



Effektivt beslutsfattande för energieffektiviseringar – en fallstudie av uppvärmningssystem inom vattenkraften

David Harnesk

2012

Miljövetenskap

Examensarbete för masterexamen 30 hp

Lunds universitet

Effektivt beslutsfattande för energieffektiviseringar

- en fallstudie av uppvärmningssystem inom vattenkraften.

David Harnesk

2012

Handledare

Philip Peck
The International Institute for Industrial Environmental Economics
Lunds universitet

Sören Ek
Vattenfall Vattenkraft AB



LUNDS UNIVERSITET

Abstract

The purpose of this study was to analyze the problems surrounding the decision making process for a energy producer when dealing with (potential) energy efficiency measures. This work creates the basis of a investment prioritizing structure directed at heating systems within Swedish hydro power based production facilities managed by Vattenfall. The research was called for by Vattenfall, as the organization lacked both a decision making process and detailed information on energy consumption and costs in this area. A situation found to be a general knowledge gap throughout the field of study despite hydro power being the most common form of renewable energy in the world. The study is centered on the documented barriers for energy efficiency and develops a process to apply established concepts of environmental management accounting and total cost assessment to the issue of efficiency measures of heating systems. After delivery of an in depth literature review and delineation of a structured cost assessment methodology, this study documents a case study at a production unit level at the hydro power department of Vattenfall Hydro in order to validate the approach.

It was found that in order to move closer towards achievement of rational decision making for energy efficiency investments, Hydro needs to provide engineers and accountants with cost assessments frameworks that aid the presentation of the true costs of energy efficiency projects. Hydro also needs to gather and provide physical and monetary data for the energy usage at given facilities or operational units, and then define comparable relative environmental performance indicators. The work builds arguments that key decision making figures within Hydro generally focus their time and money on ensuring safety of operation and maximizing energy production rather than engaging in facility-based energy (demand-side) efficiency. Working from this, the thesis discusses drivers and barriers to the implementation of new management routines for mapping costs of energy consumption patterns and at what organizational level it should be financed. The study then delivers recommendations of how and why a environmental management accounting system should be implemented, and what important physical and monetary data need to included when creating a investment prioritizing structure for heating system energy efficiency measures in hydro power based production units. Findings also reflect Vattenfall's status as a state-owned corporation and Sweden's leading hydro power based energy producer. With this in mind, this report recommends that measures be taken in order to further Vattenfall's strategic position and reputation within future energy and climate political scenarios. It is found desirable that the organization ensures that it seizes potentially beneficial energy efficiency measures for reason of political standing and stakeholder legitimacy – by this it is inferred that there may be significant reputational value in such work. Finally it was concluded that in order to break a principal-agent dilemma based stalemate noted within the analysis, it is suggested that such endeavors may need to be centrally financed by Vattenfall, with the motivation that this aids in the filling of gaps in their current environmental profile and help them live up to the environmental ambitions communicated at a corporate level

Sammanfattning

Syftet med studien var att analysera den kringliggande problematiken för energiproducenters beslutsfattningsprocess när de utvärderar investeringar i energieffektiviseringsåtgärder för uppvärmningssystem i vattenkraftsbaserade produktionsenheter i Sverige. Studien har utgått ifrån de dokumenterade barriärerna för investeringar i energieffektiviseringsåtgärder och applicerar konceptet om Environmental Management Accounting och Total Cost Assessment för uppvärmningssystem på en produktionsenhetsnivå i form av en fallstudie av Sveriges ledande producent av vattenkraftsbaserad el, Vattenfall Vattenkraft AB (Hydro). Forskningen motiveras av organisationens avsaknad av detaljerad information om sin energiförbrukning och kostnader relaterade till den, samt forskningsluckor inom området trots att vattenkraft är världens mest förekommande form av förnybar energi i världen.

Studien visade på att för att närma sig ett mer rationellt beslutsfattande gällande investeringar i energieffektiviseringsåtgärder behöver Hydro tillgodose ingenjörer med kostnadsanalytiska modeller som underlättar för att visa de sanna kostnaderna för energieffektiviseringsprojekt. Hydro behöver även tillgodose organisationen med fysisk och monetär data för produktionsenheters energianvändning och definiera jämförbara relativa indikatorer för produktionsenheternas prestanda. Intervjuer med nyckelpersoner inom beslutsfattningsprocessen inom området visade på att organisationen fokuserar sig på driftsäkerhet och maximering av anläggningars energiproduktion, och frågor om anläggningarnas energiförbrukning är lågprioriterade. Detta mynnar sedan ut i en diskussion om vilka drivkrafter och barriärer som existerar inom organisationen för att implementera en ny management praxis där man kartlägger energiförbrukningen och kostnaderna den står för, samt på vilken nivå inom koncernen detta skall finansieras. Uppsatsen avslutas med ett antal rekommendationer om hur och varför Hydro bör etablera ett Environmental Management Accounting-system och vilka fysiska och monetära parametrar som är viktiga att inkludera när man skapar en prioriteringsstruktur för investeringar i energieffektiviseringsåtgärder för uppvärmningssystemen i vattenkraftsbaserade produktionsenheter. Studien rekommenderar Vattenfall (som ett statligt ägt företag och som Sveriges ledande producent av vattenkraftsbaserad el) att etablera detta för att strategiskt positionera sig inför framtida energi- och klimatpolitiska scenarion, att säkerställa att potentiella gynnsamma energieffektiviseringsåtgärder utförs och för att försäkra sig om att koncernen och dess ägare lever upp till sina uttalade klimat- och energipolitiska målsättningar. Avslutningsvis dras slutsatsen att för att bryta ett principal-agent grundat dödläge inom området behöver åtgärderna vara centralt finansierade, detta eftersom åtgärderna fyller ut gliporna i den nuvarande miljöprofilen och hjälper koncernen att leva upp till sina uttalade miljöambitioner och följaktligen skyddar sitt rykte och varumärke.

Innehåll

Abstract	I
Sammanfattning	II
1. Introduktion	1
1.1 Inledning	1
1.1.1 Energieffektiviseringar och miljöarbete	1
1.1.2 Lagstiftning och målsättningar för en effektiv energiförbrukning i Sverige och EU	4
1.1.3 Vattenfall Vattenkraft AB - en introduktion	5
1.1.4 Syfte och mål	7
1.1.5 Forskningsluckor och problemformulering	7
1.2 Barriärer för energieffektiviseringar	8
1.2.1 Marknadshinder	9
1.2.2 Marknadsmislyckanden	10
1.2.3 Principal-Agent problematiken	12
1.2.4 Begränsningar med barriäranalysen och situationen i Sverige	14
1.3 Frågeställningar	15
1.4 Omfattning och avgränsningar	16
1.5 Rapportstruktur och läsanvisningar	17
2. Metod	18
2.1 Forskningsgång	18
2.2 Beskrivning av datainsamlingsmetod	21
2.3 Forskningens validitet	22
3. Beslutsunderlag för energieffektiviseringsåtgärder - att avlägsna barriärer	23
3.1 Environmental Management Accounting - att tillgodose med väl underbyggt beslutsunderlag	23
3.1.1 Introduktion av Environmental Management Accounting	23
3.1.2 Fysisk och Monetär Environmental Management Accounting	27
3.2 Total Cost Assessment - att utföra kostnadsanalyser av energieffektiviseringsåtgärder	34
3.2.1 Introduktion av Total Cost Assessment	34
3.2.2 Kostnadsnivåer för energieffektiviseringsåtgärder	36
3.2.3 Ekonomisk värdering av energieffektiviseringsåtgärder	41

3.2.4 Total Cost Assessment för energieffektiviseringsåtgärder i praktiken.....	43
3.3 Drivkrafter och barriärer för EMA och TCA – vad kan förväntas?.....	47
3.3.1 Förväntade drivkrafter för implementering av EMA och TCA	47
3.3.2 Barriärer för implementering av EMA & TCA	49
4. Fallstudie: Vattenfall Vattenkraft AB.....	53
4.1 Byggnader och lokaler inom produktionsenheters byggnader samt deras uppvärmningsbehov	54
4.1.1 Byggnader och lokaler.....	54
4.1.2 Uppvärmningsbehov, existerande uppvärmningssystem och uppvärmningstekniska aspekter	55
4.2 Tillgänglig fysisk och monetär information för uppvärmningen inom Hydros produktionsenheter	57
4.2.1 Tillgänglig fysisk information för uppvärmningen av produktionsenheter på Hydro	57
4.2.2 Tillgänglig monetär information för uppvärmningen av produktionsenheter på Hydro	59
4.3 Ägande och investeringar i energieffektiviseringsåtgärder.....	60
4.3.1 Vem äger produktionsenheterna, vem betalar för vad och vem tjänar på energibesparingar?.....	60
4.3.2 Beslutsfattningsprocesser gällande investeringar.....	62
4.3.3 Lönsamhetsvärderingar av energieffektiviseringsprojekt inom Hydro.....	64
4.4 Inställning och erfarenheter	65
4.4.1 Hänger energiförbrukning ihop med miljö?.....	65
4.4.2 Hydro är energiproducenter, inte energisparare.	65
5. Analys och Slutsatser	67
5.1 Vad är det som krävs?.....	67
5.1.1 Vilken information pratar vi om när det gäller Hydro?.....	67
5.1.2 Vilka förutsättningar finns det för detta?.....	69
5.2 Inkluderande utredningar.....	70
5.3 Kunskapsklyftor, gapet och prioriteringar.....	72
5.4 Sammanfattning.....	74
6. Diskussion	75
6.1 Drivkrafter och barriärer för Vattenfall Vattenkraft AB	75
6.1.1 Drivkrafter för EMA, TCA och energieffektiviseringsåtgärder.....	75
6.1.2 Barriärer för EMA, TCA och energieffektiviseringsåtgärder	77
6.1.3 Existerar principal-agent problematiken inom beslutsfattandet?.....	78
6.2 Rekommendationer	80

6.3 Felkällor och förslag på vidare forskning.....	82
7. Referenser.....	84
Bilaga 1: Frågeformulär för intervjuer.....	91
Bilaga 2: Byggnader och lokaler vid vattenkraftsbaserade produktionsenheter.....	92
1. Kraftstationer.....	92
2. Intagsbyggnader och utskovsbyggnader.....	92
3. Dambyggnader.....	93
4. Övriga anläggningar.....	93
Bilaga 3: Sammanställning av fysisk och monetär information för uppvärmning av vattenkraftsbaserade produktionsenheter.....	95

1. Introduktion

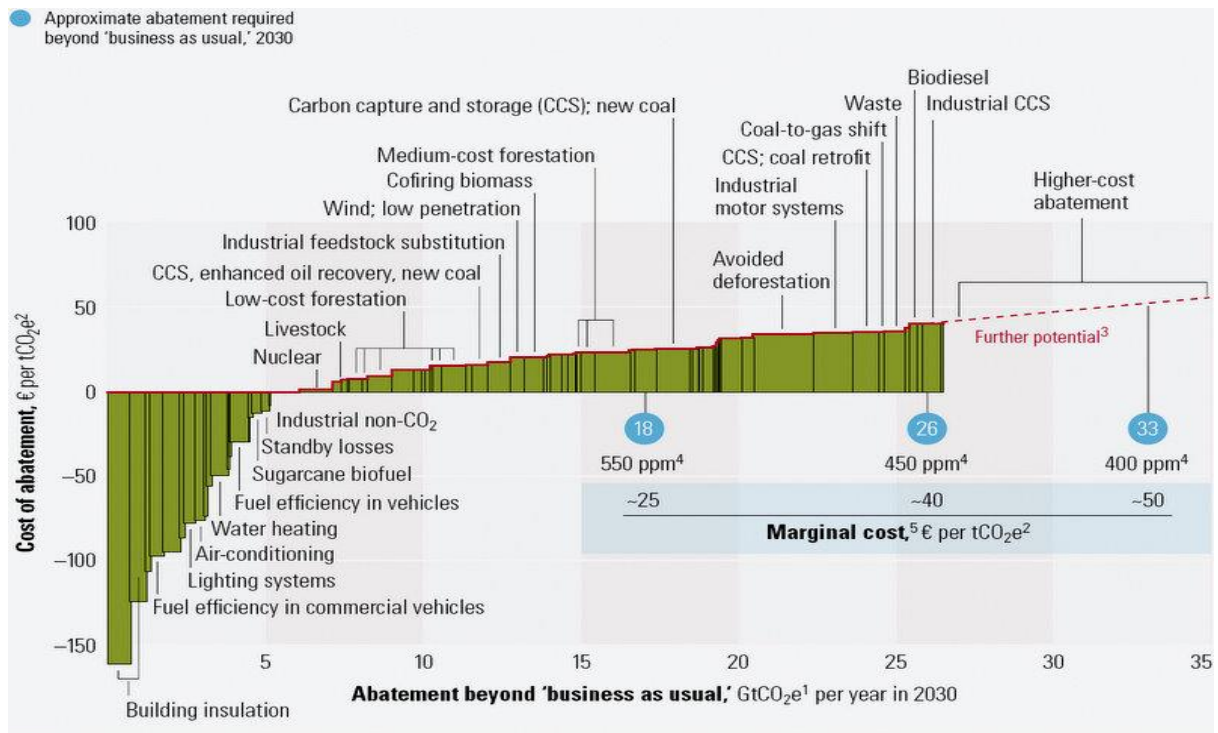
Inledningskapitlet introducerar uppsatsens problemformulering och behandlar arbetets bakgrund, utgångspunkter och frågeställningar. Examensarbetets syfte, omfattning och avgränsningar redogörs och kapitlet avslutas med en beskrivning av uppsatsens rapportstruktur med läsanvisningar.

