskällor och beslutstöd finns och hur användbara är de?

Vilka informationskällor är relevanta att studera vidare?

Vilka uppgifter/scenarios är svåra och kräver expertis?

Hur fungerar olika metoder för att hitta *tyst kunskap* på fallföretaget?

Hur fungerar metoder för att *överföra tyst kunskap* på fallföretaget?

1.3 FALLFÖRETAG

I projektet har Göteborg Energi ingått som fallföretag vid metodutvecklingen. Företaget ansvarar för drift och övervakning av fjärrvärmesystemet i Göteborg. Företaget har 6 skiftlag som arbetar i kontrollrummet dygnet runt. I varje lag finns 7 personer med olika kompetens och uppgifter; 1 skiftledare, 2 kontrollrumsingenjörer och 3 drifttekniker. Under fastbränslesäsongen finns dessutom en tekniker kopplad till varje skiftlag.

1.4 AVGRÄNSNINGAR

I projektet ska en metod utvecklas för att hitta och överföra tyst kunskap i första hand med tillämpning mot övervakning och styrning inom processindustri. Eftersom enbart ett fallföretag har ingått i studien, vilket producerar fjärrvärme för en större stad, har kunskapsunderlaget för metodutvecklingen hämtats enbart från denna bransch.

1.5 UPPLÄGG RAPPORT

I kapitel 1 presenteras behovet och nyttan av att utveckla en metodpaket för att hitta och överföra tyst kunskap för processtyrning samt syfte, mål, frågeställningar, fallföretag och avgränsningar för projektet. I kapitel 2 finns en genomgång av vad processtyrning innebär och vilka krav detta ställer på operatörerna. I kapitel 3 presenteras en teoretisk genomgång av vad kunskap och kompetens innebär samt hur detta finns lagrat i minnet. Vidare redogörs för olika metoder för kunskaps- och kompetensöverföring och dess tillämpningsområden. Den teoretiska beskrivningen används som underlag för att i kapitel 4 presentera ett förslag på metod för att hitta och överföra tyst kunskap och kompetens för processtyrning. I kapitel 5 beskrivs hur metoden utvecklades i samarbete med fallföretaget. I kapitel 6 diskuteras resultatet från litteraturstudien och fallstudien. Kapitel 7 presenterar ett förslag på generellt metodpaket för överföring av kunskap och kompetens för processstyrning. I kapitel 8 sammanfattas slutsatserna från projektet, i kapitel 9 presenteras förslag på fortsatt arbete och i kapitel 10 återfinns en referenslista på litteratur som ingått.

2 Processtyrning

Ett kontrollrumssystem är ett socio-tekniskt system som innehåller teknik, operatörer och organisatoriska element. Funktionen hos ett kontrollrumssystem är beroende av systemets alla delar; den fysiska strukturen av kontrollrummet och operatörsgränssnitten, procedurer som guidar arbetet, operatörernas kompetens och roller samt arbetsrutiner. Ofta behöver processen styras från kontrollrummet 24 timmar per dygn 7 dagar i veckan, vilket innebär att arbetet sker i olika skiftlag.

Fyra huvudsakliga faktorer måste vara uppfyllda för att mänsklig styrning av komplexa processer ska vara möjligt (Conant and Ashby, 1970; Tschirner, 2015).

- Det måste finnas ett mål för styrningen
- Operatören måste ha en mental modell som innebär förståelse för process, styrsystem och hur dess ingående delar samverkar och påverkar varandra
- Det måste vara möjligt att observera relevanta systemtillstånd och larm
- Det måste finnas möjlighet att påverka och styra systemet på önskat sätt samt få lämplig feedback på genomförda kontrollaktiviteter

Operatörens roll är att övervaka, kontrollera och styra anläggningen så anläggningen håller sig inom tillåtna gränser och så att inte skador uppstår på utrustning, människor och omgivning. Målet för processtyrning är driftsoptimering men där säkerhet och miljöaspekter är mycket viktiga att ta hänsyn till. Under normaldrift är ofta arbetet med att styra själva processen lugnt och går på rutin. De larm som kommer är oftast informationslarm, som är förväntade och bekräftar att något som har utförts tidigare har gett påverkan längre fram i processen. Men då något går fel i anläggningen uppstår en driftstörning som kan medföra att en ny obekant situation uppkommer som måste lösas med hjälp av operatörernas erfarenhet, kunskap och kompetens. Tillgänglig driftsinstruktion och reserv- eller nödprocedurer är kanske inte alltid tillräckliga för att lösa den här typen av problem.

Processtyrning kännetecknas av följande:

1. Processerna är normalt analoga.
2. Processerna är normalt relativt långsamma.
3. Många olika processer är inblandade som samverkar och påverkar varandra.
4. Processerna har varierande grad av komplexitet.
5. Variation förekommer i processparametrar från gång till gång.
6. Processerna har varierande grad av dynamik.
7. Processerna är ogenomskinliga eller abstrakta, ofta bara möjlighet att observera det som instrument, skärmar och övrig utrustning visar
8. Feedback från systemet är normalt fördröjd; från att ett ingripande sker till att resultaten av ingripandet märks finns en tidsfördröjning.
9. Många delprocesser är *automatiserade* och problem i samspelet mellan operatör och systemet kan uppstå.

Automatisering av komplexa tekniska system har många fördelar men innebär också att nya problem kan uppkomma (Sheridan, 1992, 2002). Operatören kan förlora kontrollen över vad systemet gör (out-of the loop), förlora kunskap och färdigheter samt få en övertro och tillit till att systemet sköter allt själv. Misstro mot systemet kan uppkomma men även misstro till den egna förmågan. Automationens ironier säger att ju mer automation som används i ett system desto mer beroende blir man av de operatörer

som är kvar i systemet. Dessa måste hantera de uppgifter som av någon anledning inte kunde automatiseras (Bainbridge, 1983). De uppgifter som inte kan automatiseras är ofta de svåraste och dessa ger ofta hög arbetsbelastning vid specifika tillfällen exempelvis vid larmfloder. Risken för mänskliga fel försvinner inte när något automatiseras, utan både arbetsuppgifter och möjliga fel antar nya former. Eftersom de enklare ofta manuella manövrarna ofta tas bort blir det färre tillfällen att bibehålla kunskap och träna färdigheter. Istället ökar behovet av vigilans vid övervakning. Förutom att kontrollera själva processen måste också operatören kontrollera att det automatiska systemet fungerar som det ska. Att ta över processtyrningen vid olika felfall kan vara svårt för operatören som inte kan förväntas vara insatt i vad automatiken utför när den felar.

Processtyrning ställer följande krav på operatörerna, speciellt vid driftstörningar:

1. Korrekt *mental modell* och förståelse av systemet.
2. Förmåga till uppmärksamhet på situationen under längre tid (vigilans).
3. God minnesfunktion, eftersom processen är relativt långsam.
4. Hög grad av *situationsmedvetenhet*.
5. Förmåga att hantera stora informationsmängder.
6. God simultankapacitet (utföra flera saker samtidigt).
7. Förmåga att hantera komplexitet.
8. Förmåga att genomföra prioriteringar i realtid.
9. Förmåga att fatta beslut under varierande driftsfall.
10. God förmåga att hantera känslomässigt krävande stressituationer (coping).
11. Självkännedom om egna förutsättningar och begränsningar.
12. Förmåga att samspela med övriga i skiftlaget.
13. Motivation att utföra ett bra arbete.

En operatörs *mentala modell* över systemet är en förklaringsmodell i form av en intern representation sparad i minnet. Modellen består av de viktiga egenskaperna i systemet och deras inbördes förhållande och är baserad på tidigare erfarenheter och/eller föreställningar. Mentala modeller används för att förenkla och förutsäga olika beteenden och kan skapas spontant av användaren eller formas genom träning. De kan även vara felaktiga vilket då försämrar prestationen. De kan också styra våra förväntningar i vissa situationer. En korrekt mental modell gör det möjligt för operatören att förstå den kausala strukturen (orsak-verkan) och sambanden mellan funktionerna i systemet.

Situationsmedvetenhet (Situation Awareness, SA) innebär att man observerar relevanta systemtillstånd, förstår det pågående skeendet samt kan prediktera vad som kommer att hända i nästa steg (Endsley, 1995). Vid processtyrning handlar SA främst om vilken information och vilka beslutsstöd som ska användas och hur dessa sätts samman till en större helhetsförståelse. Detta är en förutsättning för att man ska uppleva att man behärskar ett komplext skeende med mycket samtidig information, särskilt av dynamisk art, för att besluta om lämpliga styråtgärder.

3 Kunskap och kompetens

3.1 EXPLICIT OCH IMPLICIT KUNSKAP

Kunskap kan definieras som en blandning av erfarenhet, sammanvägd information och insikter vilket ger ett ramverk för värdering och förmåga att ta emot ytterligare erfarenhet och information (Davenport & Prusak, 1998). Kunskap finns inbäddad i människor och kan delas upp i två former, en mer explicit (uttalad, tydlig) form och en mer implicit (uttalad, underförstådd) form. Tabell 1 visar på karakteristiska begrepp som tillhör respektive kunskapsform.

Explicit kunskap är uttalad, teoretiskt beskaffad och bygger till stor del på objektivitet. Den är känd för individen och innebär '*att veta*'. Explicit kunskap kan ofta verbaliseras (uttryckas i tal, text och bilder), är ofta möjlig att förstå, samla in, systematisera och dokumentera. Explicit kunskap kan tas fram antingen exakt (medveten hågkomst eller framkallning) eller genom igenkänning. Individen är ofta medveten om sin explicita kunskap och vad den består av. Explicit kunskap erhålls främst genom studier, utbildning eller aktivt sökande efter kunskap (Kakabadse m.fl., 2001).

Implicit kunskap är outtalad kunskap, baserad på erfarenhet och svår att förklara utan att visa hur det går till. Implicit kunskap innebär '*att kunna*', till exempel att kunna cykla eller köra bil. Implicit kunskap samlas över tid genom övning, erfarenhet och praktik. Den implicita praktiska kunskapen är svårare att verbalisera, systematisera och dokumentera. Individen är inte alltid medveten om sin implicita kunskap eller har svårighet att uttrycka den i ord och skrift.

Det är svårt att dra en tydlig gränslinje mellan vad som är explicit och implicit kunskap, hur den lärs in och tas fram. Kunskap består vanligtvis av en blandning av explicit och implicit kunskap och när man försöker förmedla sin kunskap använder man sig ofta av verbalisering samtidigt som man vill visa hur man gör, det vill säga både genom teori och praktik. Ofta behövs både explicit och implicit kunskap för att lösa ett problem.

3.2 TYST OCH DOLD KUNSKAP

Implicit kunskap är outtalad kunskap som kan finnas i två former; tyst kunskap respektive dold kunskap (Baumard, 1999). Dold kunskap är sådan kunskap som en individ har men inte *vill* uttrycka av olika anledningar, medan tyst kunskap är sådan kunskap som individen har men inte *kan* uttrycka. Att man inte *vill* kommunicera viss kunskap kan bero på många faktorer, kanske för att man vill behålla kunskapen för egen del för att få någon typ av egen vinning förknippad med den. Möjligen även för att man har kunskap som om den blev offentlig skulle innebära negativa konsekvenser för individen. Ibland hittar man även genvägar för problemlösning, genvägar som bryter mot de regler som skall följas. Därför vill man inte dela med sig av sin kunskap.

Begreppet tyst kunskap (eng. tacit knowledge) förknippas med att individer kan veta mer än vad de kan uttrycka (Polanyi, 1958; 1966), vilket kan sägas vara allt som en person vet minus det som kan uttryckas i tal och skrift. Tyst kunskap grundar sig i känslor, handlingar, ideal och värderingar. Den är ofta individuell och subjektiv då den baseras på personliga åsikter och erfarenheter, dvs. den är dels kontextspecifik dels personlig. Tyst kunskap kan ha två dimensioner, en kognitiv och en teknisk. Den

kognitiva omfattar mentala modeller som paradig, perspektiv, övertygelser och visioner. Den tekniska är mer veta hur. Tyst kunskap förvärfvas genom handling, utförande och reflektion. Det tar ofta flera år med många upprepningar av ett beteende att bygga upp tyst kunskap om hur man utför avancerade uppgifter, senare blir den tysta kunskapen viktig för att lösa problem då detta ofta sker med hjälp av intuition och erfarenhet.

Tyst kunskap kan ibland uttryckas som intuition eller magkänsla. Via intuition kan vi känna på oss vad som är rätt och fel, sant och falskt, vad som kommer att hända och hur det kan gå. Inom beslutsfattandet kallas detta *Recognition Primed Decision Making* (igenkänningsbaserade beslut) och handlar om hur människor kan utveckla snabba effektiva beslut i komplexa situationer genom mönsterigenkänning och erfarenhet av liknande situationer (Klein, 2007). När ett mönster av ledtrådar har blivit inlärt kan en ny situation snabbt matchas mot detta. Är det en tydlig matchning kan rimliga mål identifieras och tidigare testade regler användas för snabba beslut om lämplig åtgärd.

En anledning till att kunskap förblir tyst är svårigheten att kunna uttrycka kunskap som finns lagrad i det episodiska minnet (personen själv har deltagit i en händelse) eller i det motoriska minnet (hur man gör något, t ex cyklar, hur man slår rätt sifferkombination i en kod, hur man använder ett datorprogram). En annan viktig anledning är att kunskapen lagras på olika sätt i minnessystemen som visuell, auditiv eller haptisk information eller som abstrakt kod, vilket kan vara svårt att omvandla för att uttrycka i tal och skrift.

Tabell 1 Översikt av begrepp för tyst (implicit) respektive explicit kunskap.

