



KTH ROYAL INSTITUTE OF TECHNOLOGY
STOCKHOLM, SWEDEN 2015

Arbetsmiljö i kontrollrum

- *En undersökning om kontrollrum i stålindustrin samt förslag till utformning av framtidens kontrollrum*

Work environment in control room

- *Investigation of control room in steel industry and proposals for the design of future control room*

Examensarbete (Trita-STH-xxxx)

SANDRA NORDSTRÖM

Handledare KTH;
Examinator KTH;

Jörgen Eklund, professor & Linda Rolfö, doktorand
Jörgen Eklund, professor

Stockholm 2015-06-08

HN 202X Examensarbete inom Magisterprogrammet Teknik, hälsa & arbetsmiljöutveckling, avancerad nivå, 15hp

Sammanfattning

Bakgrund: Stålet är en av Sveriges viktigaste exportvaror. Det stål som produceras i Sverige går huvudsakligen till exportmarknaden. För att ligga i framkant vad gäller teknik och utveckling samt att vara en attraktiv arbetsplats för framtiden har branschföreningen Jernkontoret arbetat fram en gemensam vision för 2050. En god arbetsmiljö anses vara en framgångsfaktor.

Syfte: Syftet med rapporten är dels att utreda arbetsmiljön i kontrollrummen på ett stålverk i Mellansverige för att kunna få en uppfattning om dagens förhållanden. Ytterligare ett syfte är att undersöka hur man vid en ombyggnation av kontrollrum anordnar goda förhållanden ur arbetsmiljösynpunkt och hur de fysiska, kognitiva och psykosociala behoven bör tas i beaktande för att få en god arbetsmiljö som främjar hälsan hos operatörerna och gynnar produktionen. Dessa arbetsmiljöfaktorer ska visas i en kravspecifikation för respektive arbetsmiljöområde. Ett tredje syfte är att undersöka om det finns stöd i litteraturen att en bra arbetsmiljö för operatörer i kontrollrum kan ge kvalitets- och produktionsvinster och på så vis bättre lönsamhet för företaget.

Metod: Magisteruppsatsen är baserad på litteraturgenomgång, intervjuer med medarbetare, observationer och exponeringsmätningar med avseende på buller, vibrationer, belysning och termiskt klimat på berörd avdelning på företaget. Studiebesök har gjorts hos ett företag som planerar och projekterar kontrollrum.

Resultat: Litteraturstudien har visat att de arbetsmiljöfaktorer som undersökts på avdelningen kan påverka arbetstagares hälsa och prestationer i arbetet. Resultaten av intervjuerna där medarbetarnas uppfattning om brister i arbetsmiljön beskrevs bekräftas också av litteraturstudien. Dessutom påvisas vikten av delaktighet och inflytande vid förändringsarbete. Ytterligare resultat som framkommit påvisar hinder och möjligheter av teknisk karaktär vid flytt av operatörshytterna. bort från arbetsprocessen som måste lösas

Slutsats: Det bekräftas att de faktorer som personalen uppger som brister i sin arbetsmiljö i operatörshytterna idag kan påverka hälsan i arbetslivet, arbetsprestationen och ohälsotalen på avdelningen. Bedömningen är att en förändring av arbetsmiljön får positiva effekter på undersökta faktorer. Rekommendationen är att flytta operatörshytterna från den direkta arbetsprocessen och utforma enligt de kravspecifikationerna som tagits fram i bilaga 3 för respektive arbetsmiljöfaktor. Många frågor och tekniska utmaningar ur ett MTO-perspektiv måste lösas innan en flytt av operatörshytterna kan bli verklighet. Lyhördhet för medarbetarnas uppfattningar och kunskaper är av största vikt för att få en delaktighet, helhet och ett lyckat förändringsarbete.

Nyckelord: kontrollrum, hälsa, arbetsprestation, MTO, kvalitet, produktion.

Abstract

Background: The steel is one of Sweden's most important export goods. The steel produced in Sweden goes mainly to the export market. To be at the forefront in terms of technology and development, and to be an attractive workplace for the future, the industry association Jernkontoret worked out a common vision for 2050. Good work environment is one factor to be successful.

Objective: The aim of this report is both to investigate the working environment in control rooms at a steel mill in central Sweden in order to get an idea of the current conditions. Another purpose is to examine how the rebuilding of control arranges good conditions, the working environment and their physical, cognitive and psychosocial needs should be taken into account to get a good work environment that promotes the health of operators and favor the production. These environmental factors are displayed in a requirements specification for each working area. A third purpose is to examine whether there is support in the literature that a good working environment for operators in the control room can provide quality and productivity gains and thus better profitability for the company.

Method: Master's thesis is based on literature review, interviews with staff, observations and exposure measurements for noise, vibration, lighting and thermal environment in the relevant department of the company. Visits were made with a company that plans and designs the control room.

Results: The literature has shown that the work environment factors examined in the department could affect health and work performance. The results of the interviews, where employees' opinion of deficiencies in the work environment described is also confirmed by the literature. Moreover, the importance of participation and influence to get a successful change management was demonstrated. Additional results obtained, demonstrates the obstacles and opportunities of a technical nature at the relocation of the control room away from the work process that must be resolved

Conclusion: It is confirmed that the factors that staff stated as deficiencies in their work environment in the operator cabins today can affect health in working life, work performance and illness in the department. The assessment is that a change of work environment has positive effects on the investigated factors. The recommendation is to move the operator cabs from the direct workprocess and design according to the specifications developed in Annex 3 for each factor. Many issues and technical challenges from an MTO perspective must be resolved before a relocation of operator cabs can become a reality. Responsiveness to employees' perceptions and knowledge is of utmost importance to get a participatory, holistic and successful change management.

Keywords: control, health, job performance, MTO, quality, production.

Innehåll

Sammanfattning.....	2
Abstract.....	3
1 Inledning och bakgrund	8
1.1 Svensk stålindustri	8
1.2 Företaget och projektet	9
1.3 Arbetssätt i operatörshytterna	10
1.4 Ohälsotal på avdelningen.....	10
2 Syfte och problemställning	11
2.1 Syfte	11
2.2 Frågeställningar	11
2.3 Avgränsningar.....	11
2.4 Direktiv	12
2.5 Disposition	12
3 Teori	13
3.1 Kontrollrum i industrin	13
3.2 Förändringsarbete och psykosociala faktorer	13
3.2.1 Psykosocial arbetsmiljö	14
3.2.2 Participation och delaktighet	14
3.3 Kognitiv ergonomi.....	17
3.3.1 Inledning.....	17
3.3.2 Hur fungerar människan i ett människa-tekniksystem?	17
3.3.3 Utformning av kontrollrum med hänsyn till människans kognitiva processer.....	19
3.4 Belastningsergonomi	22
3.4.1 Inledning.....	22
3.4.2 Hur påverkas människan av olika arbetsställningar?	23
3.4.3 Hur påverkas arbetsutförandet av ogynnsamma arbetsställningar? ..	24
3.4.4 Utformning av kontrollrum med hänsyn till belastningsergonomiska egenskaper.....	24
3.5 Synergonomi och belysning	25
3.5.1 Inledning.....	25
3.5.2 Belysning och dagsljus och påverkan på människan?	26
3.5.3 Utformning av kontrollrum med avseende på synergonomi.....	27

3.6	Buller	30
3.6.1	Inledning.....	30
3.6.2	Hur reagerar människan på buller?	31
3.6.3	Ljudets påverkan på arbetsutförande.....	32
3.6.4	Utformning av kontrollrum med avseende på buller och ljud	33
3.7	Vibrationer	36
3.7.1	Inledning.....	36
3.7.2	Hur påverkas människan av vibrationer?	36
3.7.3	Utformning av kontrollrum med avseende på vibrationer	37
3.8	Termiskt klimat.....	39
3.8.1	Inledning.....	39
3.8.2	Inomhusklimatets påverkan på människan	39
3.8.3	Inomhusklimatets påverkan på arbetsprestation	40
3.8.4	Utformning av kontrollrum med avseende på termiskt klimat	41
4	Genomförande.....	42
4.1	Inledning	42
4.2	Litteraturgenomgång.....	42
4.3	Intervjuer.....	42
4.4	Observationer.....	43
4.5	Exponeringsmätningar	44
4.6	Övrigt.....	46
5	Resultat.....	47
5.1	Psykosociala faktorer.....	48
5.2	Kognitiv ergonomi.....	49
5.3	Belastningsergonomi	50
5.4	Synergonomi.....	51
5.5	Buller	53
5.6	Vibrationer	54
5.7	Termiskt klimat.....	55
5.8	Studiebesök CGM Borås	56
6	Analys av resultaten, diskussion samt förslag till utformning.....	59
6.1	Psykosociala faktorer.....	59
6.2	Kognitiv ergonomi.....	61

6.3	Belastningsergonomi	64
6.4	Syn och belysning	65
6.5	Buller	66
6.6	Vibrationer	68
6.7	Termiskt klimat.....	69
6.8	Ohälsotal	71
6.9	Reflektioner ur ekonomisk synvinkel.....	71
6.10	Metodval	72
7	Slutsats	73
8	Referenser	75
	<i>Bilaga 1</i>	81
	<i>Intervjumall om arbetsmiljöförhållanden i operatörshytterna</i>	81
	<i>Observationspunkter</i>	82
	<i>Bilaga 2</i>	83
	<i>Förteckning över instrument för exponeringsmätningar</i>	83
	<i>Bilaga 3</i>	84
	<i>Bilaga 3</i>	85
1.	Rekommendationer för psykosociala faktorer vid utformning av nytt kontrollrum	85
	<i>Bilaga 3</i>	86
2.	Rekommendationer för kognitiva faktorer vid utformning av nytt kontrollrum	86
3.	Rekommendationer för belastningsergonomiska faktorer vid utformning av nytt kontrollrum.....	87
	<i>Bilaga 3</i>	88
4.	Rekommendationer för syn- och belysningsfaktorer vid utformning av nytt kontrollrum	88
	<i>Bilaga 3</i>	89
5.	Rekommendationer för bullerfaktorer vid utformning av nytt kontrollrum ..	89
	<i>Bilaga 3</i>	90
6.	Rekommendationer för vibrationsfaktorer vid utformning av nytt kontrollrum	90
	<i>Bilaga 3</i>	91

7. Rekommendationer för termiskt komfortklimat vid utformning av nytt kontrollrum	91
---	----

1 Inledning och bakgrund

I detta avsnitt ges en kort bakgrundsinformation kring stålindustrin och deras vision kring en fortsatt konkurrenskraftig bransch. Här beskrivs även undersökt företag och arbetssättet på avdelningen där arbetet utförts.

1.1 Svensk stålindustri

Stålet är en av Sveriges viktigaste exportvaror. Det stål som produceras i Sverige går huvudsakligen till exportmarknaden. Genom att fokusera på specialprodukter inom olika marknadsnischer har den svenska stålindustrin kunnat erövra stora andelar av världsmarknaden inom vissa segment. Svensk stålproduktion är unik i världen med sin höga andel specialstål (s.k. legerade stål). Stålföretagen är en del av motorn i samhällsekonomin och dess produkter utgör en viktig del av Sveriges export. Dessa förhållanden kan inte tas för givna utan förutsätter att företagen klarar sig väl i den internationella konkurrensen (Pers 2014).

Värdet av den samlade svenska stålexporten ökade under 2014 med 10 procent och uppskattas till cirka 41 miljarder kronor (Almgren 2015). Konkurrensen på marknaden är dock hård och på den totala stålmarknaden i världen är Sverige en liten aktör. För att hävda sig bland större aktörer måste produkterna hålla hög kvalitet och branschen måste ligga i framkant vad gäller teknik och utveckling. För att åstadkomma detta har branschföreningen Jernkontoret arbetat fram en gemensam vision för 2050 som kort sammanfattas i tre punkter;

Stålindustrins åtaganden till 2050

- 1. Vi leder teknikutvecklingen*
- 2. Vi föder kreativa individer*
- 3. Vi skapar miljönytta*

Figur 1. Stålindustrins gemensamma vision för 2050(Pers 2014).

För att uppnå denna vision beskriver branschföreningen exempelvis vikten av en god arbetsmiljö för medarbetarna för att upprätthålla långsiktiga medarbetarrelationer och vara en attraktiv arbetsplats (Pers 2014).

Arbetet på industrin har förändrats mycket under de senaste decennierna. Från att ha varit ett arbete som framför allt dominerades av manuella uppgifter så har datorbaserad teknologi ersatt de manuella momenten. Stora investeringar har

gjorts för att få en mer effektiv och specialiserad produktion. Operatörens arbete har i takt med denna utveckling, också förändrats. Från att arbeta rörligt, med många gånger fysiskt tunga moment, så präglas arbetet mer idag av övervakning med högre kognitiva krav och ett mindre fysiskt, mer monotont arbete. Vid utveckling av dessa arbetsplatser ställs höga krav på att interaktionen mellan människa och maskin fungerar samt att ergonomiska faktorer utvecklas rätt från början för att underlätta övergången till ett nytt arbetssätt. (Levchuk et al. 2012)

1.2 Företaget och projektet

Outokumpu Stainless AB i Degerfors är en del av Outokumpukoncernen. På enheten QPE (Quarto Plate Europe) finns ca 450 anställda och här tillverkas rostfritt stål i specialkvaliteter. De speciella egenskaperna på Outokumpus avancerade material är bland annat korrosionsbeständighet, hållbarhet och styrka. Stålet används till exempelvis kemtankers i sjöfarten, inom kärnkraft och för material i avsaltningsanläggningar(Outokumpu n.d.).

Företaget har en avdelning, kallad Sliphallen där man bearbetar så kallade slabs (rektangulära stålämnen av olika tjocklek, bredd och längd) för vidare hantering i företaget. Man har från koncernledning satt tydliga produktionsmål på enheten i Degerfors och tidigare investeringar har gjorts för att öka produktionskapaciteten. I dagsläget är sliphallen en av avdelningarna där produktionskapaciteten inte möter upp mot de satta målen och därför inleddes en förstudie för att utreda på vilket sätt man behöver investera för att möta upp mot produktionsmålen. Förstudiens syfte var att kartlägga hela arbetssättet på berörd avdelning. Man skulle undersöka vilka hinder som finns med nuvarande produktion och vilka åtgärder som krävs för att öka produktionen till önskad kapacitet. En rutin vid förändringsarbete på företaget är att arbetsmiljön ska utredas då företaget sätter säkerhet och arbetsmiljö högt på agendan¹.

Arbetsmiljön i sliphallen har varit föremål för diskussion tidigare då personalen upplever brister och sjukfrånvaron på avdelningen har varit högre än på andra avdelningar på företaget. I förstudien bestämdes därför att som en del i utredningen om ökad produktion på avdelningen, skulle även arbetsmiljön i dagens kontrollrum utredas samt ska åtgärdsförslag framarbetas hur framtidens operatörshytt kan se ut i sliphallen och det är vad denna rapport fokuserar på. Planen är att dagens operatörshytter som är belägna helt nära slippprocessen, kommer att flyttas och placeras på avstånd från processen.

I det större projektet med sliphallen har andra konsulter, exempelvis ABB i Västerås haft en roll för planering och framtagande av förslag för en eventuell ombyggnation av hela sliphallen på företaget.

¹ Petersons, Paula; Arbetsmiljöingenjör. Outokumpu Stainless AB. 2015. Intervju 19 feb.

1.3 Arbetssätt i operatörshytterna

Produktion sker hela dygnet i sliphallen och man arbetar femskift. Totalt arbetar ca 14 operatörer med slipmaskinerna i skiftlagen. Det finns tre operatörshytter som slipar slabs samtidigt och dessa är placerade i anslutning till slabsen som slipas. I arbetet som operatör ingår att mata in rätt uppgifter i datorn enligt ett beställt ”recept” som beskriver hur slabsen ska slipas. Därefter består arbetet framför allt av övervakning av slipningen, men även vissa inställningar som sköts manuellt. Efter slipningen är utförd ska slabsen synas vilket görs visuellt av operatörerna i sliphallen utanför kontrollrummet. Utifrån denna bedömning görs omslipning av hela materialet eller så kallad fläckslipning på de områden där man bedömt kvalitetsbrister i stålet i form av sprickor som behöver bearbetas vidare. I arbetsuppgifterna ingår även städning vid slipmaskinen vid skiftbyte. Operatörerna uppskattar att de befinner sig i operatörshytten ca 70-80% av sitt arbetspass och huvuddelen av arbetet utförs sittande.² I dagsläget vet inte operatörerna vad materialet man bearbetar, kommer att användas till som slutprodukt. Man har heller inget rapporteringssystem som kan identifiera om brister i kvaliteten uppstått vid bearbetningen i sliphallen eller på en annan avdelning på företaget.

1.4 Ohälsotal på avdelningen

Sjukfrånvaron på avdelningen har i flera års tid varit högre än snittet på företaget och har flera gånger varit föremål för utredningar genom exempelvis hälsokartläggningar. Inga klara orsaker har dock kommit fram om vad den högre sjukfrånvaron beror på. Målet för företaget är en total sjukfrånvaro på 4 %. Under 2014 låg sjukfrånvaron på sliphallen på drygt 8 %.

² Intervju med operatörer. Outokumpu Stainless. December-februari 2015.

2 Syfte och problemställning

I detta avsnitt ges en beskrivning av syfte och frågeställningar för projektet samt vilka avgränsningar som gjorts. Dessutom beskrivs de direktiv som getts från företaget för detta arbete. Vidare förklaras dispositionen av arbetet.

2.1 Syfte

Syftet med rapporten är dels att utreda arbetsmiljön i kontrollrummen på sliphallen, Outokumpu Stainless i Degerfors för att kunna få en uppfattning om dagens förhållanden.

Ytterligare ett syfte är att undersöka hur man vid en ombyggnation av kontrollrum anordnar goda förhållanden ur arbetsmiljösynpunkt och hur de fysiska, kognitiva och psykosociala behoven bör tas i beaktande för att få en god arbetsmiljö som främjar hälsan hos operatörerna och gynnar produktionen. Dessa arbetsmiljöfaktorer ska visas i en kravspecifikation för respektive arbetsmiljöområde.

Ett tredje syfte är att undersöka om det finns stöd i litteraturen att en bra arbetsmiljö för operatörer i kontrollrum kan ge kvalitets- och produktionsvinster och på så vis bättre lönsamhet för företaget.

2.2 Frågeställningar

Hur upplever operatörerna sin arbetsplats idag och hur vill de jobba i framtiden? Vilka hinder och möjligheter medarbetarna på att operatörshytterna flyttas rent fysiskt från den direkta arbetsprocessen?

Hur påverkas människan av de fysikaliska arbetsmiljöfaktorerna som man finns idag gällande buller, vibrationer, belysning, ergonomi och termiskt klimat?

Hur bygger man framtidens kontrollrum med ett fungerande system mellan människa, teknik och organisation (MTO-perspektivet)?

Kan en förändrad arbetsmiljö i kontrollrummen leda till minskade ohälsotal hos personalen på avdelningen?

Kan en förändrad arbetsmiljö med ombyggda operatörshytter leda till vinster för företaget i form av ökad kvalitet och produktivitet?

2.3 Avgränsningar

Projektet på stålverket behandlar hela produktionsenheten. Detta arbete begränsas till kontrollrummen/operatörshytterna på enheten. Inga layout-förslag kommer att ges. Inga tekniska lösningar kommer heller att föreslås utan förslagen baseras på minnespunkter utifrån angivna parametrar att ta med i en kravspecifikation i en kommande förändringsprocess.

2.4 Direktiv

Arbetet med rapporten ska redovisas på företaget i maj 2015. Det ligger författaren fritt att utforma lämpligt arbetssätt för att komma med bra rekommendationer. Från projektledaren har kommit direktiv att alla arbetstagare på avdelningen ska intervjuas för att ge sin bild av dagens arbetssätt och känna delaktighet i förändringen.

2.5 Disposition

I uppsatsens första avsnitt ges en bakgrund till branschens och företags utveckling och en introduktion till kontrollrummens utveckling över tid. Litteraturoversikten i kapitel 3 beskriver grundläggande och nuvarande forskning om de olika arbetsmiljöfaktorerna som fokuseras på i uppsatsen. Detta avsnitt, tillsammans med resultatanalyser kommer att ligga till grund för slutsatsen och förslag till utformning av kontrollrum i framtiden. Därefter följer en beskrivning av den metod som använts för att inhämta information till arbetet och vidare presenteras resultaten från den information som inhämtats. Sista kapitlet knyter samman litteraturens rekommendationer med resultaten från intervjuer och andra metoder som använts och ger förslag till hur utformningen av framtida kontrollrum kan se ut med hänsyn till berörda arbetsmiljöfaktorer.

3 Teori

I detta avsnitt ges information om vilket stöd i litteraturen som finns om arbete i ett kontrollrum och vilka aspekter som ska beaktas vid förändring och ombyggnation. Områdets som beskrivs är psykosociala faktorer, kognitiv ergonomi, belastningsergonomi, synergonomi, buller, vibrationer och termiskt klimat baserat på människans prestation, välbefinnande och hälsa.

3.1 Kontrollrum i industrin

Under de senaste decennierna har arbetet för en operatör i industrin förändrats mycket. Med teknikens framfart har arbetet övergått från ett manuellt, i många fall fysiskt tungt arbete, till att styra eller övervaka en automatiserad maskin i processen (Levchuk et al. 2012).

Anledningen till förändringen har varit stora krav på effektiviseringar inom industrin samt att investeringar måste vara ekonomiskt försvarbara. Förväntningar har varit lite olika beroende på typ av industri, men ökad produktivitet och kapacitet på maskiner har varit stora motivationsfaktorer för förändring. Man önskar också ett effektivare resursutnyttjande. Andra anledningar till förändringar kan vara större säkerhet för arbetstagare men också för samhället i stort för att undvika olyckor. Förväntningar på minskade personalkostnader har också funnits med som anledning. Man har i vissa fall sett en minskning av personalbehov, men kanske inte i samma omfattning som förväntats, då de uppgifter som inte utförs längre, ersätts av andra nya uppgifter. Det ställer förstås andra krav på de som arbetar där och det är av största vikt att man vid förändringsarbetet tar i beaktande ett förändrat arbetssätt hos personalen som kan kräva nya kunskaper och också ge nya arbetsuppgifter och befogenheter. Det är viktigt att personal inte stannar kvar i sina traditionella yrkesroller om nya har uppstått då det kan utarma arbetsinnehållet. Samtidigt ställer det krav på ett tydligt föreberedande arbete inför förändringen för att få personal deltagande och känna att förändringen är till nytta för dem (Ivergård & Hunt 2009b).

3.2 Förändringsarbete och psykosociala faktorer

En förändring i ett företags verksamhet som är av något större art än bara det löpande arbetet, ska enligt AFS 2001:1 om systematiskt arbetsmiljöarbete, föregås av en riskbedömning för att försöka förutse konsekvenserna i arbetstagarnas arbetsmiljö av förändringen. Bedömningen ska göras i samverkan med skyddsombud och arbetstagare (Arbetsmiljöverket 2001). I arbetsmiljölagen (SFS 1977:1160) kan läsas att arbetsgivare och arbetstagare ska samverka i arbetet och detta ligger till grund för beskrivningen i AFS 2001:1. En anledning till samverkan är att medarbetare ska känna sig delaktiga i sitt arbete.

3.2.1 Psykosocial arbetsmiljö

Psykosocial arbetsmiljö är ett vitt begrepp som omfattar arbetstagarens samspel mellan andra komponenter i hela arbetssituationen. Underförstått är det de psykiska och sociala aspekterna och det beteendevetenskapliga betraktelsesättet på arbetsmiljön som avses (Thylefors 2008). Även i arbetsmiljölagen (SFS 1977:1160) ges de psykosociala faktorerna stor vikt då lagen säger att; ”Arbetsförhållanden ska anpassas till människors olika förutsättningar i fysiskt och psykiskt avseende”. Den syftar till att ha en helhetssyn på människan i arbete.