1.1 Inledning

1.1.1 Energieffektiviseringar och miljöarbete

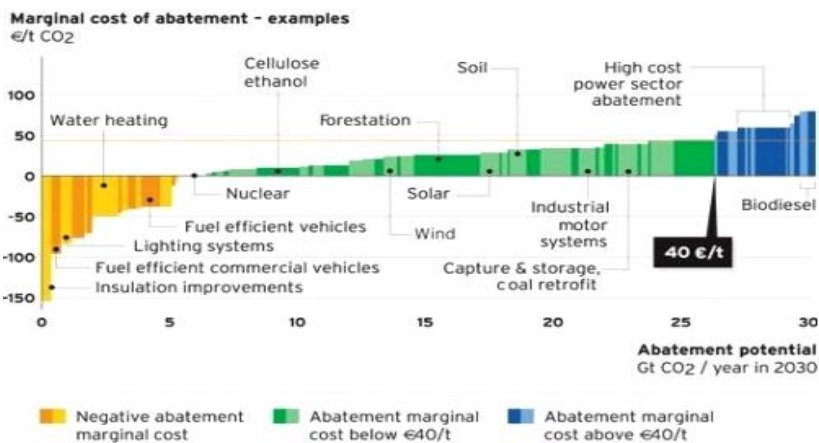
Att effektivisera energianvändning betraktas som är en av de grundläggande förutsättningarna för att Sverige ska kunna nå upp till de svenska miljömålen (Naturvårdsverket, 2012:a). Generellt sett innebär en lägre och effektivare energianvändning en lägre miljöpåverkan genom en bättre hushållning av resurser och minskade utsläpp av exempelvis växthusgaser, kväveoxider, svaveloxider, partiklar och flyktiga organiska föreningar (ibid.). Energibesparande åtgärder framhålls ofta som en av de viktigaste strategierna för nationers arbete med att stärka sin energisäkerhet, främja vidare ekonomisk utveckling och minska effekterna av klimatförändringen (International Energy Agency, 2007). Energimyndigheten har exempelvis i sin långtidsprognos från 2010 prognostiserat långsiktiga pristrender där marknadspriset för el ökar från år 2007 års låga 26 öre per kWh till 45 öre år 2030, bland annat som ett resultat av ekonomisk utveckling, den förda energi- och klimatpolitiken och en ökning på råoljepriset från ett värde av cirka 73 dollar per fat till 113 dollar per fat under samma tidsrymd (Energimyndigheten, 2011).

En uppsjö av omfattande studier har undersökt potentialen för energieffektiviseringsåtgärder som har konstaterat att energieffektiviseringar fyller en stor nytta för samhällets arbete med att minska dess klimatpåverkan (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2001; Productivity Commission, 2005; International Energy Agency, 2006). Energieffektiviseringsåtgärder har även visat sig vara den mest kostnadseffektiva metoden för att minska verksamhetens totala koldioxidutsläpp, något som dessutom ofta kan utföras med negativa kostnader (Global Energy Assessment, 2012). Intresset för energieffektiviseringsåtgärder har även fått ett uppsving med klimatfrågans ökade relevans på den internationella agendan och många länder har börjat implementera olika former av politiska styrmedel (cf. International Energy Agency, 2011; Thollander et.al., 2012). Möjligheterna för energieffektiviseringar är fördelade över ekonomin och ingen enstaka industri, byggnadstyp, klimatregion eller slutanvändare kan verkligen utnyttja den totala potentialen; vilket är en av anledningarna varför området förblivit lågprioriterat hos enstaka aktörer (McKinsey & Co, 2009). Forskning har visat på att inom ett 25-års perspektiv står energiproduktion och tillverkningsindustrin för mindre än hälften av potentialen för lönsamma växthusgasminskande energieffektiviseringsåtgärder (se figur 1) (Enkvist et.al., 2007). Därutöver tillkommer nästan en fjärdedel av de potentiella utsläppningsminskningarna från åtgärder (såsom bättre isolering för byggnader) som inte hade några netto livscykelkostnader utan snarare inte kostar något alls (ibid.). Även det svenska energiföretaget Vattenfall AB har utfört en liknande studie genom konsultarbete från McKinsey gruppen (som också låg bakom ovannämnda studie). Även denna studie kom att visa liknande resultat, där de mest kostnadseffektiva var av energibesparande karaktär (se figur 2) (Vattenfall AB, 2007).



Figur 1 - Global kostnadskurva för växthusgasutsläppsminskade åtgärder bortom "business as usual". Kurvan beskriver hur mycket växthusgasutsläppsminskade åtgärder skulle kosta och hur stor minskning de skulle åstadkomma från år 2005 till år 2030. Växthusgaser är mätta i GtCO₂e (gigaton koldioxidekvivalenter); där "business as usual" har utgått ifrån ökade utsläpp som främst beror på en ökad efterfrågan av energi och transporter runt om jorden och avskogning inom tropiska områden. Åtgärder som kostar mer än €40 per ton tillhörde inte studiens fokusområde. Koncentrationer av samtliga växthusgaser i atmosfären är omräknade till koldioxidekvivalenter. (Källa: Enkvist et.al., 2007).

Global cost curve



Figur 2 - Global kostnadskurva för växthusgasutsläppsminskade åtgärder för Vattenfall AB. Kurvan beskriver hur mycket växthusgasutsläppsminskade åtgärder skulle kosta och hur stor minskning de skulle åstadkomma från år 2005 till år 2030. Växthusgaser är mätta i GtCO₂e (gigaton koldioxidekvivalenter); där "business as usual" har utgått ifrån ökade utsläpp som främst beror på en ökad efterfrågan av energi och transporter runt om jorden och avskogning inom tropiska områden. Åtgärder som kostar mer än €40 per ton tillhörde inte studiens fokusområde. Koncentrationer av samtliga växthusgaser i atmosfären är omräknade till koldioxidekvivalenter. (Källa: Vattenfall AB, 2007).

Omkring 40 procent av den totala energiförbrukningen i de nordiska länderna, som karaktäriseras av ett kallt klimat med långa vintrar, går åt till att värma upp byggnader och att tillgodose dem med elektricitet (Bokalders & Block, 2010). Det finns en handfull aspekter som påverkar hur mycket energi som egentligen krävs för att värma upp en byggnad. Därför är detaljerna och specifikationerna kring hur hushåll och företag ska gå tillväga för att effektivisera energianvändningen bland deras bostäder, lokaler och verksamheter väldigt beroende på byggnadernas och verksamheternas specifika förutsättningar (Abel & Elmroth, 2008). Exempelvis spelar den specifika byggnadens form, typ och lokalisering en stor roll för energiförbrukningen, men kanske mest av allt är det byggnadens ytterhölje som är karaktäriserande för vilka förutsättningar energiförbrukningen den specifika byggnaden har (Bokalders & Block, 2010; Abel & Elmroth, 2008). Det kan handla om vilken typ av isolering det är i väggarna eller hur bra byggnadens fönster är på att hålla inne värmen. Men utöver att se till att så lite värmeenergi som möjligt sipprar ut genom skalet spelar det även roll vilken typ av uppvärmningssystem (och vad den använder sig av för energikälla) byggnaden använder sig av en stor roll för systemets möjlighet att uppnå en miljömässigt hållbar och resurseffektiv energiförbrukning (Bokalders & Block, 2010; Abel & Elmroth, 2008). Generellt sett kan man säga att ett värmesystem där direktverkande el används för uppvärmning inte är en lika resurseffektiv uppvärmningsmetod som värmepumpar och andra värmeåtervinningsbaserade metoder eftersom värme och el som två olika former av energi med olika egenskaper, som är olika svåra att generera, har olika kostnadsbilder och som i grunden har olika värden (Abel & Elmroth, 2008). Men även här skiljer sig förutsättningarna åt beroende på exempelvis- byggnadens läge eller verksamheten processer (ibid.). Det kan handla om möjligheter till ventilationsbaserade värmeåtervinningsystem från verksamhetens interna processer, om vatten- och bergvärmebaserade värmepumpar som nyttjar byggnadens omgivning, eller om huruvida byggnaden har tillgång till ett bioenergibaserat fjärrvärmenät (Bokalders & Block, 2010).

Många av de uppvärmningssystem som används idag är konstruerade under en era när den energipolitiska situationen såg helt annorlunda ut och klimatfrågan inte hade fått samma vetenskapliga trovärdighet och opinion bakom sig som den idag har. Detta avslappnade förhållningssätt till sin energiförbrukning kanske är extra tydligt hos just energiproducenter som under en lång tid haft bekvämligheten att arbeta med låga operationskostnader (Thollander et.al., 2012) Resulterat av detta kan idag ses i det faktum att merparten av de uppvärmningssystem som används inom exempelvis Vattenfall AB:s vattenkraftverk använder sig av eldrivna uppvärmningssystem såsom vattenburen värme uppvärmd via elvärmepannor, aerotemper¹ och direktverkande el (Ek, 2012:b & Gunnebrink, 2012:a).

Det finns följaktligen en mängd av olika tekniska uppvärmningssystem man kan använda sig av för värma upp en byggnad som är olika gynnsamma ur både ett miljömässigt och ekonomiskt perspektiv och samhällets omställning till en effektivare energiförbrukning är långt ifrån färdig. Värderandet av investeringar i energibesparande åtgärder av dessa uppvärmningssystem brukar karaktäriseras av att initialkostnaderna för investeringarna vägs mot de förväntade minskningarna i energikostnader, varpå beslutsfattare beslutar om organisationen skall investera eller ej baserat på investeringarnas bedömda ekonomiska gynnsamhet (cf.

¹ Aerotemper: En typ av stationär värmefläkt som oftast används för att värma upp industrilokaler, verkstäder med mera.

McKinsey & Co., 2009). Förutom att en minskad energiförbrukning resulterar i minskade kostnader kan det ofta leda till en förbättrad driftsäker och arbetsmiljö, ökad uppfyllelse av lag- och kundkrav samt PR och förbättrad image för företaget (cf. Energimyndigheten, 2009; McKinsey & Co, 2009).

1.1.2 Lagstiftning och målsättningar för en effektiv energiförbrukning i Sverige och EU

Sverige använder mest elektricitet per capita av alla länder inom den Europeiska Unionen (Thollander et.al., 2012). Detta har förklarats av de låga operationskostnaderna som Sveriges största elproducenter (som är baserade på vattenkraft- och kärnkraft) har kunnat förhålla sig till (ibid.). Den svenska regeringen har dock formulerat ett antal mål och lagar som berör en mer effektiv hushållning av energiresurser för komma åt detta överkonsumerande av elektricitet. År 2008 formulerade Sverige ett sektorsövergripande mål på en minskning av energiintensiteten kopplat till BNP med 20 procent mellan 2008 och 2020 som en del EU:s 20-20-20-klimatmålsättning (Proposition 2008/09:163). Området berörs även i svenska miljömål såsom *God bebyggd miljö*, där man under delmål 6 åtar sig att minska den totala energianvändningen per uppvärmd areaenhet i bostäder och lokaler med 20 procent till 2020 och 50 procent till 2050 i förhållande till användningen 1995 (Boverket, 2012). En effektivare energiförbrukning berörs även av miljömålet *Begränsad klimatpåverkan* där en minskning av den totala energiförbrukningen och en övergång till mer förnybara energikällor ses som en viktig del av kunna uppnå målsättningen (Miljömål, 2012:a). Dessvärre bedömer Naturvårdsverket att det finns ett behov av kraftfullare åtgärder eftersom båda dessa miljömål bedöms att inte vara möjliga att uppfylla med i dag beslutade och planerade styrmedel (Miljömål, 2012:b & Miljömål, 2012:c).

Kretsloppstänk och en effektiv hushållning av energi berörs även till viss del av den svenska miljölagstiftningen. Enligt 2 kap. 3 § i miljöbalken skall yrkesmässig verksamhet använda sig av bästa möjliga teknik i syfte av att förebygga, hindra eller motverka att verksamheten eller åtgärder medför skada eller olägenheter för människors hälsa och miljö (SFS 1998:808). Även 2 kap. 5 § berör området där det uttrycks att alla som bedriver verksamheter eller vidtar en åtgärd skall hushålla med råvaror och energi samt utnyttja möjligheterna till återanvändning av och återvinning, där man i första hand skall använda sig av förnybara energikällor (ibid.). Viktigt att notera är dock att rimlighetsavvägningen i 2 kap. 7 § nämner att kraven i 2 kap. 3 - 5 §§ endast gäller i den utsträckning det inte kan anses orimligt att uppfylla den (ibid.).

I Sverige finns det även ett elcertifikatsystem som är ett marknadsbaserat stödsystem som ämnar öka andelen och mängden av produktion av förnybar el, där bland annat vissa vattenkraftsanläggningar har rätt till elcertifikat (SFS 2011:1200). I praktiken innebär detta att producenter av el som uppfyller kraven som uttrycks i lagstiftningen får tillgång till certifikat som ger deras el ett mervärde och de får en ökad vinst för varje såld kWh (ibid.).

Vid förhandlingarna kring utformandet av EU direktivet om energieffektiviseringar handlade diskussionen bland annat om hur man skall påverka medlemsländernas ambitioner och ökade krav på såväl myndigheter och företag (Europeiska Unionen, 2012). I denna diskussion var bland andra Danmark väldigt drivande för att krav på effektiviseringsåtgärder av energiförbrukningen skall utformas samtidigt som det skall definieras mer ambitiösa mål gällande en minskad total energiförbrukning inom EU (Gerdes, 2012). Direktivet stod inför

parlamentet i September 2012, där Juli-versionen av direktivet innehöll förpliktelser på energiföretag att årligen spara 1,5 procent av deras totala energiförbrukning jämfört med föregående år (Tolbaru, 2012). Förslaget om förpliktelser för energiföretag stod sig inte hela vägen ut men energiproduktionen ska vidaregranskas ur effektivitetssynpunkt och EU kan vid behov komma att föreslå åtgärder för att förbättra resultatet av direktivet (Europeiska Unionen, 2012:b) Den svenska Energimyndigheten har dock redan tidigare flaggat för att kraven från myndigheterna på att företag måste använda sin energi effektivare kommer skärpas successivt och att myndigheter och företag bör förbereda sig för detta (Energimyndigheten, 2009).

Sammanfattningsvis finns således:

- politiska målsättningar i Sverige som berör energiförbrukningen men som inte bedöms möjliga att uppfylla och att det finns behov av kraftigare åtgärder;
- lagstiftningar som uppmanar verksamheter att så långt som möjligt använda sig av bästa möjliga teknik och hushålla med energi samt utnyttja möjligheterna till återvinning och använda sig av förnybara energikällor;
- växande sociala och politiska förväntningar på att företag förbrukar energi, särskilt högkvalitativ energi som elektricitet, effektivt;
- en stor vetenskaplig konsensus om att energieffektiviseringsåtgärder inom byggnader lönar sig ekonomiskt;
- styrmedel som gynnar energiproducenter som producerar förnybar el extra mycket med att få ut så mycket producerad el som möjligt från varje produktionsenhet.