Implicit kunskap	Explicit kunskap
Tyst	Uttalad
Dold	Öppen
Underförstådd	Definierad
Informell	Formell
Praktisk	Teoretisk
Veta hur	Veta att
Kunna göra	Veta hur man gör
Sunt förnuft	Akademisk
Individuell	Icke individuell
Personlig	Formell utbildning
Learning	Formell träning
Komplex	Enkel
Intuition	Fakta
Lokal	Spridd
Procedurer	Deklarativ
Ej kodad	Kodad

3.3 KUNSKAP OCH KOMPETENS

Kunskap och kompetens är svårdefinierat, men uttrycks oftast som fakta, färdigheter och/eller information som införskaffats genom utbildning eller praktisk erfarenhet som bidrar till teoretisk eller praktisk förståelse för ett ämne. En begreppsförvirring kan lätt uppstå när begreppen kunskap och kompetens används tillsammans (Stein, 1996).

Kunskap kan uttryckas som att '*veta att*', där fokus ligger på det teoretiska kunnandet, inlärd teoretisk förmåga eller kännedom om fakta, sakförhållanden eller data. Kunskap anses då likställt med explicit kunskap. Kunskap benämns ibland deklarativ kunskap. Kompetens kan ses som ett samlingsbegrepp för en individs förmåga, eller färdighet att utföra en uppgift genom att tillämpa en, eller flera, kunskaper, att '*veta hur*'. Här ligger fokus på handling och förmågan att på ett korrekt sätt utföra en handling. Kompetens kan då vara mer likställt med implicit kunskap. Kompetens benämns ibland procedurkunskap, alltså veta hur man utför något.

Kunskap och kompetens interagerar med varandra men är inte beroende av varandra. Det är fullt möjligt för en individ att vara kompetent utan att ha teoretisk kunskap inom ett område. Kunskap kan också finnas utan att kompetens finns inom detta område (Swieringa & Wierdsman, 1992).

3.4 LAGRING AV KUNSKAP I LÅNGTIDSMINNET

Information, kunskap och kompetens är lagrad i olika minnessystem i långtidsminnet hos den mänskliga hjärnan. Ofta delas långtidsminnet in i ett deklarativt eller explicit minne och ett icke deklarativt eller implicit minne. Det deklarativa minnet har egenskapen att innehållet kan återges eller beskrivas för andra människor, till exempel minnen, idéer och händelser. Det icke deklarativa minnet handlar mer om igenkänning av saker och veta hur man gör något, t.ex. cykla, simma eller lösa ekvationer.

Deklarativt minne indelas ofta i två typer av minnen, dels minnen där personen själv deltagit i händelsen (episodiskt minne), dels semantiskt minne där allmän kunskap om världen lagras (explicit kunskap). En viktig skillnad mellan dessa två typer av minnen är att episodiskt minne alltid är förknippat med tid och rum, dvs. den miljö eller den kontext i vilket händelsen skedde. Det semantiska minnet däremot är inte lika starkt förknippat med en specifik miljö utan hanterar information av generell karaktär, t ex innebörden av ord och begrepp, kunskaper, trosföreställningar och teorier. Inläring av allmän kunskap kan ske i många olika miljöer och på olika sätt genom tal och skrift.

Icke deklarativt minne delas vanligtvis in i perceptuellt minne (igenkänning) och procedurellt minne (veta hur man ska göra något). I det perceptuella minnet finns vår förmåga att erinra oss syn- och hörselintryck, smaker och lukter utan att sätta ord på intrycken. Detaljerna i det perceptuella minnessystemet infogade i sitt sammanhang, vilket inte är fallet i det episodiska minnet. Procedurellt minne är vår förmåga att utföra saker rent fysiskt och är en form av muskelminne. Detta är inte medvetna minnen som man måste erinra sig för att kunna använda, de bara finns där och kan vara svåra att förklara. Nästan alla kan gå eller fanga en kastad boll, men det är svårt att beskriva hur man gör det utan att visa.

Minnesforskningen har visat att det som lärs in i en viss miljö kan vara svårt att återskapa i mycket annorlunda miljöer (Baddeley, 1996). Kunskapen förknippas ofta med den miljö man befann sig i vid inläringen. För att optimera möjligheterna att återskapa ett visst minne bör man befinna sig i samma miljö som när minnet en gång

skapades. Om detta inte är möjligt ska man eftersträva att vara i en liknande miljö som påminner så mycket som möjligt om miljön där minnet uppstod.

Det icke deklarativa eller implicita minnet tar sig delvis omedvetet uttryck i olika beteenden, utan att personen kan redogöra för dessa. Inläring av färdigheter antas ske i tre steg (Fitts & Posner, 1967). Första steget sker genom ett deklarativt steg, ofta i verbal form, med olika typer av instruktioner. Nästa steg är ett associativt steg där olika typer av beteenden har fått associationer med ledtrådar i miljön. Precisionen i beteendet ökar och antalet felhandlingar minskar här. Det tredje stadiet benämns det autonoma stadiet där beteendet är korrekt, snabbt och mer eller mindre automatiskt. När man har nått detta sista stadiet är kunskapen ofta mindre tillgänglig för verbal beskrivning, eftersom bakgrunden till kunskapen är mer eller mindre utanför medvetandets område. Kunskapen kan upplevas "sitta i fingrarna" (maskinskrivning, spela piano) eller i kroppen (cykla eller simma), dvs. lagrad i ett muskelminne. De ledtrådar som behövs för att återkalla minnet av hur färdigheten lärdes in är ofta inte längre tillgängliga.

Minnesforskningen har visat att människor vet mycket mer än vad de kan återge. Det finns en stark skillnad mellan att korrekt kunna återge vilka ord som fanns i en lista av ord och att korrekt kunna känna igen de ord som förekom i listan. Det finns alltså en skillnad mellan återgivning och igenkänning av fenomen (Baddeley, 1996). En egenskap hos minnet är att människor är betydligt bättre på att känna igen bekanta objekt än att verbalt återge dessa. Olika typer av ledtrådar kan kraftigt förbättra förmågan att minnas olika typer av händelser och objekt (Tulving & Osler, 1968).

I långtidsminnet lagras information och kunskapen i olika typer av format. Dessa representationer är specifika för olika sinnesmodaliteter (syn, hörsel, smak, lukt, känsel) och oftast görs en distinktion mellan visuell (bildmässig), auditiv (ljud) och motorisk (kroppslig) representation. Dessa olika lagringsformer är viktiga då lagrad implicit (tyst) kunskap ska hittas och göras deklarativ eller explicit. Om en händelse till största delen har en visuell karaktär är det rimligt att anta att den händelsen har lagras i visuell form. Samma resonemang är tillämpligt för uppgifter som domineras av auditiv information eller motorisk information. De ledtrådar som passar bäst för att komma åt tyst kunskap bör vara anpassade till det format i vilket den tysta kunskapen sannolikt är lagrad. Verbal återgivning av tyst kunskap som har lagrats i visuell eller motorisk form kräver då en transformation från en visuell eller motorisk kod till en verbal kod.

För att på bästa möjliga sätt transformera tyst kunskap till explicit kunskap bör ledtrådarna vara anpassade till den lagringsform som den tysta kunskapen sannolikt finns lagrad i. Om en uppgift till största delen domineras av visuell information bör visuella ledtrådar användas för att försöka komma åt den kunskapen. Detta kan sannolikt uppnås genom att vistas i den miljö där den tysta kunskapen har sitt ursprung när den ska tas fram. För att ytterligare underlätta framtagning av tyst kunskap är igenkänning att förespråka framför återgivning, eftersom människor är bättre på att känna igen händelser utifrån alternativ och ledtrådar, än att återkalla dem själv från minnet.

3.5 KUNSKAP OCH KOMPETENSÖVERFÖRING

Kunskap och kompetens är den mest framstående resursen för många företag. Kunskap måste kunna skapas, delas och överföras för att skapa värde över tid vilket är en stor utmaning (Nonaka & Takeuchi, 1995; Grant 1996). Kunskap kan ses som en

enskild mental handling som individer tillägnar sig genom lärande. Många olika faktorer påverkar kunskapsbildning i organisationer, det kan t.ex. handla om faktorer som bidrar till en social miljö, såsom kultur, ledarskap, struktur och system. Kunskap skapas bland annat genom samspel mellan människor med olika bakgrund, erfarenhet och ålder, där de tar med sig olika intressen och erfarenheter in i organisationen.

Ett av de främsta målen för en organisation bör vara att överföra så mycket värdefull kunskap som möjligt från individnivå till organisatorisk nivå (Alarik & Diedrich, 2000). Det är av stort intresse för en organisation att ta tillvara den kunskap och kompetens som finns hos medarbetarna, att sprida denna och att möjliggöra att ny kunskap och kompetens kan uppstå. Det är också viktigt att minska det beroende som kan uppstå då endast ett fåtal individer innehar unik kunskap och kompetens inom organisationen och vid generationsväxlingar.

Kunskap och kompetensöverföring ska inte ses som en enskild del i en organisation och särskiljas från sin kontext, utan vara integrerad i verksamheten. Överföringen är en social aktivitet som påverkas av organisationsstruktur och arbetssätt. Organisationens ledning måste ha förståelse för dess immateriella värde, och har ansvar att skapa ett klimat där spridning av kunskap uppmuntras och värdesätts. Överföring och utbyte av kunskap bör finnas som en integrerad del i arbetsprocesser där alla medarbetare kan ta del av varandras framgångar och motgångar.

Kunskap är inte detsamma som information. Bara för man får tag på mer information behöver det inte innebära att medarbetarna blir duktigare. För mycket information kan leda till förvirring. Det finns inte något optimalt tillvägagångssätt för överföring av kunskap. Det beror på att kunskap ständigt förändras men också på att organisationer också förändras och har olika förutsättningar samt efterfrågar olika typer av kunskap. De metoder som tagits fram i teorin kan ofta kombineras så den ena metoden kompletterar den andra. Ofta krävs en situationsanpassad, skräddarsydd lösning för en specifik arbetssituation.

Kunskapsöverföring är ett aktiv handlande, både av den som överför och den som ska ta emot kunskapen. Kunskapsöverföring innebär också att den som överför kunskap ofta inte har någon kontroll över hur den tas emot eller används. Innan en överföring kan göras behöver organisationen veta var någonstans kunskapen och kompetensen finns (Davenport och Prusak, 2003). Detta är en utmaning då en del av detta har karaktären av tyst eller dold kunskap. Denna kunskap är speciellt viktig för problemlösning vid oförutsedda händelser.

3.6 KUNSKAPSOMVÄNDLING

Nonaka & Takeuchi (1995) definierar kunskapsöverföring som kunskapsomvandling (knowledge conversion). De menar att kunskap skapas och expanderar genom social interaktion mellan uttalad (explicit) och tyst (implicit) kunskap. Interaktionen mellan explicit och implicit kunskap tenderar att växa i omfattning då fler individer inom och utanför organisationen involveras. Uttalad och tyst kunskap är inte helt separerade från varandra men är ömsesidigt kompletterande. De föreslår fyra dimensioner av kunskapsomvandling, för hur kunskap kan skapas och delas (Figur 3-1).

KUNSKAPSTYP	Tyst kunskap	Explicit kunskap
Tyst kunskap	Socialisering	Externalisering
Explicit kunskap	Internalisering	Kombinering

Figur 3-1 Fyra dimensioner av kunskapsomvandling enligt Nonaka & Takeuchi (1995).

Socialisering betyder att implicit kunskap överförs till implicit kunskap. Detta innebär att kunskap skapas genom utbyte av erfarenheter, vilket kan dels genom att människor samarbetar kring arbetsuppgifter, dels genom informella möten eller samtal. När det gäller processtyrning pågår detta till exempel under arbete i skiftlagen i kontrollrummet eller vid lärlingskap.

Externalisering går ut på att implicit kunskap övergår till explicit kunskap. Detta medför att tyst kunskap blir till uttalad kunskap, till exempel då tyst kunskap verbaliseras och dokumenteras på lämpligt sätt. Inom processtyrning kan detta göras genom att tänka högt metodiken används när man genomför arbete i kontrollrummet.

Internalisering betyder att explicit kunskap övergår till implicit kunskap. Detta är nära relaterat till att lära genom att göra (learning by doing). Det handlar om att människor utvecklar sin tysta kunskap genom att till exempel ta del av befintliga dokument, manualer och litteratur. Kunskapen från dessa dokument förankras i beteenden eller procedurer av olika slag och den ursprungliga kunskapen och dess källa tar formen av implicit kunskap. Den uttalade kunskapen fördelas och förankras således inom flera personer i organisationen. Inom processtyrning handlar det om att manualer, dokument och litteratur som använts i utbildningen och vidareutbildningen av operatörer studeras.

Kombinering går ut på att befintlig explicit kunskap övergår till ännu mer explicit kunskap. Detta innebär att man sorterar, kombinerar och adderar befintliga kunskaper, vilket medför ny och ytterligare kunskap som kan spridas vidare genom dokument, checklistor, e-post, rapporter etc. Det kan också uppstå också nya perspektiv på kunskapen när olika kunskapskällor sammanfogas och analyseras. När det gäller processtyrning kan detta innebära att man strävar efter att skapa en helhetsbild av processen och undviker specialisering inom avgränsade områden.

3.7 METODER FÖR KUNSKAP OCH KOMPETENSÖVERFÖRING

Begreppet tyst kunskap är inte så välkänt inom alla organisationer och därmed saknas ofta etablerade metoder för att ta tillvara på denna inom olika branscher. De studier som genomförts för att försöka fånga tyst kunskap har nästan uteslutande använt metoder som innebär någon form av verbalisering av kunskapen, till exempel intervjuer, fokusgrupper, rollspel, frågeformulär eller att föra dagboksanteckningar, detta trots att man vet att tyst kunskap är svår att verbalisera. Få observationsstudier

har genomförts trots att detta borde vara en möjlighet att öka förståelsen för hur människor agerar i olika situationer när de inte kan uttrycka sin tysta kunskap.