Flera studier har under åren gett exempel på några grundläggande faktorer för att människan ska känna meningsfullhet i sin arbetstillvaro och faktorer som framkommit är;

Behov av;

- Att kunna fatta beslut
- Att ha medmänsklig förståelse och anseende
- Att känna delaktighet
- Att se ett sammanhang mellan arbete och omvärld
- Att kunna kontrollera arbetstakt, arbetsmängd och arbetskvalitet
- Att ha variation i arbetsuppgifterna
- Att ha ansvar för arbetsutförandet
- Att kunna förstå produktionsprocessen
- Att ha social interaktion
- Att ha ett positivt ledningsklimat
- Att få feedback

(Thorsrud 1968)

(Gardell 1977)

(Rubenowitz 2004)

3.2.2 Participation och delaktighet

Participation definierades enligt Wilson (1991), som ”Involvering av människor, i planering och kontroll av sina egna arbetsaktiviteter, med kunskap och makt, så att de kan påverka processer och resultat, för att nå önskvärda mål”. Paul Spector (1986) beskrev i en översiktsstudie att anställdas delaktighet i arbetet leder till;

- Psykiskt välbefinnande
- God trivsel på arbetet
- Låg benägenhet att sluta sin anställning
- Motivation, engagemang och goda prestationer

Delaktighet i arbetet, eller participation har sina rötter från 30-talet och de så kallade "Hawthorne-experimenten" samt "Human relationsteorin". Lite senare, kring 60- och 70-talet uppmärksammades sociotekniken i Sverige där huvudtemat är att organisationer ska ses utifrån både sociala och tekniska aspekter och att det finns en tydlig koppling däremellan. Om de sociala relationerna fungerar väl på en arbetsplats och människor känner delaktighet och kan påverka sitt arbete så menar man att även organisationen fungerar mer effektivt (Johansson et al. 2008).

Varför är det viktigt med participation?

På arbetsplatser där arbetstagare som tillåts delta i förändringsprocesser och arbetets utformande har man identifierat positiva aspekter som kan påverka hela företaget positivt. Man har bland annat konstaterat att arbetarnas engagemang och motivation till arbetet ökar, man fokuserar på rätt problem i processerna, får mer kreativa lösningar på problem samt bättre kvalitet på de lösningar som görs. Vidare är det lättare att implementera förändringar där medarbetarna varit delaktiga i processerna och det är ekonomiskt lönsamt för företaget (Wilson & Haines 1997).

Motstånd och hinder till participation hos arbetsledare kan uppstå och Neuman (1989) samt Klein (1984) förklarade att man kan peka på några övergripande faktorer i ledarskap och organisation som kan utgöra motstånd till participation;

- Strukturer
 - Ledaren kan känna att denne förlorar i makt och legitimitet. De kan också känna att de tappar kontrollen över processen, men fortfarande har kvar ansvaret.
- Relationer
 - En upplevelse att ledaren tappar prestige och status i sin roll. Gruppen kan bli en för stark motpart i vissa frågor.
- Samhälle
 - Historien och traditioner kan utgöra hinder för denna typ av organisation.

Exempel på kravspecifikation ur ett psykosocialt perspektiv vid en förändring

Vid en förändring av en arbetsstation på Saab-Scantias personbilsdivision i Sverige utformades en kravspecifikation utifrån ett psykosocialt perspektiv som

löd enligt presentation nedan. Den ger ett exempel på hur teorierna som beskrivits kan sättas i realitet i ett förändringsarbete;

KRAVSPECIFIKATION

- Att bundenhet till viss maskinrörelse undviks.
- Att maskinstyrd arbetstakt och ensidigt upprepande av starkt begränsande arbetsmoment undviks.
- Att social isolering ej uppstår, genom t ex felaktig layout, maskinuppställning eller maskinkonstruktion.
- Att arbetet blir omväxlande och dels ger tillfälle till eget ansvar och dels till viss frihet. Härvid betraktas ökat inflytande på det egna arbetet och utveckling av kunnandet som mycket väsentligt.
- Att arbetsmetod och arbetstakt kan varieras, likaså att ordningsföljden av momenten kan varieras
- Att arbetsmängden kan påverkas, likaså kunna påverka när arbetet skall utföras.
- Att operatören kan påverka kvalitén och får en reell feedback på resultatet av sitt arbete.
- Att operatören kan överblicka den egna insatsens bidrag till slutprodukten och den egna arbetsuppgiftens betydelse för den samlade organisationens verksamhet.

(Ranhagen 1986)

3.3 Kognitiv ergonomi

3.3.1 Inledning

Detta avsnitt beskriver begreppet kognitiv ergonomi och vilken roll det området spelar i utformningen av arbetsplatser. Systemet ”människa-maskin” eller ”människa-teknik” är ett centralt begrepp. Vilka aspekter är viktiga utifrån ett perspektiv att utforma en ny arbetsplats för att gränssnittet mellan människa och maskin ska fungera?

Kognitiv ergonomi handlar om hur människan uppfattar och tolkar information från den omgivande miljön. Det handlar också om vilka beslut man fattar och hur man agerar. Kognitiv ergonomi baseras på människans;

- Perception (varseblivning)
- Tolkningar
- Tänkande
- Minnes- och beslutsprocesser

För att få bra förutsättningar inom detta område är det av vikt att vid utformning av ny arbetsplats förstå förutsättningar och begränsningar mellan människa, teknik och organisation samt arbeta med förbättringar i gränssnittet mellan människa och maskin. Det är också viktigt att förstå hur kognitiva belastningar påverkar prestationen i arbetsutförandet (Ergonomisällskapet n.d.).

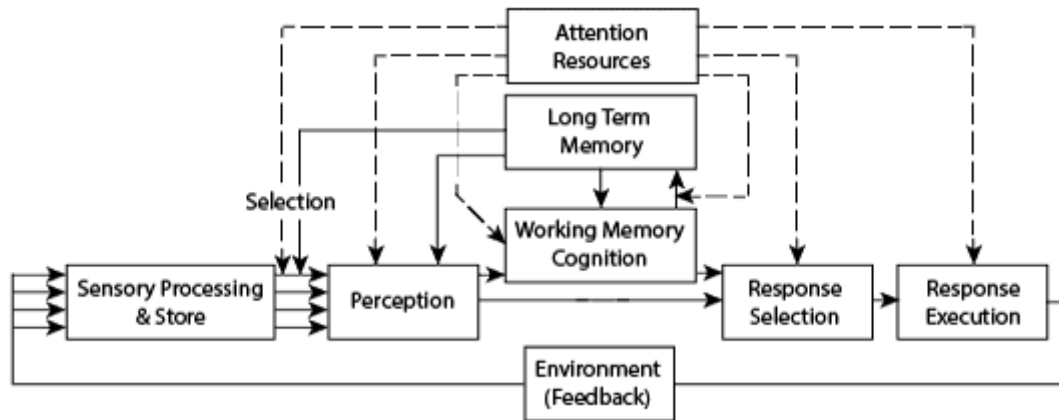
Ett människa-maskinsystem eller människa-tekniksystem (MTS) är ett system där människan och maskinen fungerar i ett samspel med varandra. Ett väl fungerande system mellan människa och teknik ger flera fördelar; Människan är mer tillfredsställd på sin arbetsplats, risken för haverier minskar samt ger det konkurrensfördelar. För att systemet ska vara användbart och uppfylla sitt syfte är det viktigt att det har de rätta funktionerna, samt att det finns en användarvänlighet i systemet. Det ska vara enkelt och säkert att hantera för de som arbetar med systemet (Osvalder & Ulfvengren 2008). Lianne Bainbridge (1983) skriver i en artikel om ”automationsironier” där systemet inte är utvecklat för människan, utan en designers syn på människan i systemet är att den är opålitlig och ineffektiv och ska bli eliminerad vilket kan leda till större problem i systemet än tidigare. Dessutom kommer den designer som glömmer människan i systemet att i alla fall överlämna uppgifter åt människan som blir svårtolkade och kan leda till ytterligare fel. Det är därför av största vikt att systemet utvecklas för människan och inte tvärtom.

3.3.2 Hur fungerar människan i ett människa-tekniksystem?

Människans sinnen

Vår varseblivning sker via kroppens sinnen och i ett människa-tekniksystem där vi ska registrera, tolka och förmedla informationen från tekniken är det framför

allt vår syn, hörsel och känsel som är av central betydelse. Viktigt är också kroppens balanssinne och muskelsinnet (Osvalder & Ulfvengren 2008). Varseblivningen är en komplicerad process och Wickens et al (2004) har skapat en schematisk modell över hur våra sinnen tar emot information och bearbetar den. Se figur 2.



Figur 2 Wickens modell över människans informationsprocess (Wickens et al. 2004)

Perception, uppmärksamhet och minnesfunktioner

När vi tagit till oss informationen via våra sinnen ska vi registrera och tolka sinnesintrycken. Ju mer vi sprider uppmärksamheten på fler saker desto sämre kvalitet har vi för att förstå respektive intryck. Olika faktorer påverkar vår uppmärksamhet;

- Hur framträdande är signalen?
- Vad förväntar sig operatören ska hända?
- Är informationsvärdet stort?
- Hur ansträngande är det att få till sig informationen?

Urvalet och tolkning av information kan bero på yttre och inre faktorer där de inre formas av individen själv beroende på tidigare erfarenheter, känslor och förväntningar. De yttre faktorerna beror på hur omgivningen och i detta fall arbetsplatsen är utformad och vilken information som riktas mot människan (Osvalder & Ulfvengren 2008).

Beslutsfattande och problemlösning

Uppgifter kan variera mellan krav på snabba beslut eller handlingar som analyserats under en längre tid. Människans olika kognitiva processer som beskrivits ovan är av central betydelse för dessa beslut. När människan ska fatta beslut i en arbetsprocess måste den få relevant och saklig information från uppgiften som är av betydelse för processen som ska utföras. Beslutet som tas baseras sedan på föreställningar och erfarenheter och hur beslutet kommer att påverka processen. Vilka konsekvenser kommer det ena eller andra valet att få? Om mängden information överskrider vad människan klarar av att hantera

kommer hen att byta strategi och utnyttja genvägar och förenklingar vilket kan leda till felaktiga val (Osvalder & Ulfvengren 2008).

Med minnet klarar vi att lära, tänka och handla. Minnet delas grovt upp i korttidsminne (även kallat arbetsminne) och långtidsminne. Vad som finns tidigare i vårt minne spelar en betydande roll i perceptionsprocessen, där vi alltså tar till oss och blir medvetna om information. Om information från en datorprocess inte ger tillförlitlig information exempelvis på att vi inte kan höra tydligt, kommer vårt långtidsminne styra vad vi tar till oss för information och hur vi tolkar den. Det kan då uppstå konflikter i vad minnet tolkar och vad som egentligen ska utföras (ibid).

3.3.3 Utformning av kontrollrum med hänsyn till människans kognitiva processer

Människans sinnen

Vid utformning av ny arbetsplats ska hänsyn tas till hur våra sinnen reagerar på signaler. Vår syn är det sinnet som dominerar vid sinnesintryck, och kan konkurrera ut andra sinnen. Konkurrensen uppstår framför allt om den visuella informationen är av samma karaktär som exempelvis den auditiva. Om däremot den visuella informationen särskiljer sig tydligt från andra intryck kan exempelvis hörsel- och känselintryck förstärkas och tolkas samtidigt. Om information av stor betydelse ska överföras till människan kan man istället förmedla budskap med samma information till flera sinnen för att lättare upptäcka och förtydliga informationen och skapa förutsättningar till rätt beslut. Det är således viktigt att särskilja olika stimuli såsom syn och hörselintryck så de inte är för likartade samt måste de ha rätt viktning gentemot övriga stimuli så man riktar uppmärksamhet på rätt saker. De måste dessutom vara tillgängliga en viss tid för att våra sinnen ska kunna uppfatta dem. Viktigt är också att tänka på människans olika förutsättningar för hörsel och syn samt känsel och att dessa sinnen naturligt försämras med ökad ålder (Osvalder & Ulfvengren 2008).

Perception, beslutsfattande och minnesfunktioner

Information som ges till operatören i arbetsprocessen ska vara data som är behjälpliga för att ta rätt beslut i processen. Gränssnitt och manöverdon ska utformas för människan och inte tvärtom. Med teknikens utveckling finns risk att operatören känner ett för stort avstånd till tekniken vilket kan leda till otrygghet i arbetsutförandet. Det är därför av största vikt att den information som presenteras i användargränssnittet är till nytta för operatören och har hög användarvänlighet. Om gränssnitt utformas som kräver så få mentala resurser som möjligt så kan känslan av närhet till tekniken öka och risken för feltolkningar minska (Osvalder & Ulfvengren 2008). Operatörerna bör vara inblandade vid utformningen av dessa system för att rätt information finns

tillgänglig. Det finns data på att 60-80% av olyckor i komplexa system beror på mänskliga felhandlingar till följd av oförståelse för tekniken(Reiman & Rollenhagen 2010).

Manöverdon, eller reglage är människans förlängda arm till det tekniska systemet. Här sker informationsöverföringen mellan maskinen och människan. Responsen är viktigt vid utformning av manöverdon och noggrannheten i rörelsen beror på vilken information som ska ges och hur rörelsen ska påverka systemet. Det är viktigt att operatören får påverka känsligheten och återkopplingen i donen för att kunna utföra ett bra arbete. Manöverdonen ska vara lättåtkomliga och förståeliga. Funktionen hos ett manöverdon bestämmer var det ska placeras och utformas(Ivergård & Hunt 2009a) (Osvalder & Ulfvengren 2008).

I boken Arbete och Teknik på människans villkor beskriver Osvalder och Ulfvengren (2008) vidare att det är viktigt att operatören förstår vad som händer vid utförandet av en handling samt vid en utvärdering av handlingen. Frågor som operatören ska ha egna svar på för att känna trygghet är;

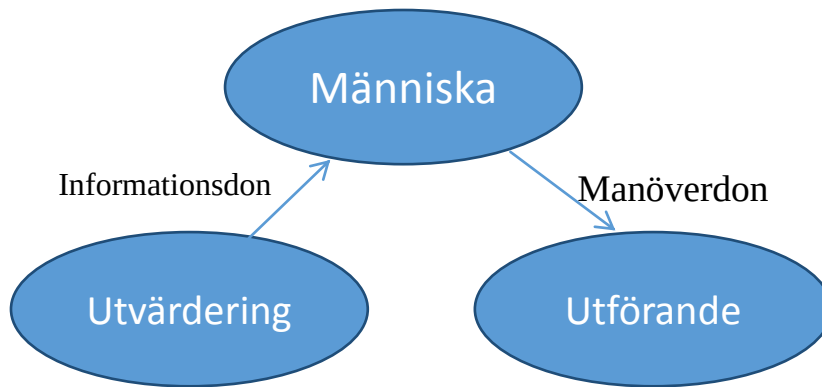
- Vad kan jag göra och vad händer om jag gör något?
- Vilka handlingar kan utföras i detta gränssnitt?
- Kommer rätt saker ske om jag utför de handlingar jag tänkt?

Alltså; Vet operatören hur den ska göra det den avser och önskar att göra?

- Blev de saker utförda som avsågs med handlingen?
- Hur tolkas informationen av vad som utfördes?
- Förstår jag de svar som fås från processen?
- Är svaren relevanta med verkligheten?

Alltså; Kan operatören få rätt återkoppling av vad som hände, samt förstå hur den förändrar handlingen vid korrigeringar?

Broar måste byggas mellan utförandet och utvärderingen för att få rätt återkoppling av utförandet. Beskrivs schematisk i figur 3 nedan.



Figur 3. Fungerande system mellan utförande och utvärdering. Fritt tolkat från Norman (1986)

I punktform kan viktiga aspekter med avseende på kognitiva processer utformas enligt följande;

1. Hitta information enkelt
 - ✓ Att behöva leta information är både tröttande och ineffektivt. Information som används ofta ska vara lätt att hitta. Operatören ska inte behöva förflytta sig eller leta på andra skärmar efter information som ska förekomma ofta.
2. Närhet
 - ✓ Om information måste integreras, exempelvis text och en graf ska det finnas en naturlig närhet exempelvis genom samma färg eller linjer, om det inte får plats på samma skärmbild. Ljud som ska integreras ska vara lätta att särskilja. Olika frekvens, styrka och rytm kan användas.
3. Flera informationskällor tillsammans
 - ✓ Om mycket information ska förmedlas samtidigt kan man utnyttja flera sinnen såsom hörsel, syn och känsel för att underlätta tolkningen och varseblivningen av informationen.
4. God läslighet och hörbarhet
 - ✓ God läslighet innebär hög kontrast, god belysning och rätt betraktningssvinkel (mer om detta i avsnittet med belysning). God hörbarhet innebär att ljudet inte riskerar att maskeras. Varningsljud ska inte skrämman utan skapa uppmärksamhet.
5. Rätt antal nivåer för bedömning av information
 - ✓ För visuell information i ett system bör inte för många nivåer av exempelvis tjocklek på en parameter användas. Det blir svårt att tolka dessa rätt. En rekommendation är max tre nivåer. Gällande färger bör endast rött eller grönt samt gult eller blått utnyttjas för god design även för färgblinda.
6. Undvik begreppsdriven bearbetning av data

- ✓ Människan förväntar sig vissa signaler beroende på erfarenheter. En signal måste förstärkas tydligt för att göra signalen lätt att upptäcka och tolkas.
7. Redundans
- ✓ En signal kan förstärkas om man presenterar information som är viktig på mer än ett sätt exempelvis via både syn och hörsel.
8. Undvik likheter mellan objekt.
- ✓ Det ska vara lätt att associera signaler till ett visst objekt och svårt att blanda ihop dem för att undvika förväxlingar och risk för felhandlingar.

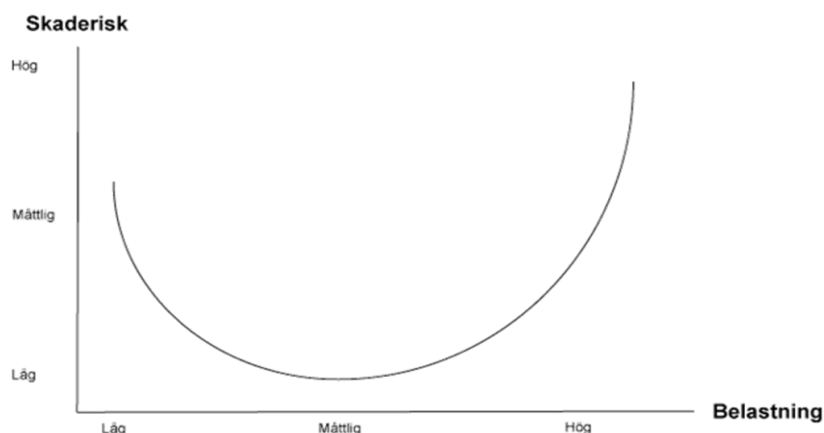
(Osvalder & Ulfvengren 2008)

3.4 Belastningsergonomi

3.4.1 Inledning

Belastningsergonomi handlar om den del av det större begreppet ergonomi som behandlar hur belastningar i arbetet påverkar våra rörelseorgan. Begreppet belastningsergonomi är ofta förknippat med hur man sitter, står, lyfter och bär och hur besvär från exempelvis rygg, nacke och axlar samspelar med detta. Men begreppet är lika viktigt när det gäller hur arbetsplatsen är utformad för att underlätta arbetet. Våra arbetsplatser och arbetsredskap såsom stolar, bord och verktyg samt instrument ska vara anpassade utifrån människans förutsättningar för att forma en så bra arbetsmiljö som möjligt. Dålig anpassning påverkar hälsan, välbefinnandet och säkerheten negativt (Matthiassen 2007)(Boghard, Karlsson, et al. 2008).

Människan är gjord för rörelse och aktivitet och måste ha detta för att undvika sjukdomar och ohälsa. Vårt arbetsliv och även vår fritid idag präglas av klart mer stillasittande än tidigare. Från att många branscher ha haft yrken med krav på stor fysisk kraftutveckling och tung belastning har den tekniska utvecklingen successivt minskat belastningen på exempelvis nacke och skuldra. Dock har inte minskningen av besvär i nacke och skuldra minskat i samma takt utan snarare ökat med tiden. Sannolikt beror det på en ökning av långvarigt stillasittande arbete med många gånger monotona eller repetitiva arbetsuppgifter. Kroppen mår således inte bra av långvarig låg muskulär belastning utan även det blir en riskfaktor för att utveckla smärta i muskler och leder (Toomingas et al. 2008). En beskrivning av relationen mellan skaderisk och fysisk belastning ges i figur 5. Sjukdomar i rörelse- och stödjeorganen är tillsammans med psykisk ohälsa de klart vanligaste orsakerna till sjukskrivningar över 14 dagar (Mulder 2011).



Figur 4 Förhållanden mellan fysisk belastning och skaderisk

I industrin märks trenden där manuella uppgifter alltmer övergår till automatiseringar och datorstyrda arbetsuppgifter i takt med teknikens utveckling. Ur ett belastningsergonomiskt perspektiv ändras också riskerna med arbetet från att tidigare ha varit mer fokuserat på manuell hantering, ogynnsamma lyft och belastande arbetsställningar till ett mer stillasittande övervakande arbete (Levchuk et al. 2012).

3.4.2 Hur påverkas människan av olika arbetsställningar?

Arbete i ett kontrollrum präglas främst av ett stillasittande arbete, om man inte kan organisera arbetet till ytterligare uppgifter som ger mer variation. Detta avsnitt fokuserar dock på kroppens reaktion på ett stillasittande arbete såsom övervakning och datorarbete.

Vid arbete med exempelvis datormus sker också en koordination mellan ögat och handen. Ögat samarbetar med övriga rörelseapparaten och speciellt muskler i nacke och skuldra. Vid störd koordination mellan ögat och handen kan man, utöver ett dåligt arbetsresultat, få obehag, yrsel och spänd och ömmande muskulatur i nacke och skuldra. Här uppstår statisk belastning av de koordinerande musklerna (Zetterberg et al. 2013).

I forskning har man verifierat att lågintensiva arbeten med en belastningsnivå på så lite som 2-5% av maximal muskelstyrka har påvisat förändringar i muskelns struktur framför allt i kappmuskeln (musculus trapezius) som stabiliserar skulderbladet. Detta beror troligen på att vissa motoriska enheter i muskeln förblir kontinuerligt aktiva under en stor del av arbetsdagen. Får att få dessa enheter att slappna av behövs mikropausar på ca 10-20 sekunder under var 5-10:e minut. (Hägg et al. 2008) .

De symtom som kan uppstå till följd av arbete vid bildskärm är ofta smärta och värk i nack- och skulderpartiet samt överarmar vilket också Bergqvist et al (1995) visade i en studie. Statiska arbetsställningar, brist på armstöd felaktig

position av manöverdon och bildskärm var riskfaktorer för att utveckla smärta vid bildskärmsarbete.

Balagué et al publicerade 2012 en översiktsstudie över ländryggsbesvär och dess orsaker. Så många som 80 % av befolkningen drabbas någon gång av ländryggssmärta och teorier kring orsaker samt behandlingsalternativ är många. Man kan inte finna något tydligt samband med sittande arbete och orsak till att utveckla ländryggssmärta utan flera riskfaktorer samverkar till utvecklandet av ländryggsbesvär. Det tydligaste sambandet man hittar för att undvika ländryggssmärta är graden av fysisk aktivitet. En mer aktiv vardag verkar förhindra ländryggsbesvär (Balagué et al. 2012).