Denna uppsats kommer härfter göra en djupdykning inom området och fokusera sig på en av huvudaktörerna på den svenska energimarknaden för förnybar el: Vattenfall Vattenkraft AB.

1.1.3 Vattenfall Vattenkraft AB - en introduktion

Vattenfall Vattenkraft AB, Hydro², är en del av Vattenfallkoncernen och har ansvar för förvaltandet av vattenkraftsproduktion i Norden (Vattenfall AB, 2012:a). Moderbolaget Vattenfall AB ägs till 100 procent av den svenska staten (Vattenfall AB, 2012:b) och koncernens omsättning uppgick 2010 till 213 572 MSEK (Vattenfall AB, 2011:c). Vattenfallkoncernen ansvarar för 102 vattenkraftstationer i Norden varav 92 är lokaliserade i Sverige (se figur 3) och förvaltas av Hydro (Vattenfall AB, 2012:a). Vattenkraftsflottan i Sverige har en installerad effekt på totalt 8 510 MW (Vattenfall AB, 2012:b). Hydros vattenkraftverk i Sverige producerar mellan 30 – 40 TWh per år beroende på vattenmängden (ibid.). År 2010 bestod 46 procent, ca 65 TWh, av den Svenska elproduktionen av vattenkraftsbaserad elektricitet (Statistiska Centralbyrån, 2012). Av dessa 65 TWh kom ungefär 49 procent från Hydros anläggningar, vars totalproduktion det året nådde upp till 31,9 TWh (Vattenfall AB, 2011:c). Hydro (som också ägs till 100 procent av den svenska staten (Vattenfall AB, 2012:b)) spelar därmed en bytande roll på den svenska elmarknaden.

² För att underlätta läsandet kommer fortsättningsvis *Hydro* användas i rapporten istället för Vattenfall Vattenkraft AB.

Hydro uttrycker i deras miljöpolicy en vision om att vara ”Nummer Ett för miljön” (Vattenfall Vattenkraft AB, 2008). I policydokumentet sammanfattas ambitionerna med att Hydro bland annat skall: vara ledande för miljöanpassad vattenkraftproduktion, vara aktiva och drivande i svenskt och internationellt arbete samt eftersträva miljöförbättrande åtgärder som är väl underbyggda, kostnadseffektiva som medför en betydande miljöförbättring både lokalt och globalt (ibid.). De skall även följa gällande lagstiftning, samt ständigt förbättra verksamheten genom ett systematiskt arbetssätt (ibid.).

Vattenkraftens potential är i hög grad redan utnyttjad och möjligheterna för nybyggnation av produktionsenheter är begränsade och Hydros ansvar ligger främst i förvaltandet av Vattenfalls vattenkraftsbaserade produktion i Norden (Vattenfall AB, 2012:b). Däremot finns det fortfarande en potential för en ökad vattenkraftsbaserad produktion och under perioden 2004 - 2014 kommer Vattenfall att ha moderniserat och uppgraderat 30 av de befintliga kraftverken, och bara mellan 2011 – 2014 kommer 4 miljarder att ha investerats i produktionsenheter belägna i Sverige (ibid.). En betydande majoritet av dessa investeringar har berört dammsäkerhet och effektiviseringsåtgärder av produktionskapaciteten inom anläggningarna (ibid.).

Hydros produktionsenheter omfattar flera olika typer av byggnader och lokaler med olika uppvärmningsbehov och möjligheter för tekniska lösningar, de värms oftast upp genom eldrivna uppvärmningsmetoder (se kapitel 4.1.2) (Ek, 2012:b & Gunnebrink, 2012:a). Den elektriska energi som krävs för att en produktionsanläggning skall fungera kallas för lokalkraft och inkluderar allt från pumpmaskiner och kontrollodon till aerotemper och belysning (ibid.). Genom att göra investeringar som minskar lokalkraftsförbrukningen kan elproducenter som Vattenfall öka mängden av elektricitet de kan sälja (Eriksson, 2012:a). En ökad mängd av vattenkraftsbaserad elektricitet på elmarknaden innebär även att man kan minska behovet av mindre miljövänligt producerad el, vilket ger denna typ av energibesparande åtgärderna ytterligare sociala och miljömässiga fördelar.

Merparten av Hydros vattenkraftverk är byggda under en tid då miljöfrågorna var annorlunda och idag ställs större krav på miljöprestanda och långsiktighet (Eriksson, 2012:a). Hydro och Vattenfall har utfört ett fåtal studier som berör tekniska aspekter gällande energiförbrukning och effektiviseringsåtgärder (Holmström, 2008; Hagelberg, 2010) och potentialen för gynnsamma investeringar i växthusgasminskande åtgärder (där även energibesparande åtgärder inom byggnader behandlats) (cf. Vattenfall, 2007). Tidigare utförda examensarbeten inom Hydro har även rapporterat om avsaknaden av en definierad standard för att kategorisera och presentera



Figur 3 - Karta över Vattenfall Vattenkraft ABs storskaliga vattenkraftverk i Sverige (Källa: Vattenfall Vattenkraft AB, 2011).

fördelningen av elförbrukningen inom Hydros kraftstationer (Hagelberg, 2010). Men trots företagets fokus på förvaltande av existerande anläggningar och aktiva miljöarbete har energibesparande åtgärder för energiförbrukningen förblivit ett lågprioriterat område och Hydros effektiviseringsarbete riktar sig istället främst åt att effektivisera produktionskapaciteten (Eriksson, 2012:a & Ljunggren, 2012). Inom vissa delar av produktionsenheterna finns det dessutom större behov av nedkylning, stora krav på driftsäkerhet, luftkvalitet och brandsäkerhet; vilket ökar komplexiteten för utformandet av uppvärmningssystem (Gunnabrink, 2012:a & Eriksson, 2012:a).

En svårighet som Hydros ledning verkar stå inför är avsaknaden av tydlighet. Det verkar som att Hydros management är medvetna om att det konsumeras stora mängder energi, där säkerligen stora delar kunde används på ett bättre sätt. Däremot är det mindre tydligt vilken information som finns tillgänglig och huruvida detta verkligen är ett område som Hydro skall prioritera eller hur man skall arbeta vidare med området om det visar sig vara ett område som förtjänar att prioriteras. Är drivkrafterna inom företaget för små för att det ska löna sig att arbeta med energibesparande åtgärder av uppvärmningen? Vad finns det för information som är relevant och finns den tillgänglig inom företaget? Med tanke på företagets kompetensområde, dess historik kan och kärnverksamhetens utformning kan det vara troligt att det kan finnas kunskapsluckor för hur de ska systematiskt kunna arbeta med- och förhålla sig till energieffektiviseringsåtgärder av uppvärmningssystemen.

1.1.4 Syfte och mål

Examensarbetet ämnar att analysera den kringliggande problematiken gällande investeringar för energieffektiviseringsåtgärder som minskar energiförbrukningen för uppvärmningssystemen inom vattenkraftsbaserade (el)produktionsenheter. Forskningen ska undersöka de organisatoriska kraven för att möjliggöra ett arbete med investeringar inom energieffektiviseringsåtgärder och nyttan av- (och även resultera i) en miljöekonomisk prioriteringsmodell. Den miljöekonomiska modellen och de organisatoriska resonemangen har som syfte att:

- underlätta för utformandet av ett mer systematiskt arbetssätt som ska möjliggöra ett väl underbyggt beslutsfattande;
- underlätta för utformandet av mer utvecklade kostnadsbilder som tillgodoser att viktiga variabler inkluderas i beslutsfattandet;
- underlätta för elproducenter att uppnå en mer resurseffektiv och miljöanpassad elproduktion.

1.1.5 Forskningsluckor och problemformulering

År 2009 producerades 3 330 TWh vattenkraftsbaserad el runt om jordklotet vilket motsvarade 16,2 procent av världens elproduktion (International Energy Agency, 2011:a). Den vattenkraftsbaserade energin är dessutom den vanligaste formen av förnybar energi i världen (International Energy Agency, 2010). Trots energikällans betydande roll på energimarknaden finns det forskningsluckor inom området kring problematiken vid investeringar i energibesparande åtgärder inom vattenbaserade elproducenters produktionsenheter, något som gör området intressant för ytterligare forskning med tanke på den dokumenterade potentialen för energieffektiviseringsåtgärder.

Under kapitel 1.1.1-1.1.2 presenterades det även att området för energieffektiviseringar också är ett högst aktuellt forskningsområde; och med tanke på de specifika förutsättningarna som gäller för vattenkraftsbaserade elproducenters produktionsenheter gällande deras verksamhet och lokalisering samt möjligheterna att sälja den energi som sparas in anser jag att området är av ytterligare intresse. Även den traditionellt sett låga frekvensen av energieffektiviseringsåtgärder av uppvärmningssystemen inom branschen gör ämnet till ett område av intresse för yrkesutövare inom branschen och kan även leda till ytterligare kompetensutveckling för deras verksamheter, samtidigt arbetet bidrar ytterligare till forskningen kring energieffektiviseringar.

Därtill blir fallstudieföretaget Hydro av ytterligare intresse för ett flertal anledningar. Dels för att det är Sveriges ledande producent av vattenkraftsbaserad el, men även för vissa brister inom verksamheten när det kommer till hur man definierar sin elförbrukning. Hagelberg lyfter bland annat fram i sitt examensarbete från 2010 om energieffektiviseringar vid Stornorrfors vattenkraftsstation (med fokus på värmeåtervinning) en avsaknad av en definierad standard för hur elförbrukningen inom Hydros kraftstationer ska kartläggas, ett faktum som till stor del både berör och motiverar även denna uppsats forskning.

1.2 Barriärer för energieffektiviseringar

Studier har gång på gång visat att såväl hushåll som företag tenderar att vara ovilligt inställda till att investera i energieffektiviseringsåtgärder trots att det existerar en dokumenterad potential för kostnadseffektiva investeringar (cf. Sanstad et.al., 1995; Sanstad, 2006). Denna dokumenterade skillnaden mellan mängden energieffektiviseringsinvesteringar som utförs av företag och den faktiska potentialen för kostnadseffektiva investeringar brukar kallas för ”the energy efficiency gap”, eller ”the energy paradox” (cf. Sorrell et.al., 2004). I litteraturen förklaras gapet av att det existerar barriärer i form av marknadshinder och marknadsmisslyckanden som direkt hindrar förverkligandet av ett rationellt beslutsfattande för energieffektiviseringsinvesteringar inom företag³ (cf. Ingham et.al., 1991; DeCanio, 1993; Sorrell, et.al., 2004; Sathaye & Murtishaw, 2004; Ansar & Sparks, 2008). Förklaringarna bakom barriärerna är många och kan även klassificeras på många olika sätt (cf. International Energy Agency, 2007; Ansar & Sparks 2009; McKinsey & Co. 2009; Armstrong, 2010; Energimyndigheten, 2010:b). I nedanstående stycken presenteras en sammanställning av ett antal barriärer (se figur 4) som främst är baserad på Sorrell et.al. (2004), International Energy Agency (2007) och Energimyndigheten (2010:b). Listan är inte menad att vara heltäckande och ämnar inte heller påstå att barriärerna enkelt kan sammanfattas i tydliga kategorier. Snarare överlappar barriärerna varandra och samspelet mellan dem påverkar beslutsfattandet kring investeringar i energieffektiviseringar (International Energy Agency, 2007).

³ Det skall noteras att det existerar en debatt om huruvida ”the energy efficiency gap” existerar och/eller hur stor betydelse den egentligen har (för exempel se: Sutherland, 1991; Allcott & Greenstone, 2012).

Barriärer för Energieffektiviseringar

Marknadshinder	Marknadsmislyckanden
<ul style="list-style-type: none">- Riskhantering och tillgång till kapital - energiförbrukning är ofta ett lågprioriterat område- Marknaden för energieffektiviseringsåtgärder är otillräcklig	<ul style="list-style-type: none">- Otillräcklig information och begränsad rationalitet- Transaktionskostnader och dolda kostnader- Delade incitament

Figur 4 – En sammanställning av några dokumenterade barriärer för energieffektiviseringar, uppdelade i två kategorier: marknadshinder och marknadsmislyckanden. Figuren har utgått ifrån innehållet i följande rapporter: International Energy Agency, 2007; Ansar & Sparks 2009; McKinsey & Co. 2009; Armstrong, 2010; Energimyndigheten, 2010:b.

Förhållandet mellan uppdragsgivare och leverantörer kan ofta leda till komplicerade ägandesituationer som kan direkt eller indirekt kan förhindra utformandet av effektiva energisystem, något som inom litteraturen kallas för principal-agent problematiken (cf. International Energy Agency, 2007). Eftersom ett flertal av de barriärer som behandlas i texten ovan och nedan också berörs av denna teori blir även den en viktig komponent för att kunna förklara den bakomliggande komplexiteten för energieffektiviseringsåtgärder.

I följande avsnitt presenteras kortfattade beskrivningar av barriärerna för att introducera den grundläggande problematiken med att investera i energieffektiviseringsåtgärder (se kapitel 1.2.1 och 1.2.2), samt hur de förhåller sig till agentteorin om dilemmat mellan uppdragsgivare och uppdragstagare (principal-agent problematiken, se kapitel 1.2.3).

1.2.1 Marknadshinder

Marknadshinder som berör energieffektiviseringar är ett resultat av främst tre orsaker: när energianvändning är ett lågprioriterat område relativt andra inom verksamheten, när det finns hinder som försvårar tillgången av kapital som därmed förhindrar inköp av energieffektivare teknologi och när marknaden för energieffektiviseringsåtgärder är otillräcklig (International Energy Agency, 2007).

