

Anläggningsarbete på vattenkraft

*En studie av arbetsmetoder och förbättringsarbete inom installation av
elektromekanisk utrustning*

Per Sterling
2014

Civilingenjörsexamen
Industriell ekonomi

Luleå tekniska universitet
Institutionen för ekonomi, teknik och samhälle

Anläggningsarbete på vattenkraft – En studie av arbetsmetoder och förbättringsarbete inom installation av elektromekanisk utrustning.

Per Sterling

Industriell ekonomi, Civilingenjörsutbildningen – Luleå Tekniska Universitet
--

Sammanfattning

Syftet med denna uppsats är att undersöka förbättringar vid framtagning av arbetsmetoder för arbete på vattenkraftsmaskiner. Målet är att klarlägga hur leverantörer av elektromekanisk utrustning arbetar med projektgenomföring och ge rekommendationer hur dessa gynnas av förbättrade arbetsmetoder.

Författaren har valt att undersöka följande frågeställningar under projektets genomförandefas ute på anläggning:

1. Vilka arbetsmetoder främjar ett framgångsrikt montagearbete på anläggning?
2. Hur kan dessa arbetsmetoder stärka projektgenomföringen för leverantörsorganisationen som utför detta montagearbete?

Den empiriska informationen har tagits fram med en kvalitativ metod som baserar sig på sex stycken semistrukturerade intervjuer med sex personer. Intervjuerna utfördes enskilt. Ett försök med användning av kaizen för att skapa arbetsmetoder på montage utfördes som en empirisk illustration och bidrar till att skapa en analysmodell av det empiriska materialet.

Resultatet visar att den gemensamma värderingen från intervjustudien är att arbetsledningen ute på anläggning har en nyckelroll eftersom den ansvarar för en kritisk del av projektgenomföringen. Vidare ses också leveranssäkerhet som en viktig faktor som påverkar installationsarbetet på anläggning.

Den empiriska illustrationen visar att då arbetsledningen själva får välja arbetssätt kan en effektivare resurshantering och kvalitet uppnås för arbetslaget ute på anläggning.

Presenterade förslag på förbättringar är att skapa förutsättningar för samarbete mellan alla ingående funktioner i värdekedjan, från konstruktion till installation. Alla funktioner ska då utgå ifrån samma principer inom projektet. Dessa principer ska definiera vad som ska levereras och när det ska ske. Utifrån detta kan värdeflödet byggas behovsbaserat och värdekedjan bli mer *lean*.

Arbetet med installation på anläggning kan då byggas med lean-principer och samverka med hela projektgenomföringen för få sina behov tillgodosedda.

Dock kan förbättringsåtgärder med arbetsmetoder ute på anläggning utföras med gott resultat även om alla förutsättningar inom organisationen inte finns på plats.

Abstract

The object of this thesis is to investigate improvements concerning developments of working methods for on-site installation of hydropower electro mechanics. The purpose is to clarify how the suppliers conduct the project execution and present recommendations how they could benefit from improved working methods.

Following research questions has been selected in order to investigate the site installation phase of the project execution:

1. Which working methods supports successful site installation?
2. How can these working methods strengthen the project execution for the supplier organisation?

The empirical data has been gathered through a qualitative method based on six semi-structured interviews. These interviews have been conducted individually. A field study in use of Kaizen to create working methods on site installation has been conducted as an empirical illustration. This contributes to a model for analysis of the empirical data.

The results of the empirical studies shows a common understanding that the site manager hold a key role in whether the installation phase is successful or not as this phase is critical in the project execution. Furthermore is supply reliability an important factor affecting the site installation.

The empirical illustration shows that when site management is able influence working methods resources could be used more efficient and higher quality could be achieved.

Presented proposals for improvement is to establish environments for closer collaboration between all functions within the value chain. All these functions should work with the same basic principals in the project execution. These principals should define *what* should be delivered and *when*. From these principals a lean supply chain could be formed, based on needs.

Site installation as a part of a supply chain based on lean principals would benefit all activities within the project execution.

Improvements of working methods for site installation could be achieved with good results even though if not all condition are met within the organisation.

Innehållsförteckning

1. Inledning	1
1.1 Bakgrund	1
1.2 Vattenkraften i Sverige	1
1.3 Nulägesbeskrivning	2
1.4 Problemdiskussion	3
1.5 Syfte	4
1.5.1 Forskningsfrågor	5
1.5.2 Avgränsningar	5
2. Metod	6
2.1 Inledande metodteori	6
2.1.1 Datainsamling	7
2.1.2 Litteraturstudie	8
2.1.3 Övrig datainsamling	9
2.2 Analys	9
2.3 Metodvalsdiskussion	9
2.3.1 Intervju	9
2.3.2 Empirisk illustration	9
3. Teori	10
3.1 Kvalitetsutveckling	10
3.2 Lean	12
3.3 Kaizen	13
3.4 Projektgenomföring	14
3.5 Referensram	15
4. Empiri	17
4.1 Nulägesbeskrivning	17
4.1.1 Personalhantering	18
4.1.2 Avvikelsehantering	18
4.1.3 Framgångsfaktorer för lyckat montagearbete	19
4.2 Arbetsmetoder	20
4.3 Organisation	22
4.4 Värdekedja	22
4.5 Empirisk illustration av kaizen på montage	23
4.5.1 Bakgrund	23
4.5.2 Metoder och arbetssätt	24
4.5.3 Differentiering av mudalisering	25
4.5.4 Uppföljning och utvärdering	25
4.5.5 Jämförelse mot nyckelfaktorer	27
4.5.6 Organisation och värdekedja	27
5. Analys	28
5.1 Analysmodell	28
5.2 Montageledaren som nyckelroll	29
5.3 Kvalitetskrav	31
5.4 Effektiv resurshantering	32
5.5 Skapa arbetsmetoder genom Kaizen-principer	33
6. Slutsatser och diskussion	34
6.1 Projektgenomföring och organisation	34
6.2 Utveckling av arbetsmetoder på site	35
6.3 Förslag på fortsatta studier	35

7. Referenser 36

1. Inledning

Detta avsnitt ges läsaren en introduktion inom området montage på vattenkraftstationer. Den nordiska marknaden beskrivs och uppsatsens syfte presenteras.

1.1 Bakgrund

I Norden finns det ett arv från den industri som försåg marknaden med vattenkraft från början av 1900-talet.

Den installerade vattenkraftskapaciteten ökade kraftigt i Norden från 1900-talets början fram till 1980-talet (Spade 2008). De svenska och norska företag som var världsledande under denna tid har nu genom fusioner och förvärv ingått i ett fåtal globala koncerner.

Idag bedriver företagen konstruktion, inköp och installation i Norden. Den mer arbetskraftsintensiva tillverkningen har med rådande löneläge flyttats från norra och västra Europa till lågkostnadsländer. Majoriteten av tillverkningen sker idag i Asien och Östeuropa under ledning av globala företag. Detta har bidragit till att värdekedjans funktioner har spridits ut geografiskt. Företagen står därför inför stora utmaningar att behålla produktkunskap och erfarenhetsåterföring inom organisationerna.

Idag har Sverige, Norge och Finland en stor installerad vattenkraftskapacitet där många av anläggningarna är över 50 år gamla och därför finns det ett ständigt behov av översyn och service. Marknaden i Norden anses vara mättad. Det innebär få nybyggen av vattenkraftverk och mer service samt renoveringar av existerade anläggningar.

1.2 Vattenkraften i Sverige

Forsgren (1990) beskriver bygget av Bodens kraftverk 1967-72 som det första "civiliserade bygget" i sin bok om vattenkraftutbyggnaden av Luleälven. Där rådde inga extrema faktorer, så som fjällstormar och väglösa land, utan kom till att bli ett industrialiserat byggande. Färdigbockade armeringsjärn kom direkt från NJA stålverk i Luleå och kraftverket låg mitt i en stad. Arbetarna kunde glädjas av plywoodskivor för betongformarna istället för lösvirke.

Boken beskriver en lång väg av utveckling och tekniska innovationer som förenklat byggandet under 100 år av vattenkraftsutbyggnad i Luleälven.

Spade (2008) beskriver den tekniska utveckling av turbinen som den allra främsta framgångsfaktorn bland leverantörsorganisationerna under 1900-talet första hälft. Under denna tid var möjligheten att tillgodogöra effekten från olika fallhöjder den stora tekniska utmaningen. Då var verkningsgraden på turbinerna ca 80 % (Forsgren 1990). Den har sedan ökat till omkring 90 % runt 1940-talet för att nå 99,5 % i dagen turbiner.

Idag finns potential för en större utbyggnad av vattenkraft i Sverige (IVA 2002). Vattendomar och andra juridiska processer gör att ägarna av kraftverken är skeptiska mot stora satsningar som nya vattenkraftverk innebär. Istället görs ofta uppgraderingar av aggregat vid större renoveringar.

Forsgren (1990) ger bilden av tekniska framsteg och stora mobiliseringar av personal för att kunna tillgodose det ökande behovet av elektricitet mellan 1900-talet början fram till 1980-talet. Dagens situation med stor installerad kapacitet kräver ett annorlunda synsätt av hur arbete utförs på vattenkraftsmaskiner. Därtill finns en ökad konkurrenssituation och högre kvalitetskrav. Det ställer krav på leverantörerna att skapa konkurrenskraftiga organisationer för att tillgodose kundernas behov. Därför behövs kvalitetsutveckling inom organisationerna för att möta nutidens utmaningar.

1.3 Nulägesbeskrivning

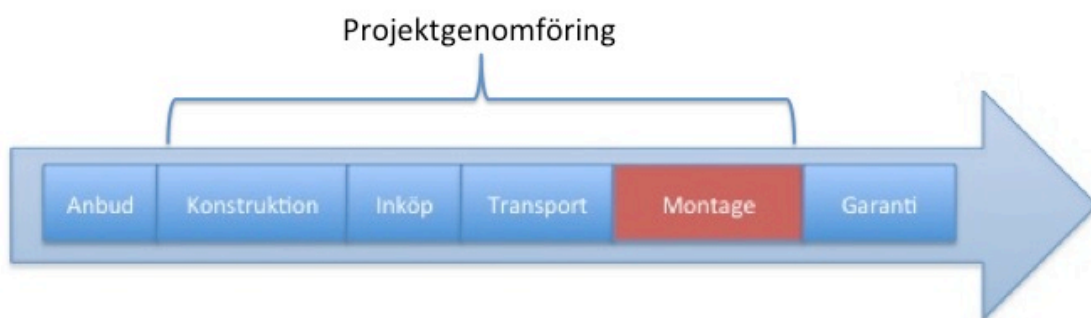
Examensarbetet behandlar genomförande av montage, reparation och renovering av vattenkraftsmaskiner på vattenkraftsstationer.

Arbetet på vattenkraftstationerna innefattar service och förnyelse av vattenkraftsmaskiner samt leverans av elektromekaniska huvudkomponenter bestående av generator och turbin. Montage som benämning inom projektorganisationen används även för den delaktivitet inom projektet som utgör montering och/eller reparation av vattenkraftsmaskinen ute på anläggningen.

Ägarna av kraftverken (definierat beställare i projektförhållande) planerar servicearbeten på kraftverken genom att initiera en tillståndskontroll av maskinerna för att skapa ett underlag för vilka åtgärder som ska utföras. Detta sammanställs till en teknisk specifikation som utgör basen för en förfrågan (anbudsunderlag).

Leverantörerna svarar på denna förfrågan genom att skicka in anbud. Därefter väljer beställaren sin leverantör utifrån, i förfrågan nämnda kriterier, exempel på detta är; pris, teknisk lösning och leveranstid.

Då anbudet vunnits av en leverantör skrivs kontrakt mellan leverantör och beställare utifrån förfrågningsunderlaget och de förhandlingar som utförts. Sedan börjar projektgenomföring, se figur 1. Anbud utgör starten på projektgenomföringen och målet är att färdigställa leveransen så maskinen kan lämnas över till beställaren för kommersiell drift i en garantiperiod.



Figur 1. Projektgenomföringens faser för leverantörsorganisationen.

En del arbete som utförts i anbudsfasen kan också komma till nytta för projektgenomföringen då beställaren ofta ställer krav på att presentera preliminära tid- och kvalitetsplaner i anbudet. Efter kontraktsskrivning görs en överlämning av förhandlingsprotokoll och andra överenskommelser med beställaren till projektledaren. Projektledaren som har som uppgift att leda projektgruppen genom projektfaserna fram till projektets färdigställande. I konstruktionsfasen konstruerar och beräknar konstruktionsavdelningen de ingående delarna enligt den tekniska specifikation som

utgör en del av kontraktet. Inköpsavdelningen köper in dessa delar enligt underlag från konstruktionsavdelningen. Dessa delar transporteras till anläggningen enligt en transportplan. Syftet med transportplanen är att få rätt delar i rätt tid.