3.4.3 Hur påverkas arbetsutförandet av ogynnsamma arbetsställningar?

I detta avsnitt fokuseras på hur arbetsutförandet påverkas av ogynnsamma arbetsställningar i arbetet som beskrivits ovan. Syftet med att förbättra arbetsmiljön kring dessa arbetsställningar är att undvika framkallande av smärta hos individen som påverkar arbetsutförandet. När det handlar om belastningsergonomi och arbetsutförande så ses framför allt påverkan på kvalitet och produktion. I en översiktsstudie beskriver Eklund (1997) att kvalitetsfel i industriproduktion kan härledas till bristfällig ergonomisk utformning i 30 % av fallen. Således kan fler fel åstadkommas vid bristfällig ergonomisk arbetsplatsutformning och för att avhjälpa det är det viktigt att anordna arbetsplatsen för att undvika dessa brister.

Bhatnager och medarbetare (1985) påvisade vikten av god belastningsergonomi i en studie. Man lät studenter utföra övervakandeuppgifter och undersökte om hållning och diskomfort påverkade arbetsutförandet och antalet fel under en dag. Man fann dels att testpersonerna ändrade till en alltmer framåtböjd position under dagens gång samt ändrade position allt oftare. Dessutom såg man att utförandet av arbetsuppgifterna försämrades under arbetspassets gång trots att man hade kortare raster varannan timme. Slutsatsen som drogs av denna studie var att arbetsställningar och dålig ergonomisk design av arbetsplatsen påverkar människans mående men också arbetsprestationen.

3.4.4 Utformning av kontrollrum med hänsyn till belastningsergonomiska egenskaper

Vid utformning av ny arbetsplats i kontrollrum är det viktigt att uppmuntra rörelsefrihet för att få en så varierad arbetsstation som möjligt som kan justeras efter olika personers olika förutsättningar rent fysiskt. Målet utifrån ett belastningsergonomiskt perspektiv bör vara att skapa ett arbete med fysisk variation och bra arbetsrörelser.

- Hur ska arbetsuppgifterna utformas? Variation mellan aktivitet och stillasittande

- Utformningen av möbleman. Möblerna ska vara utformade så individuella inställningar kan göras i så stor utsträckning som möjligt för att underlätta för olika människor att arbeta och undvika besvärliga arbetsställningar. Ta hänsyn till;
 - Bord. Möjlighet att stå och arbeta, utrymme för underarmsstöd. Utrymme för reglage och skärmar.
 - Stolar. Inställning för rygg, underarmsstöd, stöd för fötterna, höjd, lutning.
 - Yta runt arbetsplatsen.
- Arbete med manöverdon huvudsakligen i det inre arbetsområdet för att främja avspända armar och axlar nära och framför kroppen.
- Utformning av reglage och manöverdon. Användarvänlighet och anpassning till olika människors förutsättningar med avseende på greppbarhet och storlek för att undvika ogynnsam belastning på kroppen (Arbetsmiljöverket 2012).

3.5 Synergonomi och belysning

3.5.1 Inledning

Vad innebär en bra arbetsbelysning? I detta avsnitt avses att beskriva hur människan reagerar på belysning och ljus och hur det påverkar utförandet av arbetsuppgifter samt hur vår hälsa påverkas. Begreppen *ljusmiljö* och *synergonomi* samspelar ofta för en god arbetsmiljö med avseende på belysning. Med begreppet *ljusmiljö*, menas vilka ljusförhållanden som finns i omgivningen. Med *synergonomi* beskrivs vilka olika individuella synbehov som finns för olika arbetsuppgifter (Boghard et al. 2008). The International Ergonomics association (IEA) antog 2012 en särskild definition för synergonomi (Visual ergonomics) för att ytterligare påvisa hur viktigt ämnet är för arbete och hälsa. Synergonomi behandlar olika aspekter av människan och miljön, såsom fysiska, sociala organisatoriska och information. I definitionen, översatt till svenska beskrivs att ”synergonomi är en multidisciplinär vetenskap gällande synprocesser och hur dessa påverkar interaktionen mellan människan och hennes omgivning. Disciplinen omfattar även teoretiska principer, data och metoder för design i avsikt att optimera människans välbefinnande och funktion” (Toomingas 2014).

Syner tar emot upp till 80 % av våra sinnesintryck och alltså en stor del av vårt informationsflöde (Nylén 2012). Syner är viktig, inte bara för vår hälsa utan också för vår möjlighet att utföra arbetsuppgifter på ett korrekt sätt. En belysning som inte är anpassad till rådande förutsättningar kan ge besvär både från ögonen, men också smärta i nacke och skuldra samt påverka arbetsprestationen (Toomingas 2014).

Det finns även juridiska regler som hanterar syn och belysning på arbetsplatsen. I arbetsmiljöverkets föreskrift ”Arbetsplatsens utformning” kan utläsas att;

”Belysningen ska anpassas till de arbetandes olika förutsättningar och de synkrav som arbetsuppgifterna ställer. Belysning ska ha en för den enskilde lämplig fördelning och riktning. Bländning ska undvikas så långt det är möjligt.” (Arbetsmiljöverket 2009).

Här förstås att människan, även med normal syn har olika förutsättningar för sitt seende som dessutom påverkar ens prestationer i arbetslivet samt hälsan.

3.5.2 Belysning och dagsljus och påverkan på människan?

I Arbetsmiljöverkets föreskrift ”Arbetsplatsens utformning” 2009:02 behandlas området dagsljus. I § 9 kan utläsas;

”Vid stadigvarande arbetsplatser, i arbetslokaler och personalutrymmen som är avsedda att vistas i mer än tillfälligt, ska det normalt finnas tillfredsställande dagsljus och möjlighet till utblick.”

Varför är det då så viktigt med dagsljus?

Kanske därför att ljuset behövs till mer än att se. Vår kropp är anpassad efter dygnet och historiskt sett steg vi upp med soluppgången och kroppens hormonbalans har även anpassats till den rytmen. Biologiskt sett vill kroppen ha en stabil rytm av höga doser ljus på dagen och mörka förhållanden på natten. Detta tros kunna förbättra välbefinnandet och möjligen också våra prestationer över tid. Arbetsmiljön ska främja en arbetstagares välbefinnande och på så vis är möjligheten till dagsljus viktig (Eklund 2012).

I takt med industrialiseringen och elektricitetens uppkomst ändrades dock våra vanor och vi kunde börja arbeta även på natten (Månsson et al. 2003). Detta kallas för rytmstörande arbetstider och påverkar vår hälsa. Bland annat kan vakenhet, olycksrisker, hjärt-kärlsjukdom kopplas till dygnsrytm och sömn. Kortisol och melatonin är två hormoner som påverkas av vår dygnsrytm och som också styr vår vakenhet och trötthetskänsla (Åkerstedt 2008). Man har kopplat flera olika sjukdomstillstånd till att exponeras för ljus på natten som vid skiftarbete, såsom exempelvis bröstcancer, colorektalcancer och prostatacancer (Kantermann & Roenneberg 2009).

Åkerstedt och Lowden har i en pilotstudie undersökt hur människan påverkades i termer av vakenhet, sömn och adaptation vid skiftarbete med speciellt utformad belysning för nattarbetet. Man kunde se positiva effekter på det man mätte och med slutsats av denna studie ska man vid design av belysningen i kontrollrum planera och utforma belysningen för att arbete sker på natten (Lowden & Åkerstedt 2012).

Vår syn har dessutom en förmåga att successivt anpassa sig till rådande förhållanden och därav kan det vara svårt att upptäcka att belysningen är

bristfällig (Nylén 2012). För att underlätta seendet kan vi inta mycket besvärliga positioner för övriga kroppen vilket kan ge besvär i rörelsestödjeapparaten till följd av bristfällig belysning. En bristfällig belysning som inte är anpassad till individen ökar risken exempelvis för att drabbas av trötthet, huvudvärk, smärta i nacke och skuldra (Zetterberg et al. 2013).

3.5.3 Utformning av kontrollrum med avseende på synergonomi

Installation av belysning på en arbetsplats bör anordnas med tre huvudsyften;

1. Förhindra skador och olyckor
2. Optimera arbetsutförandet
3. Ge en komfortabel arbetsplats

(Ivergård 2009)

För att uppnå en god ljuskvalitet där belysningen kan anpassas till människans olika förutsättningar i arbetet så har Nylén (2012) beskrivit sju basfaktorer att ta hänsyn till;



Figur 5. Sju basområden för god belysningskvalitet från boken Syn och belysning i arbetslivet s.33 (Nylén 2012).

Nedan beskrivs dessa termer som är viktiga vid utformningen av belysningen på en arbetsplats.

Belysningsstyrka/belysningsnivå

Styrkan på belysningen avgör vår förmåga att se föremål med skärpa. Ju lägre belysningsgrad, desto sämre skärpa på arbetsobjektet (Månsson et al. 2003). Kroppen reagerar då genom att inta en annan position för att kompensera för den sämre belysningsstyrkan. Konsekvensen blir att vi utför arbetsuppgiften

långsammare samt ökar risken för fel. Behovet av belysningsstyrka skiljer sig också med åldern. På grund av linsens naturliga åldrande behöver exempelvis en 60-åring tre gånger så mycket mer ljus som en 20-åring. Däremot kan man inte säga att ju högre belysningsstyrka man har, desto bättre förutsättningar, utan planering av en arbetsplats är det därför av största vikt att ljuset kan anpassas till en persons individuella behov (Nylén 2012).

Det finns riktlinjer för vilken belysningsstyrka som krävs vid olika typer av arbetsuppgifter och för ett kontrollrum på ett stålverk rekommenderas vid en manöverplattform med kontrollpaneler minst 300 lux och där kontroller sker rekommenderas minst 500 lux (Månsson et al. 2003).

Luminansförhållanden/ljusfördelning

Med ljusets fördelning beskriver man olikheter i ljushet på olika ytor. För stora kontraster mellan ljusfördelningen ger en kontrastbländning. Ögats adaptationsförmåga beror på hur stora kontraster det är mellan olika objekt. Ögat får arbeta med att ställa om sig ofta vid stora kontraster på ljuset vid två näraliggande ytor vilket ger obehag men också trötthet i ögonen samt huvudvärk och påverkar kvaliteten på arbetet. Man rekommenderar ett förhållande från arbetsobjektet till omgivande ytor på 5:3:1 för att få bra förhållanden och undvika kontrastbländning. Alltför mörka förhållanden runtom arbetsobjektet som gör att ögat måste adaptera sig ofta kan således ge ökad trötthet och även huvudvärk (Nylén 2012).

Bländning, skuggor och ljusriktning

Andra typer än kontrastbländning kan ske. Om ytorna på ett skrivbord är väldigt blanka och reflekterar ljuset kan dessa ge bländning och ett obehag i arbetet. Felplacerade armaturer och fel ljusriktning kan också ge upphov till bländning och om flera arbetsstationer planeras i samma rum är det viktigt att man kontrollerar så en arbetstagare inte blir bländad av den intillvarande arbetsplatsens belysning. Även fönster eller glasytor kan ge bländning vilket är att tänka på vid planering av kontrollrum (Nylén 2012).

Färgåtergivning

Vid design av informationssystem för visuell information ska utformningen i första hand ske i gråskala. Detta med anledning av människors olika uppfattning av färger och ett färgdefekt seende. Vissa färger framträder dessutom olika beroende på vilka andra färger de kombineras med vilket skulle kunna, vid en felaktig kombination ge upphov till fel tolkning av information. Detta bör tas hänsyn till vid utformning av gränssnitt med olika färger på linjer i exempelvis processscheman eller på kartor (Osvalder & Ulfvengren 2008). Färgåtergivning R_a beskriver hur väl färger på föremål och omgivning ser naturliga ut. UGR är en värdering av obehagsbländning från ljusarmaturer. Enligt standard SS-EN12464-1, utgåva 1.

3.6 Buller

3.6.1 Inledning

Buller i industrimiljö är mer regel än undantag vid tunga industriprocesser. Bullerproblem är väl undersökta med avseende på hörselskadligt buller och det finns tydliga riktlinjer hur man hanterar höga ljudnivåer på arbetsplatser för att främja hälsan hos arbetstagaren. I detta avsnitt undersöks bullret i ett kontrollrum och målet är inte det hörselskadliga bullret utan fokusering ligger på störande buller och hur det påverkar människan i arbete samt hur ljud kan tjäna som varningssignaler i ett system.

Vad är buller

Med buller avses sådant ljud som är icke önskvärt för människan. Det bestäms alltså inte av någon speciell ljudnivå utan är styrt av olika personer och olika tillfällen. Vad som upplevs som buller hos en människa kanske inte är det för den andra. Många faktorer spelar in för att avgöra om en människa upplever bullret som störande eller önskvärt.

Exempelvis;

- Tidpunkt och varaktighet av ljudet
- Ljudets karaktär
- Är ljudet meningsfullt för den som hör det?
- Betydelsen av ljudet
- Ljudets styrka
- Frekvenssammansättning

Ljud som är önskvärt ger personen information om arbetsprocessen och kan vara av stor vikt även för säkerheten. Det kan bestå av talkommunikation via radio eller om det föreligger störningar i arbetsobjektet såsom felaktig kvalitet. Det är viktigt att denna information är lätt att registrera för arbetstagaren. Exempel på ljud som generellt inte är önskvärda kan vara buller från en ventilationsanläggning eller samtal mellan människor som inte berör arbetstagaren i fråga eller generellt buller från industriprocessen (Boghard, Akselsson, et al. 2008).

Det som vi uppfattar som ljud består av tryckvariationer i luften som registreras av vårt hörselorgan. Ljudvågornas svängningar alltså *frekvensen* mäts i hertz HZ och delas in i högfrekvent och lågfrekvent ljud. Människans öra kan registrera frekvenser mellan 20Hz till 20000Hz. Ljudets styrka eller ljudtrycksnivån mäts i decibel (dB). I arbetslivet finns mest ljudtrycksnivåer mellan 30-120 dB. För att ta hänsyn till hörselorganets frekvensberoende kan man använda olika vägningsfilter som bestäms A B C och D och vanligtvis används A-vägd (för att registrerar hörselskadliga nivåer) respektive C-vägd nivåbestämning av ljudet.

I arbetsmiljöverkets bullerföreskrift (Arbetsmiljöverket 2005) ges allmänna råd om exempel på olika aktiviteter och vilka ljudnivåer som är lämpliga vid dessa förhållanden. Se tabell 1 nedan.

Tabell 1 Exponeringsvärden för olika arbetsförhållanden (allmänna råd) (Arbetsmiljöverket 2005).

Arbetsförhållanden	Exempel på aktiviteter	Ekvivalent A-vägd ljudtrycksnivå (dB)
Stora krav på stadigvarande koncentration och på säker taluppfattbarhet	Undervisning	35
Stora krav på stadigvarande koncentration eller behov av att kunna föra samtal obesvärat	Kontorsarbete Patientsamtal Sammanträden	40
Betydelsefullt att kunna samtala eller stadigvarande krav på precision, snabbhet eller uppmärksamhet	Processkontroll Manuell montering Servering	55
Verksamhet där bullrande maskiner och utrustning används.	Praktiskt arbete med maskiner, Jord- och skogsbruk, bygg och anläggning.	75

3.6.2 Hur reagerar människan på buller?

Buller inverkar på människan på flera olika sätt. Förutom rena skador på hörselorganet vilket kan leda till hörselnedsättning och tinnitus så finns andra reaktioner såsom stress, störningar och beteendereaktioner som troligen är mer vanliga i samband med buller i kontrollrum. För att bibehålla prestationsnivån med givet buller som inte kan kontrolleras, sker en ökning av stresshormoner i kroppen samt kan huvudvärk och sömnstörningar förekomma (Boghard, Karlsson, et al. 2008). På senare år har problemen ökat i sammanhang där bullret inte ligger på hörselskadliga nivåer utan bidrar till ökad arbetsansträngning, stress, koncentrationssvårigheter och trötthet (Hygge et al. 2013). Utöver att ovidkommande ljud stör oss och kan orsaka irritation och ilska så har även flertalet studier påvisat biologiska effekter av bullerexponering. Det kardiovaskulära systemet påverkas och kan orsaka högt blodtryck, ischemiska hjärtsjukdomar och även stroke. Man har även funnit påverkan på vårt kognitiva system där symtom såsom påverkan på minnet och kommunikation och

uppmärksamhet har påvisats. Sömnen påverkas också och man har funnit att skiftarbetare som också utsätts för buller löper större risk att drabbas av sömnsvårigheter och de följeffekter som kan uppstå till följd av störd sömn (Basner et al. 2014).

3.6.3 Ljudets påverkan på arbetsutförande

Ofta när man tänker på buller kan man tolka det som en olägenhet som ska arbetas bort i så stor grad som möjligt. I detta stycke beskrivs olika tänkbara källor till ljud i ett kontrollrum och vad de kan tänkas ha för effekt på arbetet som sker.

I ett relativt modernt kontrollrum bör man inte förvänta sig ljud av hörselskadande karaktär. Istället förekommer andra ljudkällor som kan vara upphov till störande ljud men även ljudkällor som är viktiga för arbetsutförandet. Ljudet från arbetsprocesser kan fungera som en varningssignal på att något i processen inte fungerar rätt. Vid nybyggnation av kontrollrum där man kanske flyttar rummet från den direkta arbetsprocessen är det viktigt att ta med sig denna informationskälla till kontrollutrustningen, för att kunna få den fortsatt att fungera som en viktig varningssignal vid fel i processen vilket ger trygghet i arbetstagarnas utförande (Ivergärd 2009).

De vanligaste källorna till störande ljud i ett kontrollrum kommer från människorna som arbetar i det samt utrustning som hör till rummet. Exempel på detta är ventilationssystem, fläktar och skrivare som kan orsaka störande ljud. Ljuden kan vara av både lågfrekvent och högfrekvent karaktär och är viktiga att ha i åtanke vid en konstruktionsprocess. I en byggnad där kontrollrummet är monterat i nära anknytning till industriprocessen är det inte ovanligt att det förekommer stomljud till följd av vibrationer som överförs i byggnadskonstruktionen. Den bästa åtgärden för att undvika stomljud är att stoppa bullret så nära källan som möjligt för att förhindra dess utbredning. Dock kan det vara svårt att konstruera detta fullt ut i stora industriprocesser. En bra åtgärd, om det fungerar av andra aspekter är att förlägga kontrollrummet längre från processen. Om alternativet är att ha kvar kontrollrummet nära processen är det viktigt att vibrationsisolera rummet från byggnadsstommen med fjäderelement för att undvika stomljud (Arbetarskyddsstyrelsen 1981)(Ivergärd 2009).

Ljud som blir ovidkommande för operatören, kan också maskera ljud som är av vikt för arbetsprocessen. Den vanligaste effekten till maskering av ljud är troligen maskering av samtal i arbetsmiljösammanhang. Av viktigare slag torde dock maskering av varningssignaler vara och dessa måste tas hänsyn till vid utformning av kontrollrum. För att förhindra maskering av viktigt ljud är det av betydelse att det ljudet inte ligger inom liknande frekvenser från bullerkällan. En fördel är därför om en varningssignal i ett användargränssnitt understiger 1000 Hz (Boghard, Akselsson, et al. 2008a).

Påverkas man då av det lågfrekventa bullret på annat sätt i sitt arbetsutförande? Studier har visat att en arbetsuppgift kan upplevas svårare och mer ansträngande om man samtidigt exponeras för buller av lågfrekvent karaktär. Däremot har det varit svårt att finna tydliga svar på om människans arbetsprestation påverkas. Bullret verkar också kunna bidra till ökad trötthet vilket också kan påverka vårt arbetsutförande. Människan har också en förmåga att vänja sig vid bakgrundsbuller och efter en tid tänker man mindre på det. Däremot vet man inte på vilket sätt en tillvänjning sker och kan inte utgå från att alla anställda vänjer sig, varför man inte kan godta störande inslag i arbetsplatsens ljudnivå. (Hygge et al. 2013)

Jahncke et al(2012) utförde en studie i ett öppet kontorslandskap där man jämförde olika prestationer vid tysta förhållanden respektive i förhållanden med störande bakgrundsljud. Här påvisades nedsatt prestation vid vissa moment såsom koncentrationskrävande uppgifter, exempelvis repetition och memorering av information. Man konstaterade också att arbetsuppgifter skiljer sig mycket åt och man bör ta hänsyn till vilken miljö som är optimal för olika typer av arbetsuppgifter.

3.6.4 Utformning av kontrollrum med avseende på buller och ljud

Vid design av ny arbetsplats med fokus på ljudets utformning i ett människa-tekniksystem är styrkan, tonhöjden och lokaliseringen (intensitet, frekvens och riktning) viktig att ta hänsyn till. Ljudet ska framför allt användas för att uppmärksamma operatören att något har hänt och inte användas i onödan. Ljudsignaler som stör mer än de ger användbar information ska undvikas. Med tanke på att hörseln försämras med stigande ålder bör man också tänka igenom vad som är viktigt för individen att höra, annars kan den som arbetat länge ignorera vissa signaler och mer förlita sig på erfarenhet av hur systemet fungerat tidigare, vilket skulle kunna leda till risker och olyckor. Därför måste systemet vara väl utformat för att ge nödvändig information, men också en viss individanpassning till människors olika förutsättningar (Osvalder & Ulfvengren 2008).

Gällande utformningen med avseende på bullerbekämpning är det viktigt med ett systematiskt bullerbekämpningsarbete.

Arbetet bör innefatta nedanstående punkter i inbördes ordning;

1. Minska eller eliminera bullret vid källan
2. Hindra utbredning av bullret
3. Minska exponeringen med akustisk planering
4. Personlig skyddsutrustning med hörselskydd

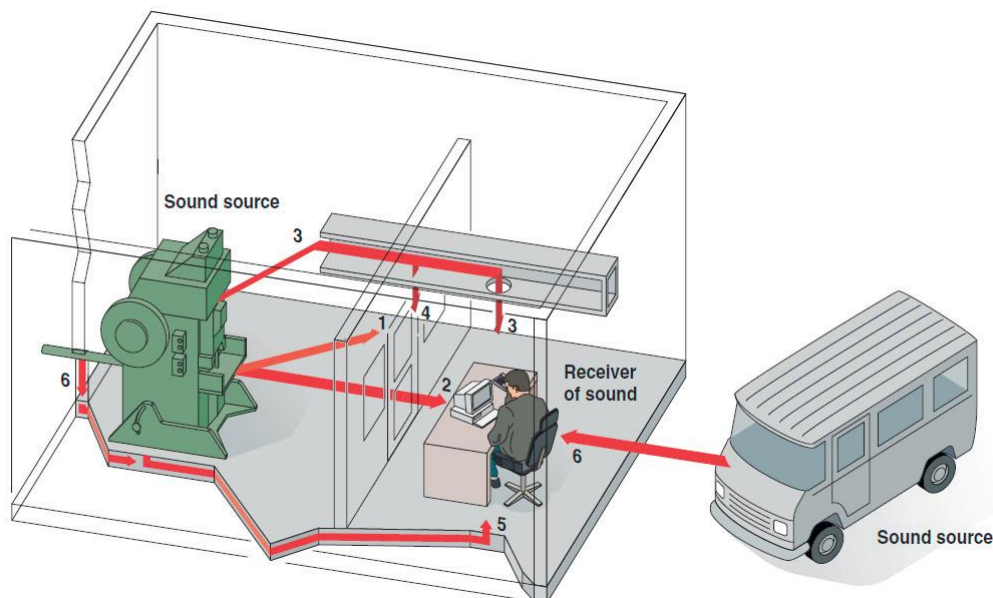
(Boghard et al. 2008)

Den viktigaste bullerbekämpningsprincipen är att minska bullret vid källan. Detta görs främst genom inbyggnad. I en tung industriprocess kan det vara svårt

att helt bekämpa bullret på detta vis då bullret kan vara så kraftigt att alla punkter behöver iakttas. Utöver de möjliga åtgärderna för punkt 1 och 2 så bör fokus för kontrollrummet ligga på punkt 3. Personlig skyddsutrustning såsom i punkt fyra är inte att rekommendera då det försämrar den allmänna kommunikationen och komforten (Ivergard 2009).

Nedan beskrivs i korthet hur en grundprincip kan se ut för att åstadkomma en god ljudmiljö i kontrollrummet.