1.2.1.1 Riskhantering och tillgång till kapital – energiförbrukning är ofta ett lågprioriterat område

En väsentlig barriär för energieffektiviseringar anses vara hur energisamordnare eller motsvarande ska få tillgång till den kapitalinsats som krävs för att utföra åtgärderna under gällande kapitalbudgeteringssystem (cf. McKinsey, 2009). Studier visar på att energieffektiviseringsprojekt ofta inte kvalificerar sig för traditionella finansieringskällor och -kriterier för kapitalinvesteringar (interna och externa) (International Energy Agency, 2007; Sorrell et.al., 2004). Detta kan exempelvis handla om att företaget har etablerat interna förräntningskrav (*hurdle rates*) för energieffektiviseringsinvesteringar som är högre än kostnaden av självaste kapitalet för firman (DeCanio, 1993). Det behöver därför inte vara att organisationen saknar kapitalet som krävs utan snarare att det blir bortprioriterat (av olika anledningar) när det jämförs med andra projekt under den beslutande kapitalbudgeteringsprocessen (Sorrell et.al., 2004).

En del av förklaringen bakom motsträvigheten för energieffektiviseringsprojekt grundar sig i att de traditionellt sett klassificeras som högst villkorliga drifts- och underhållsprojekt istället för väsentliga drifts- och underhållningsprojekt (Sorell, 2004). Att utreda och utföra energibesparande åtgärder i sig är helt enkelt inte en del av verksamhetens kärnkompetens och blir därför ett lågprioriterat område (Schleich, 2009). För många verksamheter är även energieffektiviseringar inte ett intressant område att utreda eftersom kostnaderna för energianvändningen helt enkelt står för en relativt liten del av totalkostnaderna för verksamheten jämfört med andra kostnader, exempelvis kostnader för arbetskraft (International Energy Agency, 2007). Den förhållandevis låga vinstpotentialen leder därmed till att det finns lite incitament för beslutsfattare att utreda- och investera i energieffektiviseringsåtgärder (ibid.). Bortprioriterandet sker också bland annat eftersom beslutsfattare upplever att risken för att besparingarna i sig bortfaller på grund av att transaktionskostnaderna (exempelvis kostnader för att samla information, förklaras mer ingående i kapitel 1.2.2.2) är för stora (International Energy Agency, 2007 & Schleich, 2009). Detta komplicerar arbetet för ansvariga samordnare, managers, ingenjörer eller eldsjälvar att finna det som ledningen kan uppfatta som rationella och gynnsamma investeringar, något som också är en del av förklaringen bakom varför många företag förblir passiva (Schleich, 2009).

1.2.1.2 Marknaden för energieffektiviseringsåtgärder är otillräcklig

Traditionellt så har energieffektivitet varit ett attribut som hör till en separat produkt som i sig fyller en mer specifik funktion (International Energy Agency, 2007). Ett exempel på detta skulle kunna vara att bränsleförbrukningen hos en bil är bara en del av de funktioner som bilen erbjuder. Eller att energianvändningen hos en stereo i standby inte är lika viktigt för konsumenten som funktioner såsom förmågan att leverera ljud av god kvalitet. Förklaringen bakom detta skulle kunna ligga i de historiskt sett låga energipriserna eller ett lägre intresse för produktens energieffektivitet jämfört med en annan funktion den besitter (International Energy Agency, 2007). Otillräckligheten i marknaden gäller inte endast för energieffektiviserande *produkter* utan även mer serviceorienterade *tjänster* som leder till en effektivare energiförbrukning (McKinsey & Co., 2009). Under dessa förutsättningar med avsaknaden av goda produkter och tjänster finns det sämre möjligheter för verksamheter att effektivisera deras energiförbrukning eftersom marknaden inte tillgodoser dem med produkter och tjänster av tillräckligt god kvalitet (International Energy Agency, 2007 & McKinsey & Co., 2009). För energiproducenter kan det exempelvis handla om huruvida det finns aktörer på marknaden som tillgodoser med tjänster som bevarar driftsäkerheten samtidigt som de effektiviserar uppvärmningssystemens energiförbrukning.

1.2.2 Marknadsmisslyckanden

Gällande energieffektiviseringsåtgärder syftar marknadsmisslyckanden på att det konsumeras mer energi för en specifik tjänst än vad producenter och konsumenters anser kan rättfärdigas som ett rationell resursanvändande (cf. DeCanio & Watkins, 1998; Howarth et.al., 2000; International Energy Agency, 2007). Dessa marknadsmisslyckanden kan resultera i ett gap mellan optimal- och verklig energianvändning samtidigt som det snedvrider aktörernas beslut från det som är samhällsekonomiskt gynnsamt (Energimyndigheten, 2010:a).

1.2.2.1 Otillräcklig information och begränsad rationalitet

Otillräcklig eller felaktig information kan leda till att kostnadseffektiva investeringsmöjligheter förbises av beslutsfattare på företag (Sorrell et.al., 2004). För energieffektiviseringar kan det exempelvis handla om avsaknad av eller otillräcklig information gällande verksamhetens totala energiförbrukning, energikonsumtionsmönster inom verksamheten, potentialen för energieffektiviseringsåtgärder eller kostnadsanalyser som beskriver åtgärdernas kostnadsbild och avkastning ur det livscykelperspektiv som karakteriserar dem (Sorrell et.al., 2004; Schleich, 2009).

DeCanio (1998) beskriver i sin rapport ”*Information processing and organizational structure*” om hur organisationer såsom företag ofta saknar förmåga eller tid att utvärdera den information som finns tillgänglig; vilket påverkar dess möjlighet att fatta rationella beslut (DeCanio, 1998). Detta fenomen brukar kallas för begränsad rationalitet (bounded rationality). DeCanio visar i sin studie att tillsynes irrationella beslut gällande energieffektiviseringar kan kopplas till beslutsfattares oförmåga att fatta rationella beslut även om tillräcklig information finns tillgänglig på grund av brist på tid, intresse eller engagemang (DeCanio, 1998). Detta förklaras i att aktörerna kan vara s.k. rationella beslutsfattare samtidigt som de begränsas av sin kognitiva förmåga att hantera information kring olika investeringsalternativ (Ejdemo & Söderholm, 2010).

1.2.2.2 Transaktionskostnader och dolda kostnader

Den varsamma inställningen gentemot energieffektiviseringar kan också förklaras med att det finns ytterligare kostnader som kan vara dolda eller inte medberäknade i ingenjörernas ekonomiska kalkyler av effektiviseringsåtgärderna (Sorrell et.al., 2004; International Energy Agency, 2007; Schleich, 2009). Beslutsfattarna kan vara väl medvetna om dessa dolda kostnader men kostnaderna i sig kan vara svåra att kvantifiera endast med ingenjörsekonomiska kalkyler (Schleich, 2009). Det kan vara transaktionskostnader som typiskt brukar kopplas till energieffektiviseringsåtgärderna; exempelvis kostnader för informationssökning, utvärdering av information, val av leverantörer och/eller kontraktsförhandlingar (cf. Sorrell et.al., 2004; McKinsey & Co., 2009; Ejdemo & Söderholm, 2010). Dolda kostnader kan även inkludera kostnader för forskning, förluster på grund av driftsstopp, utbildning av personal gällande nya procedurer och handläggningsarbete (ibid.) Det kan vara kvalitetsförluster; såsom att ökade bullernivåer anläggningarna eller energieffektiva lampors annorlunda ljuskvalitet (Schleich, 2009).

Det kan även röra sig om ytterligare organisationskostnader som allokeras till overheadkontot på grund av ökat krav på energimanagement (Schleich, 2009) Till skillnad från de mer prestanda- och produktionsbaserade dolda kostnaderna är dessa organisationsbaserade kostnaderna mer beroende av den existerande organisationen och dess utformning, rutiner och procedurer (Ostertag, 2003).

Även dolda negativa kostnader kan förekomma, såsom ytterligare energi- och resursbesparingar som sker som ett resultat av investeringen (exempelvis avfrostningsåtgärder på ett bryggeri som bidrog till ytterligare energi- och vattenbesparingar samtidigt som det minskade kostnader för underhåll och slitage på byggnaden) (Sorrell, et.al. 2004).

Studier har visat att avsaknaden av marknads- och organisationsbaserade transaktionskostnader var ett mer betydande problem inom de ingenjörsekonomiska ekvationer bland fallstudieföretagen än deras motsvarighet för prestanda- eller produktionsbaserade dolda kostnader, där det enda som fallstudieföretagen såg som viktigt var förlorade vinster på grund av driftstopp (Sorell, et.al. 2004).

Sammanfattningsvis leder dessa dolda kostnader till att den sammantagna potentialen för energieffektiviseringar lätt kan bli felaktig och överskattas av ingenjörers ekonomiska kalkyler då de ofta underskattar dessa (eg. Energimyndigheten, 2010:b; Allcott & Greenstone, 2012).

1.2.2.3 Delade incitament

Möjligheter för gynnsamma energieffektiviseringar kan förbises på grund av att aktörerna som berörs av kostnadsbildningen har olika incitament (International Energy Agency, 2007). Det mest förekommande exemplet på detta kan förhållandet mellan en hyresvärd och dess hyresgäst; där hyresvärden tillgodoser hyresgästen med produkter medan hyresgästen betalar energianvändningen (ibid.). Detta leder därmed till en situationen där målet för hyresvärden (som vill minimera kapitalinvesteringen för att spara in på kostnaderna) och målet för hyresgästen (som vill maximera energieffektiviteten för att spara in på driftskostnaderna) skiljer sig väsentligt åt och leder följaktligen till att hyresvärden som äger fastigheten saknar direkta incitament att investera i energieffektiviseringsinvesteringar (ibid.). Det kan likväl handla om en situation där en avdelning inom en verksamhet inte ansvarar över energiförbrukningen och har därmed inget direkt incitament att förbättra dess effektivitet (Sorrell et.al., 2004). Denna typ av problematik brukar beröras under agentteori och kallas för "the principal-agent problem" och beskrivs mer i detalj i följande kapitel.

1.2.3 Principal-Agent problematiken

1.2.3.1 Introduktion

Agentteorin har sina rötter i nationalekonomisk forskning och växte fram på 1970-talet (Rapp & Torstensson, 1994) varpå den har kommit att bli en viktig del av ledande ekonomisk teori (International Energy Agency, 2007). Teorin fokuserar sig på en grundmodell för överenskommelser mellan två parter: en "principal" som vill ha något utfört (exempelvis en uppdragsgivare) och en "agent" som kan utföra detta arbete (exempelvis en leverantör eller uppdragstagare) (Rapp & Torstensson, 1994). Agentteoretisk forskning inom område för energieffektiviseringsåtgärder visar på att detta förhållande har ett antal implikationer eftersom:

- agenter är självstyrda enheter som handlar i eget intresse som i första hand maximerar sin egen vinst, inte affärspartens, och har egna mål som inte alltid stämmer överens med principalens (likt avsnittet om delade incitament ovan);
- tillgången till information mellan parterna kan vara asymmetrisk eftersom parterna kan hemlighålla eller förvränga information gentemot varandra (likt avsnitten om otillräcklig information och begränsad rationalitet samt dolda kostnader ovan).

- cf. Rapp & Torstensson (1994) & International Energy Agency (2007).

Dessa implikationer leder till att två problem uppstår: negativt urval och moral hazard.

1.2.3.2 Negativt urval

Om en uppdragstagare eller leverantör av en viss tjänst har svårigheter med att kommunicera relevant och omfattande information om tjänsten till en potentiell uppdragsgivare kommer uppdragsgivaren att ha svårigheter med att välja den tjänsten som är av högre kvalitet och istället tendera att välja den tjänst med mer lättillgänglig information såsom en preliminär kostnad (cf. Sorrell et.al., 2004). Det vill säga; även om principalen är beredd att investera en större kapitalinvestering för en tjänst av högre kvalitet kan det vara svårbedömt huruvida tjänsten är av högre kvalitet med den information som finns tillgänglig (ibid.).

Situationen kan också vara spegelvänd. Agenten kan förfoga över information som principalen vill ha tillgänglig men saknar incitamentet för att tillgodose principalen med den (cf. Sorrell et.al., 2004). Detta gör det möjligt för agenten att utnyttja det asymmetriska informationsförhållandet och agera mer opportunistiskt vid sin presentation av tjänsten för principalen och i första hand maximera sin egen vinst (ibid.).

Eftersom parternas mål kan stå i konflikt kan helt enkelt vara både svårt och dyrt för principalen att följa vad agenten egentligen gör och risken att principalen väljer fel eller att principalens informationsbrist leder till ökade transaktionskostnader för dem (Rapp & Torstensson, 1994).

1.2.3.3 Moral hazard

Även efter att ett kontrakt har etablerats kan omständigheterna kring förhållandet mellan parterna leda till att den ena parten kan utnyttja sin fördelaktiga situation för att få förmåner (Sorrell et.al., 2004). I stora drag grundar sig även detta problem i de parternas skilda incitament, ett asymmetriskt informationsförhållande och vinstmaximerande opportunist; något som därmed även förhindrar ett optimalt (miljö)ekonomiskt beslutsfattande (Sorrell et.al., 2004). Ett exempel på sådant problem är lockelsen att fuska och kräva mer av ett försäkringsbolag än vad som egentligen täcks av kontraktet (International Energy Agency, 2007).

1.2.3.4 Principal-agent dilemmat inom energieffektiviseringar

Inom litteraturen kring energieffektiviseringar brukar ofta principal-agent dilemmat tas upp och fokus ligger då på förhållandet mellan de två aktörerna samt på att förstå vad som påverkar den enes beslutsfattande gällande energihanteringsfrågor (Sorrell, et.al., 2004). Förhållandet mellan principalen och agenten spelar stor betydelse för en analys av hur pass nära ett rationellt beslutsfattande en organisation egentligen kan vara eftersom:

- tillgången och möjligheterna till ett utbyte av högkvalitativ information mellan principalen (exempelvis slutanvändaren och ägaren) och agenten (exempelvis anläggningsförvaltaren eller leverantören av energibesparande åtgärder) kan vara bristfällig (Sorrell et.al., 2004);

- beroende på huruvida slutanvändaren kan välja den teknologi som används, och huruvida det är denne som betalar för energikostnaderna spelar en väsentlig roll; eftersom det påverkar vilka möjligheter denne har att utföra energibesparande åtgärder och vilka incitament den känner (International Energy Agency, 2007).