Projektgenomföringen kan relateras till värdekedja eftersom alla faser i projektet utgör en kedja av värdeskapande aktiviteter som tillsammans skapar ett värdeflöde.

Montageledaren med sitt arbetslag utför montage, den projektfas som sker ute på anläggning. De utför byten och/eller reparationer av komponenter i maskinen enligt den tekniska specifikationen. Vidare har de som uppgift att färdigställa maskinen så att den kan tas i drift i enlighet med kontraktet. De ansvarar även för att säkerställa kvaliteten och funktionaliteten av maskinen.

Leverantörer som tillverkar, monterar och levererar elektromekanisk utrustning i projektform definieras som leverantörsorganisationer.

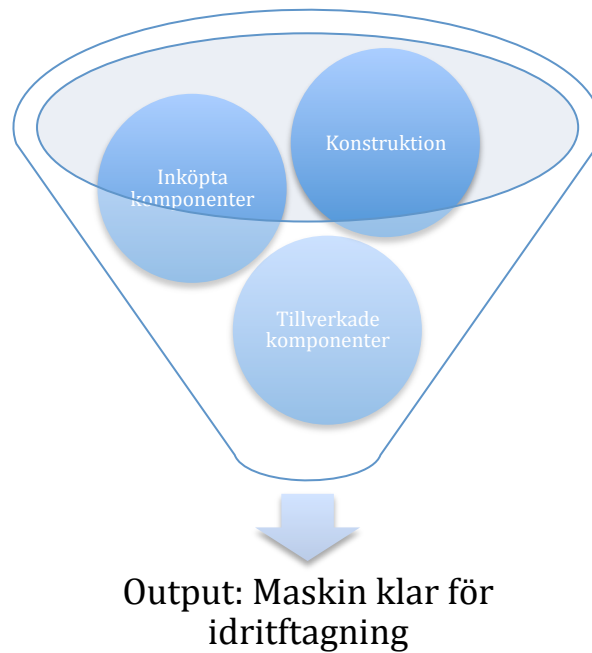
Alla de projektfaser som utgör leverantörsorganisationens värdekedja skapas direkt av kundbehov. Leverantörer levererar bara det som beställaren efterfrågar enligt kontraktets tekniska specifikation.

1.4 Problemdiskussion

Beställarnas krav på dokumentation av utfört arbete och kvalitetskontroll ökar. Likaså ökar krav på korta stopptider av anläggningen. För att tillmötesgå dessa krav står leverantörsföretagen inför utmaningar med att påskynda lärande och säkerställa metodiska arbetssätt för montörer och arbetsledare.

Leverantörsföretagen som tidigare varit mindre aktörer på den lokala marknaden och numera ingår i globala koncerner har fått högre krav på projektgenomföring. I dessa globala organisationer sker projektgenomföring i tydligt definierade processer. Den operativa delen av projektgenomföringen, montage, saknar ofta styrning enligt dessa processer. Därför krävs att leverantörsorganisationen utvecklar och förbättrar arbetsmetoderna för montage för att uppnå konkurrenskraft och framgång.

Montagearbete är en kostnadsintensiv och tidskritisk del av projektgenomföringen. Inom denna aktivitet tillförs värde i form av arbete. Som visas i figur 1 leder alla tidigare aktiviteter; anbud, konstruktion, inköp och transport, i projektgenomföringen fram till montage. Där ska allt detta arbete samverka till att montage kan utföra sin del i projektgenomföringen. Hur denna del utförs är därmed betydelsefull för hela värdekedjan.



Figur 2. Input till montage genererar en färdig maskin som output.

Det värdeskapande arbetet som tidigare skett i värdekedjan bildar de ingående värdena till montage, visat i figur 2. Dessa består av komponenter och konstruktion. Genom att montera ihop komponenter enligt konstruktion påför montage ytterligare värde för att kunna leverera en maskin som är klar för att sättas i drift. Målsättningen med montage som en aktivitet i projektgenomföringen är att kunna göra detta, utan kvalitetsavvikelse, inom givna tidsgränser.

Projektgenomföringen omfattas av tre områden som kan liknas vid nivåer; organisation, värdekedja och arbetsmetoder. Montage som en del av projektgenomföringen påverkas av alla dessa tre:

1. Hur företaget är organiserat och hur montage är en del av denna organisation.
2. Montage är beroende av att de tidigare leden i värdekedjan skapar förutsättningar för att kunna genomföra montagearbetet framgångsrikt.
3. Vilka arbetsmetoder som används under montage och hur de syftar till att bidra till det värdeskapande arbetet i projektgenomföringen.

Examensarbetet ansats är att analysera leverantörsorganisationen utifrån dessa tre nivåer.

1.5 Syfte

Denna uppsats har till syfte att belysa nyttan av att utveckla arbetsmetoder för montagearbete på anläggning och beskriva hur detta kan stärka projektgenomföringen och värdekedjan för leveransorganisationer.

1.5.1 Forskningsfrågor

1. Vilka arbetsmetoder främjar ett framgångsrikt montagearbete på anläggning?
2. Hur kan dessa arbetsmetoder stärka projektgenomföringen för leverantörsorganisationen som utför detta montagearbete?

1.5.2 Avgränsningar

Montage och de aktiviteter som sker på anläggning är de delar av projektgenomföringen (se figur 1) som berörs i examensarbetet. Likaså berörs endast renovering och arbete på redan befintlig utrustning. Nybyggnationer och rutinunderhåll berörs ej. Geografiska begränsningar är den svenska och norska marknaden.

2. Metod

Detta avsnitt beskriver valet av undersökningsansatser. Valet av litteraturstudie diskuteras utifrån tillförlitlighet. Insamling av information från personer behandlas så att den kan användas för att jämföra teoretiska modeller och metoder från forskning utförd inom andra arbetsområden.

2.1 Inledande metodteori

Hartman (2004) skiljer på kvantitativa och kvalitativa undersökningar. Numeriska relationer mellan egenskaper karakteriserar kvantitativa undersökningar. Kvalitativa undersökningar karakteriseras av att skapa förståelse för livsvärden hos en enskild eller en grupp av individer.

Kvantitativa undersökningar kan delas in i två grupper; experimentella och icke experimentella undersökningar. Där de icke experimentella undersökningarna utgår från att ej manipulera påverkande faktorer utan endast utför iakttagelser av individer eller förlopp. Enligt Hartman (2004) innebär det en korrelations- och explorativ undersökning där informationssamlingen bildar en grund för en hypotestestande undersökning.

Patel (2010) delar in den kvalitativa bearbetningen i två typer av statistik; deskriptiv och hypotesprövande statistik. Den deskriptiva statistiken belyser då genom siffror forskningsämnet och den hypotesprövande typen används för att testa statistiska hypoteser.

För att skapa en relation mellan teori och empiri finns enligt Patel (2010) tre centrala begrepp; deduktion, induktion och abduktion. Dessa anger alternativa sätt för forskaren att relatera teori och empiri.

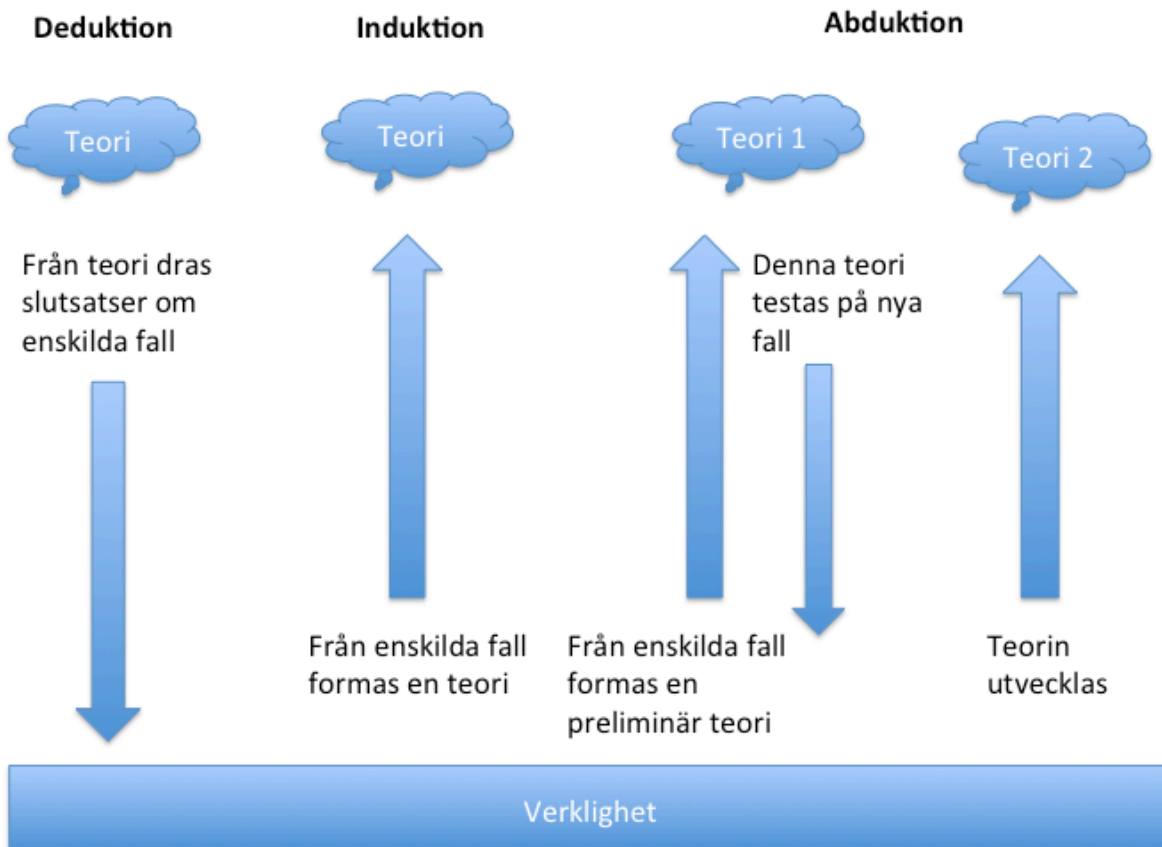
Att arbeta deduktivt innebär att följa bevisandets väg. Ur de redan existerande principerna och teorierna dras slutsatser om enskilda företeelser. Ett hypotetiskt-deduktivt arbetssätt innebär att från befintliga teorier härleda hypoteser för att sedan pröva detta empiriskt

Ett induktivt arbetssätt bygger på att följa upptäckandets väg. Insamlad data formas till en teori.

Det tredje sättet, abduktion, är en kombination av induktion och deduktion. Abduktion är ett sätt att formulera ett hypotetiskt mönster.

Detta sker i två steg där det första liknar ett induktivt arbetssätt; att observera och utföra en undersökning. I det andra steget är arbetssättet mer deduktivt. Där kan de ursprungliga teorierna utvecklas och formas för att bli mer generella. (Patel 2010).

Figur 3 visar relationerna mellan dessa begrepp.



Figur 3. Petels tre sätt att relatera teori och empiri.

Detta examensarbete syftar till att skapa förståelse för hur ett arbetslag kan utveckla sina arbetsmetoder. Målet med detta är att identifiera nyckelfaktorerna som uppfyller arbetslagets och organisationens krav.

Genom att arbeta med abduktion som metod utförs undersökningar och observationer förutsättningslöst för att sedan pröva dessa mot en teori. Detta utvecklas för att skapa en teori som Patel (2010) beskriver som generell. Genom utveckling av en redan existerande teori från andra forskningsområden kan denna formas för att appliceras inom examensarbetets forskningsområde.

2.1.1 Datainsamling

Enligt Lekval & Wahlbin (2001) skiljer datainsamlingsmetoder på två typer av data; primär och sekundär data. Sekundär data är redan erhållen genom andra undersökningar. Denna information kan vara insamlad för ett annat syfte och med andra frågeställningar vilket måste beaktas vid en analys. Primär data är undersökningar som genomförts för det specifika forskningssyftet. Information från en primär undersökning kan delas in i två grupper; observationsstudier och frågestudier.

I detta examensarbete kommer både primär och sekundär data att användas. Primär data har erhållits genom intervjuer och en empirisk illustration. Sekundär data består av litteraturstudier.

2.1.2 Litteraturstudie

Sekundär data kan vara insamlat i ett annat syfte och det kan innebära att den efterfrågade informationen inte är relevant. (Lekvall & Wahlbin, 2001).

Detta examensarbete syftar till att länka teori och studier från sekundära data för att finna huruvida de kan vara applicerbara i det aktuella forskningsämnet. Därför studeras också den informationen från de sekundära källorna med den infallsvinkeln att identifiera teoriers faktorer för att kunna relatera teori och empiri genom abduktion.