En effektiv kunskap och kompetensöverföring kräver betydande personliga kontakter, interaktion och förtroende bland olika aktörer för att kunna utbyta erfarenheter (Goffin & Koners, 2011). Detta är dock inte tillräckligt, även erfarenhet, reflektion och dialog måste finnas över tid (Fahey och Prusak, 2003; Disterer, 2003; Haldin-Herrgard, 2000). En förutsättning för lyckad kunskap och kunskapsöverföring är att tillräcklig tid avsätts inom organisationen.

Explicit kunskap är oftast lätt att sprida till en låg kostnad då den är objektiv, tillgänglig genom medvetenhet och observerbar. Överföring av explicit kunskap kan göras verbalt i form av tal och skrift, med utbildning i form av möten, föreläsningar, seminarier, böcker, manualer, handböcker, instruktioner eller andra dokument och är förhållandevis okomplicerat. Explicit kunskap kan överföras varje dag medan kompetens är mer svår att förmedla.

Att överföra kompetens är mer komplicerat än att överföra kunskap. Polanyi (1966) menar att kompetens är svår att överföra med hjälp av formell utbildning. Collins (2007) menar att kompetensöverföring till stor del sker i en social miljö och är en kollektiv egendom. Stewart (1998) visar att organisationer gärna söker korrelera träning med lärande för att överföra kompetens. Detta kräver resurser i termer av tid, kontakter, interaktion och t.ex. möjlighet till mentorskap. Yrkeskunnande och kompetens är av stort värde vid hantering av oväntade händelser (Engström, 2014). En metod för att förmedla, skapa och utveckla yrkeskunnande är lärlingskap där kunskap, värderingar och bilder överförs genom praktik under handledning. En annan metod är simulator-träning som kan ge erfarenhet och träning av oväntade och sällan förekommande händelser i form av scenarier.

Lyckad kunskap och kompetensöverföring kräver generellt:

- Förståelse från ledningen
- Tillåtande klimat
- Integrerad del i arbetsprocesser
- Sociala aktiviteter (fikapauser, aktiviteter utanför arbetstid)
- Personliga kontakter
- Mindre grupper
- Trygghet
- Nätverk
- Interaktion
- Förtroende
- Erfarenhet
- Reflektion
- Dialog
- Tillräcklig tid
- Intresse av inblandade parter
- Informationsteknologi
- Pedagogisk kompetens vad gäller överföring

Den sociala miljön och klimatet på en arbetsplats är mycket viktig för kunskapsöverföring. Att reflektera över kunskap och erfarenheter tillsammans bidrar både till organisationens och individens utveckling. Ju fler idéer medarbetare delar med sig

desto fler idéer får de tillbaka och det är aldrig fel att diskutera jobb på ett informellt sätt.

Nedan följer en lista på ett antal metoder som med varierande framgång använts inom olika branscher för att överföra kunskap och kompetens. Uppdelningen är här gjord enligt att kunskap mer är explicit kunskap och innebär *veta att* (som kan överföras genom tal och skrift) medan kompetens mer innebär *veta hur* man gör något. Ofta är dock kunskap och kompetens nära sammanlänkade, och metoderna kan på ett eller annat sätt enskilt eller tillsammans användas för kunskap och kompetensöverföring.

Metoder för överföring av explicit, uttalad kunskap (veta att):

- Litteratur
- Handböcker
- Dokument
- Instruktioner
- Checklistor
- Incidentrapportering
- Registrering av onormala händelser med lösningsförslag
- Registrering av lyckade knep och strategier
- Formell utbildning
- Fortbildning
- Nyrekrytering
- Föreläsningar
- Seminarier och konferenser
- Informationscirkulär

Metoder för att överföra implicit, outtalad kunskap och kompetens (veta hur):

- Mentorskap
- Coaching
- Lärlingskap (teori, praktik och kontext sammanlänkade)
- Observation
- Simulatorträning (enskilt eller samarbete i grupp)
- Praktik: Verklig interaktion med systemet i rätt miljö (att göra)
- Fokusgrupper
- Brainstorming-möten
- Arbetsrotation, byta medarbetare i skiftlag
- Rollspel (lärare-elev)
- Scenarioanalys av sällan förekommande händelser, larmsituationer etc.
- Diskussionsforum: hur löstes verkliga akuta händelser
- Community of practice (praktikgemenskap på arbetet)
- Informella sammanhang (korridorprat, fikapauser)
- Sociala nätverk

4 Metod för att hitta och överföra tyst kunskap och kompetens för processstyrning

Litteraturstudier, projekt med liknande frågeställningar, intervjuer med expertis inom området samt de teoretiska beskrivningarna i kapitel 2 och 3 har använts som underlag för att utveckla förslag på en metod för att hitta och överföra tyst kunskap och kompetens för processstyrning. Hur överföring av explicit, uttalad kunskap kan ske ingår inte i metodförslaget, eftersom detta är kunskap som kan uttryckas i tal och skrift, och därmed inte tyst kunskap. Men i kapitel 7, där ett sammanfattande metodpaket presenteras för kunskap och kompetensöverföring för processstyrning, föreslås även lämpliga metoder för explicit kunskapsöverföring.

I första hand syftar metoden till att hitta och överföra tyst (implicit) kunskap som är knuten till kompetens att förstå, bedöma och lösa olika former av driftstörningar och kritiska situationer, dvs. att veta hur man ska gå till väga här för problemlösning och åtgärd. Detta handlar främst om vilken information och vilka beslutsstöd man ska använda sig av och hur dessa sätts samman till en större helhetsförståelse för att uppnå hög situationsmedvetenhet över processens skeende.

Metoden delas in i tre huvudområden:

1. Metoder för att kartlägga situationen
2. Metoder för att hitta tyst kunskap och kompetens
3. Metoder för att överföra tyst kunskap och kompetens

4.1 KARTLÄGGNING AV SITUATIONEN

För att kunna hitta tyst kunskap och kompetens vid processstyrning måste först situationen i det specifika kontrollrummet där processstyrningen sker kartläggas. Framför allt är det viktigt att få en uppfattning om vilken expertis som finns samt vilka informationskällor och beslutsstöd som används för att utföra olika arbetsuppgifter. Driftstörningar och kritiska situationer som inte är helt triviala att lösa behöver lyftas fram. Det handlar om uppgifter med en viss grad av osäkerhet inbyggt, där det kan krävas lång erfarenhet för att åtgärda problemen på ett snabbt, effektivt och säkert sätt, och där ingen formaliserad kunskap finns om hur operatörerna ska gå till väga. Dessa uppgifter kan beskrivas i form av scenarier.

Kartläggning av situationen delas in i följande steg:

1. Kartläggning av arbetsuppgifterna
2. Kartläggning av expertis
3. Kartläggning av informationskällor och beslutsstöd
4. Kartläggning av driftstörningar och utveckling av scenarier

För att kartlägga dessa fyra områden behövs tillgång till ett antal erfarna experter och nyckelpersoner på företaget som har stor kunskap om processen, varit verksamma i kontrollrummet under en längre tid (minst 10 år, gärna uppåt 20-25 år) samt har upplevt och varit delaktiga i lösningar av ett antal felfall och driftstörningar med olika grad av allvarlighet. Intervjuer, frågeformulär och observationer används här som datainsamlingsmetoder.

4.1.1 Kartläggning av arbetsuppgifter

Kartläggning av arbetsuppgifter görs genom intervjuer med nyckelpersoner inom organisationen som är insatta i kontrollrumsarbetet och som har arbetat där själva. Resultatet kan även kompletteras med faktiska observationer i kontrollrummet och från dokumenterade arbetsbeskrivningar för olika roller i skiftlaget. Vid observation i kontrollrummet kan *tänka-högt* metoden användas, då expertoperatörerna får förklara hur de tar in och uppmärksammar olika typer av information från processen via sina sinnen (främst syn och hörsel, men också var de vänder sin uppmärksamhet mot i rummet och vart de förflyttar sig), hur de tänker och agerar när de fattar beslut om åtgärd samt vilken feedback de förväntar sig från systemet efter på åtgärd.

4.1.2 Kartläggning av expertis

Kartläggning av expertis görs genom intervjuer med expertoperatörer kring vad som krävs för att bli expert på övervakning och drift för den specifika processen. Det kan handla både om teoretisk och praktisk kunskap (veta att och veta hur) samt om personliga egenskaper och förmågor som krävs för att bli expert. Följande frågeställningar kan användas som underlag för kartläggning av expertis:

- Vad är det som gör att man blir expert och får helhetsgrepp över systemet?
- Hur lång tid tar det och vad behöver man för erfarenhet för att bli expert?
- Behöver man uppleva flera olika driftfall för systemet för att förstå vad som är normalt och icke normalt?
- Är vissa operatörer mer lämpade än andra att lära sig och att förstå systemet?
- Varför i så fall, vilka personliga egenskaper behöver man ha?
- Hur skulle man kunna lära ut förmågan att mer se på helheten än de enskilda delarna i systemet?

4.1.3 Kartläggning av informationskällor och beslutsstöd

Kartläggning av informationskällor och beslutsstöd som finns tillgängliga i kontrollrummet, inom organisationen eller hos operatörerna själva, görs genom intervjuer med operatörer inom skiftlagen och kan kompletteras genom observationer i kontrollrummet. En lista som beskriver och grupperar beslutsstöden sätts därefter samman och kan innehålla följande rubriker:

- Information via fysiska visarinstrument (mätvärden)
- Information på skärmbilder (deskriptiv och prediktiv data)
- Organisatoriskt stöd
- Teoretisk (explicit) kunskap (veta att)
- Kompetens (implicit kunskap, veta hur)
- Kultur (utbyte av erfarenheter inom/mellan skiftlag etc.)
- Minne (mentala bilder, intuition, tankeprocesser)

Med detta som underlag kan sedan ett frågeformulär utvecklas där alla operatörer i skiftlagen får gradera hur viktiga de anser olika beslutsstöd är, vilka de använder sig av i arbetet och när dessa används. Här kan information fås om användningen av olika beslutsstöd skiljer sig åt för olika roller i skiftlaget eller för operatörer med olika lång erfarenhet.

4.1.4 Kartläggning av driftstörningar och utveckling av scenarier

Vid kartläggning av driftstörningar handlar det om att hitta situationer med olika grad av komplexitet, både verkliga störningssituationer som hänt samt nya störningssituationer som skulle kunna uppkomma, som man tränat på eller inte. Störningarna kan vara vanligt förekommande eller mer sällsynta, men inte triviala att lösa utan en viss grad av osäkerhet bör finnas med. Speciellt av intresse är situationer som är svåra att tolka och förstå, där stor erfarenhet krävs för att åtgärda problemen och där ingen formaliserad kunskap eller instruktioner finns tillgängliga. Expertoperatörer och andra nyckelpersoner inom organisationen som har erfarenhet av driftstörningar och hur de lösts är lämpliga informationskällor för att hitta lämpliga störningssituationer.

Följande frågor kan användas som underlag för att kartlägga driftstörningar:

- Vilka uppgifter i kontrollrummet kräver lång erfarenhet för att klaras av?
- Vilka uppgifter i kontrollrummet kan vara svåra att behärska/utföra?
- Vilka problem i kontrollrumsarbetet kan uppstå för en oerfaren operatör?
- Finns det någon form av tillbuds- eller olycksrapportering? Kan den ge någon ledtråd till vilka uppgifter som är kritiska?
- För kritiska uppgifter har man observerat att erfarna operatörer vetat bättre hur dessa ska lösas än oerfarna operatörer?

För varje driftstörning som anses relevant att gå vidare med i utbildningssyfte ska en beskrivning göras i form av ett händelsescenario. Förutom en beskrivning av själva händelsen bör scenariot också innehålla processdata från relevanta informationskällor och beslutsstöd. Beskrivningarna kan vara både i form av text, diagram och bilder.

4.2 METODER FÖR ATT HITTA TYST KUNSKAP OCH KOMPETENS

Metoder för att hitta tyst kunskap och kompetens hos erfarna processoperatörer handlar om att försöka förstå den intuition och de tumregler de använder sig av för att lösa komplexa situationer och där tillvägagångssättet vid problemlösningen inte finns formaliserat eller dokumenterat i organisationen. Erfarna operatörer bevakar ofta, delvis omedvetet, intuitivt värden och signaler via sina sinnen, samt uppmärksammar och reagerar ofta snabbt på förändring av ljud, ljus och rörelse (t.ex. vibrationer i anläggningen) och tar sedan beslut om åtgärd baserat på mönsterigenkänning. Men förutom att intuitivt veta vilken information som ska uppmärksammas vet de även när de ska fokusera på olika informationskällor under ett händelseförlopp.

Följande metoder kan användas för att hitta hur tyst kunskap och kompetens utnyttjas i operatörsrollen:

- Observationer i kontrollrummet samt tänka-högt protokoll
- Scenariotanalys
- Intervju (med expertoperatör)
- Fokusgrupp (med operatörer från samma skiftlag eller från olika skiftlag)
- Rollspel lärare/elev (expertoperatör/nyanställd)

4.2.1 Observationer

Observationer i kontrollrummet kan vara en källa till att hitta hur skiftlagets medlemmar samarbetar genom diskussion av olika driftfall samt vad de uppmärksammar och fokuserar på för informationskällor och beslutsstöd för att skapa

sig en bild över processens nuvarande och kommande status. Här kan också observeras hur olika operatörsroller i teamet agerar. Främst kan processtyrning under normaldrift observeras, eftersom det är relativt sällsynt att störningar och kritiska situationer uppkommer. En metod att addera till oberoende observationerna är att be operatörerna berätta högt hur de tänker och vad de gör vid en specifik arbetsuppgift. Denna metod kallas tänka-högt protokoll, men kräver att personen som ska berätta är verbalt skickad.