Därför är det viktigt att förstå vilka intressen, målsättningar och vilken information som finns tillgänglig för såväl principalen som agenten när man exempelvis diskuterar behovet av ekonomiska styrmedel (för att komma åt marknadsmisslyckanden) eller vilka möjligheter och drivkrafter slutanvändaren av energi egentligen har när det kommer till energieffektiviseringsåtgärder (Sorrell, et.al. 2004).

1.2.4 Begränsningar med barriäranalysen och situationen i Sverige

Som visat i kapitel 1.2 kan många företag kan spara in stora andelar av energi med en negativ nettokostnad (d.v.s. visar på att företag potentiellt missar att ta tillvara på ekonomiskt gynnsamma investeringsmöjligheter för energieffektiviserande) men att det finns ett antal barriärer som förhindrar verksamheter att investera i energieffektiviseringsåtgärder. Det är dessa studier som har till stor del legat till grund för många av teorierna bakom ”the energy efficiency gap”.

Allcott och Greenstone (2012) argumenterar att huruvida verklig ”the energy efficiency gap” faktiskt är kan vara svårbedömt (Allcott & Greenstone, 2012). Deras studie ifrågasätter de så kallade ”bevisen” gällande potentialen för kostnadseffektiva investeringar och visar med sina studier på att stora delar av den empiri som existerar gällande vinstpotentialen kan vara partiska och missar att inkorporera in många kostnader med energieffektiviseringar (ibid.).

Sutherland (1991) hävdar också att marknadsbarriärer såsom höga initialkostnader inte bör liknas med barriärer som är specifika för området utan snarare som en naturlig del av en konkurrensutsatt marknad (Sutherland, 1991). Avsaknaden av tillgängligt kapital i sig är inte heller något som är unikt för just konserveringsinvesteringar såsom energieffektiviseringar (ibid.). Sutherland hävdar även att den ofullständiga tillgängligheten av informationen kring kostnader och vinster gällande energieffektiviseringsinvesteringar är obetydlig (ibid.). Detta eftersom även med tillgång till ytterligare information om produkterna och tjänsterna kommer informationen alltid att vara ofullständig eftersom den faktiska vinsten är så pass beroende av de omständigheterna och specifikationerna som gäller kring den specifika byggnaden och/eller verksamheten (ibid.). Då den faktiska vinsten som investeringen motiveras av kommer bero på den specifika byggnaden eller verksamhetens förutsättningar så kommer man följaktligen aldrig att kunna eliminera de ekonomiska riskerna som kommer med dolda- och övriga transaktionskostnader (ibid.). Därmed förblir osäkerheten kring energieffektiviseringarnas besparingspotential en rationell respons i form av riskbedömning hos beslutsfattare (ibid.).

Energimarknaden är redan ett objekt för många politiska styrmedel i försök att minska effekten av marknadsmisslyckanden (Ejdemo & Söderholm, 2010). Exempel på sådana styrmedel är EU-ETS och koldioxidskatt (som är försök att internalisera kostnader för koldioxidutsläpp), märkning och

energideklarationer (som är försök till att förbättra tillgången av information) och krav vid teknikupphandling (som är försök för att stimulera företag att investera i bästa möjliga teknik) (ibid.). I den svenska behovsanalysen av vita certifikat⁴ och dess roll för att uppnå de klimat- och energipolitiska målen utförd av Energimyndigheten uttrycktes det att det inte är möjligt att empiriskt uppskatta det så kallade energieffektiviseringsgapet i Sverige (Energimyndigheten, 2010:a). Utredningen argumenterar även för att de viktigaste marknadsmisslyckandena redan korrigerats i Sverige genom styrmedel såsom skatt på koldioxid, EU ETS och informations spridning (ibid.). Energimyndigheten menar därmed att väl utformade investeringskalkyler är tillräckliga för att tillgodose att de externa effekterna av energiförbrukningen blir internaliserade och att aktörerna på dagens marknad är kapabla att fatta samhällsekonomiskt effektiva beslut (ibid.).

Istället för att etablera ytterligare ekonomiska styrmedel har behovsanalysen bland aktörer inom bebyggelsesektorn visat att kopplingen till marknadsmisslyckanden inom energieffektiviseringar är tydligast kopplade till informations- och kunskapsbrister (Energimyndigheten, 2010:b). Utredningen konkluderade att det finns ett särskilt behov att minimera misslyckanden gällande beräkningsmodeller, metoder och exempelvis analyser vid upphandling, genomförande och utvärdering av energibesparande åtgärder vid större renoveringar ur ett systemperspektiv (ibid.).

1.3 Frågeställningar

Forskningsarbetet fokuserar sig på vattenkraftsbaserade elproducenters förutsättningar för ett arbete med energieffektiviseringsåtgärder av deras anläggningars uppvärmningssystem och utgår från följande huvudfrågeställning:

- *Hur kan Vattenfall Vattenkraft AB arbeta med att utvärdera energieffektiviseringsåtgärder av värmeförbrukningen inom deras vattenkraftsbaserade produktionsenheter för att säkerställa ett rationellt beslutsfattande?*

För att underlätta arbetsgångens struktur ytterligare och för att möjliggöra välgrundade svar på huvudfrågeställningarna formulerades även nedanstående frågeställningar:

- *Finns det redan existerande metoder, modeller och resurser inom Vattenfallkoncernen som kan appliceras till deras arbete med energieffektiviseringsåtgärder?*
- *Vad krävs för att vattenkraftsbaserade elproducenter ska kunna arbeta mer aktivt och drivande med energieffektiviseringsåtgärder för värmeförbrukningen inom deras produktionsenheter?*

⁴ Vita certifikat är ett energipolitiskt styrmedel (som har implementerats i exempelvis Danmark, Frankrike och Storbritannien) som syftar till genomförandet av energieffektiviseringsåtgärder för att uppnå klimat- och energipolitiska mål och komma åt marknadsmisslyckanden (Energimyndigheten, 2010:a). Systemet innebär att den som utför sådana blir berättigad till certifikat som förhåller sig till åtgärdernas bedömda effekt i termer av besparingar (ibid.).

- *Hur kan en metod för miljö- och kostnadsanalys för arbetet med energieffektiviseringsåtgärder för värmeförbrukningen inom vattenkraftsbaserade produktionsenheter utformas för att verkligen bejaka alla parametrar som krävs för välgrundade (miljö)ekonomiska beslut?*
- *Finns det en kunskapsklyfta mellan det som beskrivs i litteraturen och den praxis som bedrivs inom koncernen gällande specifikt uppvärmningen av produktionsenheter?*

1.4 Omfattning och avgränsningar

Detta examensarbete är på 30 hp, vilket motsvarar 90 dagars heltidsarbete, och dess omfattning och avgränsningar har utgått ifrån denna tidsram.

Alla områden som studien berör kommer uteslutande behandla energieffektiviseringar av värmeförbrukningen inom redan existerande vattenkraftsbaserade produktionsenheter. Detta innebär att endast de förutsättningar och krav som är relevanta för ett företag som är verksam inom området kommer att utredas. Detta gäller även för undersökningen av fallstudieföretagets energi- och miljöportfölj samt dess företagsorganisation, där fokus endast kommer att ligga på frågor som relaterar till produktionsenheternas slutanvändning av energi och deras arbete med effektiviserandet av den mängd och typ av energi som går åt till uppvärmning. Arbetet kommer att utgå ifrån svenska förutsättningar gällande analyser av kostnadsnivåer och drivkrafter såsom lagstiftning och förutsättningar såsom väder under forskningens gång.

Med en **produktionsenhet** syftas på samtliga anläggningar som finns i anslutning till ett vattenkraftverk som kräver uppvärmning av någon form. De anläggningar som innefattas av undersökningen inkluderar byggnader ovan- och underjord, luckor, dammbyggnader samt fristående personalbyggnader och verksstadsbyggnader. Undersökningarna kommer att främst utgå ifrån de förutsättningar som gäller för storskaliga vattenkraftverk (såväl ovanjords som underjords) gällande lokalisering och tekniska möjligheter för effektiviserande av uppvärmningssystemen.

Gällande energieffektiviseringsåtgärder fokuseras endast på åtgärder riktade mot redan existerande produktionsenheter. Nybyggnationer kommer därmed inte beröras i detta forskningsarbete. Därtill är uppsatsens fokus främst på uppvärmningssystem och vad för energikälla som används för dessa, byggnaders utformning och isolering kommer inte behandlas ingående.

1.5 Rapportstruktur och läsanvisningar

Kapitel 1 (Introduktion) har det introducerats uppsatsens problemställningar, behandlat bakgrundsproblematiken som berörs samt omfattat arbetets utgångspunkter och frågeställningar. Examensarbetets syfte, omfattning och avgränsningar redogörs. Kapitlet avslutas med en beskrivning av uppsatsens rapportstruktur med läsanvisningar.

I Kapitel 2 (Metod) redogörs examensarbetets metod och beskriver forskningsgången samt förklarar och motiverar valet av metod. Avslutningsvis berör kapitlet studiens validitet och tillförlitlighet.

I Kapitel 3 (Att avlägsna barriärer och inkludera miljökostnader) ämnas det att ge en bild av den empiri, de teorier och de principer som ligger till grund för uppsatsens resonemang och behandlar problematiken kring energieffektiviseringsåtgärder. Resonemangen utgår ifrån såväl strategiska- som organisatoriska perspektiv som kostnads- och riskanalytiska perspektiv. Kapitlet ger definitioner på begrepp som *Environmental Management*, *Environmental Management Accounting*, *Total Cost Assessment* med fokus på resurshantering och energianvändning för att senare applicera det på forskningens område. Även principer som är viktiga för lönsamhetsvärderingar av energieffektiviseringsåtgärder behandlas varpå det avslutningsvis i kapitlet presenteras drivkrafter och barriärer för Environmental Management Accounting och Total Cost Assessment.

Innehållet i Kapitel 4 (Fallstudie: Vattenfall Vattenkraft AB) är baserat på en fallstudie av företaget Vattenfall Vattenkraft AB och fokuserar på vad som blir av ytterligare vikt gällande arbetet med energieffektiviseringsåtgärder inom dess produktionsenheter. Det applicerar de koncept som beskrivits i kapitel 3 på Vattenfall AB och presenterar tillgänglig information för beslutsunderlag, beslutsfattningsprocesser, lönsamhetsvärderingar och drivkrafter samt barriärer inom koncernen (främst inom Vattenfall Vattenkraft AB).

Innehållet i Kapitel 5 (Analys och Slutsatser) försöker ge svar på frågeställningarna som uppsatsen utgick från och kommer även att introducera några avgörande koncept för arbetet med energieffektiviseringsåtgärder för Vattenfall Vattenkraft AB som kommer diskuteras i kapitel 6.

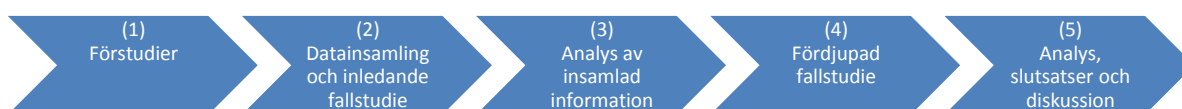
Avslutningsvis diskuterar innehållet av kapitel 6 (Diskussion) vilka drivkrafter och barriärer det finns för Vattenfall Vattenkraft AB att arbeta med energieffektiviseringsåtgärder av värmeförbrukningen inom deras produktionsenheter. Det kommer diskutera området ur ett bredare perspektiv som förhåller sig till barriärerna som presenterades i kapitel 1 samt kritisk granska uppsatsens kvalitet.

2. Metod

Detta kapitel beskriver först forskningsgången för examensarbetet där det förklarar och motiverar valet av metod för att senare redogöra metod för datainsamling. Avslutningsvis berör kapitlet studiens validitet.

2.1 Forskningsgång

Forskningen som har bedrivits har utförts i fem stadier (se figur 5) och kommer presenteras i ordning: (1) förstudier, (2) datainsamling och inledande fallstudier, (3) analys av insamlad information, (4) fördjupad fallstudie, och avslutningsvis (5) analys, slutsatser och diskussion. Datainsamling i form av litteraturstudier och intervjuer har genomförts kontinuerligt genom forskningsprojektet vars metod beskrivs i kapitel 2.4.



Figur 5: Beskrivande bild av forskningsgångens olika stadier.

(1) Förstudier

För att skapa en tydlig teoretisk förståelse kring den bakomliggande problematiken inom området inleddes forskningen med en litteraturstudie (för mer utförlig förklaring av litteraturstudien, se kapitel 2.4) av de barriärer som visats finnas för investeringar i energieffektiviseringsåtgärder. Sorrell et.al. (2004) hävdar att för att kunna utföra och utvinna en relevant forskning inom området behöver man utgå från barriärerna eftersom genom det kan man:

- *skapa en tydlig teoretisk förståelse för problematiken eftersom man identifierar och abstraherar essentiella element som ligger bakom komplexiteten inom frågan;*
- *identifiera vilka aktörer som är relevanta inom den specifika organisationen gällande beslut om energieffektiviseringsåtgärder och relaterar detta till beslutsfattandet för investeringar;*
- *identifiera beslut och beteenden inom organisationer som påverkar energirelaterat beslutsfattande för att förstå det ur ett bredare sammanhang, såsom relevanta strukturer, regler, krav, incitament och rutiner.*

- Sorrell et.al., (2004)

Baserat på dessa förstudier sattes därefter gränser för vad som skall behandlas i examensarbetet och en lämplig forskningsmetod arbetades fram genom ytterligare litteraturstudier och handledning.

(2) Datainsamling och inledande fallstudier

Utifrån omfattningen som definierats under det inledande stadiet fortsatte arbetet med att ta fram det underlag som krävdes för att besvara på frågeställningarna.

Eftersom förstudierna visade på att en ofullständig tillgång av relevant information var en betydande barriär valdes det i samråd med handledare att basera följande del av litteraturstudien på koncepten kring Environmental Management Accounting (EMA) för att senare applicera dess teorier på Hydros särskilda förutsättningar. EMA (som beskrivs mer ingående i kapitel 3.1) är ett samlingsbegrepp som användas i ett flertal olika sammanhang och syftar bland annat på:

- att värdera och avslöja miljörelaterad prestanda och finansiell data för att bokföras och kommuniceras;
- att värdera och använda miljörelaterad monetär information för att användas till "Environmental Management Accounting";
- att uppskatta externa miljörelaterade konsekvenser och kostnader för verksamheter, även kallat "Full Cost Accounting (FCA)";
- att uppskatta "Stocks and Flows" av naturresurser i både fysiska och monetära termer, även kallat Natural Resource Accounting (NRA).