Sökning och val av litteratur utgår ifrån författarens egen erfarenhet av branschen av arbete ute på vattenkraftstationer. Litteratur med (teknik-)historisk karaktär och litteraturens spann av utgivningsdatum ansågs vara viktigt då flera intervjupersoner är i pensionsåldern. Detta för att kunna förstärka, och bättre skapa förståelse, för deras historier. Även litteratur om lean, kvalitetsutveckling och förbättringsarbete har använts för att kunna finna teorier och information som skulle kunna appliceras inom nya områden.

Spade (2008) beskriver i sin bok *En historia om kraftmaskiner* samhällets behov av tekniska lösningar för kraftgeneration och de olika bruk som producerade de tidiga maskinerna. Senare ledde industrialiseringen av tillverkningen fram till fusioner och uppköp som skapat dagens globala aktörer i branschen. Forsgren (1990) lägger tyngdpunkten i hans bok om kraftbyggarepoken i Luleälven där enorma satsningar av svensk industri och statliga medel medgav en stor utbyggnad av vattenkraft. Idag står Luleälven för ca 1/10 av Sveriges samlade elproduktion.

Faktarapporten *Vattenkraft i Sverige* (IVA 2002) tydliggör också möjligheterna för fortsatt utbyggnad av svensk vattenkraft. Men politiska beslut hindrar nu en större utbyggnad av vattenkraften.

Denna litteratur pekar då också på att det är en förändrad situation som branschen möter; En väl utbyggt vattenkraft i Sverige sedan många år tillbaka står inför ett stort behov av renovering, underhåll och uppgradering.

Womack & Jones skriver i sina böcker *Lean Thinking* (2003) och *Lean Solutions* (2005) om att ändra tänkandet och produktionsmetoder inom organisationer för att uppnå en *win-win-win* situation där producenter, anställda och kunder gynnas av dessa nya arbetsmetoder. Meland & Meland (2006) beskriver i boken *Kaizen* om enkla metoder för att på daglig basis förändra arbetssätt och nå framgång genom att förbättra det som redan finns utan nedskärningar.

I examensarbetet finns även observationer som en del i en empirisk illustration där datainsamling sker som ett andra steg i efter litteraturstudien. Det innebär en undersökning av en avgränsad grupp. Enligt Patel (2008) är isolerade försök ett bra sätt att studera processer och förändringar. Generaliserbarheten i försök är beroende av hur urvalet skett. Utifrån resultaten från detta kan generaliserbarhet diskuteras i förhållande till en tänkt population. Fallstudier där kvalitetsutveckling ligger till bas för de sökta resultaten kan enligt Bergman & Klefsjö (2001) kopplas till företagens och ledningens värderingar. Dessa värderingar samverkar enligt deras hörnstenmodell i offensiv kvalitetsutveckling och skapar således en helhetsbild och ett sammanhang. Därför kan den empiriska illustrationen antas ha en giltighet för de populationer den berör.

2.1.3 Övrig datainsamling

Den empiriska informationen har tagits fram med en kvalitativ metod som baserar sig på sex stycken semistrukturerade intervjuer med sex personer. Dessa intervjuer utfördes enskilt. Intervjupersonerna valdes med kriterium att de jobbar eller har jobbat med montage och installation ute på anläggning samt att de har en lång erfarenhet av detta.

En empirisk illustration har även utförts på ett projekt där montageledaren tillsammans med en grupp montörer arbetade med kaizen-metoder.

För att uppfylla examensarbetets syfte används denna information för att visa hur de framgångsfaktorer och metoder litteraturstudie påvisat kan appliceras på forskningsämnet.

2.2 Analys

Litteraturstudien och observationer analyseras separat i syfte att identifiera framgångsfaktorer som säkerställer optimering och konkurrenskraft för arbete med vattenkraftmontage. I nästa steg analyseras adaptationen av dessa faktorer och hur de kan appliceras för ändamålet.

2.3 Metodvalsdiskussion

2.3.1 Intervju

Intervjuunderlagen bygger på samtal med personal från Alstom Hydro i Sverige och Norge. Sammanställt vill de visa en syn på den operativa verksamheten och projektgenomföringen.

2.3.2. Empirisk illustration

En studie på Landafors kraftstation utfördes av författaren själv med målsättningen att prova kaizen-metoder på montagesaktiviteter på anläggning. Detta främst för att skapa ökad trivsel samt utföra ett omfattande arbete på kort tid. Vad som också eftersöktes var huruvida ett isolerat försök inom organisationen kunde utföras med goda resultat och också påvisa att montageledare kan utföra och välja arbetsmetoder själv.

De empiriska studierna analyserades och jämfördes mot teorier valda med ansatsen av kvalitetsutveckling som ämnesorientering. Detta för att visa tydliga samband mellan svaret på forskningsfrågorna och kvalitetsteorin.

Dessa samband ligger till grund för diskussion och slutsatser samt även som rekommendation för vidare forskning

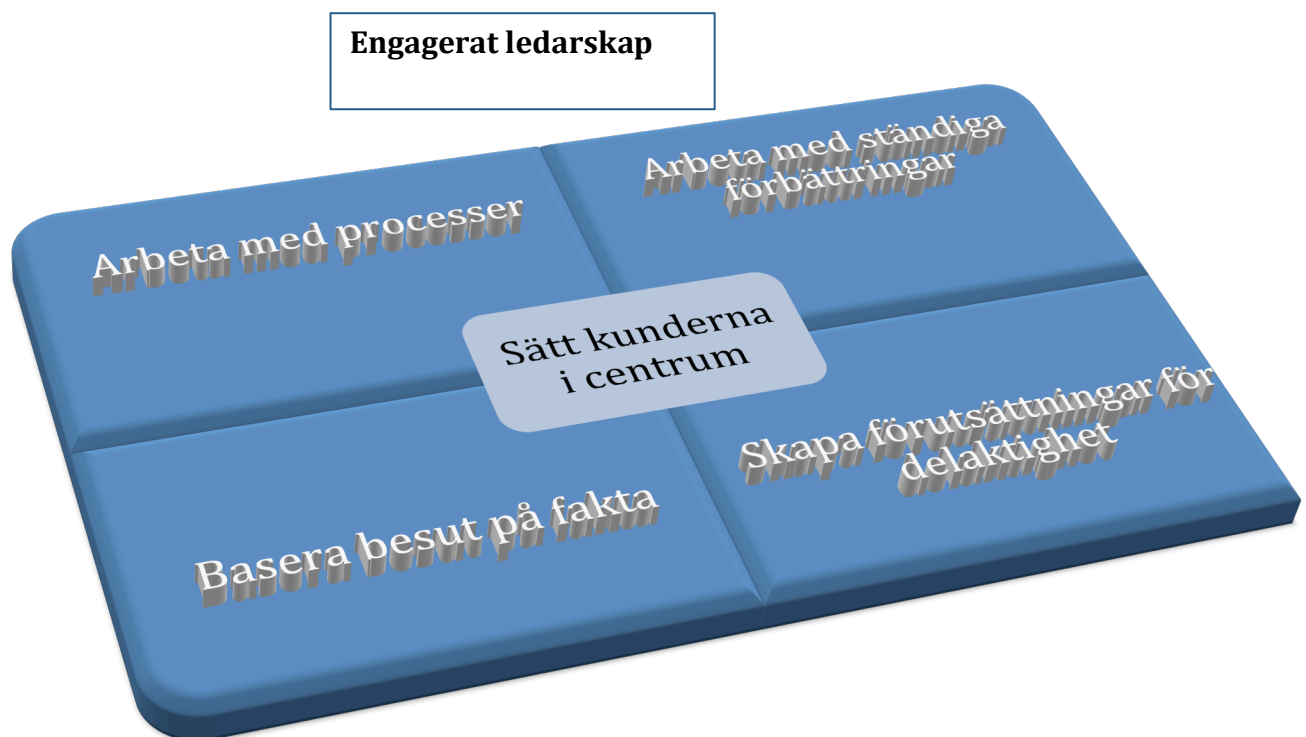
3. Teori

I detta avsnitt beskrivs vilken litteratur som används och hur den är kopplad till forskningsämnet.

3.1 Kvalitetsutveckling

Bergman och Klefsjö (2001) översätter det engelska begreppet Total Quality Management som offensiv kvalitetsutveckling. Det innebär att organisationerna ser kvalitet som en integrerad del av verksamheten. Deras val av definition av kvalitet: "Förmågan att uppfylla, och helst överträffa, kundernas behov och förväntningar" ger också en tydlig kundorienterad syn på kvalitet.

Med ordvalet *offensiv* menar författarna på att aktivt förebygga och förbättra - inte kontrollera och reparera. Det innebär ett ständigt pågående arbete med att utveckla produkter och människor som arbetar i processer. De summerar upp dessa faktorer som fem hörnstenar i deras hörnstensmodell, se figur 4.



Figur 4. Hörnstenarna i offensiv kvalitetsutveckling

För att organisationen ska uppnå denna offensiva kvalitetsutveckling krävs att organisationens ledning är engagerad som en grundförutsättning. De fem grundstenarna ska skapa värdegrund för kvalitetsorienterad företagskultur.

Sätt kunderna i fokus – Det är viktigt att arbeta som en kundorienterad organisation. Det som produceras ska vara det kunderna efterfrågar. Detta definierar också vad som är värdeskapande arbete.

Basera beslut på fakta – Tillgång till förstahandsinformation och fakta ger bättre beslutsstöd.

Arbeta med processer – Genom att införa processer kan de arbete som utförs inom organisationen standardiseras och därför kontrolleras bättre. Utformningen av processer syftar också till att ta vara på det kvalitetsutvecklingsarbete som sker i organisationen.

Arbeta ständigt med förbättringar – Skapa en strävan att alltid söka förbättringspotential. Detta gör att organisationen kan fortsätta utvecklas.

Skapa förutsättningar för delaktighet – Då fler deltar i kvalitetsutvecklingsarbetet kan också en kvalitetsorienterad kultur skapas.

I Bergmans och Klefsjös modell utgör dessa hörnstenar grunden för en organisation att skapa en resurssnålare och effektivare värdekedja, *lean*. Utan att organisationen aktivt arbetar med dessa fem grundprinciper skapar det svårigheter för organisationen att ta steget mot en lean värdekedja.

3.2 Lean

Womack & Jones (2003) beskriver lean som ett tankesätt om fem lean-principer:

1. Värde
2. Värdeflöde
3. Flöde
4. Drag
5. Perfektion

För att inledningsvis definiera värde måste, enligt författarna, de gamla uppfattningarna av värde omvärderas. Utgår man från fel fråga kommer fel svar att ges. För att definiera värde måste organisationen också vara beredda släppa gamla värderingar. En lean organisation måste kontinuerligt utmana sig själva huruvida de verkligen har svaret på den frågan.

För att slutligen bestämma definitionen på värde måste kostnaden av rätt produkt enligt specifikation, utan synligt spill, med givna resurser bestämmas. Utförs det korrekt kan allt spill, extra/onödigt jobb synliggöras på den slutgiltiga produktkostnaden.

Utifrån det undersöker författarna värdeflödet. Deras metod är enkel: *Kan inte aktiviteten mätas kan den inte heller styras*. Då aktiviteten/processen inte kan mätas kan den inte förbättras (eller tas bort) eller slutligen fulländas. För att kunna identifiera spill kan inte värdekedjan ses som en helhet. Enligt Womack & Jones (2003) måste varje specifik aktivitet nödvändig för att producera varje specifik produkt identifieras och hur denna aktivitet samspelar med andra aktiviteter.

Womack & Jones (2003) beskriver flöde som ett sätt att se på effektiv tid under vilken en värdeskapande aktivitet pågår. I produktionsindustri har länge optimering av tillverkningsstorlekar pågått för att slippa binda kapital i produktionen och en lean organisation använder sig ofta av principen Just-In-Time. Vilket betyder att produkten ska komma dit den ska användas i rätt tid och i rätt kvantitet när den behövs. Det innebär att onödiga buffrar i produktionen kan undvikas och därför får värdekedjan en högre utnyttjandegrad.

Genom att använda lean-principer för att skapa flöde, med målsättningen att skapa mer produktion snabbare, blir resultat nödvändigtvis inte *lean*. Produceras produkter som ingen vill ha försvinner värdet. Därför behövs den fjärde principen; drag, i en dynamik som Womack & Jones (2003) beskriver som en relation mellan *flöde* och *drag*. Med *drag* menas att ingen uppströms i värdekedjan ska producera förrän det finns ett behov av det nedströms. De aktiviteter som sker i en given sekvens ska genom att signalera bakåt i värdekedjan *dra* ut produkten av dessa aktiviteter framåt i värdekedjan.