4.2.2 Scenarioanalys

Vid scenarioanalys utgår man från de scenarier över driftstörningar som tagits fram vid kartläggningen av situationen i kontrollrummet (avsnitt 4.1.4). Om scenarioanalysen kan genomföras i kontrollrummet, dvs. i den verkliga miljön där händelsen inträffade kan en hög grad av realism uppnås genom ekologisk validitet. Det är då lättare för experterna att återkalla minnen samt att relatera till rumslig placering och faktiska beslutsstöd. Om detta inte är möjligt kan simulerad kontrollrumsmiljö med varierande grad av realism användas. Scenarioanalys kan göras antingen med enskild expertoperatör, med grupp av operatörer eller som rollspel mellan expertoperatör och nyanställd.

Följande frågeställningar kan användas vid händelseanalysen för att hitta och strukturera tyst kunskap om hur scenariot kan lösas:

1. **Problem**
Vad startade problemet? Hur märkte man att ett problem uppstått eller skulle komma att uppstå? Vad observerade man?
2. **Resurser**
Vilka resurser behövdes för att åtgärda problemet?
(i form av personal, utrustning, dokumenterad information)
3. **Tidsfaktor**
Vilken tidsmarginal hade man för att åtgärda problemet?
4. **Kontroll**
Hur agerade man för att få kontroll över problemet? Vilka strategier fungerade eller fungerade inte?
5. **Utvärdering**
Hur kunde man utvärdera att insatserna lyckats? Vilken feedback gav systemet?

För händelsescenario kan därefter en mer systematisk beskrivning utvecklas över hur man bör gå till väga, d.v.s. det rätta sättet, när man löser den aktuella störningssituationen. Som hjälp för dokumentationen kan Hierarkisk uppgiftsanalys, HTA användas (Stanton 19XX), som är en användbar metod för att analysera en uppgift.

Med hjälp av metoden beskrivs i hierarkier vilka deluppgifter som ska utföras, kopplingen mellan dessa, vilken information man behöver ha tillgång till och vilka handlingar som måste utföras för att lösa de olika deluppgifterna.

Intervju med expertoperatör

Intervju med en enskild expertoperatör för att hitta tyst kunskap och innebär att ett antal frågor ställs kring vilka ledtrådar personen använder sig av för att tolka olika

beslutsstöd i scenario. Här kan både verbal och visuell dokumentation användas för att samla in den tysta kunskap som kommer fram. Videoinspelning kan till exempel göras när operatören berättar och agerar i kontrollrummet och pekar på olika ledtrådar som används vid problemlösningen. Därefter kan man gå igenom inspelningen i en debriefing där operatören får komplettera sitt fysiska handlande med ytterligare verbala beskrivningar om vad som uppmärksammades och hur tankeprocesserna gick till i olika steg av problemlösningsprocessen. Det är bra om expertoperatören är en person som är duktig på att uttrycka sig i tal och är motiverad att genomföra uppgiften.

Fokusgrupp

Fokusgrupp innebär att cirka 6 operatörer samlas tillsammans med en moderator som styr diskussionen kring vad de använder för tumregler och intuition i den dagliga processtyrning och vad de använder sig av för kunskap och kompetens för att tolka olika informationskällor och beslutsstöd i kontrollrummet. Operatörerna kan antingen komma från ett gemensamt skiftlag eller vara en blandning av operatörer från olika skiftlag. En gruppdiskussion medför att deltagarna inspirerar och engagerar varandra att hitta lösningar. I fokusgruppen kan också scenarier över kritiska händelser som inträffat diskuteras utifrån gemensamma minnen för att hitta de ledtrådar, stöd och feedback från systemet man använt sig av för att förstå och lösa situationen. Observation eller videofilmning kan användas för dokumentation av hur operatörerna agerade för att lösa problemet och de befinner sig i kontrollrumsmiljö under fokusgruppen. Även här kan debriefing göras med kompletterande verbala beskrivningar om hur gruppen tänkte vid problemlösningen.

Rollspel

Vid rollspel får en erfaren operatör spela mentor för en annan operatör som ska utbildas på arbetsuppgifter i kontrollrummet eller läras upp från scenariobeskrivningar. Detta ska helst göras i kontrollrummet för att få så verklighetstrogen miljö som möjligt med informationskällor och beslutstöd tillgängliga. Här dokumenterar man (både verbalt och visuellt) vad handledaren fokuserar på, säger och visar. Beroende på hur erfaren den andra operatören är (nybörjare eller delvis kunnig på systemet) kan man få olika grad av djup i dialogen genom de frågor eleven ställer. När handledaren ska förklara för en mer kunnig operatör hur en uppgift ska lösas kan andra ledtrådar komma fram än när handledaren undervisar en nybörjare.

4.3 METODER FÖR ÖVERFÖRING AV TYST KUNSKAP OCH KOMPETENS

Att överföra tyst kunskap och kompetens från erfarna processoperatörer till övriga operatörer handlar om att överföra information om vilka ledtrådar och mönster de använder sig av, och när de använder dessa för att förstå och åtgärda problem vid driftstörningar. Även kunskapsöverföring kring hur de utnyttjar olika typer av feedback från systemet för att bekräfta valda kontrollaktiviteter och för att bedöma hur de ska gå vidare i problemlösningen är av stort intresse. Likaså att försöka överföra information om hur expertoperatörernas mentala modell över systemet är uppbyggd och fungerar är betydelsefullt.

Följande metoder kan användas som hjälp vid överföring av tyst kunskap och kompetens för processtyrning vid driftstörningar:

1. Scenarioanalys
 - Expertoperatör(er) utbildar operatörer i mindre grupp
 - Rollspel lärare/elev (expertoperatör/nyanställd)

2. Överföring via situationsmedvetenhet
3. Lärlingskap i kontrollrummet under drift
4. Kollegial feedback i teamet efter driftstörning
5. Rotation av operatörer i skiftlag
6. Informell social överföring (i korridor och fikarum)

4.3.1 Överföring via scenarier från driftstörningar

Överföring av tyst kunskap och kompetens för processtyrning vid driftstörningar främjas genom att man utgår från processdata, antingen från enskilda informationskällor/beslutsstöd eller från fullt utvecklade scenariobeskrivningar. Scenario-beskrivningar kan ha tagits fram när man kartlade situationen i kontrollrummet (avsnitt 4.1.4) och/eller så används resultat som kommit fram när man försökt hitta tyst kunskap hos expertoperatörer (avsnitt 4.2). Om det är möjligt att vara fysiskt närvarande i kontrollrummet vid kunskapsöverföringen är det en fördel. Minnet är nästan alltid förknippat med den miljö i vilken man lärt sig något och återgivningen av det man lärt sig förbättras om man befinner sig i den miljö där inläringen skedde. I kontrollrummet finns inte bara visuell information utan även audiell information och rumslig lokalisering. Om det inte är möjligt att vara i det faktiska kontrollrummet, kan en simulatorliknande kontrollrumsmiljö med olika grad av realism vad gäller placering av informationskällor och beslutsstöd byggas upp på företaget.

Vid kunskapsöverföringen ska erfarna processoperatörer beskriva hur de skulle agera i de olika scenarierna. Utbildningen bör genomföras i mindre grupper av cirka 6-8 deltagare för att en interaktion och dialog ska kunna uppkomma. De kan till exempel beskriva vilka ledtrådar de använder sig av, hur de analyserar informationen och vad de tar beslut om åtgärd utifrån. Även vilken feedback de förväntar sig från systemet och hur de agerar om inte denna feedback kommer.

Om flera expertoperatörer deltar vid kunskapsöverföringen kan de gemensamt diskutera ledtrådar, feedback och Lösningsstrategier, både lyckosamma och mindre lyckosamma. Expertoperatörer kan också ta rollen som lärare som ska instruera en nyanställd operatör och ge råd om hur och vad som ska göras i en viss situation. På detta sätt kan det också bli en lärande dialog med frågor och svar som medför att båda parter är aktiva och tvingas sätta ord på och förklara sina intuitiva tankar och lösningar.

Genom dessa tillvägagångssätt tvingas experterna verbalisera och strukturera sin tysta kunskap på ett pedagogiskt sätt, vilket medför att den tysta kunskapen kan fångas och dokumenteras och därmed anta en form av mer explicit uttalad kunskap. Denna kunskap kan sedan användas vid utformning av checklistor och instruktioner för genomförande av olika åtgärder vid driftstörningar i kontrollrummet.

4.3.2 Överföring via situationsmedvetenhet

Kunskap och kompetensöverföring till den grupp som ska utbildas kan också ske genom att expertoperatörerna försöker beskriva hur de genom sin erfarenhet och tysta kunskap om processens skeende har hög situationsmedvetenhet i kontrollrummet. I situationsmedvetenhet ingår tre nivåer av kognitiv aktivitet; perception (varseblivning av relevant information), sammansättning av tolkning av informationen till en helhet och prediktering av kommande händelser. Tyst kunskap kan finnas på alla tre nivåerna. För att beskriva kunskapen i termer av situationsmedvetenhet kan följande tre frågor ställas till expertoperatören kopplat till ett scenario:

1. Vad måste man uppmärksamma för att förstå att processen fungerar som den ska och hur upptäcker man att något felaktigt är på väg att hända?
2. Hur ska man tolka de den sammansatta informationen som man uppmärksammat, dvs. hur tolkar man att allt är som det ska eller att något håller på att hända?
3. Vad kan man förvänta sig ska hända utifrån den information man har uppmärksammat och tolkat?

4.3.3 Övriga metoder för överföring

När det gäller övriga metoder för överföring av tyst kunskap och kompetens för processtyrning är lärlingskap i kontrollrummet under drift en mycket lämplig metod. Då befinner man sig i rätt miljö både vid inläring och utförande, vilket stödjer inkodning av information i långtidsminnet. Om man som lärling hela tiden ställer frågor och lyckas få övriga operatörer att med ord berätta vad och hur de gör samtidigt som de övervakar och styr processen kan inläringen gå snabbare och deras tysta kunskap mer och mer anta någon form av explicit, uttalad kunskap.

Kollegial feedback i teamet direkt efter en driftstörning är en lämplig metod för att fånga upp och repetera hur man gjorde för att lösa situationen. Viktigt är då att tillvägagångssättet, både de lyckade och mindre lyckade lösningsförslagen, också dokumenteras vid detta tillfälle. Kollegial feedback kan också användas mellan skiftlag, till exempel att driftledarna träffas och går igenom händelser som skett vid olika pass. Rotation av operatörer mellan skiftlag är en annan metod för att vidareutveckla kompetens, eftersom olika skiftlag kan ha varit med om olika typer av driftstörningar. Därmed kan erfarenhet från olika Lösningstrategier för samma system komma alla skiftlag till gagn. Informellt prat i korridor och fikarum kring händelser och störningar som hänt den senaste tiden är också en källa till snabb och enkel kunskapsöverföring som inte kräver några resurser för att genomföra.

5 Fallstudie på Göteborg Energi

Under våren 2015 gjordes en fallstudie på Göteborg Energi, där flera delsteg i den föreslagna metoden för att hitta och överföra tyst kunskap diskuterades, vidareutvecklades och testades i samarbete med driftsingenjörer och operatörer (skiftledare, kontrollrumsingenjörer, drifttekniker) i de sex skiftlagen. Studierna genomfördes främst i samarbete med en driftsingenjör på företaget med mångårig erfarenhet av kontrollrumsarbete och stor kunskap om hur processen och de olika beslutsstöden fungerar. Hur mycket driftsingenjörerna och operatörerna hade möjlighet att delta i studien berodde på tillgänglighet på dygnet, arbetsbelastning och eget intresse.

5.1 METODER FÖR ATT KARTLÄGGA SITUATIONEN

Kartläggningen av situationen i kontrollrummet på Göteborg Energi bestod i att övergripande dokumentera vilka arbetsuppgifter och vilken expertis som krävs för att utföra dessa, vilka informationskällor och beslutsstöd som finns tillgängliga för att styra och övervaka processen samt vilka driftstörningar och kritiska situationer som kan uppkomma.

5.1.1 Kartläggning av arbetsuppgifter

För att övergripande kartlägga arbetsuppgifterna i kontrollrummet vid drift av fjärrvärmesystemet i Göteborg genomfördes inledningsvis strukturerade intervjuer med två driftsingenjörer på företaget.

Fjärrvärmesystemet i Göteborg är ett komplext och omfattande system att styra och övervaka. Systemet består av 140 mil ledningar med stora höjdskillnader. Det är sammansatt av flera olika delsystem utvecklade under olika tidsperioder. Nätet är byggt för olika temperatur och tryckförhållanden, till största delen med max 120 grader respektive 16 bar. Det finns över 110 nätpumpar i systemet fördelat på drygt 40 pumpstationer. Värmen fås från en mängd olika produktionsanläggningar till olika kostnad via hetvattenpannor, ångpannor, gasturbiner, värmepumpar etc., vilka använder olika bränslen som till exempel flis, träpellets, naturgas eller spillvärme. Anläggningarna varierar i tillförlitlighet beroende på energislag, där gas och el är de mest stabila källorna. Störningar som uppstår i systemet är oftast i form av läckage och strömavbrott.