I *byggnadskonstruktionen* ska man vara noggrann med att väggar och golv isoleras från såväl högfrekvent som lågfrekvent ljud samt att byggnaden är vibrationsisolerad för att undvika stomljud. Bilden nedan visar hur framför allt lågfrekventa ljud kan ta sig igenom väggar och golv samt olika genomförningar i en byggnad.



Figur 6. Det lågfrekventa bullrets förmåga att tränga in i byggnader (Hygge et al. 2013) s 14.

Den akustiska planeringen *inne i lokalen* bör bestå av ett antal punkter som noggrant ska planeras för;

- Avstånd till bullerkällan – fjärrstyrning?
- Lokalens utformning – pausrum, sluss ut till industrilokalen?
- Arbetsorganisation – hur många arbetar samtidigt?
- Arbetets art – koncentrationskrävande?
- Högsta godtagbara ljudeffektsnivåer i rummet
- Tekniska lösningar i lokalen – inkapsling av ljudalstrande utrustning, ljudabsorbenter
- Människors olika uppfattning och störningsgrad av ljud
- Larmsystem

- Underhållssystem av ljudalstrande instrument och maskiner, till exempel ventilationsanläggning.
- Maskering av ljud

Generellt bör man sträva efter en ljudnivå i lokalen med den typen av verksamhet, där inte människornas tal inräknas, till en ekvivalent ljudnivå på 55 dB(A) (se tabell 1) under en arbetsdag enligt Arbetsmiljöverkets rekommendationer (Arbetsmiljöverket 2005).

Ljud i tekniska system fungerar ju dessutom som en varningssignal. Att använda ljud som varningssignal för människan är positivt då hon inte kan bortse från det. Vi kan inte stänga öronen på samma sätt som vi kan blunda och blir därför varse om en varningssignal. Varningssignaler i ett kontrollrum ska göra operatören uppmärksam på en process samt ge förutsättningar för bedömning av allvarighetsgrad och lämplig åtgärd. Varningssignaler ska vara lätta att lära sig och lätta att komma ihåg. Ljudet från en varningssignal ska höras väl men inte vara för högljutt och inte heller skrämja operatören (Osvalder & Ulfvengren 2008).

3.7 Vibrationer

3.7.1 Inledning

Vibrationer förklaras enklast med en fram- och tillbakagående rörelse. Dessa ger upphov till utmattning i maskindelar och kan leda till haverier. På liknande sätt reagerar människan på vibrationer. Vibrationer som överförs till kroppen förstärks eller dämpas i olika delar och kan ge både övergående men också bestående effekter. Vibrationer delas in i helkropps- och hand-armvibrationer (Hellberg 2005). Helkroppsvibrationer uppkommer när någon står, sitter eller ligger på ett underlag som vibrerar. Dessa vibrationer förekommer i olika typer av fordon men också i arbetslokaler där golvet vibrerar av någon yttre vibrationskälla (Burström et al. 2011). I Arbetsmiljöverkets föreskrift om vibrationer AFS 2005:15 finns regler kring hur människan i arbete får utsättas för helkroppsvibrationer på en daglig basis. Många utsätts dagligen för helkroppsvibrationer i sitt arbete men över åren har de registrerade arbetsskadorna till följd av helkroppsvibrationer minskat. Detta kan vara beroende på regelverk, men också på en utveckling av dämpande utrustning och ergonomisk design över flera decennier (Johanning 2015).

3.7.2 Hur påverkas människan av vibrationer?

Vid arbete i kontrollrum kan det främst föreligga risk för helkroppsvibrationer och inte hand-armvibrationer, varför kommande avsnitt ger information om människans påverkan av helkroppsvibrationer. Effekterna från vibrationsexponering kan delas in i övergående och bestående symtom.

Människans påverkan av helkroppsvibrationer kan delas upp i tre huvudkriterier;³

- Hälsoeffekter
- Komfort och känsla
- Åksjuka

Gällande hälsoeffekter har man i en kunskapssammanställning konstaterat att många studier påvisar att helkroppsvibrationer är förknippade med framför allt besvär från ryggkotpelaren och intilliggande vävnader, exempelvis akut eller kronisk ländryggssmärta, perifera nervsmärtor, degenerativa sjukdomar från ryggen samt diskproblematik (Johanning 2015)(Torén et al. 2012).

Bedömning av ryggsmärta till följd av exponering för helkroppsvibrationer kan dock vara komplex då många av de yrken som utsätts vibrationerna också har en belastningsergonomisk problematik som kan ge liknande symtom. Symtomen vid helkroppsvibrationer är oftast av övergående karaktär om man vidtar åtgärder mot problemen men bestående skador kan uppstå (Hellberg 2005).

Övriga besvär av övergående karaktär som kan uppstå är;

³ Ulf Carlsson, KTH 2013, föreläsning 7 nov 2013 KTH Flemingsberg.

- Rörelsesjuka (framför allt vid extremt lågfrekventa vibrationer)
- Störd motorik (svårighet att skriva vid samtidig vibration)
- Nedsatt prestationsförmåga
- Ökad risk för trötthet

Gravida och personer med kroniska sjukdomar ska ägnas särskild försiktighet då det inte är helt klarlagt hur andra sjukdomar påverkas av vibrationsexponering (Hellberg 2005).

Om amplituden av vibrationerna inte kommer upp i insats- eller gränsvärden, så kan de ändå upplevas okomfortabla. Ulf Carlsson redogjorde vid en föreläsning olika amplituder av vibrationer och påverkan på människan med avseende på komfort enligt figur nedan;⁴

Tabell 2 Vibrationers påverkan på människan. Vägledning för bedömning (SS2631 Del 1 Appendix)

Accelerationens vektoramplitud	Komfortgrad
$< 0,315 \text{ m/s}^2$	Ej okomfortabel
$0,315 < < 0,63 \text{ m/s}^2$	Lite okomfortabelt
$0,5 < < 1,0 \text{ m/s}^2$	Ganska okomfortabelt
$0,8 < < 1,6 \text{ m/s}^2$	Okomfortabelt
$1,25 < < 2,5 \text{ m/s}^2$	Mycket okomfortabelt
$> 2,0 \text{ m/s}^2$	Extremt okomfortabelt

Vibrationer i kontrollrum

I kontrollrum finns således en risk att utsättas för helkroppsvibrationer där vibrationer från processen kan fortlantas till kontrollrummet till följd av byggnadens konstruktion. Från golvet fortlantar sig vibrationerna till operatörsstolen. Amplituden av vibrationerna beror på processen som sker men också på vilket material som bearbetas.

Vibrationer kan dock fungera också som en varningssignal om något i processen är fel. Vibrationernas karaktär kan ändras vid ett annalkande haveri och typ av larmfunktion är viktig att kunna överföra vid en teknikutveckling på ett sätt som gör operatören trygg i sitt arbete.

3.7.3 Utformning av kontrollrum med avseende på vibrationer

Ulf Carlson⁵ redovisade också olika möjligheter att utforma arbetsplatser med avseende på vibrationer

- Placering av kontrollrummet. Vid fjärrstyrning minskar riskerna för att utsättas för vibrationer från processen.
- Vibrationsisolering av kontrollrummet.

⁴Ulf Carlsson, KTH 2013, föreläsning 7 nov 2013 KTH Flemingsberg.

⁵ Ulf Carlsson, KTH 2013, föreläsning 7 nov 2013 KTH Flemingsberg

- En abrupt förändring av vibrationen längs utbredningsvägen
 - Isolator – ett vekt element längs utbredningsvägen
 - Spärrmassa – ett styvt tungt element längs vägen.
- Operatörsstolar med vibrationsisolerande sits.

3.8 Termiskt klimat

3.8.1 Inledning

Med termiskt klimat avses hur människan upplever arbetsplatsklimatet i termer av temperatur, drag, värme/kyla, upplevd luftkvalitet och strålningstemperatur. Det termiska klimatet påverkar framförallt människans komfort inomhus men kan också påverka arbetsförmågan. Vad som är optimalt klimat skiljer sig åt mellan olika individer och kan aldrig helt fastställas. Det finns däremot klimatindex där man inom vissa intervall kan förvänta att en majoritet (95 %) av arbetstagarna är nöjda med inomhusklimatet. Indexet PMV (Predicted mean vote) är ett mått på en förväntad medelupplevelse av det termiska klimatet och beräknas med en formel som beskriver människans värmeutbyte med omgivningen. I bedömningen tar man hänsyn till den fysiska aktivitet som utförs samt klädsel och sätter det i förhållande till olika klimatfaktorer (Gavhed & Holmér 2006). De aktuella klimatfaktorerna med rekommenderade värden redovisas nedan i tabell.

Tabell 3 Rekommenderade termiska värden i olika kvalitetskategorier (Gavhed & Holmér 2006)

Inneklimatfaktor	A (PPD <6%)	B (PPD <10%)	C (PPD <15%)
Operativ temperatur, °C för sittande arbete klädsel 1,0 clo (vinterfall) klädsel 0,5 clo (sommarfall)	21-23 23,5-25,5	20-24 23-26	19-25 22-27
Lufthastighet, m/s, tidsmedelvärde (varierar med turbulensgrad) - vinterfall - sommarfall	 0,1-0,15 0,1-0,2	 0,15-0,3 0,1-0,4	 0,15-0,5 0,2-0,5
Vertikal temperaturskillnad mellan 0,1 och 1,1 m över golvet - sommar- och vinterfall °C	<2	<3	<4
Strålningstemperatursymmetri, °C - mot varmt tak - mot kall vägg (fönster) - mot varm vägg	<5 <10 <23	<5 <10 <23	<7 <13 <35

3.8.2 Inomhusklimatets påverkan på människan

Det termiska klimatet i en inomhusmiljö innebär normalt inga större påfrestningar på kroppen så det kan anses påverka människans hälsa. De hälsobesvär som ändå kan upplevas beror oftast på att man har ett stillasittande arbete i kontorsmiljö och blodcirkulationen i perifera kroppsdelar såsom fingrar och fötter minskar, vilket leder till köldkänsla. Individer som redan tidigare har sjukdomar i rörelseorganen såsom reumatism eller ”vita fingrar” kan påverkas negativt då deras tidigare symtom kan förvärras. Andra symtom som kan förekomma kan uppträda vid torr luft och är då främst irriterad näsa, kliande hud

eller irriterade ögon. Fuktig inomhusluft kan orsaka allergiska besvär på grund av möjlig tillväxt av mikroorganismer (Gavhed & Holmér 2006).

Enligt Nilsson⁵ påverkas människans upplevelse av klimatet inomhus framför allt av nedanstående faktorer;

1. Lufttemperatur
2. Strålningstemperatur (solen)
3. Luftrörelser
4. Luftfuktighet (påverkar oss minst av dessa)
5. Aktivitetsnivå
6. Isolering från kläder och skor

Punkt fem och sex anses påverka oss mest av dessa faktorer.⁶

Klagomål på komfortklimatet i inomhusklimat är vanliga och beror troligen ej på försämrade klimatförhållanden utan möjligen större medvetenhet hos individen. Det finns ofta en koppling mellan luftens kvalitet, luftdrag och strålningstemperaturer och upplevd dålig komfort. Symtom som kan uppstå till följd av upplevd dålig komfort av det termiska klimatet är ofta diffusa och kanske inte alltid är lätta att peka på. Dessutom är människors upplevelser högst individuella vilket påvisar komplexiteten inom området (Boghard et al. 2008).

För att uppnå komfortventilation där huvudsyftet är att tillföra ren luft med lämplig temperatur och bortföra förorenad luft bör en dimensionering av ventilationen minst vara 7 liter/ sek och person samt 0,35 liter per sekund och m² golvarea. Vid en arbetsplats där människan alstrar den större mängden av luftföroreningar i huvudsak av koldioxid och komforten prioriteras är omblandande ventilation det bästa alternativet. En så kallad deplacerande ventilation, kan beroende på lokalens storlek, upplevas dragig och kräver större golvyta (Antonsson & Christensson 2005).

3.8.3 Inomhusklimatets påverkan på arbetsprestation

Det termiska klimatet kan påverka människans arbetsprestation på följande sätt;

- Fingerfärdigheten minskar med ökad kyla
- Koncentrationen försämras
- Inläringen försämras

Vi har en temperatur där vi presterar bäst i inomhusmiljö. Den optimala operativa temperaturen finns mellan 20-26° under året beroende på sommar- eller vinterhalvår (Gavhed & Holmér 2006).

⁶ Håkan Nilsson, KTH 2014, föreläsning KTH Flemingsberg 17 september 2014.

Vid föreläsning av Eklund i november 2013 konstaterades att en människas prestationsförmåga lätt kan försämrats med 10 % på grund av felaktig temperatur vid arbetsutförandet.⁷

En studie som undersökte arbetstagarnas tillfredsställelse och upplevda prestation på arbetet konstaterade att man kände sig nöjdare när man fick vara delaktig och ha kontroll över arbetsmiljöförbättringar med avseende på det termiska klimatet (Clausen & Wyon 2011).

3.8.4 Utformning av kontrollrum med avseende på termiskt klimat

Vid utformning av nya arbetsplatser ska lokalerna utformas med målet att uppnå maximal egenkontroll för den enskilde individen eftersom upplevelsen skiljer sig mycket mellan olika människor. I första hand ska man eliminera källorna till riskerna och inte direkt påverka individfaktorerna såsom beklädnad och aktivitet (Gavhed & Holmér 2006).

Ventilationen ska noga dimensioneras till avsett ändamål i lokalen samt hur många personer som ska vistas i den. Målet ska vara att personalen själva kan ha egenkontroll av ventilationssystemet med avseende på temperatur och luftfuktighet samt till- och frånluft och aktuella luftflöden. Temperaturen ska kunna individanpassas i så stor omfattning som möjligt och kanske kan en så kallad mikroventilation åstadkommas, där den enskilda arbetsplatsen kan varieras efter operatörens önskemål oavsett temperatur i kontrollrummet i övrigt. Möjligen kan man även ha en temperatur på bordets ovansida och en annan nere vid golvet. Utveckling av detta system pågår (ABB 2015).

Tilluftsdon ska placeras så drag undviks kring arbetsplatsen. Vidare ska man noga fundera på arbetslokalens utformning med avseende på människors rörelse i lokalen. Arbetsplatsen ska placeras för att förhindra risk för drag från dörrar som ofta passeras igenom samt undvika strålningsinverkan från fönster. Slutligen ska lokalen anpassas för vilken beklädnad som vanligtvis kommer användas som arbetskläder och hänsyn bör då tas till om personalen har varierade arbetsuppgifter och rör sig varierat i produktionslokalerna och kontrollrummen dessutom (Boghard et al. 2008a).

⁷ Jörgen Eklund, KTH 2013, föreläsning KTH Flemingsberg 1 november 2013.

4 Genomförande

Följande avsnitt beskriver vilka metoder som använts för att inhämta information till examensarbetet för att kunna besvara frågeställningarna samt varför respektive metod har valts. De metoder som beskrivs är litteraturstudie, intervjuer, exponeringsmätningar och observationer.

4.1 Inledning

Magisteruppsatsen är baserad på litteraturgenomgång och intervjuer med medarbetare på berörd avdelning på företaget. Utöver det har observationer gjorts för att få en uppfattning om arbetsmiljön och arbetssättet på avdelningen. Studiebesök har gjorts hos ett företag som planerar och projekterar kontrollrum.

Som inledning av projektet hölls ett studiebesök och uppstartsträff på plats i Västerås på ABB. Där lades en grovplanering av arbetet upp och företaget visade upp sina uppbyggda simulatorstationer för att exemplifiera tidigare referensarbete och hur deras arbete vid förändringsarbeten lagts upp i tidigare projekt. Mötet i Västerås skedde den 25/11-14.

4.2 Litteraturgenomgång

En genomgång av forskning och annan litteratur inom området gjordes. De databaser som främst användes var Primo på KTH:s bibliotek samt Scopus. Även kurslitteratur och föreläsningsmaterial från aktuella kurser i programmet för Teknik, Hälsa och arbetsmiljöutveckling användes för att inhämta bakgrundsinformation. För att inhämta allmän information om stålbranschen söktes på webbplatser relaterade till stålindustrin samt företagets hemsida. Vidare inhämtades kunskap från olika myndigheters webbplatser. Sökord som använts i databaserna var bland annat; *work environment, performance, ergonomics, control room, noise, vibration, lighting, visual ergonomics, health, thermal climate, sick absence*. Dessa kombinerades på olika sätt. De vetenskapliga artiklarna avgränsades tidsmässigt till 1990-talet och 2000-talet.

4.3 Intervjuer

Intervju som metod bedömdes vara den mest passande formen för att samla information från medarbetarna och hur de upplever sin arbetsmiljö. En fördel med intervjuer som metod är att man får svar från den intervjuade omgående och man kan ställa följdfrågor för att få fram mer information som inte på samma sätt är möjligt vid exempelvis en enkätundersökning. Dessutom ger den personliga kontakten vid en intervju möjlighet till att avläsa ansiktsuttryck, kroppsspråk och röstläge. En nackdel med intervju kan vara att det är tidskrävande och kan vara svårt att få till passande tider. Det ställer också krav på intervjuarens kompetens att tolka svar och ställa frågor på rätt sätt (Bhattacharjee 2012).

För att kunna besvara frågeställningarna och uppfylla direktiven från projektledaren genomfördes intervjuer av semistrukturell karaktär med personal på avdelningen. Vid intervju av semistrukturell karaktär har intervjuaren en mall för frågorna, som kommer i en viss ordning, men följdfrågor kan ställa och svaren kan vara öppna och en summering av svaren görs av intervjuaren. Intervjufrågorna baserades på befintlig litteratur kring de områden som diskuterats samt med direktiv från projektledningen. Intervjuer genomfördes enskilt eller i grupp. En mall med intervjufrågor utformades. Vissa frågor var av ja- och nej karaktär och andra var av mer berättande karaktär. En sammanställning gjordes av författaren efter intervjutillfället.

Vid tidpunkter för intervjuerna arbetade totalt 14 personer i de tre sliphytterna. Under tidsramen för detta arbete intervjuades 11 medarbetare enskilt och tre i grupp. Medarbetarna hade tidigare blivit informerade att intervjuer kring deras arbetsmiljö skulle ske som en del i den förstudie som gjordes. Inledningsvis vid intervjutillfället informerades operatörerna om att intervjuerna var en del av en magisteruppsats och vad den handlade om. Man uppmanades även att tänka fritt. Även upplevda utopier kring sin arbetsmiljö fick ges plats. Intervjuerna skedde företrädesvis i respektive operatörshytt eller i avdelningens lunchrum. Ett antal förutbestämda frågor togs fram innan inför tillfällena att ha som mall och operatörerna fick även möjlighet att beskriva sin arbetsmiljö fritt med egna ord. Frågorna handlade om hur medarbetarna upplevde sin arbetssituation vid den tidpunkten samt hur de ser på en förändring av verksamheten och hur de kan tänkas arbeta i kontrollrum. Se bilaga 1 för mall till intervjufrågor. Intervjuerna skedde på plats i sliphallen under arbetarnas ordinarie arbetstid och ägde rum vid sex tillfällen under november 2014 till april 2015.

Intervju hölls dessutom med företagets arbetsmiljöingenjör den 19/2-2015 för att få en bakgrundsbild av företagets upplägg av arbetsmiljöarbete generellt samt hölls en intervju med projektledare den 17/3-2015 för att få bakgrundsinformation om hela projektet.

Intervjuerna med arbetsmiljöingenjören och projektledaren var även dessa av semistrukturell karaktär.

En avsikt med intervjuerna var att skapa delaktighet i projektets framskridande. Uppfattningar som arbetstagarna hade om dagens arbetssätt samt om framtidens arbetssätt bedömdes viktiga att få fram, då de är experter på sin arbetsmiljö och sitt arbetssätt.

4.4 Observationer

Observationer av händelser på en arbetsplats kan vara av deltagande karaktär, där observatören deltar i det studerade objektet och kan testa olika skeenden under tiden observationen sker. Observationen kan också vara av icke-

deltagande karaktär, där observatören passivt och vid sidan av registrerar hur saker fungerar och människor exempelvis arbetar (Bhattacharjee 2012).

I denna uppsats skedde observationer av icke-deltagande karaktär. Dessa hade en strukturerad ansats med några hållpunkter som observerades. Observationerna skedde i samband med intervjuerna på arbetsplatsen. Syftet var att få en uppfattning av arbetsplatsen generellt, vilka förutsättningar som finns idag utifrån de aktuella arbetsmiljöfaktorer, för att få en större förståelse för de synpunkter som framkom i samband med intervjuerna och kunna applicera de faktorer som litteraturgenomgången belyst. Efter de utförda observationerna sammanställdes resultaten i en mall.

4.5 Exponeringsmätningar

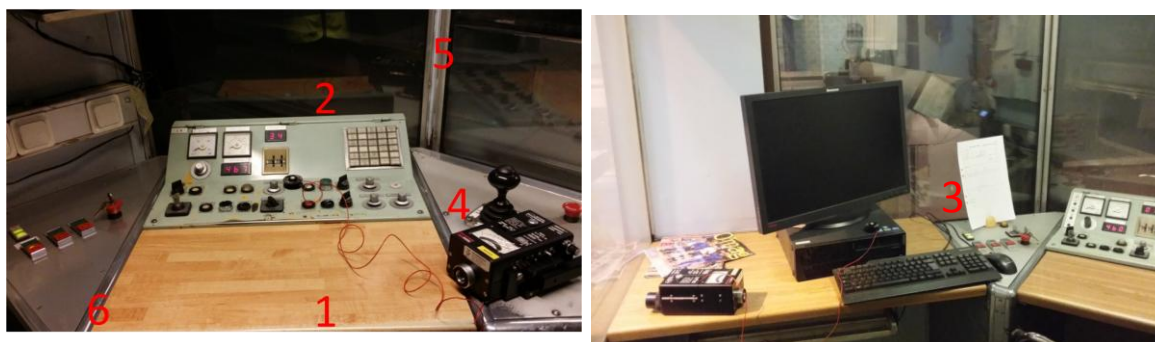
Enligt AFS 2001:1 ska arbetsgivaren regelbundet undersöka arbetsförhållanden och bedöma risker för att någon ska drabbas av ohälsa eller olycksfall i arbetet. Vid ändringar i verksamheten ska riskerna som kan uppstå bedömas och dokumenteras (Arbetsmiljöverket 2001).

Avsikten med exponeringsmätningarna i denna rapport, var att undersöka om de förhållanden som fanns vid undersökningstillfället kan ha en förklaring i höga ohälsotal och missnöje med arbetsmiljön i operatörshytterna. Exponeringsmätningarna jämfördes med de rekommendationer, riktlinjer och krav som finns från Arbetsmiljöverket och den studerade litteraturen. Informationen från exponeringsmätningarna tillsammans med andra delar i metoden var tänkt att kunna ge motiv och riktlinjer till att utföra förändringar i kontrollrummen.

Exponeringsmätningar med avseende på buller, vibrationer, ventilation, temperatur och belysning utfördes den 19/2 2015. Mätningarna pågick mellan 7.45–16.00 och skedde i operatörshytt 2 och 3 under pågående slipningar. De material som slipades hade en tjocklek på ca 110 mm. Den apparatur som användes hyrdes dels från AMM Arbets- och miljömedicin i Örebro förutom ljudnivåmätare som företagets företagshälsovård tillhandahöll. Förteckning över instrumenten finns i bilaga 2. Syftet med exponeringsmätningarna var att få en uppfattning om hur arbetsmiljön med avseende på aktuella faktorer såg ut vid det arbete som skedde innan en eventuell ombyggnation. De mätinstrument som användes för respektive mätning finns redovisade i bilaga 2.

Belysningsmätning

Belysningsmätning utfördes i alla tre hytter både under pågående slipning samt under uppehåll. Mätningen utfördes med de inställningar på belysning som operatören själv hade valt. Instrument som användes var ljusmätare S2-Hagner för mätning av luminans och illuminans. Se Bilaga 2 för instrumentförteckning. Punkterna som valdes ut för mätning redovisas i bild nedan och användes i alla tre hytterna. De tre operatörshytterna är utformade i princip lika.