Modig & Åhlström (2011) beskriver detta som ett informationsflöde som går mot produktflödet.

Den sista principen är *perfektion*. Principen betyder satt åskådliggöra hela värdekedjan så den är synlig och verklig för hela organisationen. Och det innebär också att alla i värdekedjan följer de fyra andra principerna.

Lean-principerna beskriver hur en organisation och ett värdeflöde ska fungera. Men för att arbetslag på ute på anläggning ska kunna tillämpa och förbättra värdeflödet på daglig basis bör enkla metoder som montageledare och arbetarna själva kan implementera och kontrollera användas. Där kommer *kaizen* som en del i en lean organisation.

3.3 Kaizen

Kaizen har sin plats i en lean organisation genom att den bygger på gemensamma filosofier och värderingar för organisationen (Modig & Åhlström, 2011). Då alla medarbetare är medvetna om *varför* vi gör något så kan man också gå vidare till frågan; *hur* vi gör något.

Meland & Meland (2006) skriver om kaizen som ett övergripande arbetssätt för att utveckla verksamheten. Genom att skapa interna kaizen-konsulter kan alla arbetsplatser börja jobba med dessa principer. Dessa fyra delar är beskrivna i figur 5.

Problemlösning			
Lösning av vardagsproblem	Effektivisering	Trivsel	Kaizen i det strategiska arbetet
Uppföljning och utvärdering			

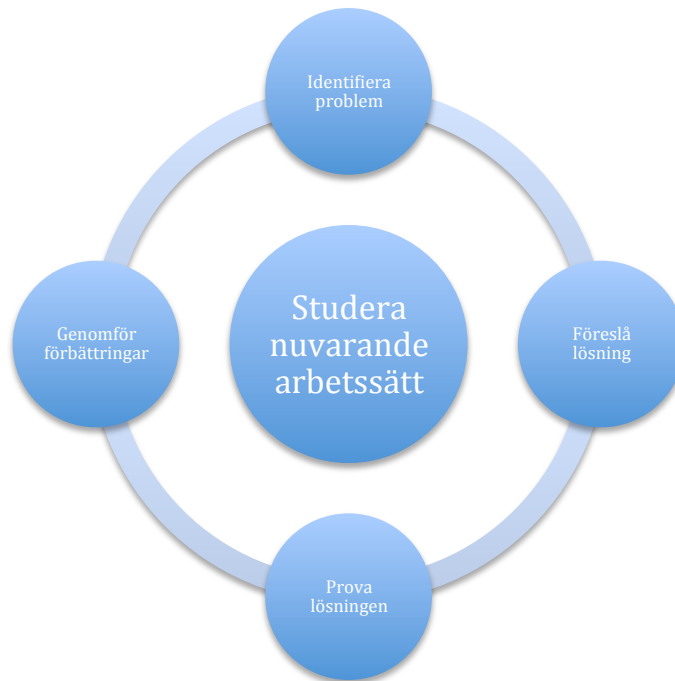
Tabell 1. Principer inom Kaizen. Meland & Meland (2006)

Problemlösning är central del i kaizen. Alla ska kunna delta och ha insyn i problemlösningsprocessen. Tidens flöde går ej att påverka så effektivisering inom kaizen innebär att göra det bästa möjliga med den. För att göra så måste aktiviteter som inte är värdeskapande identifieras. Ett ord för det är japanskans *muda* som betyder onödigt och icke-värdeskapande arbete. Exempel på detta kan vara: Letande, väntan, transporter och onödigt arbete.

Mudaletning är då ett sätt att ta bort onödigt arbete. Detta sker genom fyra steg:

1. Bli medveten om den omgivande mudan
2. Identifiera muda.
3. Ta bort eller reducera muda
4. Ersätt den borttagna muda med produktivt arbete

Problemlösningens processen inom kaizen brukar på engelska kallas PDCA-cirkeln. (Plan-Do-Check-Act). Meland & Meland (2006) översätter den till svenska begrepp beskrivet i figur 5.



Figur 5. Kaizenhjulet, Meland & Meland (2006)

Begreppet i figur 5, "Studera nuvarande arbetsätt" menar Meland & Meland (2006) har en central del som kvalitetssäkring i processen. Det innebär att nuvarande arbetsätt måste vara dokumenterat om en ny arbetsmetod ska kunna utarbetas. Hjulet används som ett verktyg för förbättringsarbete. Genom att starta med att identifiera problem kan en lösning föreslås. Denna lösning provas sedan för att genomföra förbättringar. Processen beskrivs ofta som en cirkel eller ett hjul då denna process ämnar till att vara ett kontinuerligt inslag i en organisations förbättringsarbete.

Genom att arbeta med dessa kaizen-principer och problemlösningsprocesser samt kontinuerlig föra dokumentation över detta kan de som utför arbetet själva utveckla sina arbetsmetoder.

Kvalitetsutveckling, lean och kaizen är alla teoriområden som ämnar till att förbättra en organisations konkurrenskraft. I en projektorganisation, där produktion sker i projektform, kan värdekedja liknas med projektgenomföring (Meredih & Mantel 2006).

3.4 Projektgenomföring

Dicken (2003) skriver att en organisation måste omvärdera sina gamla föreställningar om produktion och värdeflöde för att kunna vara nå högre kvalitet och omställningshastighet för sin produktion. Exempel på sådana gamla föreställningar kan vara att hög volym är ett måste för hög produktivitet samt att förändringar är kostsamma. Dicken (2003) menar att hög produktivitet kan åstadkommas med diversifiering av flertalet lågvolyms produkter. Teknologi har blivit mindre kostsam och det medför att förändringar är lättare att genomföra.

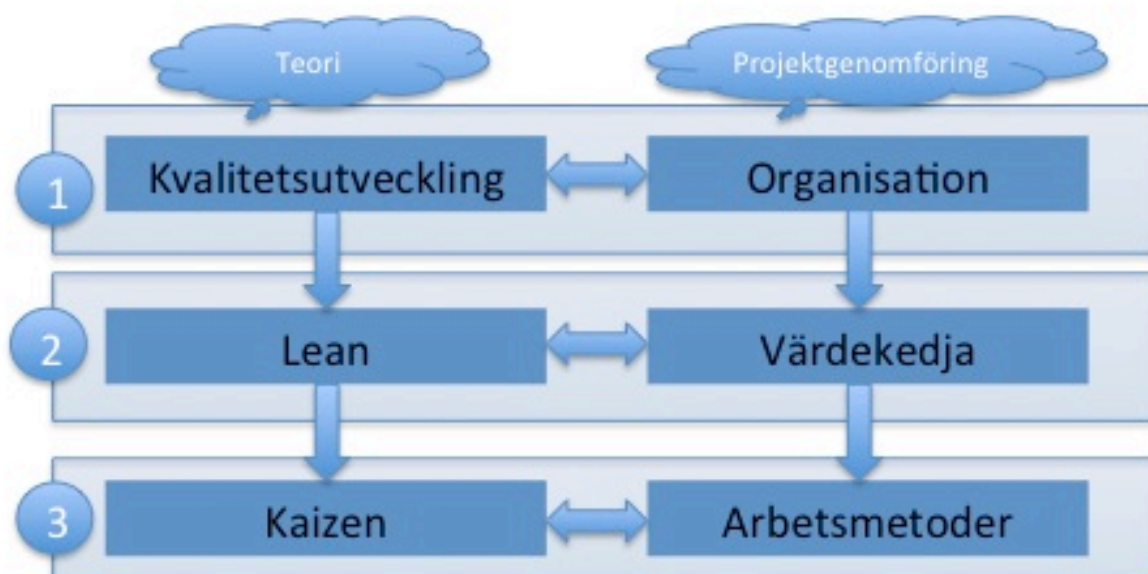
Dicken (2003) skriver om flexibel specialisering som en ny norm för produktion. Där är fokus inte på hög volym utan snarare på hög kvalitet och omställningar mot marknadens krav.

Inom leverantörsföretagen är projektgenomföring organiserad som en funktionell organisation i en del av en linjeorganisation. Detta bildar en matrisorganisation. Merediht & Mantel (2006) skriver att i en sådan organisation är kundens behov och leverantörsföretagets ledning ofta skilda genom lager av chefer och beslutsfattare. Detta ger också en långsam process för att kommunicera och dela kunskap mellan de olika divisionerna inom organisationen.

Modig & Åhlström (2011) beskriver hur Lean sammanfattar allt från organisationens värderingar ner till verktyg och aktiviteter. Kärnan i organisationen är två huvudgrupper av principer som skapas utifrån de fastslagna värderingarna. Dessa två principer är Just-In-Time och Jidoka. Översatt till svenska blir Just-In-Time - att skapa flöde och Jidoka - att skapa en synligt och visuell verksamhet. Nästa steg är att skapa metoder som är i linje med dessa principer. Metoderna blir då motorn i verksamheten och skapar värdeflöde. Dessa metoder kan ytterligare brytas ned till verktyg och aktiviteter. Verktygen är exakt vad företaget behöver ha och aktiviteterna exakt vad företaget behöver göra för att utföra en metod.

3.5 Referensram

Leverantörsföretagets projektorganisation kan analyseras utifrån tre nivåer, respektive kopplat till den teori som berör området enligt figur 6.



Figur 6. Tre områden inom projektgenomföring med koppling mot teoriområden

1. Kvalitetsutvecklingsteori kopplat mot leverantörsföretagets organisation.

Inom en organisation där projektgenomföringen är en del av funktionell organisation måste företagskulturen acceptera nya föreställningar för att kunna arbeta med kvalitetsutveckling. Ska produktionen bli flexibel så måste detta också accepteras att en flexibel organisation (Dicken, 2003). Bergman och Klefsjö (2001) kallar en sådan förutsättning för engagerat ledarskap. Finns dessa förutsättningar kan organisation börja arbeta enligt principer inom offensiv kvalitetsutveckling.

2. Lean kopplat mot värdekedja:

Inom en lean organisation finns koppling mellan organisationens kultur och värderingar till hur arbete utförs inom företaget. Dessa är de mjuka filosofierna inom lean (Modig & Åhlström, 2011). Lean-principer ger verktygen för organisationen att främja värdeskapande aktiviteter och således effektivisera projektgenomföringen, (Womack & Jones, 2005).

3. Kaizen kopplat mot arbetsmetoder.

Inom lean utförs arbete genom metoder bestående av aktivitet och verktyg (Modig & Åhlström, 2011). Kaizen-teorier utgör en bas för att skapa verktyg och aktiviteter för arbetsmetoder. (Meland & Meland, 2006). Genom att bygga arbetsmetoder på Kaizen-principer kan organisationens värdeskapande aktiviteter också gynnas av högre effektivitet.

Kopplingen mellan teori och leverantörsföretagets projektgenomföring blir då skapa förutsättningar för en organisation som jobbar enligt *kvalitetsutvecklings principer* (1). Denna organisation har en *Lean värdekedja* (2). Och de arbete som syftar till att bidra till den värdekedjan utförs enligt *Kaizen-metoder* (3) för att förbättra sina arbetsmetoder.

4. Empiri

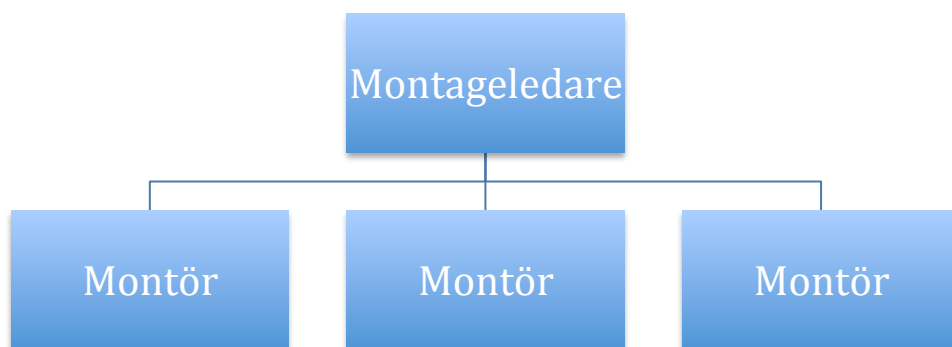
Detta avsnitt syftar till att ge förståelse om nuvarande arbetssätt och metoder. Genom detta tydliggörs även förbättringspotential och en bas för diskussion kring förändringar.

4.1 Nulägesbeskrivning

Utifrån tillståndskontrollen och beställarens beslut formas en teknisk specifikation för det arbete som ska utföras under stopptiden av vattenkraftsaggregatet. Oftast görs byten, renoveringar och uppgraderingen av maskinens olika system. Dessa system är uppdelat i turbin, generator, el & kontroll och luckor. Arbete inom de olika områdena utförs ofta av olika entreprenörer som har gränssnitt mot varandra definierade genom kontrakt. Ett sådant arbete brukar benämnas som delentreprenad.