Arbetsuppgifterna i kontrollrummet består övergripande av drift och övervakning av fjärrvärme-nätet och fjärrkyla-nätet samt alla produktionsanläggningar för fjärrvärme och fjärrkyla. Även en del vindkraft övervakas. Dessutom ingår att distribuera tjänster, genomföra underhåll, avhjälpa fel samt ekonomisk övervakning för att hitta den mest ekonomiska energikällan. Verksamheten i kontrollrummet går till stora delar ut på att finjustera och optimera temperaturen i fjärrvärmenätet. Arbetsbelastningen varierar mycket under dygnets timmar med toppar på morgon och eftermiddag, med veckodag och med årstid. Operatörerna har som stöd i arbetet skärmbilder som presenterar olika typer av information från systemet (prediktiv såväl som deskriptiv data) men använder också prognoser, organisatoriskt stöd samt egen erfarenhet och kunskap för att styra och övervaka processen.

Slutsats

Arbetsuppgifterna kan vara både enkla rutinuppgifter och mer avancerade uppgifter

av problemlösningskaraktär. Den mentala arbetsbelastningen varierar beroende på tidpunkt på dygnet, årstid och på aktuella väderförhållanden.

5.1.2 Kartläggning av expertis

Genom intervjuer med några driftsingenjörer och operatörer kartlades vad expertis innebär för en kontrollrumsoperatör på Göteborg Energi. Frågeställningarna som presenteras i avsnitt 4.1.2 användes som underlag för att utveckla intervjufrågor.

Resultatet visade att man måste ha intresse, teoretisk grundkunskap och fallenhet för att kunna se och tolka helheten för systemet i olika lägen. Det tar mycket lång tid att lära sig och förstå det delvis gamla och dynamiska systemet. Tolkningen av vad som händer i hela systemet handlar om att avbilda en tredimensionell värld på en tvådimensionell yta. Detta kräver en förmåga att skapa en intern tredimensionell mental representation av en tvådimensionell bild.

Man behöver ha upplevt många olika driftlägen för systemet, vid olika årstider och olika tider på dygnet för att förstå om systemet fungerar normalt eller onormalt för tillfället. Viss variation finns alltid för ett normalvärde för ett dynamiskt system, och att förstå om variationen är kritisk eller inte kräver erfarenhet och intuitiv tolkning av ledtrådar som inte lätt kan verbaliseras. För att kunna lära ut förmågan att se helheten för systemet måste man ha omfattande praktik, vara duktig på att verbalisera sina handlingar i ord samtidigt som man tolkar och tar beslut om systemets status. Dessutom behöver man tillgång till tydliga beskrivningar av hur man tolkar olika informationsbilder vilket delvis saknas på företaget.

Det framkom att kontrollrumsingenjörerna ofta pratar ihop sig och tar beslut tillsammans angående driften. Driftteknikerna är inte med på samma sätt i den övergripande driften av hela systemet utan fokuserar mer på enskilda delar. Det tar därför lång tid att läras upp och bli expert på systemet. Upplärningen sker inte i en logisk följd, och ibland blir det alldeles för mycket information och händelser på en gång. Metoden idag är att driftteknikerna snappar upp lite då och då utan struktur och strukturerad och formaliserad inläring. Det finns ett kunskaps-gap mellan dessa grupper i skiftlaget som skulle kunna fyllas genom en mer strukturerad och organiserad kunskap och kunskapsöverföring.

Slutsats

Det tar lång tid att bygga upp expertis för att kunna förstå och hantera hela det komplexa dynamiska systemet på ett effektivt och säkert sätt.

5.1.3 Kartläggning av beslutsstöd

Kartläggningen av de informationskällor och beslutsstöd som operatörerna använder sig av för att kontrollera och styra processen genomfördes dels genom diskussioner och intervjuer med ett par driftsingenjörer och operatörer, dels genom observationer vid studiebesök i kontrollrummet. Därefter utvecklades en enkät som distribuerades till alla operatörer i skiftlagen samt till driftsingenjörerna.

Det framkom att det fanns ett stort antal olika informationskällor som operatörerna baserade sin förståelse av systemet på under vid processtyrningen; grafisk tvådimensionell bild över trycket i systemet (tryckstruten), aktuell väderprognos, tid på dygnet, årstid, ekonomisk rapport, temperatur på vattnet i olika delar av systemet, vilka stationer som ligger nere etc.

Utveckling av enkät

Utifrån observationerna och intervjuerna gjordes en sammanställning av vilka informationskällor och beslutstöd som fanns tillgängliga i kontrollrummet samt vilka övriga sätt operatörerna hämtade stöd på. Dessa delades sedan in i sju grupper (enligt rubrikerna i avsnitt 4.1.3) baserat på vilken typ av hjälp de gav till operatörerna.

Enkäten distribuerades av en kontaktperson inom företaget till driftledare och övriga operatörer i skiftlagen. En påminnelse gjordes under tiden enkäten var ute. I enkäten fick respondenterna skatta på en skala från 1 till 7 hur viktiga de ansåg de olika beslutsstöden i kontrollrumsarbetet är (figur 5-1), samt därefter ange med en procentsats hur mycket de anser att olika grupper av stöd bidrar till hjälp vid styrning och övervakning av processen (figur 5-2).

Typ av hjälpmedel/stöd	1	2	3	4	5	6	7
Allmän väderprognos (TV/radio/internet)							
Tryckstruten (övergripande 2D-bild över trycket i hela systemet)							
Driftledningsmöte							
Teoretisk kunskap om hur nätet fungerar							
Värmelast							
Mentala bilder							
Egen erfarenhet om behovet av energi i nätet närmaste tiden							
Gemensamt diskussionsforum							
Erfarna kollegor							
Tillgänglighet för produktionsanläggningar och distributionsnät							
Information om produktionskostnader							
Lokalkännedom om nätet (geografi, områden, begränsningar mm)							
Utbyte mellan skiftlag							
Rådande tillstånd i fjärrvärmenätet							
Egen erfarenhet om vilka produktionsmedel som ska startas och när							
Teoretisk kunskap om nätets olika beståndsdelar							
Överlämningar vid skiftbyten							
Framförhållning och begränsningar i nätet							
Utvärdering av rådande väder med dina egna sinnen							
Kontinuerligt utbyte av erfarenheter under varje skift							
Planerat underhåll							
Ekonomiskt kontrollrum							
Larmlistor							
Temperaturkurvan (röda kurvan)							
Intern utbildning							
Egen intuition (eller magkänsla)							

Figur 5-1 Hjälpmedel för övervakning och styrning vid Göteborg Energi. I den högra kolumnen ska anges i vilken utsträckning hjälpmedlet är till stöd i arbetet, där 1 betyder inte något stöd alls och 7 betyder att stödet är helt nödvändigt.

Typ av stöd	Procentandel per stöd Total summa 100 %
Prognoser	
Skärmbilder	
Organisationen	
Kompetens	
Kunskap	
Kultur	
Egna sinnen (syn, hörsel, känsel) och intuition	

Figur 5-2 Enkätfråga till skiftlagen på Göteborg Energi om hur mycket de olika grupperna av stöd bidrar som hjälp för övervakning och styrning av processen i kontrollrummet. Den totala summan av alla stöd ska bli 100 %.

Enkäten bestod också av frågor om ålder, hur länge respondenterna hade arbetat på Göteborg Energi, vilken arbetsposition (roll) de hade idag i skiftlaget (drifttekniker, kontrollrumsingenjör, skiftledare), hur länge de hade arbetat i denna position samt vilken utbildningsnivå de hade (grundskola, gymnasium, högskola/universitet, annan yrkesexamen). Genom att samla in denna information kan en bild fås om användning och nytta av olika beslutsstöd skiljer sig för olika roller i skiftlaget. Här kan också utläsas om de mer erfarna operatörerna, som arbetat mycket lång tid i kontrollrummet, använder sig av andra beslutsstöd jämfört med övriga operatörer.

Resultat från enkät

Enkäten fylldes i av 21 personer, fördelat på 8 drifttekniker, 8 kontrollrumsingenjörer och 5 skiftledare. Detta innebar att ungefär hälften av operatörerna i skiftlagen svarade. Medelåldern på respondenterna var 49 år. De hade varit anställda mellan 4 och 43 år på Göteborg Energi, med ett medelvärde på drygt 20 år. Sin nuvarande position hade de haft mellan 2 och 43 år, med ett medelvärde på 14 år. Cirka två tredjedelar av operatörerna hade bytt position efter 5-10 år på Göteborg Energi. Driftteknikerna hade i störst utsträckning behållit sin position och 4 av dessa hade mellan 20-45 års erfarenhet från anläggningen.

Resultatet visade att de hjälpmedel som skattades allra högst som ett nödvändigt stöd var:

- Tillgänglighet för produktionsanläggningar och distributionsnät (medelvärde 6.1)
- Erfarna kollegor (medelvärde 6.0)

Övriga stöd som ansågs nödvändiga var:

- Egen erfarenhet om när olika produktionsmedel ska startas (medelvärde 5.8)
- Framförhållning och begränsningar i nätet (medelvärde 5.7)
- Egen erfarenhet om hur behovet av energi i nätet kommer att se ut (medelvärde 5.5)
- Larmlistor (medelvärde 5.5)
- Temperaturkurvan (medelvärde 5.3)

De stöd som ansågs vara något mindre nödvändiga var:

- Driftledningsmöte (medelvärde 3.5)
- Egna mentala bilder (medelvärde 4.1)
- Planerat underhåll (medelvärde 4.2)

Övriga stöd som var med i enkäten låg på ett medelvärde mellan 4.3 och 5.3.

Resultatet visade på att alla stöd ansågs användbara i mer eller mindre utsträckning. Stöd från *erfarna kollegier* ansågs som helt nödvändigt och fick högsta skattningsvärdet (7) från en tredjedel av operatörerna. Även *tillgänglighet för produktionsanläggningar och distributionsnät* fick högsta skattningsvärde från åtta av operatörerna.

Några stöd fick låga graderingar på 1 och 2 av ett fåtal operatörer. Dessa stöd ingick i gruppen som hade lägst medelvärde och ansågs något mindre nödvändiga. Att stödet *egna mentala bilder* fick låga värden kan bero på att operatörerna inte är bekanta med denna term och inte riktigt vet vad som menas med detta stöd.

Vid en analys av enkätsvaren i förhållande till position (roll) i skiftlaget var det ingen större skillnad mellan operatörsrollerna vilka stöd de klassade som mest eller minst användbara. Alla skattade erfarna kollegier mycket högt, men en viss nyansskillnad fanns genom att driftteknikerna hade ett medelvärde på 6.4, kontrollrumsingenjörerna ett medelvärde på 5.6 och skiftledarna ett medelvärde på 6.0. När det gällde nyttan av driftledningsmöte ansåg skiftledarna att detta gav mer hjälp (medelvärde 4.2) än kontrollrumsingenjörerna (medelvärde 3.8) och driftteknikerna (medelvärde 2.8). Tillgänglighet för produktionsanläggningar och distributionsnät skattades högst av driftteknikerna (medelvärde 6.4) medan planerat underhåll (medelvärde 4.8) och väderprognos (medelvärde 5.3) skattades högst av kontrollrumsingenjörerna jämfört med övriga roller i skiftlaget. Detta visar på att olika roller i teamet delvis har olika arbetsuppgifter och därmed något olika behov av information och stöd.

När det gäller antal år i yrket var spridningen större än för operatörsroller, och inga samband fanns mellan år i yrket och vilka beslutsstöd man skattade högst eller lägst. Även här visade resultatet på att alla operatörer skattade erfarna kollegor mycket högt oberoende av hur länge du jobbat i sin roll.

Resultatet från enkätfrågan (figur 5-3) om hur mycket de olika grupperna av stöd bidrar som hjälp för övervakning och styrning i kontrollrummet visade på att egen och andras kompetens bidrar allra mest följt av information på skärmbilder. På tredje plats kom kunskap om fjärrvärmenätets uppbyggnad och funktion. Det stöd som gav minst hjälp var kulturen på arbetsplatsen. En fjärdedel av operatörerna angav att 50 % eller mer var *kompetens* när det gällde processtyrning och hälften angav att det var 30 % eller mer. Detta kan jämföras med att stöd från information på skärmbilder hade ett medelvärde på 20 % för majoriteten. Även för denna enkätfråga var det i stort sett ingen skillnad mellan olika yrkesroller eller antal år i yrket.

Typ (grupp) av stöd	Procentandel stöd (%)
1. Prognoser	11
2. Skärmbilder	19
3. Organisationen (intern utbildning, driftledningsmöten, överlämnings-möten, information om kostnader)	10
4. Kompetens (egen & andras erfarenhet, veta hur)	27
5. Kunskap (teoretisk kunskap om nätets uppbyggnad och funktion, veta att)	15
6. Kultur (utbyte av erfarenhet under skift, i fikarummet, i korridoren)	8
7. Egna sinnen (syn, hörsel, känsel) och intuition	10

Figur 5-3 Resultat om hur mycket de olika grupperna av stöd bäst bidrar som hjälp vid processtyrning vid Göteborg energi.

Slutsats

Slutsatsen från kartläggningen av beslutsstöd på Göteborg Energi visar att det som betyder mest för flertalet operatörer när de ska övervaka och styra anläggningen är egen och andras erfarenhet av systemet. Detta gäller både explicit kunskap om nätets uppbyggnad och funktion samt implicit kunskap vad gäller hur det dynamiska systemet fungerar och hur man ska agera vid olika driftfall. Erfarenhet spelar en mycket stor roll men stöd hämtas också hela tiden från information på skärmbilder om processens status och från aktuella prognoser. Detta visar på att det finns mycket tyst kunskap och kompetens lagrad hos de enskilda operatörerna och skiftlaget under drift. Denna kunskap respektive kompetens är därmed inte heller tillgänglig för andra operatörer. Den finns heller inte dokumenterad och åtkomlig inom organisationen.