- International Federation of Accountants, 2005

Litteraturen inom området användes till att lyfta fram vad som kan ses som en god praxis för framtagande av beslutsunderlag, för att senare förhållas till- och appliceras på fallstudiens innehåll.

Därtill visade förstudien på vikten av att lyfta fram välmotiverade kostnadsbilder som tillgodoser ett livscykelperspektiv för att närma sig ett säkerställande av ett rationellt beslutsfattande. Därför valdes följande del av litteraturstudien att utgå ifrån konceptet om Total Cost Assessment (TCA). TCA (som beskrivs mer ingående i kapitel 3.2) ämnar möjliggöra en kostnadsbild där alla typer av kostnader som direkt eller indirekt kan kopplas till en åtgärd, process, produkt, anläggning, projekt m.m. är inkluderade (Tellus Institute, 1997). Många av de punkter som uppdagades under förstudien (som har presenterats i kapitel 1) och stora delar av uppsatsens problemställning finns därmed även inbäddat i konceptet som behandlas av litteratur om TCA. Vanligtvis innebär konceptet att kostnader för all utrustning som berörs inkluderas och att indirekta (och även ibland externa- och sociala-) kostnader inräknas i kostnadsanalyser för att ge en beslutsfattare en bättre bild av kostnaderna som ligger bakom det specifika projektet (ibid.). Analysen kring såväl EMA och TCA har utgått ifrån förstudien och förhållit sig till teorin kring marknadshinder och marknadsmislyckandena inom energieffektiviseringsåtgärder samt agentteorin.

Under detta skede inleddes även en förberedande fallstudie av Hydro med en grundläggande verksamhetsbeskrivning och information produktionsanläggningars energiförbrukning i förhållande till dess uppvärmning. Hydro är en del av Vattenfallkoncernen och har ansvar för förvaltandet av vattenkraftsproduktion i Norden och ägs till hundra procent av den svenska staten (Vattenfall AB, 2012:b). Som Sveriges ledande producent av vattenkraftsbaserad elektricitet ansågs Hydro vara ett exemplariskt företag att använda sig av som forskningsobjekt för att representera svenska förutsättningar inom området. Även företagets förhållande till sina ägare sågs av ytterligare intresse, då det kan tänkas att det finns en skillnad mellan ett privat ägt företag och ett statligt ägt företag med en uttryckt energi- och klimatpolitisk agenda.

Genom detta skede av forskningsarbetet kontaktades miljö- och anläggningsansvariga inom företaget och koncernen för att därigenom hitta relevant information för att kunna beskriva nuläget inom Hydros verksamheter och kartlägga nyckelaktörer för området inom organisationen. Eftersom fallstudien förhåller sig till Hydros förutsättningar utreddes även företagets miljöpolicy, samt lagstiftning och ytterligare drivkrafter som berör just energiförbrukning inom Hydros existerande produktionsenheter.

Även utförandet av fallstudien utgick från de teoretiska grunderna om barriärer för energieffektiviseringar och principal-agent dilemmat vid utformade av vad som skulle tas upp vid intervjutillfällen och studiebesök. Detta för att kunna lyfta analysen och diskussionen till en organisatorisk nivå och få en ökad förståelse för komplexiteten som forskning inom området har visat på, och hur komplexiteten förhåller sig vid fallstudieorganisationen.

(3) Analys av insamlad data

Målet med det tredje stadiet av studien var att ta beslut gällande hur forskningens skulle gå vidare för att svara på huvudfrågeställningen. Detta innebar att gå igenom data som samlats in och bedöma vilka aspekter och parametrar som var viktiga att utreda för att ta beslut gällande energieffektiviseringsinvesteringar för specifikt energiproducenter inom de avgränsningar som satts för arbetet.

Utifrån denna analys skapades grunderna för en metod för hur Hydro kan arbeta med att utvärdera energieffektiviseringsåtgärder av värmeförbrukningen för att säkerställa ett rationellt beslutsfattande och genom ytterligare fallstudier skulle därmed metoden utformas på ett sådant sätt så att den är applicerbar på Hydros förutsättningar.

(4) Fördjupad fallstudie

Baserat på forskningens 3:e skede utgick forskningen från Environmental Management Accounting (kapitel 3.1), Total Cost Assessment (kapitel 3.2) samt drivkrafter och barriärer för dem båda (kapitel 3.3) för att vidare undersöka om hur dessa kan appliceras på Hydros förutsättningar. En fördjupad fallstudie utfördes där:

- typer av byggnader och lokaler som förekommer inom Hydros produktionsenheter inventerades;
- uppvärmningssystem som är typiska inom Hydros produktionsenheter inventerades;
- kostnader för energiförbrukning inom Hydros produktionsenheter analyserades;
- existerande kostnadsanalytisk- och lönsamhetsvärderingspraxis inom Hydro analyserades;
- beslutsfattningsprocessen gällande investeringar inom Hydros produktionsenheter analyserades;
- ägandesituationen gällande Hydros produktionsenheter analyserades.

Intervjuer utfördes i enlighet med metoden som presenteras i kapitel 2.2. Under varje intervjutillfälle ombads intervjupersonen att identifiera vilka individer inom företaget som denne ansåg spela nyckelroller för respektive

område (för att senare intervjuas). Alla delar av fallstudien kom fortfarande att förhålla sig till avgränsningarna i största möjliga mån och berörde endast energiförbrukning som går till uppvärmning av produktionsenheter. För vissa delar av den fördjupade fallstudien granskades även interna dokument för att ta fram ytterligare underlag.

För att förankra den data som samlats in under litteraturstudien med de verkliga förhållanden som gäller för Vattenfall Vattenkraft AB har även studiebesök på produktionsenheter varit en väsentlig del av forskningen. Stornorrfors kraftstation valdes ut som besöksanläggning i samråd med Sören Ek, miljösamordnare och handledare på Hydro för uppsatsen. Som det energiproduktionsmässigt största svenska vattenkraftverket med en årlig produktion på 2 298 GWh, en installerad effekt på 591 MW (Vattenfall, 2012:d) och tidigare forskningsprojekt om energieffektiviseringsåtgärder redan utförda på anläggningen ansågs underjordsstationen vara av särskilt intresse som studieobjekt.

(5) Analys, slutsatser och diskussion

I examensarbetet avslutande skede sammanfattades resultatet som sedan analyserades, varpå slutsatser drogs för att svara på frågeställningarna som forskningen utgick från. Detta följdes sedan upp av en diskussion (som utgick från de barriärer som presenterats i kapitel 1.2) om vilka drivkrafter och barriärer det finns för Hydro att driva ett aktivt arbete med energieffektiviseringsåtgärder av värmeförbrukningen på ett bredare plan. Som avslutning presenterades även några rekommendationer för Hydros vidare arbete inom området samt diskussion kring felkällor inom uppsatsen och förslag för vidare forskningsområden.

2.2 Beskrivning av datainsamlingsmetod

Uppsatsen använder sig av en kvalitativ forskningsmetod med datainsamling i form av litteraturstudier (vars upplägg beskrivits i kapitel 2.1, skede 1 - 2), analys av insamlad data och utformning av utvärderingsmetoden (vars upplägg i sin helhet beskrivits i kapitel 2.1) och en fallstudie (vars upplägg beskrivits i kapitel 2.1, skede 2 och 4). Förtydliganden för metod gällande datainsamling och intervjuer presenteras nedan:

Litteraturstudier

Litteraturstudien uppdelades i två skeden (förstudie och datainsamling) som hade olika inriktningar. Förstudien utforskade området med drivkrafter och barriärer för energieffektiviseringar ur ett bredare perspektiv i syfte att hjälpa i utformandet av studien. Valet av litteratur utgick från rekommendationer av handledare samt sökträffar på LIBHUB (beskrivs nedan). Det följande datainsamlingsskedet hade därefter tydligare kriterier för sökningen och angrep området utifrån hur forskningssyftet och avgränsningarna utformats. Detta för att resultatet skulle bidra till utformningen av den fördjupade fallstudien och vara applicerbart på Hydros förutsättningar.

Litteratur på engelska och svenska som fanns tillgänglig på LIBHUB och på bibliotek inom Lunds Universitet granskades. En del av litteraturen var på rekommendation av handledare eller kontaktpersoner inom Lunds Universitet, men den större delen utgick från sökträffar på olika nyckelord som uppdagats under litteraturstudiens gång. Sökningar på LIBHUB (och även sökningar med andra sökmotorer) utgick från sökorden:

energy efficiency, heating systems, investments, environmental management accounting, total cost assessment, cost benefit analysis, energy gap, energy paradox, drivers, barriers, buildings, principal agent, full cost assessment, hydro power, production units, net present value, energieffektiviseringar, uppvärmningssystem, byggnader, vattenkraft.

Även information från olika myndigheter (främst svenska energimyndigheten, naturvårdsverket och statistiska centralbyrån) som berörde energieffektiviseringar och lönsamhetsanalyser samt Vattenfalls hemsidor användes som informationskälla. För att minska risken för en partisk inställning gentemot energieffektiviseringars potentiella nytta gjordes även ansträngningar för att hitta och läsa kritiska granskande artiklar inom området.

Intervjuer

Intervjuerna som utfördes under forskningens gång följde ett semistrukturerat upplägg med allmänna frågor som ämnade lämna utrymme för följdfrågor med vidare förtydliganden. Detta främst för att möjliggöra en friare intervjuform där intervjuobjekten har möjlighet att svara fritt och lämna utrymme för följdfrågor allt eftersom intervjuerna utfördes. Valet av intervjuobjekt utgick först från rekommendationer av handledaren på Hydro (som även intervjuades som en del av forskningen) men kom snabbt att breddas allt eftersom andra intervjuobjekt gav ytterligare förslag på relevanta aktörer inom företaget.

Utformandet av intervjuerna som utfördes med anställda inom Vattenfallkoncernen utgick ifrån den information och analys som utvunnits i studieskede 1, 2 och 3. Samtliga intervjuer utgick från samma frågemall (som i sin tur utgått från bilagor i Sorrell et.al., 2004) med ett antal tillägg för varje intervjutillfälle baserat på intervjuobjektets kompetensområde och roll inom Hydro. Under intervjutillfällena fördes anteckningar som sedan sammanfattades i textform tätt inpå för att kunna återgå till dem vid behov. Endast den övergripande mallen för intervjuernas frågeformulär presenteras dock i Bilaga 1.

2.3 Forskningens validitet

Även om studien har utgått från övrig forskning inom området av energieffektiviseringsåtgärder kommer slutsatserna som dras till stor del endast vara applicerbara på vattenkraftsbaserade elproducenter i Sverige. Detta mycket eftersom forskningen har konkretiserats genom en fördjupad fallstudie av Vattenfall Vattenkraft AB:s verksamheter som till stor del utgick från internt material som till stor del endast är applicerbart på deras förutsättningar. De bredare och mer generella slutsatserna som dras av forskningen väntas dock även vara applicerbara över andra verksamheters förutsättningar på åtminstone tre nivåer:

- A) Värdet och komplexiteten med att utforma en organisationsstruktur där relevant beslutsunderlag är lättillgängligt.
- B) Värdet av strukturella och livscykel fokuserade arbetsmetoder för kostnadsanalys och lönsamhetsvärdering.
- C) Diskussion kring teori om rationellt beslutsfattande och prioriteringsstrukturer.

3. Beslutsunderlag för energieffektiviseringsåtgärder - att avlägsna barriärer

Innehållet i kapitlet ämnar ge en bild av empiri, teorier och principer som ligger till grund för uppsatsens resonemang och behandlar problematiken kring energieffektiviseringsåtgärder och deras miljöpåverkan ur ett strategiskt, organisatoriskt och kostnads-, riskanalys/riskhanteringsperspektiv. Det ger definitioner på koncept som Environmental Management, Environmental Management Accounting och Total Cost Assessment med ett fokus på resurshantering och energianvändning för att senare applicera dem på forskningens område. Även principer som är viktiga för lönsamhetsvärderingar av energieffektiviseringsåtgärder och drivkrafter och barriärer för Environmental Management Accounting och Total Cost Assessment presenteras.

I följande avsnitt presenteras det litteraturstudien kom att visa var av stor vikt för att möjliggöra ett miljömässigt och ekonomiskt välgrundat beslutsfattande gällande energieffektiviseringsprojekt inom en organisation. Här presenteras resonemang kring hur en praxis som tillgodoser beslutsfattare med information om verksamhetens miljöpåverkan och helhetsbilder för energieffektiviseringsåtgärders kostnader ur ett livscykelperspektiv kan struktureras. Kapitlet kommer även att beröra vilka informationsparametrar som är viktiga för beslut gällande energieffektiviseringsåtgärder, hur den kan utformas och vilka fördelar en praxis som tillgodoser beslutsfattare med dessa och ytterligare beslutsunderlag medför. I största möjliga utsträckning utreds och beskrivs ovanstående i förhållande till de förutsättningar som gäller för vattenkraftsbaserade energiproducenter lokaliserade i Sverige och beaktar de begränsningar som kan tänkas finnas. Därefter kommer detta appliceras och relateras till ett rationellt och strukturerat prioriterande av investeringar ur ett bredare miljöstrategiskt management perspektiv.

3.1 Environmental Management Accounting

- att tillgodose med väl underbyggt beslutsunderlag

De grundläggande beskrivningarna av Environmental Management Accounting har till stor del utgått från *International Federation of Accountants (IFAC)* omfattande rapport inom området: *Environmental Management Accounting – International Guidance Document* (2005). Informationen har kontrollerats och jämförts med annan litteratur inom området såsom United Nations (2001), German Environment Ministry (2003), Schaltegger et.al. (2009), Munkoe & Jasch (2009) och Jasch & Savage (2009).