Bemanningen på plats vid ett delentreprenad består av en montageledare, oftast kallad Site Manager, som tillsammans med ett arbetslag på 4-6 man utför arbetet. De får assistans vid provning och igångkörning av testingenjörer. Dessa är specialister på elektriska tester och inställningar av system för drift. (Sletaker 2012)

Definierat i kontrakt av beställaren är att arbetet ska utföras av en erfaren montageledare och arbetslag med goda mekaniska kunskaper samt att de besitter nödvändig utbildning inom hälsa, miljö och säkerhet.



Figur 7: Normal site organisation vid en delentreprenad

Vid större leveranser, innehållande flera delar inom entreprenaden, finns det en större organisation på plats. Då benämns ofta Site Managern som platschef och har då under sig ledande montörer på varje delentreprenad.

Oavsett storleken på entreprenaden och arbetet som ska utföras så har montageledaren ansvar som arbetsledare och att organisera arbetet inom montagedelen av projektet. Han ansvarar även för dokumentationen och planering av tester samt gränssnitt mot andra delentreprenader. Finns det underentreprenader så ligger dessa också under montageledarens ansvar. Såväl beställar- som leverantörsorganisationerna förlitar sig mycket på montageledaren ansvarsroll. Detta är ett arv från den tid då svenska storföretag som ASEA dominerade generatormarkanden och även tillgodosåg montageledarutbildningar under egen regi (Källgren 2012). Detta kombinerat med en stor styrka av fältmontörer så kunde potentiella ledare identifieras som satsas på genom vidareutbildning.

Dagens situation är en blandning av montageledarna med en lång erfarenhet, många av dessa i pensionsåldern, samt en yngre generation som ofta har en ingenjörsutbildning. Då dessa yngre montageledare ska verka i ett föråldrat arbetssätt skapar det krav på nya utformningar av arbetsmetoder och organisationer. (Sletaker 2012)

Montagedelen av projektgenomföringen är ytterst viktig för huruvida projektets blir finansiellt lyckat eller motsatsen. Detta då denna del är mycket kostnadsintensiv. (Barc 2012) Skälen till detta är att under aggregatets avstängningstid är alla aktiviteter på en kritisk linje. Då är ett försenat projekt ofta förenat med LDs (liquidated damages – böter) motsvarande tappad inkomst för förlorad elproduktion om inte aggregat är i tillbaka i drift i enighet med kontraktet.

4.1.1 Personalhantering

Genom det krav som linjeorganisation och ledningen ställer gentemot projektgenomföringen är det stort fokus på att kontrollera kostnaderna för bemanning av montageaktiviteter.

Personalkostnaderna för montagepersonalen är relativt höga då traktamenten, resor och hotellkostnader tillkommer. Detta då montageaktiviteter ofta sker långt bort ifrån personalens anställningsort.

Timmarna på montagen mäts och jämförs för att jämföra kostnaderna mot budget. Det skapar även underlag för kommande anbud där en mer precis bild av antal förbrukade arbetstimmar som varje aktivitet kan fastställas. (Barc 2012) Arbetade timmar på montage sammanställs av projektledningen och presenteras i projektpresentationer för företagsledningen.

Företagsledningar på de globala företag som verkar på den nordiska marknaden vill minska kostnaderna för att skapa större konkurrenskraft. Detta görs genom att tillverka komponenter och delar i LCCs (low cost countries – låglöneländer). Arbetsintensiva tillverkningsmoment såsom svetsade konstruktioner och generatorlindningar tillverkas ofta i Östeuropa eller Asien.

Därtill kommer krav på att minska personalkostnaderna på montage genom att använda lokala resurser eller personal från låglöneländer. (Barc 2012) Ofta utgör lokal personal, som inte behöver traktamenten, långa resor eller logi, en del i arbetsstyrkan på site. Dessa har mekanisk erfarenhet men nödvändigtvis inte från specifikt vattenkraftsmontage. Det kan vara ett komplement för att sänka personalkostnaderna på montaget men kräver samtidigt mer övervakning och styrning av montageledaren. (Källgren 2012)

I och med att Sverige är EU-medlem medger det även möjligheten att använda personal från andra EU länder med lägre löner då fack eller beställarorganisationerna ännu inte uteslutit den möjligheten för branschen.

Samtidigt kan personal från låglöneländer som har dokumenterad erfarenhet från vattenkraftsmontage ha ett högre löneläge som närmar sig de svenska nivåerna. I Norge finns det ett minimilönkrav och beställarorganisationerna välkomnar oftast bara skandinaviska arbetare. (Sletaker 2012)

4.1.2 Avvikelsehantering

Enligt Solberg (2012) är felaktiga leveranser till montagen den enskilt största orsaken till förseningar med efterföljande åtgärder och således ökad kostnad. Att reparera eller modifiera något på montageplatsen (i kraftstationen) är oftast svårt då mobil

bearbetningsutrustning måste användas och den redan kostandsintensiva personalstyrkan måste utökas. Försenade leveranser är också något som har en stor påverkan på montaget. Saknas viktiga delar stannar arbetet.

Viktiga delar kontrolleras med så kallad FAT (Fabrik Acceptant Test) hos leverantörer. Dessa tester utförs av oftast av ingenjörer från konstruktionsavdelningen som konstruerat delen. Avvikelse som berör montage tekniska faktorer kan då missas i kontrollen (Källgren 2012).

Vid kvalitetsavvikelse som påverkar montaget rapporteras en uppskattning av antalet förlorade timmar. Denna rapportering ansvarar montageledaren för (Barc 2012).

Leveranser till montaget utförs på olika sätt i olika organisationer. I Drammen, Norge, finns ett lager och en verkstad är montörerna utgår ifrån när de reser ut till montage. Där packas verktyg, utrusning och förbrukningsmaterial för transport till montagen. Ofta kommer montageledaren själv och kontrollerar vad som skickas i försändelsen. (Saltermark 2012). Montageledaren gör då erfarenhetsmässigt urval av de artiklar han tar med till montaget.

På ett kontor i Sverige utförs leveranserna med förbrukningsmaterial av inköpsavdelningen. Detta görs efter listor med standardmaterial. Enligt Pärilstrand (2012) skickas ibland onödiga artiklar och felaktiga kvantiteter ut till montaget. Men samtidigt menar han att fördelen med att själv inte ha ett lager utan att skicka leveranserna direkt från en underleverantör skapar färre mellanlager av artiklar. Vidare fanns inga rutiner för att returerna oanvänt material.

Lean och kaizen är begrepp som inte är kända inom projektorganisationerna. En samstämmig syn inom företaget är att lean är något som bara kan användas i tillverkningsindustri. Att bedriva projekt enligt lean-principer anses vara för invecklat då de lokala avdelningarna bara gör ett fåtal projekt per år.

4.1.3 Framgångsfaktorer för lyckat montagearbete

Intervjupersoner med lång erfarenhet som montageledare framhåller vikten av en montageledning som nyckelroll och om något går fel beror det ofta på leveransavvikelse i form av kvalitetsbrister eller försenade leveranser. De intervjupersoner som jobbar med leveranser till anläggningsarbetet ser ett större behov av koordinering mellan montageledarnas behov och de leveranser som sker till anläggningen.

Bemanning av montagearbetena sker med krav om sänkta kostnader från linjeorganisation och ledning. Detta ofta utan koppling till montageledarnas behov då personalkostnaderna är överstående mot montageledarnas önskemål om erfarenhet och kvalifikationer. Detta kan medföra att kostnadsansvar inte känns naturligt för montageledarna då de ej deltagit i urvalet av bemanningen.

Där finns dock en samstämmig syn om att montageledaren måste ta ett stort ansvar för att uppnå mål och resultat med de leveranser och bemanning denna har att tillgå.

Sammanfattade nyckelfaktorer från intervjuunderlagen:

1. Montageledaren som nyckelroll

Montageledaren har av tradition haft en mycket stor påverkan över hur projektgenomföringens sista fas blir. På montaget får montageledaren stort ansvar över personal och utförande av montagearbetet. Baserat på erfarenhet ska montageledaren kunna lösa alla problem som kan tänkas dyka upp.

2. Kvalitetskrav

Leveranssäkerheten påverkar till stor del montagets framgång. Finns rätt saker på rätt plats i rätt tid? Detta är en förutsättning för ett kunna utföra montaget enligt tidplaner och kvalitetskrav. Vid leveransproblem kan i vissa fall omprioriteringar göras på montage om delarna som saknas ej är kritiska för fortsatt arbete på montaget. I sådant fall förlitar sig organisationen på montageledare att styra om arbetet.

3. Effektiv resurshantering

Montage är en kostnadsintensiv del av projektgenomföring. Då montagearbete sker kan inte maskinen producera el. Därför är det krav från beställaren att hålla montagetiden nere. Att ha personal på plats medför ofta höga omkostnader för resor och boenden.

4.2 Arbetsmetoder

En samstämmig syn inom leverantörsorganisation är att montageledaren har en mycket viktig roll huruvida montaget blir framgångsrikt eller inte. Då är det upp till montageledaren att själv välja sina arbetsmetoder. Detta görs utifrån från teknisk erfarenhet och erfarenhet av ledarskap. Dessa två erfarenhetsområden kan avgöra enligt vilka arbetsmetoder de kommer arbeta efter.

Det tekniska området utgörs av vilken maskintyp som arbetet berör. Där kan det tillkomma särskilda instruktioner från montageledare och även kontroller av det utförda arbetet. Här är det viktigt att montageledare har erfarenhet av vilka arbetsmoment som är kritiska ut kvalitetssynpunkt. Då kan han lägga fokus på att instruera och kontrollera just dessa moment. Sekundära arbetsmoment ges mindre energi och fokus vilket medför en effektivare hantering av resurser. I tabell 2 visas ett exempel på hur arbetsmoment kan klassificeras utifrån teknisk komplexitet och således kritiskt ur kvalitetssynpunkt. Detta beskrivet från de intervjuade montageledares uppfattning om hur stor del av arbetsbördan som utgörs av tekniskt komplicerade arbetsmoment.

Klassificering	Del av arbetsbördan	Beskrivning av arbetsmoment	Montageledarens delaktighet
A	5 %	Tekniskt komplicerade	Hög
B	15%	Avancerade	↕
C	80%	Enklare mekaniska arbeten	Låg

Tabell 2: Klassificering av teknisk komplexitet av arbetsmoment. Sammanställd utifrån intervjuunderlag.

När ett arbetsmoment är tekniskt komplext krävs en hög delaktighet från montageledare för att minska risken för kvalitetsavvikelse. De arbetsmoment som

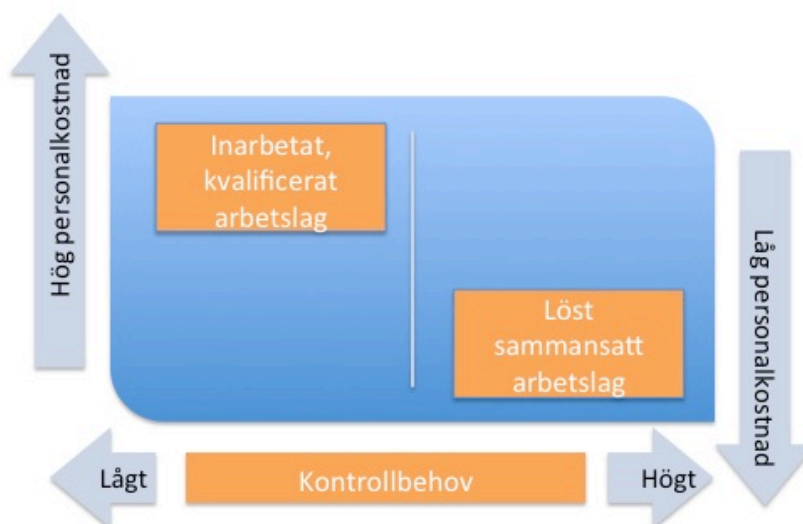
betecknas som avancerade kan kontrolleras genom montörernas egenkontroll såvida de är kompetenta och besitter en viss erfarenhet av det specifika momentet.

Montageledarens erfarenhet av ledarskap styr ofta hur han väljer att leda sitt arbetslag. Dessa erfarenheter påverkar också hur mycket inflytande varje individ i arbetslaget ges att kunna påverka sina arbetsmetoder. I de fall då montageledaren är van att arbeta med mindre kvalificerade montörer kan en auktoritär ledarskapsstil användas. Dessa erfarenheter kan komma utifrån kulturella inslag då många montageledare med lång erfarenhet också jobbat utomlands där en auktoritär ledskapsstil är vedertagen. På dessa marknader förutsätts de lokala montörernas arbete att kontrolleras och det medför att kvalitet och framåtskridande av arbetet inte utförs på individnivå i arbetslaget.