Figur 7. Mätpunkter för belysningsmätning

Bullermätning

Bullermätning utfördes med instrument från författarens arbetsgivare tillika företagets företagshälsovård med ljudnivåmätare från Brüel & Kjaer. Mätaren placerades i höjd med operatörens huvud så nära operatörsstolen som möjligt.

Mätningarna utfördes under pågående slipning och materialet som slipades var av en storlek på ca 110 mm i tjocklek, 11 meters längd och 2 meters bredd.

Tidpunkter för mätning var enligt följande;

Tabell 4. Förteckning över tidpunkt för bullermätning.

Hytt nr	Tid
2	14.10–14.45
2	14.50–15.10
3	09.10–11.00
3	15.25–15.45

Vibrationsmätning

Vibrationsmätningen av helkroppsvibrationer utfördes med instrument som hyrts från Arbets- och miljömedicin i Örebro. Exponeringsmätningen utfördes med vibrationsmätare modell SVAN 948 samt sittplatta för mätning av helkroppsvibrationer i 3 riktningar. Resultaten analyserades i dataprogrammet Svan PC++. Uthyraren garanterar att instrumentet är kalibrerat. Mätningen skedde i respektive arbetsstol i hytt nr 2 och 3 när operatören satt i stolen och utförde slipning. Hytt nr 1 var ej i drift när tid fanns att mäta i denna, varför ingen mätning skedde där. Vid mätningen slipades slabs av en storlek på ca 110 mm i tjocklek, 11 meters längd och 2 meters bredd. Detta benämns som stora slabs och har upplevts som mindre störande än slabs av mindre storlek. Mätningen i hytt 3 varade i 50 min och 14 sek. Under denna tid utfördes slipning större delen av tiden, dock med avbrott för syning. Mätningen pågick

fortfarande under den tiden. Mätning i hytt nr 2 skedde med samma tillvägagångssätt och instrument. Slabsen var av samma storlek. Mätningen pågick i 1 timme och 51 minuter. Även här utfördes slipning en stor del av tiden, men avbrott för syning av slabsen då operatören av utanför hytten. Vibrationsplattan var placerad i operatörsstolen.

Termiskt klimat

Mätningar med avseende på temperatur, lufthastighet och luftfuktighet utfördes den 19/2-2015 med instrumentet TSI VelociCalc modell 8360. Noteras bör att luftkonditioneringen var trasig i hytt 1 och 2 vid mätningen. Lufthastigheten uppmättes vid luftkonditioneringen, vid operatörens huvud, samt vid pulpeten i respektive hytt.

Mätning av PMV/PPD kunde inte utföras på grund av avsaknad av instrument för sådan mätning.

Studiebesök utfördes den 7/4-2015 på företaget CGM i Borås som utvecklar, projekterar och planerar kontrollrum och driftcentraler. Vid besöket deltog representanter från både arbetsgivar- och arbetstagarsidan från Outokumpu Stainless, samt projektdeltagare från ABB. Syftet med besöket var att få en mer reell uppfattning om hur arbetet i ett kontrollrum kan se ut med den deras teknik och vilka alternativ som finns.

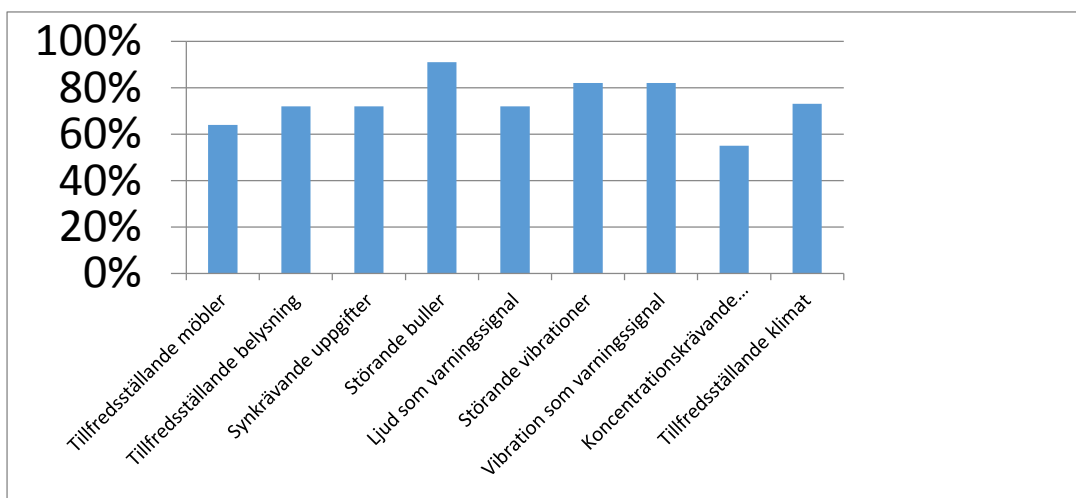
4.6 Övrigt

För ytterligare bakgrundsdata till rapporten fördes kontakt med företagets HR-avdelning för att ta del av ohälsotal på enheten. Vidare fördes möten kontinuerligt under våren 2015 i projektgruppen, för att rapportera övriga inblandades fortskridande arbete såsom logistik, maskinell planering, teknisk planering och budgetering.

5 Resultat

I följande avsnitt presenteras resultat från intervjuer, observationer, exponeringsmätningar och studiebesök. De presenteras utifrån de olika faktorer som beskrivits i avsnitt tre i rapporten. Resultaten från intervjuerna är sammanställda utifrån varje tema. Vissa citat som framkom i intervjuerna presenteras i texten nedan.

I tabell 5 nedan visas en sammanställning av några övergripande frågor från intervjuerna. Därefter redovisas resultaten övergripande i text för respektive område.



Figur 8. Procentuell redovisning av övergripande frågor från de elva intervjuerna

5.1 Psykosociala faktorer

Intervjuer

De psykosociala faktorer i förändringsprocessen som diskuterades kan sammanfattas med *trygghet, utbildning, samarbete, delaktighet, inflytande, oro, och meningsfullhet*. En majoritet av medarbetare beskrev trygghetskänslan som viktig. Man måste känna sig säker i processen och därmed påtalades vikten av delaktighet i utformningen kontrollrummen båda ur tekniskt avseende men också arbetets utformning. Tekniken måste fungera innan man kan förflytta operatörshytterna till ett kontrollrum som inte ligger i direkt anslutning till maskinen. Några kommentarer som framkom var;

”- Vad händer om det blir för varmt och börjar brinna i maskinen och jag sitter utanför hallen?”

”-Hur kan jag upptäcka fel i slipskivan som jag idag kan höra och känna, om jag inte sitter i närheten av slipbordet?”

”-Hur ska en kamera kunna upptäcka små fel i plåten såsom gasblåsor?”

För att känna sig bekväm med förändringen framkom vikten av utbildning i en ny arbetsprocess. Några medarbetare önskade få prova dessa processer i någon typ av simulator för upplärning. Man ville få möjligheten att känna sig trygg med systemet samt upptäcka brister i systemet på ett tidigt stadium för att kunna göra förändringar innan det sätts i drift.

På frågan om hur man känner för att sitta flera tillsammans i ett gemensamt kontrollrum tyckte några att det bara ökar gemenskapen medan några har önskan om att kunna stänga omkring sig för att bara ägna sig åt sin arbetsuppgift. 55 % av de tillfrågade ansåg att arbetsuppgifterna var koncentrationskrävande åtminstone vissa stunder av arbetspasset.

Vissa uttryckte också en farhåga att arbetet skulle bli för enahanda och att hantverket i arbetsmomentet med syning av plåten skulle gå förlorad. Oro framkom även vid diskussioner kring att en person har ansvaret för slipning av flera slabs samtidigt, alltså en rationalisering av arbetet samt att yrkeskunnandet kanske utarmas. Skulle företaget då dra ner på personal så att flera skulle tvingas sluta sitt arbete? Andra ansåg istället att det var positivt om ny teknik kunde ersätta manuella moment och att man skulle försöka släppa oron kring uppsägningar då förändringar alltid kommer att ske.

Det framkom även viss oro för att det skulle bli en ”vi och dom-känsla” mellan driftspersonal i kontrollrummen och den personal som fanns ute i sliphallen, om arbetsuppgifterna i kontrollrummet och arbetsuppgifterna på golvet blev mer skiljda åt än vad befintligt arbetssätt medger. Om ett fel upptäcks av personal i kontrollrummet kan känslan finnas att den ska ”beordra” personal i sliphallen att

åtgärda det och man har inte inflytande i processen vid underhållsarbete. Vidare uttrycktes oro för att underhållspersonal inte har tid att komma nog snabbt för att åtgärda fel och att man får försening av arbetet på grund av det.

Projektledaren ansåg han att det var av största vikt att alla i arbetsgruppen blev intervjuade och på så vis delaktiga i planeringsarbetet för en ny sliphall och nya operatörshytter. Han hade tidigare erfarenheter av förändringsprocesser där medarbetare inte känt sig delaktiga i planeringsstadiet och på så vis motarbetat förändringen eller att man missat viktiga detaljer i planeringen kring det praktiska utförandet av arbetet, som bara arbetstagarna besitter kunskap om.

Även arbetsmiljöingenjören på företaget berättade också om företagets strävan att nå delaktighet genom deras generella arbetsmiljö- och säkerhetsarbete där dagliga tavelmöten hämtat från LEAN-konceptet används. Arbetssättet användes för att identifiera och åtgärda problem kring både arbetsmiljö, säkerhet och drift av maskiner och en strävan fanns att ha samma tillvägagångssätt vid större förändringsarbeten såsom detta projekt. Företaget uppmuntrade till tillbudsrapporteringar man utförde återkommande återkopplingar om skyddsronder och riskbedömningar.

5.2 Kognitiv ergonomi

Intervjuer

Vid intervjuer med frågor kring funktioner i hytten och hur man överför information upplevde många dagens system som relativt tryggt och pålitligt gällande slipningen. Vissa var mycket främmande till en teknikutveckling där man ser processen via kameror eller att exempelvis en scanner synar materialet och bestämmer vad som ska fläckslipas. Andra tyckte istället att man ska hänga med tekniken och att mindre fel troligen begås om allt görs enligt ny teknik och blir mer standardiserat. En kommentar som framkom i samband med dessa frågor var;

”- Har du fem slipare så får du också fem olika typer av slipningar”

Många farhågor handlade om att inte tekniken var fullt utvecklad för de behov som fanns för slipningen, utan man ville med egna ögon se vad som hände i processen. Det fanns också en oro för hur de befintliga varningssignalerna kunde överföras som för närvarande bestod av syn, ljud och vibrationer. Samtidigt förekom också kommentarer att;

”- Det måste gå att överföra på ett bra sätt med dagens teknik”.

Skulle man arbeta på distans från arbetsprocessen framkom att det är viktigt att all informationsöverföring sker i realtid ur säkerhetssynpunkt så det inte fanns någon tidsfördröjning på informationen.

Vid diskussion om manöverdon önskade de flesta behålla de joystickliknande don som finns idag då de är lätta att arbeta med och känns bra i handen. De beskrev en god precision när man skulle fläckslipa.

Några av de intervjuade berättade att man behövde koncentrera sig korta stunder av slipningen, men att den större delen av tiden handlade om övervakningsarbete. Man behövde dock göra inställningar i början av slipningen samt övervaka när slipskivan kom till en kant under slipningen och då var det viktigt att kunna koncentrera sig och inte bli störd av andra. Buller uppgavs också vara en stor orsak till svårighet med koncentrationen varför minskat buller i operatörshytten var av stor vikt för att öka koncentrationsförmågan.

Projektledaren beskrev att i framtiden är målet att processen är helautomatisk och att slipning, syning och slabsvändning sker helt automatisk med ny och tillförlitlig teknik. Detta för att nå målet med produktionsökningen. Han betonade dock att teknikens utmaningar med dessa moment måste lösas först och vara fullt tillförlitlig för att en ny arbetsprocess på detta sätt kan genomföras framgångsrikt.

5.3 Belastningsergonomi

Intervjuer

På frågan om hur variationen mellan sittande och rörligt arbete är fördelat så uppskattar ett flertal att de sitter ca 70 % -80 % av ett arbetspass och har rörliga uppgifter utanför operatörshytten under 20-30%. Merparten av de intervjuade är nöjda med den variationen av arbetsställningar. Stolarna som användes i operatörshytterna var så kallade 24-timmars stolar vilket innebär att de är byggda för frekvent användning och ska tåla att användas under lång tid. Det fanns flera funktioner för individuella inställningsmöjligheter. Vissa varierade position under dagen och kunde funktionerna med stolen och andra ställde inte in stolen alls inför varje arbetspass. Ett fåtal angav att de hade smärta i ryggen, men kunde inte sätta arbetet i operatörshytterna i direkt samband med ryggsmärtan. Av de tillfrågade upplevde 64 % att dagens möbler såsom stolar och bord kändes tillfredsställande för sitt arbetsutförande, men att man också vill vara med och välja vid införskaffande av nya så man har de inställningsmöjligheter man behöver. Gällande utrymmet vid arbetsplatsen berättade några operatörer att det var trångt för benen och därför var svårt att få rätt inställningar för att sitta bra. Vidare framkom att sikten ut mot slabsen var dålig på grund av utrymmesbrist och felaktiga dimensioner på rummet och att man därför fick inta oergonomiska positioner för att kunna se arbetsprocessen ordentligt. Det framkom att flera önskade kunna variera sig att stå under arbetet med slipning i operatörshytten vilket inte var möjligt i någon av hytterna vid befintligt arbetssätt. Det upplevdes lätt att nå manöverdon som användes i arbetsprocessen och inga besvärliga arbetsställningar behövde intas för detta.

Det fanns synpunkter på arbetsuppgifterna utanför operatörshytten. De uppgifter som utfördes då var syning av den slipade slabsen samt städning. Här rapporterades dåliga arbetsställningar i form av framåtböjning av ryggen och trånga förhållanden vid städning. Framförallt städningen var ett moment som flera ansåg bra om det utfördes på annorlunda sätt, eventuellt genom automatiserad städning. Det påpekades dock också att syningen var ett arbetsmoment som inte utfördes någon större del av arbetsdagen och inte påverkade rygg och nacke i så stor grad tack vare det, men trots det kunde arbetsställningen förbättras. Vissa tog även upp belysningen i sliphallen som ett problem vid syningsmomentet då den upplevdes bristfällig och man fick anstränga sig för att se de små defekterna i plåten och inta ytterligare oergonomiska positioner i framför allt nacken.

Observationer

Vid observationer av arbetsutförandet kunde konstateras att operatören ofta intog tillbakalutade positioner vid arbetsutförandet och ett fåtal ändrade stolens inställningar för att sitta bättre. Borden var ej höj- och sänkbara.

5.4 Synergonomi

Intervjuer

Av de intervjuade upplevde 72 % att belysningen var tillfredsställande i operatörshytten. De var nöjda med dimmerfunktionen i operatörshytterna så önskad belysningsstyrka kunde ställas in. Ingen angav att det var svårt att se objektet som slipades. Däremot sänkte flera operatörer belysningen i rummet för att man då såg objektet bättre. Vid ljusare belysning upplevdes speglingar i rutorna ut mot slipningen vilket medgav sämre sikt på materialet. De flesta upplevde fördelningen mellan mörka och ljusa ytor tillfredsställande i operatörshytten. Vidare berättades att datorn används bara en kort stund i början av slipningen för att få ett "recept" för slipningen och därför upplevdes inte ljuset från den som störande i det annars mörka rummet. Ingen trodde att de fick huvudvärk på grund av bristande belysning. Ingen hade heller haft funderingar på nattarbete och vikten av god belysning. Flera uppgav att belysningen i tunneln kunde bli bättre så man såg arbetsprocessen på ett tydligare sätt.

Det framkom från flera att synen var en viktig varningssignal och kanske den första möjligheten att upptäcka att något var fel i processen. Därför upplevdes viss oro för teknikstrul om man skulle förlita sig på kameror för att se processen om man i framtiden inte skulle sitta nära processen.

Observationer

Dimmerfunktion fanns på takarmaturerna i alla operatörshytter för slipning, men var av olika fabrikat. I en hytt satt en skiva för ett fönster för att förhindra bländning utifrån hallen. Ingen av sliphytterna hade dagsljusinsläpp. Det fanns belysning i tunneln där slabsen slipas. En reflektion var att belysningen var väldigt dämpad i alla sliphytter vilket också visas i mätningen av belysningsstyrka. Se tabell 5 och 6.

Exponeringsmätningar

De exponeringsmätningar som gjorts mätte belysningsstyrkan och luminansförhållanden i operatörshytterna och redovisas i tabell 5 och 6 nedan.

Mätpunkterna redovisas i bilderna nedan. Layouten är densamma i alla tre operatörshytterna.



Figur 9. Mätpunkter för belysningsmätning i operatörshytt.

Tabell 5 Luminansvärden i operatörshytt två.

Mätpunkt nr	Hytt nr	Luminans (cd/m ²)	Anmärkning
4	2	35	Maskin i drift
5	2	40	Maskin i drift
6	2	15	Maskin i drift

Tabell 6 Belysningsstyrka i de olika sliphytterna.

Mätpunkt nr	Hytt nr	Belysningsstyrka (lux)	Anmärkning
1	1	200	Full belysning på. Maskin ej i drift
2	1	150	Full belysning på. Maskin ej i drift.
3	1	200	Full belysning på. Maskin ej i drift.
1	2	230	Full belysning på. Maskin i drift
2	2	180	Full belysning på. Maskin i drift
3	2	200	Full belysning på. Maskin i drift
1	3	875	Full belysning på. Maskin ej i drift
2	3	750	Full belysning på. Maskin ej i drift
3	3	875	Full belysning på. Maskin ej i drift

5.5 Buller

Intervjuer

Bullret var enligt personalen det klart största störningsmomentet i sliphallen och 91 % av de intervjuade operatörerna angav buller som störande tröttande eller irriterande. När man skulle beskriva arbetsmiljön i allmänna ordalag så uttryckte en klar majoritet av arbetstagarna bullret från arbetsprocessen som största faktorn till dålig arbetsmiljö både i operatörshytterna men också utanför. Flera angav att en tyst hytt bör vara högsta prioritet vid förändringar. Dessutom berättades att man får huvudvärk i samband med arbetet och kopplade det till buller i arbetsmiljön. Sliphytt tre angavs som värst ur bullersynpunkt. Dessutom var det av stor betydelse vilket material som slipades. Tunnare slabs eller så kallade återtag, alltså material som skulle slipas om, gav upphov till mer buller.

Å andra sidan var bullret enligt 72 % av de tillfrågade också en viktig varningssignal om något i processen var på väg att gå fel, exempelvis en defekt i slipskivan. Förändringar i ljudet kunde ge information som ur en säkerhetsaspekt var mycket viktig. Flera medarbetare uttryckte oro för att missa

denna varningssignal om man inte skulle sitta i närheten av arbetsprocessen i ett framtida kontrollrum. En kommentar som framkom kring ämnet var;

”-Om en skivsprängning är på gång hör jag det direkt genom att det låter annorlunda. Hur ska jag kunna höra det om jag sitter långt därifrån?”

Observationer

Författaren kunde under intervjudagarna observera störande ljud vid arbetsprocessen. Vissa operatörer använde hörselkåpor under arbetets gång inne i operatörshytten. Vissa lyssnade på musik för att undvika bullret från processen.

Exponeringsmätningar

Exponeringsmätningar utfördes med ljudnivåmätare från Brüel & Kjaer den 19/2-2015 för att undersöka buller i operatörshytterna se tabell 7 nedan. Hytt nr 1 mättes aldrig, då ingen slipning utfördes när det fanns tid att mäta i den hytten. Den tid som mätningarna utfördes ansågs vara representativa för en arbetsdag med den typen av plåt.

Tabell 7 Resultat av bullermätning den 19/2 2015

Buller	Laeq	Lamax	Lc	Anmärkning
Hytt 2. Mätning 1. Kl 14.10-14.45	64,8	87,3	113,2	Slipning av slabs med storlek som bild. Ca 110 mm tjock.
Hytt 2. Mätning 2. Kl 14.50- 15.10	63,9	111,9	92,4	
Hytt 3. Mätning 1. Kl 09.10-11.00	63,2	85,5	108,6	
Hytt 3. Mätning 2. Kl 12.15-12.45	64,7	112,1	86,2	

5.6 Vibrationer

Intervjuer

Av de intervjuade angav 82 % vibrationer som störande, irriterande eller obehaglig i operatörshytterna i sliphallen. Ingen av medarbetarna trodde sig ha ryggbesvär till följd av vibrationer i operatörshytten. Många uppgav att typ av material som slipades gav upphov till olika vibrationer. Tunt och kort material gav mer vibrationer och sliphytt nummer tre upplevdes som sämst vibrationsdämpad.

Exponeringsmätningar

Vibrationsmätningar skedde under en dag där större slabs slipades, som personalen upplevde inte gav upphov till lika stora störningar av vibrationer som när mindre, tunnare plåtar slipades. Resultatet anger den genomsnittliga vibrationsnivån för mättiden. Se tabell 8 nedan.

Tabell 8. Resultat av vibrationsmätningar

Hytt nr	Vibrationsnivå (m/s ²)	Exponeringstid för insatsvärde 0,5 (m/s ²)(tim)	Exponeringstid för gränsvärde 1,1 (m/s ²)(tim)	Daglig exponeringstid för arbetet	Exponering per dag (m/s ²)
3	0,173	Mer än 8 timmar	Mer än 8 timmar	7 timmar	0,1
2	0,144	Mer än 8 timmar	Mer än 8 timmar	7 timmar	0,1

5.7 Termiskt klimat

Intervjuer

Vid intervju med operatörerna upplevde majoriteten (72 %) ett behagligt och tillfredsställande klimat med avseende på temperatur i sliphytten. Alla hytter har en ac-anläggning och värmeelement där man kan ställa in temperaturen individuellt. Däremot upplevdes drag från anläggningen och i en av hytterna satt en plastfilm framför för att det inte skulle bli drag i nacken. Ibland förekom drag från dörren till sliphytten. Flera medarbetare hade funderingar kring luftkvaliteten i hytterna då det allmänt ansågs lortigt och man upplevde att luften som kom in via ac-systemet inte kändes ren. Många hade funderingar kring om tilluften till operatörshytten togs direkt från den stora lokalen i sliphallen och uttryckte viss oro för att den luften innehåller slipdamm. Ingen visste om någon regelbunden översyn görs av ventilation och ac-anläggning. Upplevelsen att luften var dålig framkom vid många intervjuer utan att direkt kunna precisera på vilket sätt, men i några fall funderade man på restprodukter från själva slipningen. Vissa medarbetare önskade att dagens syning av materialet skulle kunna göras från hytten så man slipper exponering för slipdamm ute i hallen. Andra tyckte dock att fördelarna att få röra sig ur hytten övervägde och därmed ville man fortsätta syning ute i lokalen.

Observationer

Det noterades att ac-anläggningen i en hytt var helt täckt av en plastfilm och anledningen var att draget hamnade direkt i operatörens nacke annars.

Exponeringsmätning

Resultatet av mätningar med avseende på klimatfaktorer (temperatur, lufthastighet och luftfuktighet) redovisas i tabell 9 nedan.