3.1.1 Introduktion av Environmental Management Accounting

Svaret på frågan varför företag ska arbeta med deras miljöpåverkan har utvecklats och blivit mer mångdimensionerad under 2000-talet (IFAC, 2005). Från att främst sett på fokuserat på verksamhetens direkta miljöeffekters och riskhantering av dessa har svaret kommit att handla mer om vikten av ett systembaserat helhetsperspektiv på verksamhetens miljöpåverkan, där krav på transparens och kommunikation av miljöprestanda från intressenter och myndigheter också blivit en betydande drivkraft (ibid.). Pressen som kommer från interna intressenter (från anställda som kan bli påverkade av miljö- och hälsoaspekter i deras arbete eller har ett särskilt intresse inom området) och externa intressenter (från lokala samhällen, miljöorganisationer, myndigheter, aktieägare, kunder, leverantörer med mera) har lett till nya spelregler och

förutsättningar som ledande företag och större koncerner måste anpassa sig till (ibid.). Stakeholderteorin har försökt förklara det som att företag har ett förhållande med sina intressenter⁵ och argumenterar för vikten av att upprätthålla goda relationer med sina intressenter eftersom de påverkar varandra (Donaldson & Preston, 1995). För exempelvis Vattenfallkoncernen är det även av ytterligare betydelse vad dess ägare den svenska staten ger för direktiv och vad staten har för målsättningar och åtaganden inom miljöområdet. Dessa spelregler kan handla om formella politiska styrmedel såsom lagstiftning om koldioxidskatter och krav på energieffektivitet vid nybyggnation (IFAC, 2005). Det kan även gälla normbaserade och informella styrmedel som certifieringssystem eller åtaganden där företaget åtar sig att kommunicera ut dess miljöprestanda i årsrapporter eller andra dokument (Orsato, 2009).

Det är under dessa premisser (med ökade krav på företag att presentera data för deras miljöprestanda och ökade krav med att arbeta med utveckling av en mer miljömässigt hållbar verksamhet) som *Environmental Accounting* (EA) och *Environmental Management Accounting* (EMA) har utvecklats (IFAC, 2005). Litteratur som berör EMA understryker vikten av att tillgodose beslutsfattare med information och verktyg som underlättar det för dem att fatta välgrundade beslut för hur deras miljöarbete ska se ut (cf. IFAC, 2005). Det kan därmed ses som en del i arbetet med att minska risken för påverkan från de marknadshinder vilket presenterades i kapitel 1.2 (exempelvis otillräcklig information, begränsad rationalitet och dolda kostnader) (Sorell et.al., 2004). EMA som arbetssätt ses som ett viktigt steg för organisationer att inkludera miljöaspekter såsom resurshantering i beslutsfattandeprocesser (IFAC, 2005).

3.1.1.1 Definition - Vad är Environmental Accounting?

EA är ett samlingsbegrepp som användas i ett flertal olika organisationssammanhang och syftar bland annat på att:

- *utvärdera och avslöja verksameters miljörelaterade prestanda och finansiell data för att kunna bokföra och rapportera den;*
- *tillgodose och värdera miljörelaterad fysisk- och monetär information inom verksamheten för användning inom beslutsfattningsprocesser (beskrivs i kapitel 3.1.2);*
- *uppskatta externa miljörelaterade konsekvenser och kostnader för projekt och verksamheter, även kallat Full Cost Accounting (FCA) eller Total Cost Assessment (TCA) (beskrivs i kapitel 3.2.1).*

- International Federation of Accountants (2005)

På en organisationsnivå behandlar därmed EA-relaterade bokföringsprocesser både s.k. finansiell bokföring och management-orienterad bokföring.

⁵ Med intressenter syftar stakeholderteorin inte endast aktieägare, utan inkluderar även grupper såsom anställda, kunder, leverantörer, lokalsamhällen som påverkar eller påverkas av företagets verksamhet i någon form eller grad.

Financial Accounting (FA), den finansiella bokföringen, berör främst informationsinsamling för presentation gentemot externa intressenter och instanser såsom investerare, aktieägare och skatteverket som alla ställer krav på data av god kvalitet om verksamhetens ekonomiska prestanda (IFAC, 2005). Området är reglerat av nationella lagar och internationella standarder som tydligt beskriver hur olika områden skall behandlas (ibid.).

Management Accounting (MA), den management-orienterade bokföringen, har som huvudsyfte att tillgodose information som behövs internt för ett väl underbyggt beslutfattande (IFAC, 2005). Även om det finns effektiva och etablerade metoder för att angripa området skiljer sig utformandet av MA åt mellan organisationer och tenderar heller inte att vara lagstadgat (ibid.).

EA inom FA kan gälla värderande och rapportering av data som berör organisationers nuvarande skyldigheter inom miljöområdet (IFAC, 2005). Inom MA kan det handla om utvärderande av årliga besparingar som uppnåtts med hjälp av ny energieffektiv teknologi eller årliga utgifter för utrustning som förebygger utsläpp av föroreningar (ibid.). Denna typ av internt arbete med management av miljömässig och ekonomisk data för fysiska och monetära parametrar med hjälp av olika typer av bokföringssystem behövs för att i längden underlätta ett mer välgrundat beslutsfattande inom miljöområdet kallas för *Environmental Management Accounting* (EMA), miljömanagement-orienterad bokföring, och vars definition förtydligas i kapitel 3.1.1.2.

Men EA behandlar även områden som går bortom dessa traditionella bokföringssystem såsom FA och MA. Vissa EA-baserade initiativ kan handla om att skapa korrekta uppskattningar kring processer eller specifika projekts miljörelaterade kostnader där man försöker internalisera kostnader som vanligtvis räknas som externaliteter så att kostnaderna för projektets miljöpåverkan avspeglas i kostnadsbilden (IFAC, 2005). Ofta är det så att en viss verksamhet för med sig en viss miljöpåverkan som i sig hålls på en nivå som tillåts av existerande lagstiftning, men ur ett större samhällsperspektiv eller ett längre tidsperspektiv kan verksamheten associeras till en negativ påverkan på miljön (vare det människors hälsa, ekosystems tillstånd eller samhällets sammanlagda mängd av växthusgasutsläpp) (ibid.). Detta gäller nödvändigtvis inte endast en negativ påverkan på miljön utan kan även gälla en positiv påverkan (ibid.). Att försöka internalisera dessa externa kostnader i kostnadsbilden är också en av grundpelarna för *Total Cost Assessment* (TCA), totalkostnadsanalys, som är en metod som har utvecklats i ett försök att underlätta internaliserandet av verksamhetens miljöpåverkan och främjandet av helhetsperspektiv inom såväl företags och organisationers verksamheter och kommer att beskrivas mer ingående i kapitel 3.2.

3.1.1.2 Definition - Vad är Environmental Management Accounting?

EMA är ett samlingsbegrepp som berör ett flertal olika miljörelaterade områden inom organisationer och företagande men saknar en allmänt accepterad definition (IFAC, 2005). IFAC beskriver det som:

“...management för miljö- och ekonomisk prestanda genom utvecklandet och genomförandet av lämpliga miljörelaterade bokföringssystem och verksamhetsutövande. Detta inkluderar rapportering och revision, och inom vissa företag involverar EMA typiskt sett även life-cycle costing, full-cost accounting, benefit assessment, och strategic planning for environmental management.”

- IFAC Statement Management Accounting Concepts (2005)

På samma sätt som det finns många kopplingar mellan utformningen av organisationers MA och FA finns det flera kopplingar mellan ett utvecklat EMA och en organisations möjligheter för att bemöta de ökade kraven från intressenter på information om miljörelaterad prestanda i finansiella rapporter (IFAC, 2005). Detta eftersom ett välutvecklat EMA ofta innebär att den informationen som efterfrågas redan finns tillgänglig internt (ibid.). United Nations Expert Working Group on EMA med representanter från 30 länder presenterade en kompletterande definition på EMA som löd:

”EMA är, brett definierat, arbetet med att identifiera, samla, analysera två typer av information för använda som underlag för ett internt beslutsfattande. Detta gäller:

- *fysisk information gällande användning, flöden och användningsområde för energi, vatten och material (inkl. anfall);*
- *monetär information om (miljörelaterade) kostnader, inkomster och besparingar.”*

- United Nations (2001)

EMA förtydligar värdet för organisationer att kartlägga och inventera data gällande dess miljöpåverkan och även att det finns ett mervärde i att behandla kostnader för användning av naturresurser (i form av exempelvis energi, vatten och material) som miljökostnader inom en organisations bokföring (IFAC, 2005). Även om data berörande en verksamhets energiförbrukning inte ger en fullständig förklaring på energiförbrukningens eller verksamhetens miljöpåverkan kan den ses som fundamental information som enkelt kan tillgodoses genom bokföringssystem (ibid.). Vet en organisation inte hur mycket naturresurser den använder blir det svårt för den att förstå dess påverkan på miljön, förhålla sig till lagstiftning, kommunicera ut information om dess miljöpåverkan till intressenter och även utvärdera huruvida det är lönsamt med effektiviseringsåtgärder eller ej (ibid.).

Detaljer gällande hur EMA bör utformas och hur det kan appliceras är väldigt beroende på den specifika verksamheten, vad det huvudsakliga målet med EMA-arbetet är, vad det finns för existerande bokföringssystem och om de är applicerbara till ett mer miljöorienterat managementsystem (IFAC, 2005). Detta har lett till en oregelbundenhet kring definitionen av EMA eftersom det kan appliceras på ett flertal olika nivåer och skalor (ibid.). Dessa nivåer kan exempelvis vara:

- en individuell process eller serie av processer ;
- ett specifikt system (exempelvis belysning, uppvärmning, behandling av avloppsvatten);
- en produkt eller produktionslinje;
- **en anläggning, avdelning eller alla anläggningar inom en viss plats⁶;**
- en region eller geografisk grupp av anläggningar eller avdelningar;
- en specifik avdelning inom en koncern, ett dotterbolag eller ett helt företag;

⁶ Denna nivå är markerad i fetstil eftersom uppsatsen främst kommer att fokusera sig på EMA applicerat på denna nivå och de komplikationer som gäller för implementering på denna nivå.

EMA kan därmed appliceras på en högre organisationsnivå gällande beslutsfattande där företagsstrategier sammankopplas med visioner och målsättningar; på en projekt- och anläggningsnivå där fokus ligger på att gå ned på detaljnivå gällande beslutsunderlag; eller appliceras på en väldigt bred nivå där företagsstrategierna sammankopplas med detaljerad information på projekts- och anläggningsnivå (IFAC, 2005).

I detta examensarbete utformas och appliceras konceptet EMA främst på anläggningsnivå (mer specifikt energieffektiviseringsåtgärder för uppvärmningen av Hydros produktionsenheter) i hopp om att applicera struktur till utvärderande av energieffektiviseringsåtgärder tillsammans med ett mer rationellt beslutsfattande.

Med detta sagt är det samtidigt nödvändigt att också lyfta diskussionen till en bredare nivå och analysera den kringliggande organisationsstrukturen och beslutsfattningskulturen därinom eftersom de dokumenterade barriärerna existerar även på den nivån (exempelvis principal-agent dilemmat med delade incitament och negativt urval, samt en lågprioriterad status för den interna energiförbrukningen).

3.1.2 Fysisk och Monetär Environmental Management Accounting

Traditionellt sett så måste en organisation tillgodose monetär data och icke-monetär data såsom materialanvändning, person arbetstimmar och övriga kostnadsdrivare för att värdera och uppskatta kostnader för tjänster och processer på ett korrekt sätt (IFAC, 2005). EMA lägger därtill ytterligare fokus på vikten av information gällande resursanvändning och materialdrivna kostnader ur ett miljöperspektiv eftersom:

- *användning av energi, vatten och material samt det avfall och de utsläpp är direkt relaterade till de miljökonsekvenser som en organisation bidrar till;*
- *kostnader för energi- och vattenförbrukning samt materialkostnader är ofta en stark drivkraft för organisationer.*

– IFAC Statement Management Accounting Concepts (2005)

Generellt strävar således EMA att inkludera både **fysisk information** (exempelvis energi-, vatten- och materialförbrukning) och **monetär information** (exempelvis kostnader, inkomster och besparingar) för specifika processer, system eller anläggningar, detta för att underlätta förståelsen för verksamhetens miljöpåverkan och förbättra möjligheterna för vidare arbete med minskande av dess miljökonsekvenser (IFAC, 2005).

Organisationer definierar miljörelaterad data och kostnader på olika sätt beroende på vad informationen skall användas till, vad organisationen har för syn på vad som är ”miljörelaterat”, deras ekonomiska och miljömässiga målsättningar m.m. (IFAC, 2005). Därför måste även här preciseringar för vilken typ av data som bör behandlas relateras till verksamheten, processen eller branschen i fråga (ibid.). Dessutom samspelar fysisk och monetär information för exempelvis energiförbrukning när man utreder energieffektiviseringsåtgärder (ibid.). Nedanstående avsnitt fokuserar på hur informationen förhåller sig till examensarbetets fokusområde och presenterar de olika typerna av information (och vilken typ av information som behövs för välgrundade beslut) gällande energieffektiviseringsåtgärder.

Viktigt att notera är att även om den fysiska informationen och den monetära informationen presenteras separat i denna uppsats är det av stor vikt att sammankoppla alla fysiska flöden med relevanta kostnadskategorier för att kunna skapa ett välutvecklat EMA (IFAC, 2005).

3.1.2.1 Fysisk information och – data för uppvärmningen av produktionsenheter

Introduktion

Med fysisk data om miljöpåverkan syftar man på information om energi-, vatten-, material- och avfallsflöden eftersom dessa fysiska flöden är direkt relaterade till organisationens miljöpåverkan (IFAC, 2005). Det kanske tydligaste exemplet på materialrelaterad miljöpåverkan och fysisk data att är mängden av farligt avfall som en verksamhet producerar årligen, som tillhör verksamhetens påverkan av miljön eftersom det bidrar till utsläpp som kan påverka miljön negativt. Ett annat exempel är hur en minskning av energiförbrukningen på plats A leder till att de naturresurser som energin härstammar från istället kan användas för något annat.

Ur endast ett miljöperspektiv är den typen av fysisk information som är av störst betydelse absolut data med indikatorer som illustrerar konsumtionen av naturresurser och hur mycket utsläpp detta genererar, exempelvis:

- den totala mängden av förbrukad energi per år;
- den totala mängden producerat avfall per år.