Resultatet av enkäten diskuterades också med en erfaren driftingenjör på företaget. Då framkom att användningen av beslutsstöden värmelast och tryckstruten troligen är något högre i verkligheten än vad som framkom från enkäten. Dessa källor är ett stort stöd och används i princip hela tiden av skiftledare och kontrollrumsingenjörer. Även användning av egna mentala bilder är troligen högre i verkligheten än vad som framkom via enkäten. Egna mentala bilder anses vara en förutsättning för att utföra övervakningsarbete i kontrollrum oavsett vilken roll man har. Detta pekar på att det möjligtvis kan ligga en osäkerhet i innebörden av olika frågeställningar i enkäten. En ytterligare förklaring kan vara att man tror sig använda någon typ av stöd, men i verkligheten använder man något annat som man är omedveten om. För att ännu tydligare dokumentera vilka beslutsstöd man använder sig av i kontrollrummet är observationsstudier ett bra komplement till enkät. Även ögonrörelsekameror kan användas för att få en mer precis uppfattning om vad operatörerna uppmärksammar och fattar sina beslut utifrån.

5.1.4 Kartläggning av driftstörningar och utveckling av scenarier

Vid kartläggning av driftstörningar som kan uppkomma på Göteborg Energi gjordes intervjuer med underlag från frågeställningarna i avsnitt 4.1.4 med ett par driftingenjörer. Dels diskuterades om det fanns driftstörningar som krävde lång

erfarenhet för att kunna lösas dels diskuterades om någon typ av arbetsuppgift fanns som krävde intuition, magkänsla eller tumregler för att lösa.

Strömavbrott och läckage ansågs vara några av de svåraste störningarna att lösa. Vad som är svårt att behärska är en förståelse för den komplexa helheten hos systemet; där topografi och geografi samt fjärrvärmeanläggningarnas olikheter påverkar i hög grad. Problem för mindre erfarna operatörer är att det uppstår en stor grad av osäkerhet när dessa händelser uppkommer och därmed har de svårighet att fatta lämpliga beslut om åtgärd, vilket ofta resulterar i att inga beslut tas.

Att ligga steget före i planeringen av produktion kontra värmelast är en typisk arbetsuppgift som kräver magkänsla och intuition. Då är det viktigt att förstå dynamiken i systemet, vilket kräver att operatörerna ökar eller minskar produktionen lite för tidigt för att skapa utrymme för variationen i värmelasten. Detta är särskilt relevant under våren och hösten när utetemperaturer under soliga dagar varierar kraftigt över dygnet. Värmelasten ändras med cirka 40-45 MW per °C i utetemperatur, vilket är en typisk tumregel att hålla sig till men som inte finns dokumenterad eller validerad. Den verkliga förändringen är dock avhängig av tid på dygnet, om det är vardag eller helg, hur snabba temperaturförändringen är etc. Variationen kan lika gärna vara 30-60 MW per °C i utetemperatur. Det finns inga instruktioner för hur detta ska göras utan det lärs in genom lång erfarenhet och träning, vilket medför att man måste varit med om dessa händelser flera gånger för att förstå hur det dynamiska systemet kan uppträda.

Slutsats

En slutsats från intervjun och efterföljande diskussion var att erfarna operatörer och driftsingenjörer som arbetat länge i kontrollrummet kan hitta relevanta driftstörningar som kan utvecklas till scenariobeskrivningar vilka sedan kan användas vidare vid kunskapsöverföring. Dock fanns det ingen sammanställning över information från olika beslutsstöd tillgänglig för de scenarier som diskuterades på Göteborg Energi. Mycket av kunskapen om vilka driftstörningar som kan uppkomma, hur man upptäcker dessa och hur de kan lösas finns lagrad som tyst kunskap och kompetens hos nyckelpersoner i organisationen.

5.2 METODER FÖR ATT HITTA TYST KUNSKAP OCH KOMPETENS

Från kartläggningen av nyttan av olika informationskällor och beslutsstöd för processtyrning visade det sig att mycket tyst kunskap och kompetens finns hos lagrad hos operatörerna på Göteborg energi. Denna kunskap är baserad på erfarenhet från styrning och övervakning och processen under mycket lång tid. Vissa operatörer har arbetat i kontrollrummet både 20, 30 och även över 40 års tid. Operatörerna har väl utvecklad intuition över hur det dynamiska komplexa systemet fungerar och reagerar vid olika tider på dygnet och vid varierade väderförhållanden under året. De använder sig också av egna tumregler. Diskussioner kring olika tillvägagångssätt förs inom skiftlaget för att optimera driften. Kunskapen är inte dokumenterad och endast begränsad dokumentation finns sparad för de olika beslutsstödens status vid olika driftsfall.

Möjligheterna att använda olika metoder för att hitta tyst kunskap och kompetens vad gäller processtyrning vid Göteborg Energi har dels diskuterats med ett par driftsingenjörer inom företaget, dels har egen analys gjorts av författaren om möjligheter och begränsningar för att använda de föreslagna metoderna i avsnitt 4.2.

Observationer i kontrollrummet är möjliga att göra likaså scenarioanalys i grupp eller med enskilda expertoperatörer, samt rollspel lärare/nyanställd. Förutsättningarna för att göra detta på ett optimalt sätt är dock inte alltid de mest gynnsamma inom företaget. Även förutsättningarna för att hitta tid för enskilda expertoperatörer att delta i sådana aktiviteter kan vara ett problem när de ingår i skiftlag med pressade tidsscheman.

Det finns möjligheter att genomföra observationer i kontrollrummet under pågående drift för att försöka kartlägga vilken information och vilka beslutsstöd som används och när, samt höra hur skiftlagets medlemmar resonerar kring olika händelser. Det är dock sällsynt att mer allvarliga driftstörningar uppkommer, varför observationerna mest kan fokusera på att hitta tyst kunskap som mer används i det dagliga rutinarbetet av operatörerna.

Vid kartläggning av driftstörningar och scenarier (avsnitt 5.1.4) hittades ett antal relevanta fall som skulle kunna användas vidare för att hitta ledtrådar och mönster som operatörerna använder sig av för att uppmärksamma och tolka situationen. Dock finns knapphändig dokumentation att tillgå från störningssituationerna. Därför måste scenarier diskuteras och analyseras av expertoperatörer utan hjälp av skärmbilder, prognoser och övrig processdata utifrån egna minnesbilder. Detta kan påverka graden av realism och möjligheten att komma ihåg olika tillvägagångssätt för att uppmärksamma information, tolka systemstatus och besluta om åtgärd. Även vilken feedback som systemet levererade för olika åtgärder kan vara svårt att komma ihåg.

Vidare är det inte möjligt, eller bara i mycket begränsad omfattning att vistas inne i kontrollrumsmiljön när scenarioanalyser ska genomföras, enskilt eller i grupp, för att hitta tyst kunskap och kompetens angående lösningsstrategier. Detta begränsar alltså möjligheterna att vistas i den miljö där kunskapen lärts in och tränats, vid framtagning av denna. Det finns inte heller i dagsläget någon simulerad miljö av kontrollrummet eller delar därav på Göteborg Energi, där scenarioanalyser skulle kunna genomföras för ökad grad av realism.

Slutsats

Slutsatsen från denna analys är att det finns mycket tyst kunskap och kompetens hos operatörerna på Göteborg Energi om hur processen fungerar och ska styras, baserad på mångårig erfarenhet av ett system som utvecklats under lång tid och blivit mer och mer komplext till sin karaktär. Denna kunskap är inte uttalad och dokumenterad, vilket borde göras innan de äldre erfarna operatörerna försvinner ut från organisationen via pensionsavgångar. Det saknas också dokumentation och loggar från aktuella informationskällor och beslutsstöd vid driftstörningar. Att bygga upp ett digitalt bibliotek av information och lösningsstrategier från olika typer av driftstörningar är ett sätt att dokumentera kunskap. Dessa kan man sedan använda för att träna operatörer och bygga upp en kunskapsbas baserad på verkliga händelser.

5.3 METODER FÖR ATT ÖVERFÖRA TYST KUNSKAP OCH KOMPETENS

Möjligheterna att använda de föreslagna metoderna i avsnitt 4.3 för att överföra tyst kunskap och kompetens angående processtyrning har dels diskuterats med ett par driftsingenjörer inom Göteborg Energi, dels har författaren gjort en egen analys av detta.

Att överföra tyst kunskap via scenario från driftstörningar visar på samma problem som för att hitta tyst kunskap via scenarioanalys, dvs. detta kan inte göras i det faktiska

kontrollrummet och dokumentationen är knapphändig vad gäller status för informationskällor och beslutsstöd. Även här kan tid och möjligheter för expertoperatörer som ingår i skiftlag att delta i kunskapsöverföringen vara ett problem.

Överföring av tyst kunskap via situationsmedvetenhet kan fungera bra om man kan vara i någon del av kontrollrummet vid ett lugnt driftläge och fokusera på några beslutsstöd som samverkar, eller har tillgång till lagrad processdata från något scenario.

Läringskap i kontrollrummet under drift fungerar utmärkt på Göteborg Energi, framför allt eftersom operatörerna besitter så mycket tyst kunskap samt att de till stor del förlitar sig på sin egen och andras erfarenheter och kompetens. Att överföra tyst kunskap till nyanställda i kontrollrumsmiljön medför att man vistas i rätt miljö både vid inläring och träning av färdigheter. Man ska som lärling ställa frågor, vilket tvingar den erfarna operatören att förklara och sätta ord på sina handlingar. Det är viktigt att de personer som är mentorer också har en utvecklad verbal förmåga förutom att vara expert på systemet.

En metod som Göteborg Energi använder sig av är att överföra kunskap och kompetens mellan operatörerna vid ett så kallat systemfunktionsmöte. Detta är ett slags mellanting mellan "expert utbildar i grupp" och "kollegial feedback" då det oftast blir breda diskussioner om olika scenarion man har upplevt.

Kollegial feedback i teamet efter driftstörningar är en metod som företaget skulle kunna prova, men det måste avsättas tid för detta efter ett skift och operatörerna måste vara motiverade att delta. Rotation av operatörer i skiftlagen är en annan metod som kan testas, men även här måste vilja och motivation finnas inom skiftlagen och nyttan av arbetsrotation måste uttalas tydligt inom organisationen. Informell social överföring i korridor och fikarum är inget som går att organisera, men möjlighet till detta ska uppmuntras genom raster och utrymmen för social aktivitet på företaget. Även sociala arrangemang utanför företaget, samt seminarier och utbildningsdagar är en källa till överföring av tyst kunskap.

Slutsats

Slutsatsen från denna analys är att det finns goda möjligheter att överföra delar av den stora mängd tyst kunskap som expertoperatörerna besitter till övriga operatörer och till nyanställda inom Göteborg Energi. Användbara metoder är främst lärlingskap i kontrollrummet där man bör vara medveten om att en omfattande dialog med frågor och svar mellan lärare/elev starkt främjar överföringen av tyst kunskap och kompetens. Den som är mentor bör ha goda verbala förutsättningar att sätta ord på sina handlingar. Vidare är det en organisatorisk fråga att tid kan avsättas för överföring av tyst kunskap samt att ett klimat utvecklas på arbetsplatsen där man ser nytta med kunskap och kompetensöverföring.

6 Diskussion

Syftet med denna studie var till att bidra till att öka möjligheten för processindustrin att ta tillvara tyst kunskap och kompetens hos erfarna processoperatörer så att effektivare och säkrare drift kan uppnås i dagens och framtidens processanläggningar. Målet med projektet var att föreslå en metod för kompetensöverföring vid utbildning av operatörer och övrig personal samt vid introduktion av nyanställda.

6.1 ORGANISATORISKA ASPEKTER

Att hitta och överföra tyst kunskap och kompetens i en organisation är ingen lätt uppgift men nödvändig för att organisationen ska utvecklas och överleva. Därför är det viktigt att uppmärksamma organisationer på problematiken och öka kompetensen för hur man kan ta tillvara den tysta kunskapen. Den kunskap som används inom olika verksamheter är ofta situationsspecifik beroende på målet för verksamheten, vilka arbetsuppgifter som ska genomföras och vilken expertis som behövs för att utföra dessa. Därför behövs metoder för kunskapsöverföring utvecklas som är mer anpassade för den specifika organisationens verksamhet. Om man i en organisation hittar erfarna medarbetare som är bra på att verbalisera sin kunskap samt att ett klimat utvecklas där kunskapsdelning blir en del i den dagliga verksamheten medför detta att explicit kunskap skapas och expanderar genom social interaktion inom organisationen, vilket är en framgångsfaktor.

6.2 PROCESSINDUSTRI

För kontrollrumsarbete inom processindustri behövs metoder för kunskapsöverföring vad gäller styrning och övervakning av komplexa processer. Vanligt är att operatörerna har mångårig erfarenhet och en del har även varit med under lång tid vid utveckling av system som blivit mer och mer komplexa att förstå och styra. Vid pensionsavgångar får denna expertis inte gå förlorad utan behöver stanna kvar inom organisationen. Det är mycket viktigt att deras kunskap och kompetens stannar kvar inom verksamheten och används för vidareutbildning av operatörer och övrig personal samt vid introduktion av nyanställda.

Kunskapen består ofta av ledtrådar, färdigheter och analysförmågor som de använder sig av dels för att förstå processens status vid olika driftlägen dels för att ta beslut om rätt åtgärd vid rätt tidpunkt. För att kunna hitta tyst kunskap och kompetens lagrad hos erfarna processoperatörer är det viktigt att dels veta vad som är utmärkande för processtyrning och operatörsrollen dels hur kunskap och kompetens kan vara lagrad i långtidsminnet på olika sätt. Med detta som bakgrund har i denna studie ett förslag på metoder som skulle kunna vara användbara vid kunskapsöverföring inom domänen utvecklats baserat på teoretiska och empiriska studier av processtyrning.