Från intervjuunderlagen framgick att många av montageledarna som idag oftast arbetar på sin hemmamarknad önskar att ej arbeta med en auktoritär ledarstil. De vill arbeta med samma montörer som det lärt känna och blivit ett sammansvetsat arbetslag med. Detta kan medföra en intressekonflikt då krav från ledning inom leverantörsorganisationer ämnar sänka personalkostnader på montagen samtidigt som montageledarna vill ha en låg personalomsättning. Montörer som under en längre tid arbetat tätt samman med erfarna montageledare kan vilja ha bättre lön då de har bättre kvalifikationer. Det kan även medföra ökade resekostnader då de kanske inte är det första valet ur geografisk synpunkt.

Montageledarna hävdar att genom att få möjlighet att arbeta med mer kvalificerad montagepersonal kan också mer tid ges till utveckling av arbetsmetoder istället för kontroll av kvalitet som kunde ha skett genom egenkontroll.

Visat i figur 8 hur montageledarens behov av kontroll jämfört med personalkostnad. Ett inarbetat, kvalificerat arbetslag har ofta en högre lönekostnad men detta arbetslag kan arbeta också mer självständigt utan montageledarens översyn.



Figur 8: Jämförelse av konstellation av arbetslag med personalkostnad

Genom utformning av arbetsmetoder för tekniskt komplicerade arbetsmoment och standardiserade egenkontroller kan arbetslaget klara av kritiska moment snabbare och därför uppnå högre effektivitet. Då ges möjligheten för montageledaren att fokusera på tidskritiska aktiviteter och montagearbetet kan uppnå en högre effektivitet som visar sig

i mindre förbrukade timmar. Därför kan det påverka den totala personalkostnaden för montaget. Detta skulle kunna förändra bilden i figur 9 där kompetent personal skulle innebära en lägre (total-)kostnad. I ett läge där arbetslagets effektivitet inte mäts görs slutsatsen från företagets ledning att användning av personal med högt löneläge endast ökar kostnaden för montage. Därför kvarstår ett fokus att finna personallösningar med lågt löneläge.

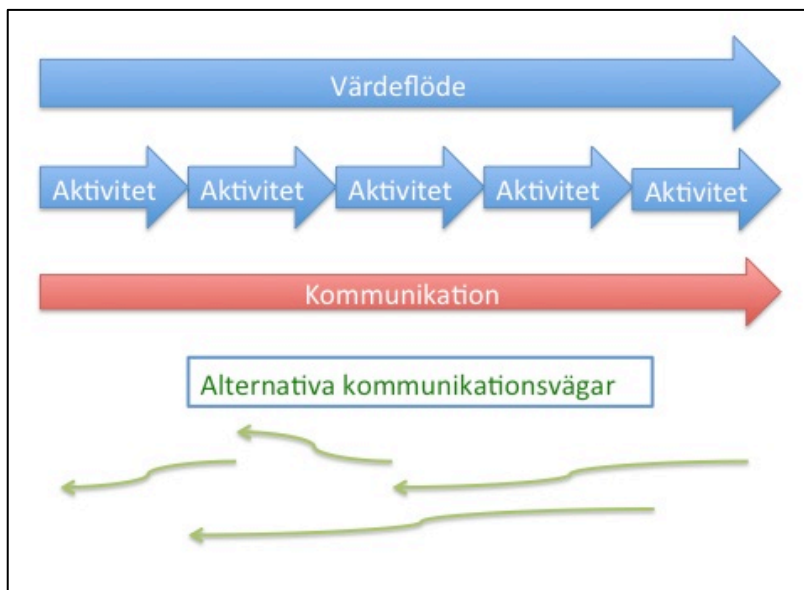
4.3 Organisation

För att identifiera och/eller skapa arbetsmetoder för montagearbete samt använda dessa som verktyg för framgång måste organisationen synliggöra effekten av dessa. När arbetsmetoder som gynnar målen för montagearbetet används kan också organisationen dra nytta av att bättre kunna kontrollera den kostnadsintensiva delen i projektgenomföringen. Från intervjuunderlagen ses en tendens av suboptimering där flera funktioner i värdekedjan inte ser helhetseffekterna av att stärka arbetsmetoderna inom montagearbetet. Många ser hinder inom matrisorganisationen där det kan vara svårt att gå mellan linje- och projektorganisation. Samtidigt ser dessa personer uppenbara fördelar med att kunna sprida de tekniska erfarenhetsområdena i montageledarens roll inom organisationen. Detta genom upplärning, utbildning och utformning av standardiserade arbetsinstruktioner för tekniskt komplicerade arbetsmoment. Men här finns också hinder i hur de lokala organisationerna är uppbyggda som en del av en global koncern. Dessa organisationer har ofta sin teknik- och utvecklingsavdelning centraliserad. Och detta gör att erfarenhetsåterföring ofta inte sker mellan delfunktioner inom projektorganisationen.

4.4 Värdekedja

För att kunna uppnå målen med montage som del i projektgenomföringen ska maskinen sammanställas för idrifttagning, utan kvalitetavvikelse och inom tidsramarna. Det ingående arbete som utförs för att uppnå dessa mål är således mycket viktigt för hela projektgenomföringen som en länk i värdekedjan.

Genom att framhålla vikten av effektiva arbetsmetoder som syftar till att uppnå målen för projektgenomföring är åsikten bland de intervjuade att detta skulle stärka hela värdekedjan. Hinder för detta är att kommunikationen ofta bara sker i värdeflödets riktning och önskemålet vore att skapa kommunikationsvägar åt bägge håll, se figur 9. Där finns idag bara en väg att kommunicera. Förhoppningen är att kunna skapa alternativa kommunikationsvägar.



Figur 9: Kommunikationsvägar inom projektgenomföringen.

Genom att etablera kommunikationskanaler från montageaktiveten till de funktioner tidigare i värdekedjan kan också många av de erfarenheter som montageledaren besitter gynna organisation och värdekedjan. Detta medför en mer behovsbaserad leveransplan i projektgenomföringen. De intervjuade montageledarna upplevde en brist på kommunikations bakåt i aktivitetsleden. En sådan brist var något som de före montageaktiveten i projektgenomföringen inte upplevde på samma sätt. De ansåg att de mål det fått från linjeorganisation och ledning samt den output som de genererar fungerade bra och tillfredsställde projektgenomföringens behov.

Montageledarna upplevde att deras arbete i allra högsta grad påverkar värdekedja. Då de arbetar på plats i station med att montera ihop en maskin och således, på daglig basis, har en direkt visuell överblick över hur deras aktivitet i värdekedjan fortskrider.

4.5 Empirisk illustration av kaizen på montage

En studie i användning av kaizen-metoder på montage, där montageledare tillsammans med hans personal fick prova att jobba enligt kaizen-principer

4.5.1 Bakgrund

Landafors är en kraftstation med ett aggregat av en så kallad bulb-typ, rörturbin, installerad under 1970-talet och är av norskt fabrikat; National Industri.

Under tillståndskontrollen hade ett jordfel i rotorn identifieras. Detta på grund av nedsmutsning av koldamm från magnetiseringsutrustningen i kombination med oljerester. Koldammet är elektriskt ledande och bidrog till försämrade isolationsvärden på rotor och poler.

Vid ett tidigare tillfälle hade försök med att förbättra isolationsvärdena genom att montera nytt isolationsmaterial mellan polkragarna och rotor utförts. Detta resulterade i en tillfällig förbättring av isolationsvärden men bidrog också till en felaktig anliggning av polerna mot rotorn. Då riskerades även polkärnas kontakt med rotorn, vilket kan resultera i dålig kontakt med jord och även polernas utstick kan påverkades. Det uppmättes ett oregelbundet luftgap i maskinen.

Anbudet på åtgärdsarbetet utgick från demontage av alla 88 poler för rengöring, reparation och isolationstestning på verkstad för att sedan återmonteras. Detta skulle ske under ett 4 veckors stopp av aggregatet. Arbetet startade omgående efter kontraktet var signerat.

4.5.2 Metoder och arbetsätt

En horisontell bulbmaskin med 88 poler som ska demonteras på rekordkort tid låter som ett problem. Men i enighet med kaizen är ett problem en ännu ej tillvaratagen möjlighet.

”Problem är möjligheter”

För nu gav det arbetslaget en unik möjlighet att prova nya arbetsmetoder för att klara av denna utmaning. Demontering av polerna i ett horisontellt läge med skruvar istället för kilning krävde en metod som var tidseffektiv och repeterbar.

Arbetet i kraftstationen liknade en produktionsverkstad under de kommande fyra veckorna. Mobilisering på plats i kraftstation skedde en vecka innan stoppet av aggregat och medgav tid till förberedelser.

Arbetsledare såg en unik möjlighet att få prova sitt kaizen-kunnande genom att arbeta med en grupp bestående av unga killar och en ledande montör med bakgrund som konsult inom organisatoriskt förbättringsarbete. Arbetsplatsen hade nu en kaizengrupp och alla var med.

Kaizenhjulet börja snurra. Vanliga problem som montörerna tidigare upplevt identifierades; Letande efter batterier till maskinerna, hitta rätt lyftredskap och åtkomst av maskindelar. När dessa problem var identifierade utarbetades lösningar. Batteriladdarna samlades på en tavla där det blev synligt om det skulle saknas något. Lyftredskapen hängdes på krokar i en rad där de sorterades efter färgmärkning.

Arbetslaget gavs en stor möjlighet till att utforma sin arbetsplats och för att undvika onödigt *muda* inleddes mudaletning.

Förutom de uppenbara förbättringarna av arbetsmiljön och förekomsten av färre vardagsproblem infann sig en mycket bra trivsel på arbetsplatsen och alla i arbetslaget kände en stor delaktighet. Därtill infanns även en optimism inför det kommande arbetet med demonteringen av polerna.

För skapa en arbetsmetod för demontering av polerna identifierades svårigheterna med att lossa polerna i 180grader uppåt läge och sedan få dem ut i schaktet. En lösning med att ta två poler per omgång utarbetades. Många av lösningarna byggde på antaganden och insikten om att vissa modifieringar måste genomföras fanns med under hela problemlösningsfasen. Men det är också en del av kaizenhulets principer; att kunna ompröva sina idéer.

Det inledande försöket med lossning av polerna gick mycket bra och ovan schaktet gjorde arbetsstationer där poler kom i par upp för att vändas, märktes, paketerades och lastades på pall för transport till verkstad.

Problemlösningsprocessen engagerade hela arbetslaget och det fanns nu möjlighet att delta med idéer som underlättade montörernas arbetsdag. Under demontaget gång var alla delaktiga med att utveckla och förbättra metoden för att även kunna anpassa den för återmontering. För att kunna mäta och åskådliggöra resultaten uppfördes en tavla med

antal poler demonterade för varje dag. På sådant sätt kunde alla följa utvecklingen och uppföljning och mätning underlättades.

Arbetslaget jobbade mot ett mål och alla visste hur arbetet gick i förhållande till plan. I ett sådant läge är projektgenomföringen åskådliggjord. Alla som arbetar på montaget ser sin del i det värdeskapande arbetet, således sin länk i värdekedjan.

4.5.3 Differentiering av mudalisering

Arbetslaget samansättning av individer med olika erfarenhet, ålder och utbildning skapade en dynamik i mudaliseringsarbetet. Vissa delar av arbete utgjordes av statistik och modeller. All data var redan existerande, t.ex. antalet poler gånger antalet skruvar per pol, transportvikter och kalkyler på förbrukningsmaterial. Dessa beräkningar gjordes av platschefen och den ledande montören då detta föll inom deras kunskapsnivå och intresse. Enklare vardagslösningar skedde av montörerna själva som tog initiativ och utförde åtgärder. Men allt förbättringsarbete var alltid åskådliggjort för alla i arbetslaget.

4.5.4 Uppföljning och utvärdering

Det viktiga med uppföljningsarbetet inom kaizen är att det först och främsta ska var enkelt. Frågor ställdes till gruppen medlemmar om hur de uppfattade sina erfarenheter från projektet mot tidigare montagejobb. Nedan beskrivet den allmänna känslan i gruppen efter att ha fått jobba med kaizen på montage.

Lösning av vardagsproblem

Gruppen kände att de identifierade problemen snabbt blev lösta och de hade god kännedom om framåtskridandet av processen. Detta då vardagsproblemen identifierades under gemensamma möten med alla montörer. Under dessa informella möten gavs möjlighet att presentera ett problem och då är det kommunicerat ut så att alla är medvetna om problemet. Sedan utformade en plan om hur problemet skulle lösas.