Tabell 9 Mätresultat temperatur, lufthastighet och luftfuktighet

Mätpunkt nr	Område	Lufthastighet (m/s)	Temperatur (°C)	Luftfuktighet
Hytt 1 (ac trasig)	Hela hytten	0	26,7	26,2
Hytt 2 (ac trasig)	Hela hytten	0	27,7	25
Hytt 3	Vid fläkten (ac)	0,31	24,9	26,2
	Vid operatörens huvud	0,09		
	Vid pulpet	0,01		

5.8 Studiebesök CGM Borås

Studiebesök på CGM i Borås utfördes den 7/4 2015. 18 medarbetare och projektrepresentanter från sliphallen deltog i studiebesöket. Representant från företaget föreläste först hur de ser på framtidens kontrollrum och hur de planerar därefter. Bakgrunden till deras filosofi är fyra punkter som de utvecklar sin design omkring. Dels ser de framför sig ett paradigmskifte då 40 % av dagens personal inom processindustrin pensioneras inom 15 år och då måste nästa generation, som de kallar "gaming generation" finna det attraktivt att arbeta inom industrin. De berättade att det tvingar företaget att ta fram ny teknologi som passar kommande operatörers vana att använda ny teknik. Vid föreläsningen betonade de också vikten av en "human centered design", där tekniken utvecklas efter människan och inte tvärtom. Man betonade att planeringen måste ha människan i fokus, vilket många gånger tidigare inte skett utan fokus har legat på maskinens teknik och design och därefter ska människan anpassa sig efter det. En sådan lösning anser man inte fungerar bra långsiktigt och ger upphov till felhantering och mer störningar i produktionen. Vidare berättade man om den rent tekniska utvecklingen och slutligen om fjärrstyrning av processer och vilka lösningar man såg för detta.

Man beskrev vissa tankar och frågeställningar man ställer sig i sin utveckling av kontrollrum;

Människan och tekniken

- Ergonomin ska vara baserad på människan och inte maskinen.
- Ju mer man producerar på färre personer, desto viktigare är personen som gör det.
- Hur gör man operatören mer alert?
- Hur ordnar man kontrollrummet för att inte störa utan hjälpa varandra när man sitter flera tillsammans?
- Hur undviker man att arbetet blir monotont om det automatiseras?
- Hur attraherar man nya medarbetare (gaming generation) och tillfredsställer dagens?
 - o Idag ofta smutsig miljö, bullrigt, dålig belysning, detta attraherar ej.
 - o Ny teknik får inte bli ett hot mot dagens personal

- Det kan finnas rädsla för minskat behov av personal vilket gör personalen negativ till ny teknik
- Hur får man en komplett översikt av anläggningen?
 - Vid många olika gränssnitt upptäcks fel för sent när något i kedjan krånglar. Det måste finnas en tydlig översikt.
- Hur integrerar man video, telekom och andra kommunikationssystem? Det är ofta ej integrerat idag vilket ger en sämre arbetsmiljö för operatören. Man ska sträva efter en integrerad enhet.
- Hur kommunicerar man bäst med personal i produktionen?

Vid besöket betonades ett helhetstänk vid utveckling av kontrollrummet och att integreringen av funktionerna och personal fungerar bra genom en gemensam plattform. Rekommendationen var att det endast ska finnas ett tangentbord som är integrerat med processen. Vidare rekommenderades en arbetsrotation mellan uteoperatörer som arbetar i produktionen och så inneoperatörer, som finns i kontrollrummen. Vid utveckling/nybyggnation bör man skapa en arbetsgrupp, där man går igenom utrustningen, så att alla är med och får utveckla hur man arbetar på bästa sätt. Uppföljningar är också viktiga för att upptäcka förändringar över tid. Representanten från företaget berättade att utvecklingen framöver verkade ta ytterligare ett steg från kontrollrum till kontrollcenter. Problem som uppstod där var stressnivå för människan och ytterligare utmaningar kring säkerheten.

Vid studiebesöket fick deltagarna en förevisning om hur deras senast utvecklade operatörsplats EOW (extended operator workplace) i ett kontrollrum fungerar. Utifrån olika arbetsmiljöfaktorer beskrevs följande;

Kognitiv ergonomi

På skärmbilden visades processen och vid ett klick kunde en kameravy ses från processen. Kameran kunde också styras från tangentbordet. Alla processer skedde på samma bild. Det var få fönster öppna samtidigt för att underlätta navigeringen. Ett tangentbord styrde alla processer.

Vid larm integrerades belysning i taket, eventuella avskärmningar i fönstren, ljud och bilder på displayen. Systemet detekterade larmet och tog automatiskt fram larminstruktionerna på skärmen. En stor del av förevisningen handlade om informationsöverföringen mellan teknik och människa och vikten av användarvänlighet och säkerhet i systemet.

Belastningsergonomi

En personlig ”tag” (minnesbricka) hade utvecklats för att automatiskt ställa in personliga inställningar för bordshöjd, skärmvinkling belysning etcetera. På sikt planerades också möjligheten att programmera en höjning av bordet efter en viss

tid för att uppmuntra individen att stå och arbeta. Denna funktion var ej driftsatt vid tiden för studiebesöket.

Belysning

LED-teknik var integrerad och kunde ställas in personligt via operatörens tag. En vidare utveckling av systemet var planerad där det fanns möjlighet att dessutom kunna ändra belysningsstyrka och färgtemperatur efter dygnet, exempelvis vid nattarbete. Detta var inte fullt utvecklat vid tiden för studiebesöket.

Buller/hörsel

En integrerad mikrofon och så kallad ljuddusch hade utvecklats i systemet. Ljudet skulle vara individuellt för den operatören och inte störa andra medarbetare i lokalen. Om någon stod cirka två meter från högtalaren så var ljudet kraftigt reducerat.

Ventilation/termiskt klimat

En teknik för så kallad mikroventilation var under utveckling men hade inte tagits i drift vid tiden för besöket. Tanken var att man skulle kunna ställa in rätt temperatur individuellt vid en särskild operatörsplats och att detta också kunde styras via tagen.

Den operatörsplats som förevisades vid studiebesöket såg ut enligt bild i figur 10 nedan.



Figur 10. Bild från företagets hemsida för illustration av operatörsplatsen samt de personliga inställningsmöjligheterna (CGM 2015).

En film från företagets hemsida beskriver också hur systemet fungerar med avseende på operatören och funktioner. https://www.youtube.com/watch?v=-N6DOSzUHpw&feature=player_embedded

6 Analys av resultaten, diskussion samt förslag till utformning

I detta avsnitt av rapporten diskuteras de resultat som framkommit från de metoder som använts för informationsinhämtning. Med bakgrund av detta ges förslag till en kravspecifikation för de olika arbetsmiljöfaktorerna. Förslagsvis använder sig företaget av dessa kravspecifikationer som en mall vid av planering av olika arbetsmiljöfaktorer i projektet och som avstämning under arbetets gång. De arbetsmiljöfaktorer som specificeras här återges också i punktform i bilaga 3 för en enklare överblick.

Eklund (1997) beskriver vikten av god ergonomi och andra arbetsmiljöfaktorer för att förbättra kvaliteten och på sikt ökad lönsamhet i ett företag. Arbetstagarnas delaktighet är av stor vikt för att underlätta förändringsprocesser och få expertkunskap i utformning av verktyg, maskiner och arbetsplatser. Vid planeringen av kontrollrummet bör de arbetsmiljöfaktorer som beskrivs finnas med i planeringen tidigt för att inte missa några detaljer och heller inte behöva utsätta sig för risken att bygga om i ett tidigt skede, vilket blir både kostsamt och tidsödande. Det är av största vikt att arbetstagarna får vara delaktiga i det fortskridande arbetet och visas förslag på olika utformningar under planeringens gång. Chansen är då större att man får en arbetsplats där arbetstagarna blir engagerade och trivs redan från början samt att förändringsprocessen vid ett förändrat arbetssätt förenklas. Det bedöms också vara av stor vikt att man gör kontinuerliga uppföljningar av en införd process för att fånga upp förändringar som behöver göras. Man kan använda sig av exempelvis workshops och andra gruppaktiviteter eller personalmöten för att sprida information om projektets fortlöpande.

Nedan diskuteras de undersökta arbetsmiljöfaktorerna med stöd av den information som framkommit i denna rapport samt ges förslag till kravspecifikation på varje område att använda i det fortlöpande arbetet.

6.1 Psykosociala faktorer

Medarbetarnas åsikter som kan härledas till psykosociala faktorer kan sammanfattas till några punkter.

- ✓ Trygghetskänsla och delaktighet. Man måste känna sig säker i processen och kunna lita på tekniken, om man dessutom ska sitta på avstånd från arbetsprocessen. Man hade funderingar kring larmfunktioner och rent praktiska göromål om något går fel i processen.
- ✓ Utbildning. Man måste lära sig systemet och processen tydligt för att kunna hantera den på ett bra sätt.

- ✓ Oro för utarmning av arbetet. Vissa är rädda att förlora hantverket och därmed en yrkesstolthet vid en förändrad process. Det fanns också oro för att arbetstillfällen skulle försvinna.
- ✓ Samarbete. Det fanns farhågor om en ”vi och dom” känsla beroende på hur arbetet utformas och om rotation kommer att ske.
- ✓ Inflytande i arbetsprocessen. Man har farhågor att underhållspersonal är en extern grupp som styr prioriteringsordningen vid eventuella stopp. Om man får vänta på reparationer och underhåll skulle det kunna uppstå längre stopp i produktionen än nödvändigt. Här ville man ha inflytande och samarbete med en underhållsgrupp.

Att träna i simulatorer kan vara av nytta då man dels kan som kommande medarbetare, få känna på hur systemet kan fungera, dels kan man lära sig feldiagnoser och hur man lägger upp strategier för detta samt finns också en säkerhetsaspekt att man kan träna i en simulerad arbetsprocess.

Bengt Ager (1981) har i sin skrift angående förändringsarbete i sågverk, redan på 80-talet påtalat vikten av att hantera i princip samtliga orosmoment som framkommit i detta arbete. Han påtalar vikten av grupporganisationen som ska ha en relativ hög grad av självständighet i fråga om planering och uppföljning och pekar på ett gemensamt ansvar som stimulerar till mångkunnighet och ett rikare innehåll av arbetet. Man kan också skapa en funktion av visst underhållsarbete hos personalen för att öka känslan av kontroll över processen. Vidare bör arbetet organiseras så att man får en variation i arbetsuppgifterna, vilket även en stor del av de intervjuade medarbetarna önskat. Ager har dessutom konkretiserat en avdelning på ett sågverk och definierat rollerna, arbetsuppgifter och arbetsfördelning på avdelningen, som möjligen kan översättas till sliphallen.

Trots att det är över 30 år sedan dessa förslag togs fram så framkommer alltså samma oro 2015 och troligen beror det på att förändringsarbeten utförts med denna ansats men kanske misslyckats, eller också har inte försök gjorts? Hursomhelst så bör man lägga stor vikt vid att förändringsarbetet sker i samråd och med deltagande från arbetstagarna för att få delaktighet och positiv respons till förändringen, även om den kommer att innebära problem att övervinna på vägen. Projektledaren var mycket tydlig i sin ambition att få medarbetarna delaktiga till förändringen och har tillsammans med andra i projektet anordnat löpande möten, studiebesök och intervjuer, riskbedömningar etc. för att ge medarbetarna ständig information och möjlighet att känna trygghet i förändringsarbetet. Trots det finns fortfarande oron kring ovan nämnda moment och detta vittnar troligen hur stort en förändring av en människas arbete påverkar tryggheten. För att i möjligaste mån undanröja den oro som framkommit och följa både arbetsmiljölagen och även den forskning som finns på området är rekommendationerna följande;

- ✓ Ha en ständigt pågående dialog i olika former under projektets gång. Det kan handla om löpande möten, workshops, dialog med andra grupper i företaget som genomfört förändringar i produktionen.
- ✓ Ha en tydlig planeringsprocess som medarbetarna får ta del av.
- ✓ Tillse att tekniken är på plats och fungerar tidigt samt att medarbetarna får träna i simulatorer för att känna trygghet i systemet och redan tidigt påpeka brister i funktioner etc.
- ✓ Fundera på organisering av gruppen och skapa ett team som har nära samarbete och hög grad av inflytande över arbetsprocessen.

Förhoppningen med att inbringa de psykosociala faktorerna som ett naturligt inslag i arbetsprocessen och skapa delaktighet är att medarbetarna känner trivsel på arbetet, blir motiverade och engagerade vilket leder kan leda till goda prestationer och en attraktiv arbetsplats för framtiden.

6.2 Kognitiv ergonomi

Kognitiv ergonomi kan sammanfattas med hur man sammanför människan och tekniken till ett system som fungerar. Tekniken ska anpassas till människans förutsättningar för att skapa användarvänlighet och säkerhet i systemet. Det handlar också om hur man allokera (fördelar) resurserna mellan tekniken och människan. Området är väldigt stort och teknikutmanande vilket dels visat sig både i intervjuerna och vid studiebesöket på CGM. Medarbetarna uttryckte ofta funderingar kring hur tekniken mellan dem själva och processen skulle fungera på ett tryggt och säkert sätt. CGM visade upp avancerade funktioner för att ge människan i systemet information som hon har nytta av samt som kan tolka på rätt sätt och vägleda till rätt handlingar. Det handlar också om användarvänlighet av manöverdon som ska ha rätt känslighet och vara enkla att manövrera för den uppgift som ska utföras.

I projektet i sliphallen är målet att processen med slipningen ska automatiseras och ny teknik ska införas som säkerställer och effektiviserar driften för att nå målet om ökad produktion. Vid intervjuer med medarbetarna är det också här som de många frågorna landar. Hur löser man tekniken? Hur kommer man kunna lita på systemet? Hur överförs de varningssignaler som finns idag i form av hörsel, syn och känsel till ett tekniskt system om man fjärrstyr processen?

De funderingar och frågor som framkommit under intervjuerna och som bör besvaras och lösas för att säkerställa en god ergonomi ur ett kognitivt perspektiv för människan kan sammanfattas enligt följande;

- ✓ Hur vill operatören få information om slipningsprocessen och vad som händer runtomkring?
- ✓ Vad är viktigast för tillfället? Vad är av sekundär betydelse, som jag ändå vill kunna välja att se?

- ✓ Ska valet av information kunna individstyras eller ska man komma fram till en standard som alla använder sig av?
- ✓ Hur varseblir jag varningssignaler/larm om störningar uppstår i processen eller ett haveri (kanske en skivsprängning) är annalkande?
- ✓ Hur presenteras information om arbetsprocessen i sliphallen?
- ✓ Hur vet jag var mina kollegor som är i produktionen befinner sig?
- ✓ Hur ska manöverdonen designas för att utföra rätt slipning av materialet?

De flesta operatörerna ansåg sig relativt nöjda med på vilket sätt de såg processen i dagsläget och utmaningen i tekniken blir förstås att ta med sig denna information via tekniska system såsom kameror, scannersystem, vågar etcetera. De manöverdon som användes vid tiden för intervjuerna upplevde många också var enkla och lätta att använda och man önskade få liknande manöverdon vid kommande förändring.

Det är viktigt att inte drunkna i information, då människans arbetsminne blir överbelastat och man förlitar sig mer och tar beslut efter tidigare erfarenheter vilket kan leda till felaktigt handhavande (Osvalder & Ulfvengren 2008).

I den modell som CGM förevisade vid studiebesöket hade lagts mycket vikt vid informationsöverföringen från systemet till människan och att den information man gick till sig var meningsfull. Det var enkelt att vägleda sig i processen med enkla knapptryckningar. Skärmar av samma gränssnitt gav samstämmig information samt visades information om handhavandet i olika processer. Få mentala resurser skulle användas vilket enligt Osvalder & Ulfvengren (2008) kan öka känslan av närhet till tekniken .

Vid utformning av larmfunktioner, där man istället önskar utnyttja många sinnen, utnyttjades vid den förevisade operatörsplatsen hos CGM perceptionen hos människan på flera sätt. Information till flera olika sinnen såsom syn, hörsel och känsel användes samtidigt, för att höja uppmärksamheten mot larmet samt vakenhetsgraden. Exempelvis fokuserades skärmbilden på larmet mot objektet som larmades, ljud gav information om vad som hände och hur operatören skulle bete sig, olika typer av ljus i taket aktiverades beroende på typ av larm, persienner eller rullgardiner täckte fönstren och skrivbordet höjdes för att man skulle stå och arbeta. Dessa kombinationer avsågs rikta uppmärksamheten på rätt objekt och höjde vakenhetsgraden. På skärmbilden fanns också handböcker om processen som aktiverades beroende på typen av larm för att ge operatören förutsättningar för att lösa larmet. För att få dessa funktioner att fungera krävs också ett styrsystem som klarar att implementera dessa funktioner. Vid studiebesöket demonstrerades en implementering i ABB:s styrsystem 800xA.

För att höja vakenhetsgraden hos operatören utvecklade företaget en funktion där systemet programmerades för olika inställningar beroende på nattskift eller dagskift samt efter en viss period med samma inställningar. Funktionen var under utveckling i systemet vid tiden för studiebesöket.

Utformningen av processkartorna var gjorda i gråskala för att inte förvirra och avskalade parametrar användes enligt principen att ha rätt nivåer för bedömning av information som Osvalder och Ulfvengren beskrivit (Osvalder & Ulfvengren 2008).

Det uttrycktes tydligt från CGM att syftet med utformningen var att sätta människan i fokus och att systemet skulle anpassas efter hen och inte tvärtom som många gånger skett inom automatiseringens utveckling. För att ytterligare får en uppfattning om hur systemet kan fungera i praktiken för sliphallen hade det varit önskvärt att på något sätt kunnat demonstrera slipningen som kommer ske i sliphallen, vilket var en förhoppning hos de operatörer som deltog i studiebesöket. Kanske hade en viss trygghet byggts upp redan då för att underlätta övergången till ny arbetsteknik.

Ivergård (2009) har i sin bok om kontrollrums utformning ställt upp en lista på de uppgifter som förekommer för en operatör i ett kontrollrum;

1. Starta upp/ stanna systemet
2. Kontrollera, manövrera och reglera processen (själva slipningen)
3. Kontrollera, övervaka och agera vid behov (även vad som sker i övriga hallen)
4. Dokumentera och rapportera
5. Reparera och underhålla
6. Planera, programmera och analysera

I alla dessa moment bör de frågor kunna besvaras som i kapitel tre definierades enligt (Osvalder & Ulfvengren 2008);

- ✓ Vet operatören hur den ska göra och vad den avser och önskar att göra?
- ✓ Kan operatören få rätt återkoppling av vad som händer?
- ✓ Förstår operatören hur den ska agera vid förändringar eller störningar?
- ✓ Förstår operatören hur processen förändras vid korrigeringar?
- ✓ Känns den information som ges meningsfull och är den lätt att använda sig av?

Om man i varje delmoment av arbetsprocessen ställer sig dessa frågor i samband med att man kan provköra, så borde man täcka in en stor del av de komponenter som ingår i den kognitiva ergonomin där nyckelorden kan definieras i termer av människa-maskininteraktion, minnesprocesser, varseblivning, vakenhet, användarvänlighet, meningsfullhet, säkerhet.

Rekommendationerna för detta avsnitt blir av mer frågeställningskaraktär (se bilaga 3) enligt ovan och att man i varje punkt av arbetsprocessen går igenom respektive utmaningar och problem samt vilka lösningar som finns idag som personalen önskar överföra till nytt kontrollrum. Av största vikt är att operatörerna är med vid utformningen för att uppnå god användarvänlighet. Det

kan då tänkas leda till ett meningsfullt arbete för befintlig personal samt en attraktiv arbetsplats för kommande generation.

6.3 Belastningsergonomi

Arbete i ett kontrollrum präglas främst av ett stillasittande arbete som kan liknas vid kontorsarbete vilket kan ge upphov smärta från muskler och leder framför allt från rygg, nacke och axlar. Statiskt arbete för muskulaturen förekommer till följd av låg aktivitet och rörelse(Toomingas et al. 2008).

Resultat från intervjuer med operatörer påvisar att det finns vissa problem med rygg- och nacksmärta idag, men nästan ingen relaterar det till arbetet i operatörshytten. Många var tydliga med att de uppskattar variationen av att få gå ut från hytten regelbundet under sitt arbetsskift för att röra på sig och pigga till. Rotation i arbetet rekommenderas dessutom för att få en variation i belastning och undvika besvär från muskler och leder. Att få en variation även i kontrollrummet är av vikt, varför möjligheten att stå och arbeta är viktigt vid utformning av nya kontrollrum.

Vid studiebesöket på CGM förevisades hur de tänkt kring belastningsergonomi vid utformning av operatörsplatser. En ”tag” (minnesfunktion) med respektive operatörs individuella inställningar av bord och skärmar gav möjlighet att enkelt få rätt individuella inställningar för sig själv vid varje arbetspass. En programmering över tid var under utveckling, där bordet höjdes automatiskt efter några timmars sittande arbete för att få variation och inte glömma bort att ändra arbetsställning. Undersökningar har påvisat att höj- och sänkbara skrivbord används regelbundet av endast 30 % av arbetstagarna som har möjligheten(Prevent 2013). Därför är utveckling av en automatisk funktion av stor betydelse för att uppmuntra att ändra arbetsställning oftare.

Åtkomligheten till styrdon är också av stor betydelse varför individuella inställningar ska utformas i så stor grad som möjligt för att ge möjlighet till avspända armar och axlar och nacke. Personalen var relativt nöjd med utformningen av manöverdon som användes vid intervjuerna varför en rekommendation är att personalen får delta ytterligare när utformningen av nya styrdon ska ske så de som upplevdes bra vid intervjutillfällena även finns med vid ny utformning.

Rekommendationer för faktorer med avseende på belastningsergonomi är följande;

- ✓ Utforma arbetsuppgifter som ger möjlighet till fysisk variation. Gärna arbete som varierar i kontrollrummet och i produktionshallen.
- ✓ Skrivbordet och skärmar ska kunna anpassas till den enskilde individen. Gärna genom automatiska inställningar för den enskilde genom en minnesfunktion.

- Skrivbord. Möjlighet att stå och arbeta, utrymme för underarmsstöd på skrivbordet. Väl anpassat utrymme för reglage och skärmar. Ha i åtanke människors olika fysiska förutsättningar.
- Stolar. Inställning för rygg, underarmsstöd, stöd för fötterna, höjd, lutning.
- Väl tilltaget utrymme runt arbetsplatsen.
- ✓ Arbete med manöverdon huvudsakligen i det inre arbetsområdet för att främja avspända armar och axlar nära och framför kroppen.
- ✓ Utformning av reglage och manöverdon. Användarvänlighet och anpassning till olika människors förutsättningar med avseende på greppbarhet och storlek för att undvika ogynnsam belastning på kroppen (Arbetsmiljöverket 2012).

6.4 Syn och belysning

Som tidigare beskrivits så står synen för ca 80 % av våra sinnesintryck och god synergonomi är viktigt i utförandet av arbetsuppgifter (Nylén 2012). Ljus och belysning påverkar människans hälsa och arbete under natten kan störa viktiga fysiologiska reaktioner (Åkerstedt 2008). Bristfällig belysning kan också ge besvär från inte bara ögonen utan också våra rörelse- och stödjeorgan (Zetterberg et al. 2013). Belysningskraven är dessutom olika på vilka arbetsuppgifter som utförs, men även olika synkrav på grund av åldrande bör tas i beaktande vid design ur ett synergonomiskt perspektiv (Nylén 2012).

Intervjuer med arbetstagarna med avseende på belysningen i dagens operatörshytter gav vid handen att de inte upplever belysningen som bristfällig utifrån de förhållanden som fanns vid undersökningen. Däremot observerades av författaren till denna rapport att armaturerna var av olika slag i de olika operatörshytterna och belysningsstyrkan skiljde sig stort åt vid mätningar. Människan registrerar ej heller alltid en bristfällig belysning utan kroppen försöker anpassa sig till rådande förhållanden med varierande resultat (Nylén 2012), varför påverkan på kroppen inte alltid direkt härleds till en bristande belysning.