Inom processindustri kan kunskapsomvandling ske genom social interaktion på olika sätt. Implicit (tyst) kunskap kan överföras genom *socialisering* från operatör till operatör utan att den behöver verbaliseras, till exempel genom samarbete i kontrollrummet och i skiftlagen, eller via lärlingskap. Detta sker normalt naturligt och utan att man behöver organisera för lärandet, men kan ta lång tid och överföring sker bara inom en viss begränsad skara av operatörer. Den tysta kunskapen kan dock bli till explicit kunskap genom *externalisering*, genom att man dokumenterar en arbetsgång för hur man utför

olika arbetsuppgifter, eller utvecklar checklistor. Då kan kunskapen komma alla operatörer inom organisationen till godo.

Kunskapsomvandling kan även ske genom att explicit kunskap blir till tyst kunskap genom *internalisering*. Detta kräver aktivt lärande av operatörerna genom att man tar del av dokumentation och checklistor som finns över hur arbetsuppgifter ska genomföras och aktivt använder dessa som underlag och hjälp vid arbete i kontrollrummet. Efter en tid behövs inte dokumenten som stöd längre utan arbetet genomförs mer och mer på rutin genom hjälp av tyst kunskap. Detta medför att enskilda operatörer bygger upp mer kompetens, men inte att alla operatörer i organisationen gör det. Explicit kunskap kan också omvandlas till mer omfattande explicit kunskap genom *kombinering*, dvs. att man slår samman, analyserar och kombinerar olika dokument, checklistor, arbetsbeskrivningar etc. På så sätt fås en djupare och bredare dokumentation som kan utnyttjas av alla operatörer inom organisationen.

6.3 VERBALISERING AV TYST KUNSKAP INOM PROCESSINDUSTRI

Tyst kunskap (implicit kunskap) är svår att göra till explicit kunskap eftersom det inte är lätt att uttrycka den i tal eller skrift. En anledning till svårigheten kan vara att ett visst beteende som ursprungligen baserades på verbala instruktioner har upprepats många gånger under flera år och blivit till ett mer eller mindre automatiserat beteende. Vissa rutinåtgärder som ofta upprepas i en arbetsuppgift i kontrollrummet kan då sitta i ett motoriskt kroppsminne och därmed vara svårt att förklara. För att kartlägga denna typ av beteenden eller rutiner är observationer av olika slag en lämplig metod. Genom att spela in och dokumentera olika beteenden i en verklig kontrollrumsmiljö (eller i simulerad miljö) är det möjligt att tillsammans med operatören gå igenom och analysera händelseförloppet efteråt samt också då genomföra intervjuer för att öka förståelsen av beteendet.

En annan anledning till att tyst kunskap är svår att verbalisera kan vara att minnet av beteendet är lagrat i en visuell kod (i form av bilder) och då måste kodas om till en verbal kod. Detta kan liknas vid ett översättningsarbete där en rik visuell representation ska beskrivas med hjälp av en mycket mindre rik verbal kod, till exempel att med ord beskriva ett fotografi över en miljö. I den verbala beskrivningen är det sannolikt nödvändigt att göra urval ur den rika visuella presentationen som innebär att information går förlorad vid översättningen.

För att kartlägga denna typ av visuell tyst kunskap kan en möjlighet vara att använda en metod där den visuella representationen i minnet kan återges i visuell form också, exempelvis genom skisser eller bild-läggspel av olika slag. En annan metod kan vara att låta operatörerna genomföra ett tänka-högt protokoll när arbetsuppgiften genomförs. Detta innebär att beskriva och förklara sitt beteende i ord, vad man tänker vad man gör. Dock varierar denna förmåga mellan individer, vissa är mer verbalt skickade än andra, men förmågan kan tränas upp genom upprepade försök.

Ytterligare en anledning att tyst kunskap är svår att verbalisera är att kunskapen finns lagrad i långtidsminnet där den av olika anledningar inte är lätt åtkomlig. Exempelvis det bekanta fenomenet när man vet att man vet något, men inte kan återge det hur man än försöker. Det episodiska minnet är i viss omfattning förknippat med den miljö där inläringen en gång skedde. I den miljön fanns ett antal ledtrådar som förknippas med inläringen av beteendet. Om dessa ledtrådar saknas är det sannolikt svårare att

återkalla den tysta kunskapen. Dessa ledtrådar kan vara ledtrådar från den fysiska miljön och rimligen även ledtrådar från eventuell social miljö. Studier visar även att när personer lagrar minnet av något så lagras även information om det sinnestillstånd man själv befann sig i. Om man har lärt in ett visst beteende under lugna förhållanden så återskapas det bäst under lugna förhållanden. Allt detta innebär att både när man ska hitta tyst kunskap hos processoperatörer och när man ska överföra den vidare, är det specifika kontrollrummet den optimala miljön att vara i, eller i någon form av simulerad kontrollrumsmiljö med bilder och aktuella funktioner. Då återskapar man minnen till den miljö där kunskapen en gång lärdes in. Om det är möjligt att även återskapa den sinnesstämning som rådde under inläringen (i form av lugn eller stress, ljus, buller, social stämning etc.) ökar även detta sannolikheten att hitta den tysta kunskapen och göra den mer tillgänglig.

6.4 KUNSKAPSOMVANDLING INOM PROCESSINDUSTRI

Inom processindustri kan kunskapsomvandling ske genom social interaktion på olika sätt. Implicit (tyst) kunskap kan överföras genom *socialisering* från operatör till operatör utan att den behöver verbaliseras, till exempel genom samarbete i kontrollrummet och i skiftlagen, eller via lärlingskap. Samspelet mellan operatörer kan göra det möjligt för mindre erfarna operatörer att observera och imitera beteendet hos de mer erfarna operatörerna och på detta sätt ta del av den erfarna operatörens tysta kunskap. Detta sker normalt naturligt och utan att man behöver organisera för lärandet, men kan ta lång tid och överföring sker bara inom en viss begränsad skara av operatörer. En möjlig nackdel med detta sätt att överföra kunskap är att risken finns att enbart procedurer lärs in, utan förståelse av varför dessa procedurer är lämpliga. I värsta fall sker inläring av effektiva procedurer utan förståelse för själva problemet.

Den tysta kunskapen kan dock bli till explicit kunskap genom *externalisering*, genom att man dokumenterar en arbetsgång för hur man utför olika arbetsuppgifter, eller utvecklar checklistor. Då kan kunskapen komma alla operatörer inom organisationen till godo. En möjlighet att externalisera kunskapen är att ge erfarna operatörer träning i förmågan att verbalisera sina tankar då de genomför olika typer av arbetsuppgifter, eftersom det finns en stor variation hos människor när det gäller förmågan att verbalisera sina tankar. Systematisk träning av denna förmåga har visat sig framgångsrik och skulle kunna genomföras i samarbete med erfarna operatörer. En möjlig nackdel med denna metod är att viss implicit kunskap kan vara svår att verbalisera tillräckligt tydligt. Implicit kunskap som har lagrats i verbal kod, exempelvis regler och föreskrifter, lämpar sig väl för verbalisering, medan upplevelsebaserad kunskap som lagras i det episodiska minnet har sannolikt en mer eller mindre stark visuell karaktär.

En visuell bild kan innehålla stor mängd information och det kan krävas omfattande verbalisering för att nå en fullgod beskrivning av den implicita visuella kunskapen. En möjlig lösning kan vara att utforma visuellt baserade metoder, exempelvis enkla visuella simuleringar, för att kunna nå den upplevelsebaserade implicita kunskapen. Exempelvis kan man låta erfarna operatörer själva peka på olika informationskällor och förklara innebörden av dessa. Så här ska det se ut när allt är ok, eller här ser vi något som kräver fortsatt uppmärksamhet och möjligen åtgärd.

Kunskapsomvandling kan även ske genom att explicit kunskap blir till tyst kunskap genom *internalisering*. Detta kräver aktivt lärande av operatörerna genom att man tar del av dokumentation och checklistor som finns över hur arbetsuppgifter ska

genomföras och aktivt använder dessa som underlag och hjälp vid arbete i kontrollrummet. Efter en tid behövs inte dokumenten som stöd längre utan arbetet genomförs mer och mer på rutin genom hjälp av tyst kunskap. Detta medför att enskilda operatörer bygger upp mer kompetens, men inte att alla operatörer i organisationen gör det. En möjlig nackdel med detta kan innebära en fragmentering av kunnandet genom specialisering hos vissa operatörer inom olika avgränsade områden.

Explicit kunskap kan också omvandlas till mer omfattande explicit kunskap genom *kombinering*, dvs. att man slår samman, analyserar och kombinerar olika dokument, checklistor, arbetsbeskrivningar etc. På så sätt fås en djupare och bredare dokumentation som kan utnyttjas av alla operatörer inom organisationen. Samarbete mellan operatörer i olika skiftlag och arbetsrotation kan vara en startpunkt för kombinerad, genom den explicita kunskapen som används och fungerar i praktiken av de olika operatörerna sammanställs.

6.5 FALLSTUDIE PÅ GÖTEBORG ENERGI

Fallstudien visade att inom Göteborg Energi sker processtyrning av ett mycket komplext dynamiskt system. Det tar lång tid att bygga upp expertis för att kunna förstå och hantera hela systemet på ett effektivt och säkert sätt. Resultatet från studien pekar på att det finns mycket tyst kunskap och kompetens lagrad hos de enskilda operatörerna och i skiftlaget, som är till stor hjälp under drift. Flertalet operatörer anger att egen och andras erfarenhet av systemet är den största hjälpen i arbetet, men att stöd hämtas också från skärmbilder och aktuella prognoser.

Många operatörer har arbetat länge inom företaget och har sett hur systemet har expanderat och vidareutvecklats år efter år. Deras tysta kunskap och kompetens är en oerhörd tillgång för företaget men finns inte i någon större omfattning omvandlad till explicit kunskap och tydligt dokumenterad för allmän åtkomst inom organisationen. Att göra observationsstudier i kontrollrummet, som komplement till enkätstudien som genomförts är en lämplig metod att använda för att hitta när och hur olika beslutsstöd används samt vad man baserar sitt beslutsfattande på.

Kunskapsöverföringen sker idag främst genom lärlingskap i kontrollrummet och genom kollegial feedback i skiftlaget samt vid systemfunktionsmöten med breda diskussioner om olika scenarion som upplevts. Att utveckla omfattande scenariobeskrivningar över driftstörningar som hänt, där ledtrådar, tumregler och lyckade Lösningstrategier som använts ingår, är en metod för företaget att försöka skapa explicit kunskap av operatörernas handlande. Företaget har möjlighet att plocka fram historik från systemet ända från 2004 för valfri tidpunkt för merparten av den information operatörerna använt sig av, inklusive larm och händelselösningar.

Den form av kunskapsomvandling som redan sker i hög grad inom företaget är *socialisering*, dvs. att tyst kunskap hos expertoperatörer överförs till tyst kunskap hos andra operatörer genom samarbete i skiftlagen eller genom lärlingskap. Denna typ av kunskapsomvandling tar ofta mycket lång tid, ofta många år, men sker naturligt genom det dagliga arbetet. Dock finns ingen uttalad organisering eller utvärdering av lärandet. Det är svårt att officiellt inom organisationen veta vilka operatörer som kan vad och hur mycket vidare träning enskilda individer behöver. Vem som är expert på vad finns också lagrat som tyst kunskap hos vissa individer.

Även kunskapsomvandling i form av *internalisering* sker på Göteborg Energi, dvs. att explicit kunskap som finns dokumenterad eller som kan verbaliseras av någon som lär ut den, omvandlas till tyst kunskap genom upprepat lärande under längre tid. Detta kräver dock engagemang och vilja hos den enskilde operatören att ta till sig kunskapen genom eget aktivt lärande från möten, kurser, skrivna dokument etc., men också en förmåga att klara av att göra detta.

Att omvandla tyst kunskap till explicit kunskap genom *externalisering* är en metod som företaget skulle kunna utveckla vidare genom att använda metoder för att hitta vad den tysta kunskapen består av hos expertoperatörer och därefter utveckla dokumentation t ex i form av checklistor hur man ska utföra vissa arbetsuppgifter och hur man ska lösa olika driftstörningsfall. Då skulle alla operatörer ha möjlighet att få tillgång till denna skriftliga dokumentation vid upplärning, återkommande träning eller bara som stöd i det dagliga arbetet. Företaget skulle också kunna omvandla explicit kunskap till ytterligare explicit kunskap genom att *kombinera* olika källor av befintlig information från olika delar av systemet och sammanfoga dessa till dokumentation med en större helhetsförståelse för hur hela processen fungerar.

7 Metodpaket för kunskapsöverföring inom processindustri

Följande förutsättningar behöver vara uppfyllda för att överföring av tyst kunskap och kompetens ska kunna genomföras på ett optimalt sätt inom processindustri:

- **Intresse hos organisationen**
Ingå i verksamheten, utveckla en tillåtande kultur, avsätta tid och resurser
- **Fysisk miljö för kunskapsöverföring**
Möjlighet att vistas i kontrollrummet, simulerad kontrollrumsmiljö
- **Underlag från driftstörningar**
Dokumentera och spara data från driftstörningar, information och beslutsstöd
- **Motiverad driftspersonal**
Intresse, verbala förmågor, korrekt mental modell, situationsmedvetenhet

Följande metoder är användbara för kunskapsöverföring inom processindustri:

Metoder för att hitta tyst kunskap och kompetens	Metoder för att överföra tyst kunskap och kompetens	Metoder för att dokumentera explicit kunskap
Observationer - I kontrollrummet eller simulator	Scenarioanalys - Expert utbildar i grupp - Rollspel lärare/elev	Utveckla instruktioner och checklistor
Tänka högt protokoll - I kontrollrummet eller simulator under arbete	Situationsmedvetenhet - Expert utbildar mindre grupp	Registrering av tumregler och strategier
Scenarioanalys - Intervju med expert - Fokusgrupp - Rollspel lärare/elev	Läringskap - I kontrollrummet	Incident-rapportering
	Arbetsrotation - I skiftlag - Mellan skiftlag - Kollegial feedback	Registrering av onormala händelser med lösningsförslag
	Sociala aktiviteter - Korridorsnack - Fikapauser	

8 Slutsatser

Det övergripande syftet med projektet var att öka möjligheterna för processindustrin att tillvarata tyst kunskap och kompetens för styrning och övervakning av komplexa processer på ett säkert och effektivt sätt. Följande slutsatser kan dras från projektet:

I alla organisationer finns mycket kunskap och kompetens lagrad hos medarbetarna, både i form av explicit kunskap (veta att) och implicit tyst kunskap (veta hur). En organisation är beroende av denna kunskap för att fungera väl. Stor risk finns att värdefull kunskap försvinner när erfarna medarbetare lämnar organisationen.