Effektivisering

Genom att utarbeta nya arbetsmetoder kände gruppen en stor möjlighet för att kunna göra sin arbetsbelastning mindre. De upplevde att de fick mer gjort jämfört med att använda sina gamla metoder. Genom att själva vara med och utföra effektiviseringsarbetet fanns också en vilja att följa de nya rutinerna eller metoderna. Normalt var ordet *effektivisering* ett värdeladdat ord då flera arbetare upplevt att det är något som chefer och företagsledningar använder då de vill ändra på en organisation till något arbetarna upplever som mindre fördelaktigt för dem.

Trivsel

Gruppen kände ett stort engagemang med att utveckla arbetsplatsens metoder. Den allmänna uppfattningen var att genom deras arbete med att skapa trivsel kunde de påverka projektets ekonomi till det bättre. Då arbetarna upplevde att de hade större inflytande över hur arbetet utfördes och att de dessutom skapade bättre effektivitet kunde de glädjas av mindre stress på arbetet.

Kaizen i strategiska arbetet

Även om arbetet med kaizen i detta projekt var ett initiativ av montageledaren ansåg ändå gruppen att om liknande jobb i framtiden skulle dyka upp så skulle också deras problemlösning, trivselåtgärder och effektiviseringsjobb kunna komma att bli en stark konkurrensfaktor. Känslan av att ha större kontroll över arbetsmomentet i och med att gruppen kunde skapa effektiva arbetsmetoder medgav också en träffsäkrare tidsplanering inför kommande jobb av samma karaktär.

4.5.5 Jämförelse mot nyckelfaktorer

De från intervjuunderlagen identifierade nyckelfaktorerna (V.L) jämförs i tabell 3 mot de påvisade resultaten från fallstudien (H.L).

Montageledaren som nyckelroll	Montageledaren fick själv bestämma arbetsmetoder.
Kvalitetskrav	Arbetslaget under ledning av montageledare hade ansvar över installationens kvalitet.
Effektiv resurshantering	För att klara tidsramarna var effektiva arbetssätt en vital del av arbetet på montaget.

Tabell 3. Nyckelbegrepp jämförde mot fallstudie resultat.

Anmärkning av "effektiv resurshanteringen" var i fallet med Landafors annorlunda då budgeten redan var fastställd och benämningen effektiv resurshantering gällde då i detta fall att undvika förseningar och behov av extra resurser. Detta blev då direkt kopplat till montageledare som ansvarade över resurshanteringen.

Att montageledare är en nyckelroll trots att han själv inte gjorde så mycket av jobbet med kaizen i just detta projekt beror på att det var montageledarens initiativ att inleda kaizen-arbetet. Och genom att organisationen har det synsättet att montageledare är en nyckelroll så får han också bestämma över hur arbetsmetoder på montage väljs.

4.5.6 Organisation och värdekedja

Arbetet med att ta fram arbetsmetoder enligt kaizen på Landafors gjordes som ett isolerat försök för att skapa effektiva arbetssätt. Påverkan på värdekedja utgjordes i form av ett tekniskt komplext och tidspressat arbete som kunde genomföras med relativt små resurser. Därför kunde arbetet utföras på ett sådant sätt att de värdeskapande aktiveter utgjorde en väldigt stor del av projektorganisation och det ekonomiska resultatet inte påverkades av icke värdeskapande aktiviteter. Organisationen skulle kunna dra nytta av dessa arbetsmetoder som en konkurrensfaktor då liknande arbeten som tidigare utförts på längre tid nu kunde göras effektivare.

5. Analys

Detta avsnitt syftar till att beskriva kopplingen mellan teori och de empiriska studierna. Utifrån den teoretiska referensramen jämförs de empiriska undersökningarna från intervjuer och fallstudie.

5.1 Analysmodell

Forskningsfråga	Teoretisk koppling	Empirisk koppling
Vilka arbetsmetoder främjar ett framgångsrikt montagearbete på anläggning?	Bergman & Klefsjös (2001) hörnstensmodell	Arbetslagets ansvar över kvaliteten på montaget identifierat i intervjuer under avsnitt 4.
	Meland & Melands (2006), kaizen-principer	Effektiv resurshantering på montaget. Utifrån intervjuerna i avsnitt 4 är förbrukade timmar på site ett av de viktigaste måtetalen.
	Womack & Jones (2003), fem lean-principer Bergman & Klefsjös (2001) ledarskap för kvalitet Meredih & Mantel (2006) Organisation inom projekt.	Montaget är en kostnadsintensiv aktivitet inom projektgenomföringen vilket är resurskrävande.
	Bergman & Klefsjös (2001), Engagerat ledarskap	Montageledaren som nyckelroll - identifierat från intervjuer och empirisk illustration. Där engagemang från arbetsledaren krävs för att utveckla arbetsmetoder.
Hur kan dessa arbetsmetoder stärka projektgenomföringen för leverantörsorganisationen som utför detta montagearbete?	Womack & Jones (2003), fem lean-principer Modig & Åhlström, (2011) Lean som organisation	Effektiv resurshantering – en nyckelfaktor identifierad från intervjuerna.
	Bergman & Klefsjös (2001) hörnstensmodell	Kvalitetskrav - en nyckelfaktor identifierad från intervjuerna.
	Meland & Melands (2006), kaizen-principer	Hur arbetsmetoder inom montage kan ge effektiv resurshantering – detta identifierat från intervjuer och i den empiriska illustrationen.

Tabell 4. Analysmodell för koppling mellan empiri och teori

I tabell 4 sammanfattas den empiriska kopplingen till teorin för att ge svar på forskningsfrågorna. Flera av dessa teorimodeller kan kopplas till bägge

forskningsfrågorna. Analysmodellen ger en koppling mellan teori och empiri där svaret på forskningsfrågorna återfinns i ett större samarbete mellan montage och de andra delarna av projektgenomföringen. Värdekedjan gynnas i hög grad arbetsmetoder som främjar ett framgångsrikt montagearbete då detta är en kostnadsintensiv del av projektgenomföringen.

Patel (2010) beskriver att arbeta deduktivt innebär att följa bevisandets väg; I den empiriska illustrationen provade montageledaren att jobba med kaizen-metoder för att dra egna slutsatser. Analys av en sådan hypotetiskt-deduktiv undersökning bör ses som en preliminär slutsats. Dessa resultat jämfördes emellertid mot de identifierade nyckelbegreppen i intervjuerna. Det ger forskaren ett verktyg som Patel (2001) kallar abduktion; ett sätt att formulera ett hypotetiskt mönster.

5.2 Montageledaren som nyckelroll

Långsiktiga satsningar med företag som tillhandahåller långa utbildningar för sin personal på specifika områden är inte aktuell då arbetsmarknaden är mer rörlig nu än förr. Istället måste nya metoder och arbetssätt skapas för att säkra kvalitet och leveranssäkerhet inom montage som del av projektgenomföringen. Projektorganisationen måste känna tillit till ett kvalitetsansvar som sker genom strukturella förändringar och kan garanteras av organisationen själva genom en insikt och engagemang från företagets ledning (Bergman & Klefsjö 2001).

Montageledaren bestämmer arbetssätt och metoder. Ofta väljs dessa erfarenhetsmässigt. Så länge montageledare levererar ett arbete utfört efter den tekniska specifikationen så ifrågasätts aldrig dennes arbetsmetoder. Montageledarens nyckelroll och således beslutsbefogenheter kan relateras till Bergman och Klefsjös (2001) del i hörnstensmodellen: *basera beslut på fakta*. Montageledaren har ofta förstahandsinformation och således fakta att basera beslut på.

De empiriska studierna ger en bild av att montageaktiviteten får "ta emot" produkter (material, delar, ritningar etc.). Genom att utföra montagearbetet påförs värde för att leverera den färdiga slutprodukten. Montage blir då mottagare och ges inte möjlighet att skicka information och tekniska underlag till andra i projektgenomföringen. Detta visar på att montageledarens expertis inte nyttjas i värdekedjan som helhet. Enligt Meredith & Mantel (2006) kan långsamma kommunikationskanaler genom lager av chefer och beslutfattare försvåra spridning av kunskap inom organisationen. För att då skapa förutsättningar för delaktighet beskrivet i Bergman & Klefsjö (2001) hörnstensmodell bör kommunikationsvägar skapas för riva ner barriärer inom projekt- samt linjeorganisationen. Då kan montageledarens arbetsmetoder och expertis ge fördelar för hela projektgenomföringen.

I tabell 5 jämförs projektgenomföringens delar med montageledaren som nyckelroll.

Montageledaren som nyckelroll	
Arbetsmetoder	Montageledaren utför arbetet enligt de arbetsmetoder som finns att tillgå. Det finns stor frihet att välja arbetsmetoder inom delaktivitets ramar så länge målen för delaktiviteten uppnås.
Organisation	Organisationen sätter en stor tilltro till montageledaren att uppnå målen för delaktiviteten. Det finns begränsade möjligheter för montageledaren att påverka organisatoriska strukturer. Syftet enligt ledningen är att projektets alla delaktiviteter ska leverera som de förväntas leverera.
Värdekedja	Montageledaren påverkar i hög grad sin del av projektgenomföringen. Påverkan på värdekedjan blir då också stor då delaktiviteten både är tidskritisk och kostnadsintensiv.

Tabell 5. "Montageledaren som nyckelroll" som identifierat begrepp jämfört med de tre nivåer inom projektgenomföringen jämförda.

Sammanställt utifrån figur 10 ses ett mönster av en kultur som finns inom leverantörsorganisationerna. Principen är att ge montageledaren frihet inom sitt område. Denna frihet gör att montageledaren kan påverka värdekedjan för montage som projektaktivitet samtidigt som denna kultur inte uppmuntrar montageledaren bidra inom andra projektaktiviteter.

5.3 Kvalitetskrav

En felaktig leverans med kvalitetsavvikelse berör alla delar av Bergman och Klefsjös (2001) hörnstensmodell förklarar i tabell 6.

Sätt kunderna i fokus	En kvalitetsavvikelse rapporteras till kund och de vill veta orsak och korrektiv åtgärd
Basera beslut på fakta	Projektledningen vill veta vad som är fel. Så rätt beslut om åtgärd kan tas.
Arbeta med processer	Projektorganisationen vill veta var och när felet upptäcktes.
Arbeta ständigt med förbättringar	Organisationen måste lära av sina misstag för att kunna undvika det i fortsättningen.
Skapa förutsättningar för delaktighet	Montageledarens bör delta i andra aktiviteter där montageteknisk expertis efterfrågas. Ledningen måste vara uppmärksam att kvalitetsavvikelser finns.

Tabell 6. Exempel på hur kvalitetsavvikelse berör alla delar av Bergman och Klefsjös hörnstensmodell.

Bergman och Klefsjös (2001) beskriver Demings kvalitetsfilosofi om två huvudprinciper; *Minska antalet leverantörer och värdera dem inte enbart efter pris samt Sluta försöka kontrollera in kvaliteten.*

Användningen i branschen av Acceptanskontroller (FATs) är ett sätt att försöka kontrollera kvaliteten på leveranserna. Men det är också ett sätt att försöka kontrollera in kvaliteten. Och beskrivet av intervjuunderlagen kan också dessa kontroller missa avvikelser.

En viktig del i *ledarskap för kvalitet* är att riva ner barriärer mellan avdelningar. (Bergman & Klefsjö 2001). Dessa barriärer kan i organisationer vara både geografiska såväl som strukturella. En del som konstrueras på ett kontor i Sverige, tillverkas av en underleverantör i Polen för att senare levereras till ett montage i Norge. Denna process har många barriärer av olika karaktärer. För att uppnå en leverans med fullgod kvalitet och leveranssäkerhet måste ett övergripande, offensivt, kvalitetsfokus från ledningen vara starkt. Bergman & Klefsjö (2001) skriver också om att basera beslut på fakta. Genom bättre och direkt kommunikation kan beslut tas på fakta istället för på andrahandsinformation. Detta kan vara kritiskt vid beslut om korrigerande åtgärder vid avvikelser.

På montagen behövs leveranser just då det ska monteras. Stora delar kan inte levereras för tidigt de ofta inte får plats i vattenkraftstationen. Därför behövs ett flöde av leveranser till anläggningen att stämma överens med leveransschemat. Womack & Jones (2003) beskriver att *flöde* nödvändigtvis inte är enbart bra utan behöver också *drag*. I projektgenomföring finns en potential att använda begreppet drag redan på planeringsstadiet då allt som ska göras, och när det ska göras, finns i kontraktet och den tekniska specifikationen.

Genom att använda den tekniska specifikationen, som tydligt definierar vilka delar som ska bytas, kan leveranser planeras som ett behov från montaget vilket då blir *drag* av leveranserna.