Kan då de relativt höga sjuktalen på avdelningen ha någon orsak i belysningsförhållandena? Det är förstås svårt att exakt ange belysning som orsak men studier av Smolders et al (2014) har funnit att arbetstagare har upplevt större tillfredsställelse i arbetet vid en förbättrad ljusmiljö samt har arousalnivåerna (vakenhetsgraden) förbättrats. Möjligen kan ljusmiljön vara en del i ett pussel av förbättringsåtgärder för att minska ohälsotalen på avdelningen och bör planeras noggrant för vid en förändring av verksamheten. För arbetsmomenten i sliphallen blir ljusförhållandena viktiga med tanke på att objektet för slipning blir ljust och ställer krav på omgivande belysning för att ge

en behaglig ljusmiljö som blir så lite ansträngande för ögonen och övriga kroppen som möjligt.

Med bakgrund av litteratursökningen och övrig inhämtad information i detta arbete ges rekommendationer för framtida kontrollrum ur belysningssynpunkt enligt följande (sammanfattning finns i bilaga 3);

- ✓ Fördelning mellan luminanser från arbetsobjekt till omgivande ytor är 5:3:1.
- ✓ Säkerställ att bländning, skuggor och reflexer inte förekommer i arbetsområdet, exempelvis genom felplacerade armaturer från omgivningen eller solbelysta ytor.
- ✓ Använd gråskala vid illustration av arbetsprocessen på skärmar.
- ✓ Individuellt anpassningsbart ljus vid arbetsstationen som ställs in automatiskt när respektive operatör påbörjar arbetet, exempelvis genom en förprogrammerad ”tag”.
- ✓ Belysning som regleras automatiskt efter dygnets timmar för att höja uppmärksamheten och vakenhetsgraden på natten.
- ✓ Planering av kontrollrummets fysiska placering för möjlighet till dagljus och utblick.
- ✓ Belysningsstyrka vid operatörsplatsen enligt rekommendationer för provning, mätning och kontroll reglerbar till minst 500 lux. Färgåtergivning på 80 R_a samt ett UGR_1 – värde som inte överstiger 22 (Månsson et al. 2003).
- ✓ Vid återgivning via kamera ställs stora krav på bildkvalitet och att man kan styra kameran för att få övervakning där operatören önskar.
- ✓ Behaglig fördelning av ljuset i övriga kontrollrummet som kan regleras upp till minst 500 lux.
- ✓ Tydligt utformat underhåll av belysningsarmaturer.

6.5 Buller

De uppmätta ljudnivåerna i operatörshytterna var inte vid tiden för mätning av hörselskadlig karaktär, men däremot kan de klagomål på bullret som framförts av arbetstagarna bekräftas. Nivåerna som uppmättes överstiger tydligt de rekommendationer som Arbetsmiljöverket ger i sin föreskrift om buller (Arbetsmiljöverket 2005), där exempelvis processkontroll med krav på koncentration rekommenderas en ekvivalent A-vägd ljudtrycksnivå på 55 dB och kontorsmiljöer rekommenderas en nivå på 40dB med undantag för de människor som vistas i den. Noterbart är att en minskning med 8-10 decibel på ljudnivån ger en upplevd halvering av ljudnivån för det mänskliga örat varför ljudreducerande åtgärder bör ge en stor förändring i upplevelsen av bullret från dagens nivåer (Johansson 2002). Troligt är också att lågfrekvent ljud är av

betydande storlek, vilket bör tas hänsyn till vid utformning av nytt kontrollrum. Eftersom bullret också visat sig kunna påverka andra både fysiologiska och psykologiska funktioner hos människan (Boghard, Akselsson, et al. 2008) (Hygge et al. 2013) (Basner et al. 2014) så skulle en hel del av det missnöje och möjligen även ohälsotalen som finns på arbetsplatsen kunna tillskrivas bullrets egenskaper. Det framkom kommentarer från intervjuerna där man påpekade att miljön inte alls stimulerade till välmående och kände man sig lite risig i början av ett arbetspass så kunde man vara säker på att må sämre när arbetsdagen var slut. Möjligen kan en del av detta tillskrivas bullrets egenskaper varför det är av största vikt att arbeta med bullerreducerande åtgärder för att främja dagens arbetstagares hälsa och välmående och även attrahera kommande generation.

Vid utformning av nytt kontrollrum där störande ljud från processen är undanröjd kommer troligen personalen själva att vara den största källan till störande ljud, som ofta är föremål för diskussion och klagomål i kontorslandskap (Bodin Danielsson & Bodin 2009). Det är viktigt att tänka på för att inte nya bullerkällor uppstår som kommer från kollegor. Rekommendationen är att man inför en policy kring hur man samtalar och uppför sig med avseende på exempelvis samtalsnivå i kontrollrummet för att inte störa kollegor från att utföra sitt jobb.

Vid studiebesök på CGM i Borås hade operatörsplatsen utformats med en högtalare ovanför operatören som gav en "ljuddusch" som var utformad så att personer även på kort avstånd från platsen inte uppfattade ljudet utan enbart operatören uppfattade ljudet. Även larmfunktioner var anpassade till "ljudduschen". Vidare fanns kommunikationsverktyg utformade såsom headset.

Rekommendationer kring planering av kontrollrummen är följande;

- ✓ Utformning av byggnadselementen med hänsyn till bullerdämpning. Dämpa för ljud av både hög- och lågfrekvent karaktär. Tänk på stomljud från övriga byggnaden.
- ✓ Placera lokalen med avstånd från bullerkällan. Således en fjärrstyrning av arbetsprocessen.
- ✓ Utforma lokalen så att pausrum och övrig aktivitet kan avskärmas från slipningsprocessen för att undvika störning från ovidkommande ljud för operatörerna.
- ✓ Placera operatörsplatserna på ett sådant sätt att även de har möjlighet att avskärma sig från varandra för att tillgodose individuella önskemål om tystnad i möjligaste mån samt underlätta koncentrationskrävande uppgifter. Eventuellt med mobila väggar eller textilier.
- ✓ Högsta godtagbara ekvivalenta ljudtrycksnivå i rummet bör eftersträva rekommendationer från Arbetsmiljöverket för processkontroll, vilket är 55 dB(A).

- ✓ Tekniska lösningar i lokalen – inkapsling av ljudalstrande utrustning, ljudabsorbenter i tak och på väggar för att få en behaglig ljudmiljö. Golv bör vara av stegljuddämpat.
- ✓ Tydligt underhållsprogram för ventilationsanläggningar och andra ljudalstrande maskiner för att undvika onödigt ljud.
- ✓ Utformning av tekniskt system så det riktas enbart mot operatören som har nytta av ljudet.
- ✓ Ljudpolicy hur man beter sig gentemot sina kollegor för att hålla en god ljudnivå i kontrollrummet för att tillgodose personers olika behov av en tyst ljudmiljö i arbetet.
- ✓ Utformning av larmsystem. Ljud är en viktig larmsignal om något i processen är på väg att gå fel. Det är viktigt att på teknisk väg kunna överföra dessa larmsignaler till ett kontrollrum som är beläget på avstånd från arbetsprocessen.

6.6 Vibrationer

Helkroppsvibrationer kan ge upphov till ohälsa på människan av bestående karaktär, beroende på storlek och tid som man utsätts för vibrationer. Även om inte ohälsa i fysisk bemärkelse skulle kunna påvisas så kan ett obehag upplevas hos personer som utsätts för det kan också påverka upplevelsen av komfort samt utförandet av arbetsuppgifter (Conway et al. 2007). I en kunskapssammanfattning av helkroppsvibrationer kunde konstateras påverkan på både vakenhetsgrad, läsfel och sänkt sinnesstämning hos personer som arbetade i en miljö där helkroppsvibrationer förekom (Burström et al. 2011).

Vid mätningen som utfördes i sliphallen uppmättes låga värden av helkroppsvibrationer och dessa utgör inte någon risk för att drabbas av ohälsa till följd av vibrationer. Trots det upplever personalen att det vibrerar och att vibrationerna är störande, obehagliga och tröttande. Skillnader i störningsnivå kan troligen tillskrivas olika material som slipas och möjligen skulle man fått andra mätvärden med annat material vid mättillfället. Vid tiden för mätning slipades större slabs som man upplevde dämpade vibrationerna mer. Personalens upplevelse bör tas på allvar, för även om de inte utsätts för hälsorisker enligt av vibrationerna enligt Arbetsmiljöverkets riktlinjer, så påverkar det troligen deras upplevelse av sin arbetssituation till det sämre och möjligen också arbetsprestationen. Mätningen som utfördes gjordes endast i stolen. Mätningar borde gjorts även på golvet för att se om vibrationerna i hytten är större och här kan man se ett fel i mätstrategin som kan påverkat resultatet. Skulle arbetsuppgifterna i framtiden utvidgas från idag är det också av vikt att man arbetar bort möjliga vibrationer då det skulle kunna påverka arbetsprestationen och möjligheten att attrahera en kommande generation samt att tillfredsställa dagens operatörer.

Vibrationer fortplantar sig i byggnadselement och från processen påverkas troligen operatörshytten på grund av dess fysiska placering. Rekommendationen för ett framtida kontrollrum med avseende på vibrationer, bör vara att placera hytten på fysiskt avstånd från processen då detta bör vara enklaste sättet att vibrationsisolera. En operatörshytt som fortsatt ska vara nära processen bör vibrationsisoleras genom att man gör en abrupt förändring av vibrationen längs utbredningsvägen med antingen en isolator eller en spärrmassa⁸.

Rekommendationerna vid planering av framtida kontrollrum med avseende på vibrationer är därför följande (se även bilaga 3);

- ✓ Placering av kontrollrummet på avstånd från arbetsprocessen som alstrar vibrationerna
- ✓ Vibrationsisolering av kontrollrummet vid fortsatt placering nära processen.
 - En abrupt förändring av vibrationen längs utbredningsvägen
 - Isolator – ett vekt element längs utbredningsvägen
 - Spärrmassa – ett styvt tungt element längs vägen.
- ✓ Operatörsstolar med vibrationsisolerande sits i tre riktningar (x-, y-, z-led).
- ✓ Tekniskt system för att överföra vibrationer som utgör varningssignaler till ett framtida kontrollrum.

6.7 Termiskt klimat

Det termiska klimatet på en arbetsplats handlar om värme, kyla och drag i lokalen. För arbete i inomhusmiljö utsätts människan sällan för några hälsorisker såsom köldskador eller värmebelastning på kroppen utan problemställningarna gäller istället termisk komfort. Hänsyn bör därför tas till hur arbetstagarna rör sig under ett arbetspass och om arbetet består av olika moment där man förflyttar sig från en lokal till en annan, med olika klimatförhållanden. Det är i princip omöjligt att få alla arbetstagare nöjda med det termiska klimatet då individuella faktorer spelar stor roll (Gavhed & Holmér 2006).

Arbetstagarna på sliphallen upplevde det termiska klimatet relativt bra med hänsyn till temperaturen i operatörshytterna eftersom det gick att reglera temperaturen individuellt med hjälp av ac-anläggningen. Däremot upplevdes drag från anläggningen och i någon hytt hade den täckts för med en plastfilm för att undvika drag i nacken, vilket förstås inte är en bra placering av anläggningen med dagens utformning. Mätningarna som utfördes är inte vägledande för att utvärdera dagens förhållanden då ac-anläggningen i två av operatörshytterna var ur funktion den dagen och det var 27° och ingen luftrörelse. Enligt uppgift från arbetsledare i sliphallen tas tilluften till operatörshytterna utomhus ifrån.

⁸ Ulf Carlsson, KTH 2013, föreläsning 7 nov 2013 KTH Flemingsberg

Vid studiebesöket på företaget CGM visades en prototyp där ventilation och temperatur kan regleras individuellt vid varje operatörsbord så kallad mikroventilation. Här skulle individuella skillnader tillgodoses så långt det kan anses möjligt. Anläggningen är i skrivandets stund inte helt utvecklad än, men kan rekommenderas då det finns stora möjligheter till individuella inställningar som är av vikt för att uppleva ett komfortabelt termiskt klimat.

Den fysiska utformningen av en arbetslokal är viktig med hänseende på hur människor rör sig i den. Frågor som bör besvaras vid planering är;

- ✓ Vilka arbetsmoment utöver slipning kommer att ske i kontrollrummet?
- ✓ Vilka andra arbetsuppgifter har operatörerna utöver slipningen?
- ✓ Hur kommer annan personal att röra sig i lokalen? Uppstår drag från dörrar?
- ✓ Var kommer operatörernas arbetsplatser att placeras i lokalen och var placeras ventilationsdonen?
- ✓ Hur långt sträcker sig de tekniska möjligheterna att göra individuella justeringar vid operatörsplatserna med avseende på temperatur och ventilation?
- ✓ Ska operatörsplatserna där man sitter mer stilla avskärmas från andra ytor i lokalen för att kunna göra individuella inställningar?
- ✓ Vilka arbetskläder kommer att användas vid arbetet med slipningen? Samma som vid arbete ute i sliphallen eller tar man av sig vid inträde i kontrollrummet?

Dessa frågor är viktiga att besvara för att kunna utforma lokalen på bästa möjliga sätt med avseende på termiskt klimat. Det är då av största betydelse att arbetstagarna deltar i dessa diskussioner för att kunna utforma arbetsplatsen så bra som möjligt för de som ska använda den ur både termisk synvinkel men också av praktiska anledningar.

Rekommendationer för de fysiska faktorerna om man samställer kontrollrummet med ett kontorsklimat och klädseln av inomhuskaraktär kan utformas enligt följande;

- ✓ Temperatur som kan regleras mellan 20°-26°.
- ✓ Golvtemperatur som inte underskrider 16°.
- ✓ Lufthastighet mellan 0,1-0,2 m/s.
- ✓ Avskärmning mot solinstrålning.
- ✓ Inkapsling av värmealstrande utrustning såsom hårddiskar och skrivare.
- ✓ Omblandande ventilation med ett tilluftsflöde på minst 7 lit/sek och person samt 0,35 lit/sek och m² golvyta i lokalen.
- ✓ Ett balanserat ventilationssystem som transporterar bort lika mycket som tillförs för att undvika övertryck eller undertryck i lokalen.

(Antonsson & Christensson 2005)

(Gavhed & Holmér 2006)

6.8 Ohälsotal

Kan man dra någon slutsats av att ohälsotalen kommer att minska på avdelningen om man gör förbättringar på de arbetsmiljöfaktorer som beskrivits i detta arbete? d'Errico & Costa (2012) gjorde en undersökning på italienska arbetstagare för att undersöka om arbetsmiljöfaktorer kunde ha påverkan på ohälsotal såsom sjukskrivning. Man fann flera faktorer som påverkade, men bland annat fanns buller, vibrationer och ergonomiskt belastande arbetsuppgifter som en orsak till sjukskrivningar. Buller och vibrationer upplevde ju arbetstagarna som de värsta faktorerna ur arbetsmiljösynpunkt. Exponeringsmätningen med avseende på buller kunde bekräfta arbetstagarnas klagomål att bullret är av störande karaktär. Kan en ombyggnation på avdelningen ge en bättre arbetsmiljö med avseende på dessa faktorer, samt andra rekommenderade åtgärder så kan det finnas anledning att tro att ohälsotalet på denna avdelning kan jämföras till övriga avdelningar på företaget framöver och inte sticka ut på ett negativt sätt. Viktigt är också att ta hänsyn till människans lidande och personliga ekonomiska förluster till följd av sjukskrivningar vilket i sig kan vara en motivering till att göra förändringar för att minska ohälsotalet på enheten.

6.9 Reflektioner ur ekonomisk synvinkel

Investeringar i ombyggnationer inom industrin kan ofta bli en kostsam historia i monetära tal. Men kan man göra ekonomiska prognoser och kalkyler för att en sådan arbetsmiljöinsats verkligen lönar sig i form av kvalitets- och produktionsvinster som ger ett positivt resultat i företagets resultatrapport? En uppfattning vid arbetsmiljöinvesteringar för ett företag kan vara att de pengar som sparas uppstår i minskade sjukskrivningskostnader för personalen. Abrahamsson (2000) utvärderade en arbetsmiljöinvestering på ett stålföretag i norra Sverige och fann att minskade kostnader för sjukfrånvaro hos personalen utgjorde endast ca två procent av besparingarna i projektet. Den största besparingen fanns i minskade produktionsstopp och investeringen var återbetald på 2,2 år till följd av förbättrad produktion. Även Eklund (1997) har sammanställt arbetsmiljöfaktorer som påverkansfaktor på kvalitet i produktionen och en minskad kvalitetsbrist i en producerande industri bör kunna översättas i ekonomiska termer. Ekonomiska incitament för arbetsmiljöinvesteringar bör således beräknas i både kvalitets- och produktionsförtjänster, där troligen de stora vinsterna ligger och som mindre del i minskade sjukskrivningskostnader hos personalen. Vinsten hos personalen bör istället härledas till förbättrad hälsa och minskat personligt lidande.

Det kan dock vara svårt att härleda en investering, som också påverkar produktionsframställningen, till en särskild arbetsmiljöfaktor. Hur kan vi påvisa

att exempelvis en kvalitetsförbättring är resultatet av en bullerförebyggande åtgärd? Förmodligen är det svårt att visa på en monetär vinst i så avgränsade termer utan man bör se helheten och arbetsmiljöinvesteringen som en naturlig och integrerad del i ett investeringsprojekt och inte som ett parallellt löpande spår.

6.10 Metodval

För detta arbete användes litteraturstudie, intervju, observationer och exponeringsmätningar som metod. Arbetet med intervjuerna har varit den mest komplicerade metoden att få till rent tidsmässigt, men även på det sätt intervjuerna var upplagda. Medarbetarna var mycket positiva till att intervjuas och det blev intressanta och lättsamma samtal. En möjlig brist är validiteten av intervjuerna som metod i detta arbete. Vid intervjuerna noterade författaren svar i ett anteckningsblock och sammanställde resultaten efter intervjuerna. För att fånga upp och säkerställa medarbetarnas kommentarer ytterligare kunde man spelat in intervjuerna samt även visat resultaten för medarbetarna efteråt så de kunde ha möjlighet att reflektera svaren. Planeringsmässigt har dock inte tiden medgett detta, men det kan vara av värde att ha det i åtanke vid ett annat tillfälle. Exponeringsmätningarna är en ögonblicksbild av verksamheten och det material som slipas skiljer sig betydligt åt beroende på storlek och ytmaterial, vilket också ger effekter på framför allt buller- och vibrationsupplevelsen. Vibrationsmätningen gav också en ögonblicksbild där arbetstagarna vittnat om andra förhållanden med andra typer av slipmaterial. Dessutom kunde vibrationsmätningen gjorts även på golvet och inte bara i stolen, för att få uppfattning om hur vibrationerna är när man står i hytten. Fler mättillfällen skulle tydligare fångat något slags medelvärde av verkligheten, men även här har det inte funnits möjlighet till det ur tidssynpunkt.

7 Slutsats

Syftet med arbetet var att ta fram en specifikation för respektive arbetsmiljöområde för planering av nya kontrollrum i industrin. Rapportens sista avsnitt ger en sammanfattning av de svar som framkommit utifrån syfte och frågeställningar. En rekommendation kring uppföljning efter projektets avslut ges dessutom.

Syftet med detta arbete var att utreda och ge rekommendationer av arbetsmiljön i operatörshytter på ett stålverk i Mellansverige med avseende på fysiska, kognitiva och psykosociala aspekter för operatörerna. Vidare avsågs att undersöka om en arbetsmiljöinvestering enligt ovan kan påverka företagets resultat i kvalitets- och produktionsvinster.

Litteratursökningen påvisar att människans hälsa påverkas av respektive arbetsmiljöfaktor (psykosociala faktorer, kognitiv ergonomi, belastningsergonomi, synergonomi, buller, vibrationer och termiskt klimat). Även arbetsutförande och arbetsprestation kan påverkas. De olika arbetsmiljöfaktorerna samverkar dock vilket också bör tas hänsyn till i förändringsarbete och ombyggnation.

Undersökningen bekräftar att de faktorer som personalen uppger som brister i sin arbetsmiljö i operatörshytterna idag, också kan påverka hälsan i arbetslivet. För att på bästa sätt avhjälpa flera av de brister i arbetsmiljön som finns idag är rekommendationen att flytta operatörshytterna från den direkta arbetsprocessen. Däremot finns många frågor och tekniska utmaningar ur ett MTO-perspektiv som måste lösas för att nå framgång i förändringsarbetet. Dessa frågor från medarbetarna som uppkommer kring en sådan förändring är högst relevanta och bekräftas också i litteraturen. Lyhördhet för medarbetarnas uppfattningar är av största vikt för att få en delaktighet, helhet och ett lyckat förändringsarbete. Det är de som är experter på sin arbetsmiljö.

Ohälsotalen på avdelningen är högre än på övriga företaget. Med resultat från litteratursökning, exponeringsmätningar och intervjuer med medarbetare, kan man anta att dessa kommer sjunka vid en ombyggnation som tar de arbetsmiljömässiga aspekterna i beaktande.

Av studier på arbetsmiljöinvesteringar i industrin som beaktat de ekonomiska vinsterna i form av ökad produktion och kvalitet finns goda exempel som visar på ekonomiska fördelar. I denna rapport är det dock svårt att göra en enskild ekonomisk kalkyl för arbetsmiljöinvesteringen, men den bör tydligt följas upp när ombyggnationen är gjord, för att ytterligare ge svar på eventuella ekonomiska effekter av ombyggnationen och kanske ge vägledning för framtiden.

Rekommendationen för fortsatt undersökning är att göra en uppföljande studie på avdelningen när ombyggnationen genomförts och arbetssättet implementerats. Man kan då följa upp ohälsotalen och medarbetarnas uppfattning om förändringen. Dessutom undersöka monetära nyckeltal för produktion och kvalitet och på så vis få en arbetsplats som är tillfredsställande för dagens medarbetare och attraktiv för kommande generation. Utifrån resultatet från undersökningarna i detta arbete har en kravspecifikation tagits fram för respektive arbetsmiljöfaktor som återfinns bilaga 3 i rapporten.

8 Referenser

- ABB, 2015. Framtidens kontrollrum byggs redan i Borås. Available at: <http://www.abb.com/cawp/seitp202/0b7acb6ba519dcecc12578600067492a.aspx> [Accessed April 3, 2015].
- Abrahamsson, L., 2000. Production economics analysis of investment initiated to improve working environment. *Applied Ergonomics*, 31(1), pp.1–7.
- Ager, B., Söderqvist, A. & Wiklund, M., 1981. *Morgondagens sågverk - med tonvikt på människans roll.*, Garpenberg.
- Almgren, M., 2015. Svensk stålexport når 41 miljarder -. *Verkstäderna Äldsta tidningen med nyaste tekniken*. Available at: <http://www.verkstaderna.se/kategorier/ovrigt/svensk-stalexport-okar-till-41-miljarder/> [Accessed May 14, 2015].
- Antonsson, A.-B. & Christensson, B., 2005. *Arbetsplatsens ventilation.*, Stockholm: Stockholm.
- Arbetsarkyddsstyrelsen ed., 1981. *Buller och bullerbekämpning*. [Ny uppl.], Solna: Solna : Arbetsarkyddsstyr.
- Arbetsmiljöverket, 2001. *Arbetsmiljöverkets författningssamling 2001:01 Systematiskt arbetsmiljöarbete*, Elanders Gotab Stockholm.
- Arbetsmiljöverket, 2005. *Arbetsmiljöverkets författningssamling 2005:16 Buller*, Elanders Gotab Stockholm. Available at: http://www.av.se/dokument/afs/AFS2005_16.pdf.
- Arbetsmiljöverket, 2009. *Arbetsmiljöverkets författningssamling 2009:2 Arbetsplatsens utformning*, Elanders Gotab Stockholm.
- Arbetsmiljöverket, 2012. *Arbetsmiljöverkets författningssamling 2012:2 Belastningsergonomi*, Elanders Gotab Stockholm.
- Bainbridge, L., 1983. Ironies of automation. *Automatica*, 19(6), pp.775–779. Available at: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0005109883900468> [Accessed March 19, 2015].
- Balagué, F. et al., 2012. Non-specific low back pain. *Lancet*, 379(9814), pp.482–91. Available at:

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0140673611606107>
[Accessed July 11, 2014].