Det är få organisationer som har infört kunskapsöverföring som en del i arbetsprocessen eller som använder formaliserade metoder för att hitta och överföra tyst kunskap. Sällan sker någon utvärdering av om kompetensöverföring skett och vilken nytta detta i så fall medfört för organisationen.

Oftast sker kunskapsöverföring i organisationer spontant och informellt genom mentorskap, lärlingskap med praktik, coaching, personliga nätverk och sociala situationer som fikapauser, vilket kan ta långt tid och är utan kontroll.

Det finns få studier som har utvecklat metoder för att överföra tyst kunskap och kompetens för processtyrning. De metoder som främst används inom branschen är kunskapsöverföring genom lärlingskap och teamwork i skiftlag, vilket medför att det tar lång tid att bygga upp kompetens. Tyst kunskap överförs då till tyst kunskap genom socialisering utan att den dokumenteras och blir tillgänglig för alla.

Vid framtagning av tyst kunskap från långtidsminnet bör ledtrådarna vara av igenkänningskaraktär, och helst i samma format som när kunskapen lärts in. Detta innebär för processtyrning att ledtrådar i form av visuella bilder och ljud från informations- och stödsystem som används i kontrollrummet ska användas som hjälp för att hitta de mönster som expertoperatörer använder sig av.

När det gäller kunskapsöverföring för processtyrning är det viktigt att använda metoder som kan fånga expertoperatörens mentala modell och beskriva deras situationsmedvetenhet som de använder för att förstå den kausala strukturen och sambanden mellan funktionerna i det komplexa dynamiska systemet. Häri ingår att hitta de ledtrådar och mönster som används för att tolka processens status vid olika driftlägen och för att predicera om framtiden.

De metoder som rekommenderas för processindustri vad gäller att *hitta tyst kunskap* är observationer i kontrollrummet, tänka-högt metodik under arbete i kontrollrummet samt scenarioanalys av driftstörningsfall av expertoperatörer. Scenarioanalys kräver att underlag kan tas fram i form av processbilder och andra stödfunktioner som används i kontrollrummet.

De metoder som rekommenderas för att *överföra tyst kunskap* är främst scenarioanalys av driftstörningar i grupp eller via rollspel lärare/elev. Övriga metoder som är mer spontana och som inte kräver mycket förberedelse är lärlingskap, arbetsrotation och sociala aktiviteter.

Metoder för att dokumentera explicit kunskap är att utveckla skriftliga instruktioner och checklistor, registrera tumregler och strategier för problemlösning som används,

samt utveckla ett incidentrapporteringssystem som är sökbart där lyckade lösningsförslag för händelser presenteras.

För att kunskapsöverföring inom processindustri ska kunna genomföras på bästa möjliga sätt behöver följande förutsättningar utvecklas:

- Intresse och resurser från organisationen samt uppföljning av verksamheten
- Möjlighet att genomföra kunskapsöverföring i kontrollrumsliknande miljö
- Sparad data från informations- och beslutsstöd från driftstörningar eller från andra tillfällen
- Motiverad erfaren driftpersonal med verbala förmågor och intresse av att dela med sig av sin kunskap

9 Förslag till fortsatt arbete

Nedan följer kortfattat några förslag på studier som kan genomföras för att validera och vidareutveckla det föreslagna metodpaketet och dess ingående delar.

1. Tillämpa den föreslagna metoden för att hitta och överföra tyst kunskap och kompetens via *scenarier* på några processindustriföretag inom olika branscher. Scenario-metodiken kan därmed valideras och vägledning fås på hur den kan vidareutvecklas.
2. Låta några processindustriföretag inom olika branscher själva använda den föreslagna metoden med *scenarioanalys* och modifiera denna för att passa det egna företaget.
3. Som uppföljning av dessa två föreslagna studier kan en studie göras för att se *vad organisationen lärt sig* genom kunskapsöverföring via scenarier, dvs genomföra en före/efter analys.
4. Tillämpa *observationer* som metod för att hitta tyst kunskap och kompetens vid processtyrning på ett antal företag, för att utvärdera hur användbar denna metod är och därefter utveckla metoden och en tydlig beskrivning för genomförande.
5. Tillämpa *tänka-högt metodiken* för att hitta tyst kunskap och kompetens vid processtyrning på ett antal företag, för att utvärdera hur användbar denna metod är och därefter utveckla metoden och en tydlig beskrivning för genomförande.
6. Tillämpa *situationsmedvetenhet* som metod för att hitta tyst kunskap och kompetens vid processtyrning på ett antal företag, för att utvärdera hur användbar denna metod är och därefter utveckla metoden och en tydlig beskrivning för genomförande.

Efter att ytterligare studier inom området har genomförts (till exempel de som föreslås ovan) kan mer detaljerade metodbeskrivningar utvecklas och en praktisk metodhandbok för kunskapsöverföring inom processindustri utvecklas.

Denna handbok bör finnas på organisationsnivå och vara underlag till utbildningar på olika avdelningar inom organisationen så att alla medarbetare kan vidareutveckla sig inom detta viktiga område. På sikt kan då kunskapsöverföring och kunskapsomvandling bli en naturlig del av det dagliga arbetet inom organisationen och därmed kan sårbarheten minskas för verksamheten när medarbetare byter jobb eller pensioneras.

10 Referenser

- Alarik, B. och Diedrich, A. 2000. Knowledge management – Hur svenska multinationella företag tillvaratar och sprider sina kunskaper. *FE-rapport 2000-375*.
- Baddeley, A.D. (1996). *Working Memory*. Oxford, U.K.: Clarendon, 1996
- Bainbridge, L., 1983. Ironies of automation. *Automatica* 19(6): pp. 775-779.
- Baumard, P. (1999). *Tacit knowledge in organizations*, London & Thousand Oaks: Sage.
- Beazley, H., Boenisch, J., & Harden, D. (2002). *Continuity management. Preserving corporate knowledge and productivity when employees leave*, Wiley & Sons, Inc., Hoboken: N.J.
- Bonner, D. (2000a). *Knowledge: From theory to practice to golden opportunity*, American Society for Training & Development, September-October, pp.12-13.
- Collins, H. (2007). Bicycling on the moon: Collective tacit knowledge and somatic-limit tacit knowledge, *Organization Studies*, 28(2), pp257-262.
- Conant, R.C., & Ashby, W.R. (1970). Every good regulator of a system must be a model of that system. *International Journal of System Science*, 1, 89-97
- Davenport, T.H., & Prusak, L. (1998). *Working knowledge: How organizations manage what they know*, Boston: Harvard Business School press.
- Davenport, T.H., & Prusak, L. (2003). *Conhecimento empresarial: como as organizações gerenciam seu capital intelectual*, in Joia, L.A. and Lemos, B., Relevant factors for tacit knowledge transfer within organizations, *Journal of Knowledge Management*, Vol.14, No.3, 2010, pp.410-427.
- Disterer, G. (2003). *Fostering knowledge sharing: Why and how*, in Reis, A. and Isaias, P. (Eds), *Proceedings of the IADIS International Conference e-Society 2003*, Lisbon, pp.219-226.
- Endsley, M.R. (1995). Measurement of situation awareness in dynamic systems. *Human Factors*, 37(1), 65-84.
- Engström, M. (2014). *Yrkeskunnande som säkerhetsmetod: En studie kring svåra driftsituationer vid svenska kärnkraftverk*. (Doctoral dissertation). Stockholm: KTH Royal Institute of Technology.
- Fahey, L., & Prusak, L. (2003). The eleven deadliest sins of Knowledge management. *California Management Review*, 40(3), pp.265-276.
- Fitts P, & Posner MI. (1967). *Human Performance*. Belmont, CA: Brooks/Cole
- Goffin, K., & Koners, U. (2011). *Tacit Knowledge, Lessons Learnt, and New Product Development*, *J PROD INNOV MANAG*, Vol.28, 300-318.

- Goh, S.C. (2002). Managing effective knowledge transfer: an integrative framework and some practice implications, *Journal of Management*, Vol. 6, No. 1, pp.22-30.
- Grant, R (1996). Towards a knowledge-based theory of the firm. *Strategie. Management Journal*, Vol. 17, pp. 109-22
- Haldin-Herrgard, T. (2000) Difficulties in diffusion of tacit knowledge in organizations, *Journal of Intellectual Capital*, Vol. 1 No. 4, pp.357 – 365.
- Kakabadse, N., Kouzmin, A., Kakabadse, A. (2001). From tacit knowledge to knowledge management: Levelaging invisible assets. *Knowledge and research management*, Vol. 8, No. 3, pp. 137-154.
- Klein G (1997) *Applied cognitive Task Analysis Job Aid*, Klein Associates Inc, Fairborn
- Larsson, A., Ohlsson, K. & Roos, A. (2006). Kompetensöverföring på svenska kärnkraftverk i samband med pensionsavgångar. SKI Rapport 2007:27.
- Lave, J., & Wenger, E. (1991). *Situated learning. Legitimate peripheral participation*, Cambridge University Press: Cambridge.
- Lee, J. (2000). *Knowledge management: the intellectual revolution*, IIE Solutions, October, pp.34-37.
- Nonaka, I., Takeuchi, H., 1995. *The Knowledge Creating Company: How Japanese Companies Create the Dynamics of Innovation*, Oxford Press, London.
- Polanyi, M, (1958) *Personal Knowledge: Towards a Post-Critical Philosophy*. University of Chicago Press. ISBN 0-226-67288-3
- Polanyi M, (1966). *The tacit dimension*, University of Chicago Press: Chicago, 4, 1966.
- Sheridan, T.B. (1992). *Telerobotics, Automation, and Supervisory Control*. Cambridge, MA: MIT Press, 1992.
- Sheridan, T (2002) *Humans and Automation: System Design and Research Issues*. New York: Wiley.
- Stanton, N. A. 2006. Hierarchical task analysis: Developments, applications, and extensions. *Applied Ergonomics*, 37, 55-79.
- Smith, E.A. (2001). The role of tacit and explicit knowledge in the workplace, *Journal of Knowledge Management*, Vol. 5 No. 4, pp.311-321.
- Stewart, T.A. (1998). *Capital Intellectual*, 14th Ed., Elsevier, Rio de Janeiro.
- Stein, J. (1996). *Lärande inom och mellan organisationer*, Studentlitteratur: Lund.

Swieringa, J., & Wierdsma, A.F.M. (1992). *Becoming a learning organization: Beyond the learning curve*, Addison Wesley Publishing Company, OD Series, University Press Cambridge: England.

Teece, D.J. (1998). Capturing value from knowledge assets, *California management Review*, Vol. 40 No. 3, pp.55-78.

Tschirner S. (2015). The GMOC Model: Supporting Development of Systems for Human Control. Digital Comprehensive Summaries of Uppsala Dissertations from the Faculty of Science and Technology, ISSN 1651-6214 ; 1237.

Tulving, E & Osler, S. (1968). Effectiveness of retrieval cues in memory of words. *Journal of experimental Psychology* 77 (4):593.

Wah, L. (1999). Making knowledge stick, *Management Review*, May, pp.24-29.

TYST KUNSKAP OCH KOMPETENS – UTVECKLING AV METOD FÖR ATT ÖVERFÖRA ERFARENHETER FRÅN PROCESSTYRNING

Syftet med detta projekt var att bidra till ökad kunskap om hur effektivare och säkrare drift kan uppnås i dagens och framtidens processanläggningar genom att tillvarata den tysta kunskap och kompetens som erfarna processoperatörer använder för att styra processen på ett säkert och effektivt sätt. Fyra förutsättningar behöver vara uppfyllda för att kunskapsöverföring ska kunna ske optimalt: Intresse och resurser från organisationen, möjlighet att genomföra arbetet i kontrollrums-liknade miljö, tillgång till sparad data från informations- och beslutsstöd vid driftsstörningar samt motiverad erfaren driftspersonal med verbala förmågor och intresse av att dela med sig av sin kunskap till andra. De metoder som rekommenderas för att *hitta tyst kunskap* är observationer i kontrollrummet, tänka-högt metodik under arbetet samt scenarioanalys av driftstörningsfall. För att *överföra tyst kunskap* rekommenderas scenarioanalys av driftstörningar i grupp eller via rollspel lärare/elev. Spontana metoder för kunskapsöverföring som inte kräver förberedelse är lärlingskap, arbetsrotation i skiftlag och sociala aktiviteter.

Ett nytt steg i energiforskningen

Energiforsk är en forsknings- och kunskapsorganisation som samlar stora delar av svensk forskning och utveckling om energi. Målet är att öka effektivitet och nyttiggörande av resultat inför framtida utmaningar inom energiområdet. Vi verkar inom ett antal forskningsområden, och tar fram kunskap om resurseffektiv energi i ett helhetsperspektiv – från källan, via omvandling och överföring till användning av energin. www.energiforsk.se