Slöseri av förbrukningsmaterial på montage och risken att förbrukningsmaterial saknas identifieras som en risk som kan påverka arbetsgången ute på anläggningen. Att behovet från anläggningen inte avspeglas på leveransen visar på att det saknas *drag*. Likaså kan

lösningar där mellanlager av förbrukningsmaterial används liknas vid brist på *flöde*. Material som ligger på hylla kan resultera i låg lageromsättning. Behovet att skapa en modell på lean-principer av leveranser till montage är därför angelägen.

Modig & Åström (2011) beskriver att företagets värderingar som en del i att utveckla aktiviteter och verktyg för att genomföra uppgifter. I tabell 7 visas hur kvalitetskraven påverkar projektgenomföringen. Om det finns värderingar som främjar kvalitetskrav kan också projektgenomföringens aktiviteter skapa verktyg för detta.

Kvalitetskrav	
Arbetsmetoder	Skapa förutsättningar för montageledaren att kunna utföra kvalitetskritiska arbetsmoment med arbetsmetoder som syftar till att minimera fel och skapa mindre kontrollbehov genom införande av systematisk egenkontroll av montörerna.
Organisation	Genom att skapa kommunikationsvägar bakåt i värdekedja samt direkt till linjeorganisationen ges ett bättre beslutstöd baserat på direkt fakta från montageledaren.
Värdekedja	Vid direkt kommunikation mellan delaktiviteter inom projektgenomföringen kan kvalitetsbrister snabbare identifieras och korrigeras. Samtidigt kan den genomsamma kunskapen och erfarenheten inom projektorganisationen nyttjas bättre.

Tabell 7. Jämförelse hur kvalitetskrav påverkar projektgenomföringens delar.

5.4 Effektiv resurshantering

När organisationen strävar efter låga personalkostnader förutsätter de att alltid kunna finna låglöneösnings. Denna förutsättning kan vara ganska osäker. Variabler som fackföreningar, minimilönkrav och tillgången på kvalificerad arbetskraft med lägre kostnader bidrar till denna osäkerhet.

Genom att arbeta med ett systematiserade och ingenjörsmässiga arbetsätt kan högre effektivitet och nyttjandegrad personalen uppnås likt det har gjorts i andra branscher i Västeuropa. (Womack & Jones, 2005)

Ett problem med projektorganisationen är att de enda parametrar för att mäta montagetts effektivitet är förbrukade arbetstimmar mot budget. Även om ett högt antal timmar kan förklaras av kvalitetsavvikelse, kan även ett högt antal timmar bero på många andra omständigheter som för låg budget, leveransproblem och arbetsmetoder på montage.

Genom att använda sig av lean-principer för projektgenomföring kan montagearbetet gynnas av många fördelar; Att få rätt leveranser i rätt tid utan kvalitetsavvikelse och undvika om-arbete.

Arbetet på daglig basis kan förbättras med att använda Kaizen-principer och få montörerna engagerade i förbättringsarbete. Men om det inte finns direktiv eller uttalade mål från företagsledningen om att montageledare och hans arbetslag ska arbeta på det sättet kan initiativ utebli. Således en brist på *engagerat ledarskap* - Bergman och Klefsjö (2001).

Hur resurshantering påverkar de ingående delarna i projektgenomföringen visas i tabell 8. Enligt Womack & Jones (2003) kan de aktiviteter som inte mäts inte heller kontrolleras.

För att organisationen ska kunna få effektivare resurshanteringen genom hela värdekedjan bör ökad uppföljning och mätning av arbetsmetoder införas.

Effektiv resurshantering	
Arbetsmetoder	Genom att utforma arbetsmetoder syftar till att minimera fel kan montageledare fokusera mer energi på att planera tidskritiska moment. Med arbetsmetoder baserade på Kaizen-principer kan effektiviteten höjas för arbetslaget med relativt enkla medel.
Organisation	Genom att skapa måttal för effektivitet på montageaktiviteten skapas förutsättningar för att jobba med dessa frågor mer systematiskt och skapa en resurssnålare organisation.
Värdekedja	Värdekedjan gynnas direkt av en effektiv resurshantering då arbetet mellan delaktiviteterna flyter bättre utan förseningar på leveranser och överproduktion.

Tabell 8. Effektiv resurshantering påverkan på projektgenomföringen

5.5 Skapa arbetsmetoder genom Kaizen-principer

Den empiriska illustrationen visar att arbeta med Kaizen är något som alla kan göra. Även om organisationen kring projektet eller ledningen inte visar intresse för att prova nya arbetsmetoder kan delar av projektet, som är relativt oberoende av organisationen som helhet, prova nya arbetssätt med goda resultat. Arbetslaget kan genom enkla metoder påverka sin organisation och sitt värdeflöde inom montaget som en del av projektgenomföringen. Den tekniska expertis och ledarskapsstil som montageledningen arbetar enligt bör systematisk läggas om mot den, enligt Dicken (2003), nya gällande industrinormen *flexibel specialisering*. Där är hög kvalitetfokus och omställning mot marknadens krav viktigt. Dessa krav finns tydligt angivna i beställarnas tekniska specifikationer och leverantörsorganisationerna måste arbeta enligt dessa.

Fanns det alltid en uttalad samstämmig värdering kring *engagerat ledarskap* enligt Bergman och Klefsjös hörnstenmodell här? – Nej. Men i den empiriska illustrationen visar inte heller på en *offensiv kvalitetsutveckling* som organisation utan snarare om ett isolerat försök att genom enkla medel förbättra arbetssituationen för en grupp individer. Detta som en del av organisationen och projektgenomföring med ett förbättringsarbete där värdekedjan stärks.

Med montageledare som nyckelroll kan då montage som en delaktivitet inom projektgenomföringen ses som ett engagerat ledarskap. Och tar montageledaren initiativet att jobba med förbättringsarbete och processer med kaizen-principer påverkas även de två andra identifierade nyckelfaktorerna; kvalitetskrav och effektiv resurshantering.

6. Slutsatser och diskussion

Vilka arbetsmetoder främjar ett framgångsrikt montagearbete på anläggning?

Nulägesbeskrivningen ger bilden av att montageledaren själv får välja arbetsmetoder så länge målen med montage som delaktivitet i projektgenomföringen uppnås.

Med hjälp av kaizen-metoder kan montageledaren skapa förutsättningar för arbetslaget att tillsammans bygga effektiva arbetsmetoder som syftar till att skapa trivsel och stärka det värdeskapande arbetet på montage. Genom engagerat ledarskap och utökade kommunikationsvägar inom organisationen kan andra delar i värdekedja bidra till högre kvalitet och effektivare resursanvändning på montage.

Hur kan dessa arbetsmetoder stärka projektgenomföringen för leverantörsorganisationen som utför detta montagearbete?

Då montage är tidskritiskt och kostnadsintensivt så ger framgångsrikt montagearbete ett direkt utslag på hela projektgenomföringen. Genom utökad kommunikation från och till montage kan den övriga projektgenomföringen stärkas genom att skapa rutiner med lean-principer som då blir mer behovsbaserade. När en ökad medvetenhet över hur behoven ser ut för montage kan hela projektgenomföringen och leverantörsorganisation få bättre beslutsstöd och snabbare agera vid korrigerande åtgärder när kvalitetsavvikelse uppstår.

6.1 Projektgenomföring och organisation

Det får anses att projektgenomföringen och således värdeflödet är enkelt att överskåda då denna är uppbyggd som ett led av aktiviteter. Alla dessa samverkar som en kedja för att uppnå en leverans enligt beställarens krav. Det skapar förutsättningar för att snabbt anpassa modeller av lean och kvalitetsutveckling. Genom att låta montagearbetet som aktivitet styra takten på resten av värdekedjan skulle den kunna utformas mer strömlinjeformat, mer *lean*. I och med att projektgenomföringen inte är en kontinuerlig process måste flödet i värdekedjan utformas utifrån den tekniska specifikationen. Den specifikationen som finns för varje projekt definierar tydligt vad (och när) som ska levereras. Utifrån den kan värdeflödet byggas upp motströms – behovsbaserat på förutsättningarna givna från montage som del i projektgenomföringen. Där kan montageledaren bidra med sin expertis för att stärka hela värdekedjan.

För att kunna tillämpa lean-principer på värdeflödet måste det finnas förutsättningar inom organisationen. Det innebär att ledningen måste övergå till ett nytt kvalitetstänkande för att skapa klimat för långsiktiga beslut och ständig förbättring. Detta bör ske i tre steg:

1. Tätare samarbete med leverantörer.

Genom att utvärdera leverantörer efter kvalitet och inte pris och mäta totalkostnaden på levererade produkter. Detta för att skapa en förändring från att försöka kontrollera in kvalitet med syftet att minska felaktiga leveranser till montage.

2. Riva ner barriärer mellan funktionerna i värdekedjan.

När bättre kommunikationskanaler finns kan också barriärerna mellan avdelningar och funktioner minskas och förutsättningar finns för ökat samarbete.

3. Skapa flöde i värdekedjan enligt lean-principer.

Utan barriärer finns möjligheter för att skapa en värde kedja med ett flöde som regleras motströms enligt principen *drag*.

För att skapa de bästa förutsättningarna för ett lyckat montage på anläggning måste hela organisationen och alla ingående funktioner i värdekedjan som leder fram till montageaktiviteten samverka.

6.2 Utveckling av arbetsmetoder på site

För att utveckla arbetet på daglig basis på montaget bör fler mätbara parametrar införas. Idag mäts bara förbrukade timmar mot budgeterade timmar. Om kvalitetsavvikelser förekommer uppskattas förbrukade timmar för åtgärder mot denna avvikelse. På så sätt kan en enkel estimering utföras av totalkostnaden på den leveransen. Detta kan ligga till grund för en leverantörsutvärdering.

För att kunna utveckla effektivitet för arbetsstyrkan på montage bör trivsel mätas hos personalen. Även införa problemlösning med mätbara parametrar. Initialt för personalen att identifiera vardagsproblem och "tidstjuvar". Lösningen av dessa följs upp och antal lösta problem mäts, samt vinsten av dessa lösningar.

Montageledare bör uppmuntras att utföra förbättringsarbete av företags- och projektledningen. Detta genom t.ex. idéverkstad med andra montageledare för att byta erfarenheter och introducera dessa till Kaizen och dess arbetsätt. En förutsättning för att detta ska kunna ske är att nya kommunikationskanaler måste öppnas.

Införandet av dessa åtgärder skulle också tyda på engagerat ledarskap från företagsledning. Och genom att synliggöra detta skapar detta också ett större engagemang inom hela organisationen.

6.3 Förslag på fortsatta studier

Behov av värdeflödesanalys samt ingående analyser av kostnadsintensitet av de olika delarna inom projekten bör utföras. Detta för att skapa en bild av hur mycket organisationerna har att vinna på att förbättra projektgenomföringen.

Vidare bör mätbara faktorer identifieras och mätas för att valideras. På sådan sätt kan kaizen som arbetsmetoder och lean-principer som tillämpas inom värdekedjan utvärderas.

7. Referenser

Bergman, B & Klefsjö, B. 2001. Kvalitet från behov till användning. 3:e upplagan, Studentlitteratur, Lund

Dicken, P. 2003. *Global Shift*. London, UK

Forsgren N. 1990. *Den effektfulla älven*. Luleå

Hartman, J. 2004. *Vetenskapligt tänkande*. Studentlitteratur, Lund.

Kungliga ingenjörsvetenskapsakademien, IVA. 2002. *Vattenkraften i Sverige*. Eskilstuna

Lekvall, P & Wahlbin, C. 2001. *Information för marknadsföringsbeslut*. IHM Publ, Göteborg.

Meland G & Meland Å. 2006. *Kaizen*. Uppsala

Meredith, J.R & Mantel S.J Jr. 2006. *Project Management*. Cincinnati, USA

Modig, N & Åhlström P. 2011. *Vad är lean?*. Stockholm

Patel, R & Davidson B. 2010. *Forskningsmetodikens grunder*. Studentlitteratur, Lund.

Spade, B. 2008. *En historia om kraftmaskiner*, Stockholm,

Womack, J.P. & Jones D.T. 2003. *Lean Thinking*. London, UK

Womack, J.P. & Jones D.T. 2005. *Lean Solutions*. New York, USA

Intervjuer

Barc, Francois Olso, Norge – Site Installation Manager Nordic Zone.

Källgren, Hugo. Västerås – Montageledare, fd. chef på montageteknik avd. ABB. 40års erfarenhet av montage.

Pärlstrand, Per. Västerås. Inköpschef med 30års erfarenhet.

Saltermark, Stig-Arne. Drammen, Norge. Lagerchef.

Sletaker, Tore-Herman. Drammen Norge – Montagesamordnare, tidigare montageledare. 35års erfarenhet.

Solberg, Knut. Drammen, Norge – Montageledare med 40års erfarenhet