- Basner, M. et al., 2014. Auditory and non-auditory effects of noise on health. *Lancet*, 383(9925), pp.1325–32. Available at:
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S014067361361613X>
[Accessed July 10, 2014].
- Bergqvist, U. et al., 1995. Musculoskeletal disorders among visual display terminal workers: individual, ergonomic, and work organizational factors. *Ergonomics*, 38(4), pp.763–776.
- Bhatnager, V., Drury, C.G. & Schiro, S.G., 1985. Posture, postural discomfort, and performance. *Human factors*, 27(2), pp.189–199.
- Bhattacharjee, A., 2012. *Social Science Research: Principles, Methods, and Practices* 2nd ed., Tampa, Florida, USA: Textbooks Collection. Book 3.
- Bodin Danielsson, C. & Bodin, L., 2009. Difference in satisfaction with office environment among employees in different office types. *Journal Of Architectural And Planning Research*, 26(3), pp.241–257.
- Boghard, M., Karlsson, S., et al., 2008. *Arbete och teknik på människans villkor* 2. uppl.. M. Bohgard, ed., Stockholm: Stockholm : Prevent.
- Boghard, M., Akselsson, R., et al., 2008. Fysikaliska faktorer. In M. Bohgard, ed. *Arbete Och Teknik På Människans Villkor*. pp. 191–307.
- Burström, L., Nilsson, T. & Wahlström, J., 2011. *Kunskapsöversikt. Arbete och helkroppsvibrationer - hälsorisker*, Available at:
http://www.av.se/dokument/aktuellt/kunskapsoversikt/RAP2011_08.pdf.
- CGM, 2015. Operator Alertness | CGM - Control Room Furnitures & Control Room Design. Available at: <http://www.cgm.se/?q=operator-alertness>
[Accessed April 12, 2015].
- Clausen, G. & Wyon, D.P., 2011. The Combined Effects of Many Different Indoor Environmental Factors on Acceptability and Office Work Performance The Combined Effects of Many Different Indoor Environmental Factors on Acceptability. *HVAC&R Research*, 14:1(March 2015), pp.103–113.
- Conway, G.E., Szalma, J.L. & Hancock, P.A., 2007. A quantitative meta-analytic examination of whole-body vibration effects on human

- performance. *Ergonomics*, 50(2), pp.228–245. Available at:
<http://dx.doi.org/10.1080/00140130600980888>.
- d’Errico, A. & Costa, G., 2012. Socio-demographic and work-related risk factors for medium- and long-term sickness absence among Italian workers. *European journal of public health*, 22(5), pp.683–8. Available at:
<http://eurpub.oxfordjournals.org/content/22/5/683> [Accessed April 21, 2015].
- Eklund, J., 1997. Ergonomics, quality and continuous improvement--conceptual and empirical relationships in an industrial context. *Ergonomics*, 40(March 2015), pp.982–1001.
- Eklund, J., 2012. *Kunskapsöversikt Syn och belysning för äldre i arbetslivet 2012:16*, Stockholm. Available at:
http://www.av.se/dokument/aktuellt/kunskapsoversikt/RAP2012_16.pdf.
- Ergonomisällskapet, E., Ergonomi. Available at:
<http://www.ergonomisallskapet.se/dokument/Ergonomi-EHSS.pdf>.
- Gardell, B., 1977. Autonomy and Participation at Work. *Human Relations*, 30(6), pp.515–533.
- Gavhed, D. & Holmér, I., 2006. *Det termiska klimatet på arbetsplatsen Arbetslivsrapport 2006:2*, Stockholm.
- Hellberg, A., 2005. *Vibrationer i arbetet: hur du minskar risken för skador*, Arbetsmiljöverket. Available at:
<https://books.google.se/books?id=iuNNYgEACAAJ>.
- Hygge, S., Kjellberg, A. & Landström, U., 2013. *Kunskapssammanställning 2013:03 Störande buller i arbetslivet*, Available at:
http://www.av.se/dokument/aktuellt/kunskapsoversikt/RAP2013_03.pdf.
- Hägg, G., Ericson, M. & Odenrick, P., 2008. Fysisk belastning. In M. Boghard, ed. *Arbete och teknik på människans villkor*. Stockholm : Preventi, pp. 129–188.
- Ivergard, T., 2009. *Handbook of Control Room Design and Ergonomics* 2nd ed. B. Hunt & T. Ivergard, eds., CRC Press.
- Ivergård, T. & Hunt, B., 2009a. Design of Controls. In B. Hunt & T. Ivergard, eds. *Handbook of Control Room Design and Ergonomics*. CRC Press, pp. 133–151.

- Ivergård, T. & Hunt, B., 2009b. Models in Process Control. In B. Hunt & T. Ivergård, eds. *Handbook of Control Room Design and Ergonomics*. CRC Press, pp. 11–42.
- Jahncke, H., 2012. Open-plan office noise: The susceptibility and suitability of different cognitive tasks for work in the presence of irrelevant speech. *Noise and Health*, 14(61), pp.315–320. Available at: <http://www.noiseandhealth.org/article.asp?issn=1463-1741>.
- Johanning, E., 2015. Whole-body vibration-related health disorders in occupational medicine – an international comparison. *Ergonomics*, pp.1–14. Available at: <http://dx.doi.org/10.1080/00140139.2015.1005170>.
- Johansson, B., 2002. *Buller och bullerbekämpning*. 4., utökad., Stockholm: Stockholm: Arbetsmiljöverket.
- Johansson, J. et al., 2008. *Produktions- och arbetsorganisation* 2. uppl.. M. Bohgard, ed., Stockholm : Prevent.
- Kantermann, T. & Roenneberg, T., 2009. IS LIGHT-AT-NIGHT A HEALTH RISK FACTOR OR A HEALTH RISK PREDICTOR? *Chronobiology International*, 26(6), pp.1069–1074. Available at: <http://informahealthcare.com/doi/abs/10.3109/07420520903223984>.
- Klein, J.A., 1984. Why supervisors resist employee involvement. *Harvard Business Review*, 62, p.87.
- Levchuk, I. et al., 2012. Needs of ergonomic design at control units in production industries. *Work: A Journal of Prevention, Assessment and Rehabilitation*, 41(0), pp.1594–1598. Available at: <http://dx.doi.org/10.3233/WOR-2012-0358-1594>.
- Lowden, A. & Åkerstedt, T., 2012. Assessment of a New Dynamic Light Regimen in a Nuclear Power Control Room Without Windows on Quickly Rotating Shiftworkers—Effects on Health, Wakefulness, and Circadian Alignment: A Pilot Study. *Chronobiology International*, 29(5), pp.641–649. Available at: <http://dx.doi.org/10.3109/07420528.2012.675850>.
- Matthiassen, S.E., 2007. *Ergonomi för ett gott arbete* 1. uppl.. S. E. Mathiassen 1954-, ed., Stockholm: Stockholm : Prevent.
- Mulder, M., 2011. *Sjukskrivning i olika yrken Socialförsäkringsrapport 2011:17*, Stockholm: Försäkringskassan.

- Månsson, L., Schönbeck, Å. & informationsdesign, B. eds., 2003. *Ljus & rum : planeringsguide för belysning inomhus*, Stockholm: Stockholm : Ljuskultur.
- Neuman, J.E., 1989. Why people don't participate in organizational change. *Research in Organizational Change and Development*, 3, pp.181–212.
- Nylén, P., 2012. *Syn och belysning i arbetslivet* 1. uppl., Stockholm: Stockholm : Prevent.
- Osvalder, A.-L. & Ulfvengren, P., 2008. Människa-tekniksystem. In M. Bohgard, ed. *Arbete Och Teknik På Människans Villkor*. Stockholm : Prevent, pp. 339–422.
- Outokumpu, Det här är Outokumpu. Available at: [http://www.outokumpu.com/SiteCollectionDocuments/This_is_Outokumpu_brochure_SWE.pdf#search=det h%C3%A4r %C3%A4r outokumpu](http://www.outokumpu.com/SiteCollectionDocuments/This_is_Outokumpu_brochure_SWE.pdf#search=det+h%C3%A4r+%C3%A4r+outokumpu) [Accessed February 22, 2015].
- Pers, B.-E., 2014. Stål formar en bättre framtid. Available at: http://www.jernkontoret.se/ladda_hem_och_bestall/publikationer/stal_och_s talindustri/index.php.
- Prevent, 2013. Få utnyttjar höj- och sänkbara skrivbord| Prevent - Arbetsmiljö i samverkan. *Arbetsliv*. Available at: <http://www.prevent.se/Arbetsliv/Artikel/2013/Fa-utnyttjar-hoj--och-sankbara-skrivbord/> [Accessed April 17, 2015].
- Ranhagen, U., 1986. *Utveckling av samspel mellan människor och teknik*, Trollhättan, SAAB-Scania.
- Reiman, T. & Rollenhagen, C., 2010. Identifying the typical biases and their significance in the current safety management approaches. *10th International Conference On Probabilistic Safety Assessment And Management 2010, Psam 2010*, pp.2186–2197.
- Rubenowitz, S., 2004. *Organisationspsykologi och ledarskap* 3., [omarb., Lund: Lund : Studentlitteratur.
- Smolders, K.C.H.J. & de Kort, Y.A.W., 2014. Bright light and mental fatigue: Effects on alertness, vitality, performance and physiological arousal. *Journal of Environmental Psychology*, 39, pp.77–91. Available at: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0272494413001060> [Accessed April 12, 2015].

- Spector, P.E., 1986. Perceived Control by Employees: A Meta-Analysis of Studies Concerning Autonomy and Participation at Work. *Human Relations*, 39(11), pp.1005–1016. Available at: <http://hum.sagepub.com/cgi/content/long/39/11/1005> [Accessed November 23, 2014].
- Thorsrud, E., 1968. Socio-Technical Approach to Job Design and Organizational Development. *Management International Review*, 8(4/5), pp.120–131 CR – Copyright © 1968 Springer. Available at: <http://www.jstor.org/focus.lib.kth.se/stable/40226988>.
- Thylefors, I., 2008. Psykosocial arbetsmiljö. In M. Boghard, ed. *Arbete Och Teknik På Människans Villkor*. Stockholm : Prevent, pp. 19–69.
- Toomingas, A., 2014. A definition of visual ergonomics. *Applied ergonomics*, 45(4), pp.1263–4. Available at: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0003687014000386> [Accessed January 31, 2015].
- Toomingas, A., Mathiassen, S.E. & Wigaeus Tornqvist, E., 2008. *Arbetslivsfysiologi*.
- Torén, K., Albin, M. & Järvholm, B., 2012. *Systematiska kunskapsöversikter; 2. Exponering för helkroppsvibrationer och uppkomst av ländryggssjuklighet*, Arbets-och miljömedicin, Göteborgs universitet. Available at: <https://gupea.ub.gu.se/handle/2077/28999> [Accessed March 12, 2015].
- Wickens, C.D. et al., 2004. *An introduction to human factors engineering* 2. ed.. C. D. Wickens, ed., Upper Saddle River, NJ: Upper Saddle River, NJ : Prentice Hall International.
- Wilson, J.R., 1991. Participation—A framework and a foundation for ergonomics? *Journal of Occupational Psychology*, 64(1), pp.67–80.
- Wilson, J.R. & Haines, H.M., 1997. Participatory ergonomics. In G. Salvendy, ed. *Handbook of Human Factors and Ergonomics*. New York: Wiley, pp. 490–513.
- Zetterberg, C., Forsman, M. & Richter, H., 2013. Effects of visually demanding near work on trapezius muscle activity. *Journal of Electromyography & Kinesiology*, 23(5), pp.1190–1198.
- Åkerstedt, T., 2008. Arbete som stör dygnsrytmen. In *Arbetslivsfysiologi*. pp. 279–306.

Intervjumall om arbetsmiljöförhållanden i operatörshytterna

Syn och belysning

1. Hur upplever du belysningen i kontrollrummet idag?
2. Är arbetsuppgifterna synkrävande?
3. Är belysningen tillfredsställande till de arbetsuppgifter som utförs?
4. Upplever du bländning eller att du får kisa vid något arbetsmoment, i så fall när?
5. Förekommer reflexer eller blänk på arbetsytorna?
6. Uppstår skuggor som stör vid arbetsutförandet?
7. Händer det att du drabbas av huvudvärk i samband med arbete i kontrollrummet?
8. Kan du se färger tydligt i rummet?

Ventilation och termiskt klimat

1. Hur upplever du temperaturen i operatörshytten? För varmt/kallt?
2. Hur stor del av arbetspasset uppskattar du utförs stillasittande?
3. Förekommer drag från dörrar eller ventilationsanläggning?
4. Känns det som att tilluften når hela rummet?
5. Hur upplever du luftkvaliteten i operatörshytten?
6. Är det känt vem som sköter och kontrollerar ventilationssystemet?

Vibrationer

1. Upplever du vibrationer i kontrollrummet?
2. Har du symtom i form av kalla fingrar eller s.k. vita fingrar?
3. Har du problem med rygg eller nacke?
4. Kan vibrationer vara till hjälp i form av varningssignal?

Buller

1. Hur upplever du ljudnivån i operatörshytten?
2. Upplevs ljudet som störande?
3. Kan ljudet vara till hjälp i form av varningssignaler?

Ergonomi (belastning)

1. Hur upplever du utrustningen/möblerna vid operatörsplatsen?
2. Har du problem med rygg eller nacke i samband med operatörsarbetet?

3. Är det lätt att nå alla manöverdon som krävs?
4. Finns möjlighet att välja mellan stående och sittande arbete?
5. Skulle du vilja ha möjlighet att variera stående och sittande arbete?

Ergonomi (kognition)

1. Ställer arbetet stora krav på koncentration?
2. Finns i så fall möjligheten att koncentrera sig på sin uppgift?
3. Hur skulle du känna att arbeta i ett större rum där fler människor rör sig?
4. Hur vill du arbeta med information mellan medarbetare och i arbetsprocessen?
5. Hur skulle du känna att arbete på distans från själva slipningen?
6. Vilken information skulle vara viktig att få med sig från idag vid arbete en bit bort från processen?
7. Hur upplever du en ökad grad av automatisering i processen där slipning och avsyning sker mer automatiskt än idag?

Allmänt

Beskriv arbetsmiljön i operatörshytterna med några ord

Om du skulle tänka helt fritt, hur skulle din framtida arbetsplats i ett kontrollrum se ut?

Observationspunkter

Syn och belysning

1. Möjlighet till dagsljusinsläpp
2. Möjlighet till avskärmning av störande ljus
3. Individuell reglering av belysning
4. Flimmer från belysningen
5. Renhållning ljusarmaturer

Ventilation/termiskt klimat

1. Justering av temperatur i operatörshytten
2. Renhållning ventilationsdon

Ergonomi

1. Utrustning inventarier. Individuella inställningsmöjligheter.
2. Arbetsställningar

Förteckning över instrument för exponeringsmätningar

Vibrationsmätare

SVAN 948 samt sittplatta för mätning av helkroppsvibrationer i 3 riktningar.

Luminans och belysningsstyrka

Ljusmätare S2-Hagner.

Lufthastighet och temperatur

TSI VelociCalc modell 8360

Ljudnivåmätare

Ljudnivåmätare Brüel & Kjaer.

Checklista för utformning av kontrollrum

I bilaga 3 presenteras checklistor i punktform för respektive arbetsmiljöfaktor. Checklistorna är tänka att kunna användas i en ombyggnadsprocess för att stämma av att varje arbetsmiljöfaktor projekteras för.

Följande faktorer presenteras;

1. Psykosociala faktorer
2. Kognitiv ergonomi
3. Belastningsergonomi
4. Syn- och belysningsergonomi
5. Buller
6. Vibrationer
7. Termiskt komfortklimat

1. Rekommendationer för psykosociala faktorer vid utformning av nytt kontrollrum

- ✓ Ha en ständigt pågående dialog i olika former under projektets gång.
Exempelvis;
 - Tavelmöten med fokus på projektet
 - Workshops
 - Dialog med andra avdelningar i företaget som genomfört förändringar.
 - Skriftlig information
- ✓ Ha tydlig information hur projektet fortskrider som medarbetarna får ta del av och ha chansen att göra sin åsikt hörd vid behov.
- ✓ Säkerställ tekniken i utrustning som ska användas innan anläggningen sätts i drift så man har driftssäkerhet.
- ✓ Ge medarbetarna chansen att träna i simulatorer för att känna trygghet i systemet och redan tidigt påpeka brister i funktioner etc.
- ✓ Skapa ett team i sliphallen som har nära samarbete och hög grad av inflytande i processen.
- ✓ Utforma arbetsuppgifter som varierar och därmed stimulerar till känsla av medinflytande och självständighet.
- ✓ Utforma arbetsuppgifter som ger variation i det fysiska utförandet.

2. Rekommendationer för kognitiva faktorer vid utformning av nytt kontrollrum

Arbetsmomenten redovisas i punktform och för varje moment bör frågor som finns nedan kunna besvaras, alternativt fortsätta utredas med avseende på överföringen mellan människa-teknik.

1. Starta upp/ stanna systemet
 2. Kontrollera, manövrera och reglera processen (själva slipningen)
 3. Kontrollera, övervaka och agera vid behov (även vad som sker i övriga hallen)
 4. Dokumentera och rapportera
 5. Reparera och underhålla
 6. Planera, programmera och analysera
-
- ✓ Vet operatören hur den ska göra och vad den avser och önskar att göra?
 - ✓ Kan operatören få rätt återkoppling av vad som händer?
 - ✓ Förstår operatören hur den ska agera vid förändringar eller störningar?
 - ✓ Förstår operatören hur processen förändras vid korrigeringar?
 - ✓ Känns den information som ges meningsfull och är den lätt ta till sig och använda sig av?

3. Rekommendationer för belastningsergonomiska faktorer vid utformning av nytt kontrollrum

- ✓ Utforma arbetsuppgifter som ger möjlighet till fysisk variation. Gärna arbete som varierar i kontrollrummet och i produktionshallen.
- ✓ Skrivbordet och skärmar ska kunna anpassas till den enskilde individen. Gärna genom automatiska inställningar för den enskilde genom en minnesfunktion.
- ✓ Skrivbord. Möjlighet att stå och arbeta, utrymme för underarmsstöd på skrivbordet. Väl anpassat utrymme för reglage och skärmar. Ha i åtanke människors olika fysiska förutsättningar.
- ✓ Stolar. Inställning för rygg, underarmsstöd, stöd för fötterna, höjd, lutning.
- ✓ Väl tilltaget utrymme runt arbetsplatsen.
- ✓ Utformning av reglage och manöverdon. Användarvänlighet och anpassning till olika människors förutsättningar med avseende på greppbarhet och storlek
- ✓ Arbete med manöverdon ska ske framför och nära kroppen.

4. Rekommendationer för syn- och belysningsfaktorer vid utformning av nytt kontrollrum

- ✓ Planering av kontrollrummets fysiska placering för möjlighet till dagljus och utblick
- ✓ Fördelning mellan luminans från arbetsobjekt till omgivande ytor är 5:3:1
- ✓ Belysningsstyrka som minst uppgår till 500 lux enligt rekommendationer för provning, mätning och kontroll
- ✓ Belysningsstyrka reglerbar till minst 500lux och färgåtergivning på 80 R_a samt ett UGR_l – värde som inte överstiger 22.
- ✓ Säkerställ att bländning, skuggor och reflexer inte förekommer i arbetsområdet, exempelvis genom felplacerade armaturer från omgivningen eller solbelysta ytor
- ✓ Belysning som regleras automatiskt efter dygnets timmar för att höja uppmärksamheten och vakenhetsgraden på natten.
- ✓ Använd gråskala vid illustration av arbetsprocessen på skärmar.
- ✓ Individuellt anpassningsbart ljus vid arbetsstationen som ställs in automatiskt när respektive operatör påbörjar arbetet, exempelvis genom en förprogrammerad ”tag”.
- ✓ Vid återgivning via kamera ställs stora krav på bildkvalitet och stabilisering av bilden samt att man kan styra kameran för att få övervakning där operatören önskar.
- ✓ Behaglig fördelning av ljuset i övriga kontrollrummet som kan regleras upp till minst 500 lux.
- ✓ Tydligt utformat underhåll av belysningsarmaturer.

5. Rekommendationer för bullerfaktorer vid utformning av nytt kontrollrum

- ✓ Byggnadselementen ska dämpa ljud av både hög- och lågfrekvent karaktär samt dämpa för stomljud som kan fortplantas från övriga byggnaden.
- ✓ Fjärrstyr processen genom att placera lokalen med avstånd från bullerkällan.
- ✓ Operatörsplatser ska kunna avskärmas från pausrum och övrig aktivitet i kontrollrummet.
- ✓ De olika operatörsplatserna ska vara möjliga att avskärma från varandra för individuella önskemål om ljudnivå.
- ✓ Högsta godtagbara ekvivalenta ljudtrycksnivå i rummet bör eftersträva rekommendationer från Arbetsmiljöverket för kontor på 40dB(A).
- ✓ Utformning av tekniskt system så ljud riktas enbart mot operatören som har nytta av ljudet och inte stör andra i lokalen.
- ✓ Ljudabsorbenter i tak och på väggar för behaglig ljudmiljö.
- ✓ Inkapsling av ljudalstrande maskiner inne i kontrollrummet.
- ✓ Ljuddämpande golvkonstruktion.
- ✓ Tydligt underhållsprogram för ventilationsanläggningar.
- ✓ Utformning och upprätthållande av ljudpolicy i kontrollrummet .
- ✓ Utformning av larmsystem som på teknisk väg kan överföra larmsignaler av ljudkaraktär till operatören.

6. Rekommendationer för vibrationsfaktorer vid utformning av nytt kontrollrum

- ✓ Placering av kontrollrummet på avstånd från arbetsprocessen som alstrar vibrationerna.
- ✓ Vibrationsisolering av kontrollrummet vid fortsatt placering nära processen som utgörs av;
 - En abrupt förändring av vibrationen längs utbredningsvägen
 - Isolator – ett vekt element längs utbredningsvägen
 - Spärrmassa – ett styvt tungt element längs vägen.
- ✓ Operatörsstolar med vibrationsisolerande sits.
- ✓ Vibrationer som varningssignal bör överföras från processen till kontrollrummet med teknisk lösning.

7. Rekommendationer för termiskt komfortklimat vid utformning av nytt kontrollrum

- ✓ Reglerbar temperatur mellan 20°-26°C
- ✓ Golvtemperatur som inte underskrider 16°
- ✓ Lufthastighet mellan 0,1-0,2 m/s
- ✓ Avskärmning mot solinstrålning.
- ✓ Inkapsling av värmealstrande utrustning såsom hårddiskar och skrivare.
- ✓ Omblandande ventilation med ett tilluftsflöde på minst 7 lit/sek och person samt 0,35 lit/sek och m² golvyta i lokalen.
- ✓ Ett balanserat ventilationssystem som transporterar bort lika mycket som tillförs till lokalen.
- ✓ Tydliga och väl kända underhållsprogram av ventilation och ac-anläggningar.

Frågor som ska klargöras tydligt i samråd med operativ personal;

8. Vilka arbetsmoment utöver slipning kommer att ske i kontrollrummet?
9. Vilka andra arbetsuppgifter har operatörerna utöver slipningen?
10. Hur kommer annan personal att röra sig i lokalen? Uppstår drag från dörrar?
11. Var kommer operatörernas arbetsplatser att placeras i lokalen och var placeras ventilationsdonen?
12. Hur långt sträcker sig de tekniska möjligheterna att göra individuella justeringar vid operatörsplatserna med avseende på temperatur och ventilation?
13. Ska operatörsplatserna där man sitter mer stilla avskärmas från andra ytor i lokalen för att kunna göra individuella inställningar?
14. Vilka arbetskläder kommer att användas vid arbetet med slipningen?
Samma som vid arbete ute i sliphallen eller tar man av sig vid inträde i kontrollrummet?