- IFAC Statement Management Accounting Concepts (2005)

För att förbättra möjligheterna för ett rationellt beslutsfattande ur ett miljöekonomiskt perspektiv gällande huruvida när, hur och varför man ska investera i energibesparande åtgärder behövs relevant underlagsdata om energi-, vatten- och materialförbrukning på en mer relativ nivå (IFAC, 2005). Hur betydande den fysiska informationen som en indikator på miljöprestanda är nämligen relativ till hur stor organisationen, verksamheten eller produktionsenheten är och hur stor dess årliga energiproduktion och -konsumtion är (ibid.). Detta innebär att för att kunna förhålla den fysiska informationen till dess miljöprestanda kan det behövas etableras mer relativa indikatorer, exempelvis:

- mängden färskvatten som konsumeras per producerad enhet eller per utträttad service;
- mängden avfall som produceras per producerad enhet eller per utträttad service.

- IFAC Statement Management Accounting Concepts (2005)

Litteratur om EMA understryker vikten av att kunna urskilja och definiera vad som är en väl presterande anläggning och vad som är en dåligt presterande anläggning för att förenkla beslut om var investeringar kan vara motiverade, men också för att förklara hur pass miljömässigt och ekonomiskt gynnsamma tidigare investeringar varit (IFAC, 2005). Upplösningen på den fysiska informationen behöver därmed förhålla sig till syftet: vilket i denna uppsats är att underlätta tydliggörandet för hur god miljöprestanda energiförbrukningen som uppvärmningen står för inom en viss produktionsenhet är och vad som kan definieras som en

miljöekonomiskt gynnsam investering. Problematiken kring hur man går tillväga för att utvärdera detta beskrivs därför i nästkommande avsnitt.

Inventering, kartläggning och nyckeltal för uppvärmningens energiförbrukning

En viktig utgångspunkt vid undersökningar av byggnader energiprestanda är att först och främst en inventering av vilka lokaler som finns inom det avgränsade området (Abel & Elmroth, 2008). Olika lokaler har därtill olika användningsområden och därmed skiljer sig deras behov av uppvärmning och vilka tekniska lösningar som är möjliga att utföra åt (ibid).

En lokals behov av uppvärmning beror på dess lokalisering, användningsområde, hur ofta den behövs värmas upp, huruvida människor skall vistas i lokalen eller inte, kollektivavtal, hur pass känslig utrustning i lokalen är med mera (Abel & Elmroth, 2008). Därmed är det viktigt att veta hur pass varm den specifika lokalen behöver vara under vilka perioder av året.

Därefter är det viktigt att förstå hur mycket energi dessa lokaler använder för sin uppvärmning och hur effektiva de är för att hålla värmen inne, samt hur mycket spillvärme som verksamheten genererar vilket kan påverka uppvärmningssystemen för lokalerna (Abel & Elmroth, 2008). I kapitel 1.1 introducerades ett antal aspekter som påverkar den mängd energi som krävs för att värma upp en byggnad eller lokal och vilken miljöprestanda systemet har:

- vilken typ av uppvärmningssystem eller process som värmer upp byggnaden och vilken typ av energikälla som används;
- byggnadens form, typ och lokalisering vilket påverkar hur mycket energi som krävs för att värma upp den och vilket uppvärmningsbehov den specifika lokalen har.

Det är det viktigt att skilja på värme och el som två olika former av energi med olika egenskaper, som är olika svåra att generera, som har olika kostnadsbilder och som i grunden har olika värden (Abel & Elmroth, 2008). För att hjälpa till med att förklara detta blir konceptet om exergi högst applicerbart där man genom fysik strävar efter att förklara den maximala mängden arbete som kan utföras med en given mängd energi inom ett system⁷ (Valero, 2006). Ett exempel på detta är att man inom ett givet uppvärmningssystem kan med direktverkande el konvertera 1 enhet el till 1 enhet värme, medan man med en värmepump kan generera 4 - 5 enheter värme genom att utnyttja värmeförhållanden i omgivningen och därigenom erhålla en skenbar verkningsgrad på 400 - 500 procent (cf. NIBE, 2012). När man bedömer byggnaders energianvändning skall man därför konsekvent skilja mellan dem åt (Abel & Elmroth, 2008).

Elbaserade uppvärmningssystem som vattenburen elvärme eller direktverkande elvärme drivs på el och blir därmed direkt beroende av elmarknadens prissvängningar (Energimyndigheten, 2004) (ett område som berörs mer i kapitel 3.1.2.3). Exempelvis så kan värmeenergin som krävs för att tillgodose många uppvärmningsbehov

⁷ Det finns ett flertal olika definitioner av exergi men i denna uppsats förenklas beskrivningen av konceptet till detta, för mer information om exergi och exergi analys; se cf. Valero (2006).

levereras från energikällor såsom värmepumpar, solfångare (ensamstående eller sammanlänkade till spillvärme och lagringssystem) för att skapa mer effektiva uppvärmningssystem med den värmeenergi som finns tillgänglig och därmed också hålla en högre miljöstandard (Hepbasil, 2011). Med ett vattenburet distributionssystem installerat har man även stora möjligheter att enkelt kunna bygga ut det och att byta ut värmekällan mot energikvalitativt lägre värderade alternativ såsom värme från exempelvis bergvärmepumpar, vilket gör även existerande distributionssystemet viktigt att kartlägga (Energimyndigheten, 2012:b).

Byggnadstypen är också av betydelse då uppvärmningsbehovet och möjligheter för tekniska åtgärder skiljer sig åt mellan exempelvis bostadshus och lokaler. I bostadshus är exempelvis konverteringen från oljepannor och elvärme till en andra typ av värmeförsörjning såsom lokala distributionssystem eller värmepumpar av hög prioritet (Abel & Elmroth, 2008). I lokaler är det oftast mer aktuellt att utreda system för bortförsl av värmeöverskott som är aktuellt och metoder för att hantera värmeöverskottet blir därmed av störst vikt för att uppnå en god hushållning av energin (ibid.).

I en utredningsprocess är det en fördel om man redan vid inventeringsskedet beskriver sådant i anläggningens omgivning som är av betydelse för dess energianvändning (Energimyndigheten, 2004). Ett exempel är huruvida det finns ett omgivande fjärrvärmesystem, andra industrianläggningar med vilka energiutbyte är möjligt eller huruvida det finns processer som ger ifrån sig värme (ibid.).

Lokaler är olika stora, vilket påverkar deras behov av värmeenergi för uppvärmning. Det är därför viktigt att vara tydlig med vilken definition för golvarea man använder sig av för lokalerna och deras uppvärmningsbehov (Abel & Elmroth, 2008). Vanliga areabegrepp som förekommer är *bruttoarea* (BTA), *bruksarea* (BRA), *lokalarea* (LOM), *verksamhetsarea* (LOM(A)) och *area uppvärmd till mer än +10°C* (A_{temp}) (ibid.).

Inom byggnadsbranschen har det kommit att bli standard praxis att använda sig av den funktionella enheten $kWh_{värme}/(m^2 \cdot \text{år})$ för att beskriva hur mycket energi som behövs för att värma upp en lokal och därmed beskriva hur effektiv energiförbrukning inom den specifika byggnaden eller lokalen är (Abel & Elmroth, 2008). Dessa energinyckeltal såsom energianvändningen och energibehovet för en byggnad är vanligt förekommande inom kravspecifikationer för nya hus, som styrmedel för projektering, för bedömning av hur energieffektiv en befintlig byggnad är och som hjälpmedel för att identifiera befintliga hus där det finns anledning att vidta åtgärder för minskat energibehov (ibid.).

Att definiera energinyckeltal av denna typ som mål för effektiviseringsåtgärder är ett centralt område för att konkretisera organisationers arbete inom området och som direktiv för ingenjörer inom organisationen eller externa energikonstuler som utreder de tekniska aspekterna kring effektiviseringsåtgärderna (cf. IFAC, 2005).

Beräkningar av byggnaders energibehov

Att beräkna en byggnads energiförbrukning och -behov är en komplicerad fråga i sig och detaljerna som bör inräknas kan variera beroende på byggandens form, temperaturer, värmeströmmar och uppvärmningssystem. I Abel & Elmroths ”*Byggnaden som system*” beskriver författarna ett antal utgångspunkter för vad som bör hållas i åtanke när man som organisation skall skapa modeller för beräkningar av energibehov:

- *det skall krävas en rimlig arbetsinsats, högst en eller ett par dagar för en ingenjör med beräknings- och datorkunskande, att lära sig tillämpa programmet praktiskt;*
- *beräkningsprogrammet skall vara validerat, dvs det skall ha visats att de resultat som fås stämmer något så när med verkliga förhållanden;*
- *beräkningsprogrammet är allmänt tillgängligt, dvs skall kunna köpas eller hyras, och det skall finnas lättillgänglig support, så att man rimligt snabbt, inom några timmar, kan få hjälp om det uppstår problem med beräkningarna;*
- *det skall gå relativt fort att beräkna årsenergibehov så att man snabbt kan studera effekten på husets totala energibehov av olika alternativa lösningar.*

– *Abel & Elmroth (2008)*

Antalet modeller och beräkningsprogram som berör byggnaders energibehov för uppvärmning är många (cf. USDOE, 2012) men endast ett fåtal uppfyller ovanstående krav (Abel & Elmroth, 2008). En viktig aspekt har visat sig vara huruvida modellerna och beräkningsprogrammen är applicerbara på de lokaler som finns tillgängliga i det specifika utredningsområdet eller inte (ibid.).

Denna uppsats ämnar inte presentera en optimal metod för hur energibehovet för uppvärmning inom produktionsenheter bör utformas utan detta parti syftar främst till att belysa behovet av en metod och vilka kriterier som den bör fylla.

3.1.2.3 Monetär information och – data för uppvärmningen av produktionsenheter

Introduktion

Med monetär data om miljöpåverkan syftar man på den kapitalsumma en viss miljöpåverkan en produkt, process eller verksamhet bidrar till (IFAC, 2005). EMA strävar efter att se inköp och användandet av energi som en miljökostnad eftersom det finns olika nyttor med detta förhållandesätt:

- *Det möjliggör ett mer kostnadseffektivt management av materialrelaterade miljökonsekvenser från produkter, processer eller verksamheter, eftersom du kan relatera mängderna till deras monetära kostnad och;*
- *Vid exempelvis införandet av miljöpolitiska styrmedel (med exempelvis ökade krav på energieffektiva byggnader) kommer även ökade krav på information från organisationer som kan beskriva effektiviteten av energiförbrukningen i förhållande till byggnadens storlek och användningsområde.*

– *International Federation of Accountants (2005)*

Därför blir kombinationen av tillgängliggörandet av fysisk- om monetär information berörande verksameters energiförbrukning av betydelse för ett mer rationellt beslutfattande gällande organisationens miljöåtaganden (IFAC, 2005).

EMA lyfter upp vikten av att analysera monetära kostnader på ett flertal olika kostnadsnivåer, något som kommer presenteras i detalj under kapitel 3.2 då viktiga aspekter kring kostnadsanalyser för energieffektiviseringsprojekt presenteras. Följande avsnitt kommer främst beröra produktionskostnaderna för uppvärmningen och aspekterna kring dem.

Inventering av kostnader för uppvärmningens energiförbrukning

Gällande energibesparande åtgärder av uppvärmningen av lokaler är kostnaden för exempelvis varje kWh_{värme} ett viktigt dataobjekt. Men hur lättillgänglig den informationen är beror på ett flertal organisatoriska aspekter som även påverkar hur kostnadseffektivt och rationellt ett managementsystem kan vara, där tre frågor är synnerligen viktiga att besvara för energieffektiviseringsåtgärder:

- Vilken produkt, process eller verksamhet är energikostnaden för uppvärmningen kopplad till?
- Vem betalar för uppvärmningen och från vilken budget kommer kapitalet från?
- Vem betalar för investeringar i energieffektiviseringsåtgärder och vilken budget kommer kapitalet från?

- Sorell et.al. (2008)

För värmeförbrukningen inom en specifik produktionsenhet blir det således viktigt att förstå hur stor del av de monetära kostnaderna för energiförbrukning inom anläggningarna som uppvärmningen i sig står för. Tillgängligheten av data (som underlättar möjliggörandet för ett rationellt beslutsfattande) förhåller sig till barriärs- och agentteori i kapitel 1.2 och förutsättningarna inom Hydros verksamhet kommer beskrivas i utredningen i ytterligare detalj i kapitel 4.2.

Produktionsenheter består av ett flertal olika lokaler och byggnader (se kapitel 4.1) och vid elproducenter som Hydro fall har det identifierats tre olika kategorier som kan användas för att beskriva hur mycket hur mycket uppvärmningen kostar:

1. **Intern energi:** Energin som används för uppvärmningen kommer från egenproducerad el (lokalkraft) och kostnaderna består av förlorade inkomster från försäljning av el.
2. **Extern energi:** Energin som används för uppvärmningen kommer från en annan energiproducent och är en del av ett abonnemang med specifika kostnader.
3. **Överskottsenergi:** Verksamheten i den specifika lokalen producerar mer värme än vad den konsumerar och uppvärmningen består därmed av spillvärme och inga direkta kostnader för värmen tillkommer, men risken för kostnader i form av nedkylningsbehov kostnader för att hantera detta finns istället. Spillvärme kan även vara en indikator på att det existerar ineffektiva processer inom verksamheten, något som indirekt kan översättas till förluster.

- Hagelberg (2010), Ek (2012:b), Gunnebrink (2012:a) & Ljungberg (2012:a).

Intern energi har i det här fallet en kostnadsdynamik som förhåller sig till elprisutveckling och styrmedel för förnybara energikällor som berör gällande produktionsenheter (Eriksson, 2012:a). I elproducenters fall såsom Hydro är det av särskild betydelse för elpriser och framtida elprisutveckling och styrmedel som berör priset och prisutvecklingen för deras el (Eriksson, 2012:a). I Sverige består den totala elkostnaden av fyra delar: elpris, avgift för elcertifikat, nätavgift och energiskatt (Energimyndigheten, 2012:b). Därtill skall dock noteras att enligt 11 kap. 2 § 5 av lagen om skatt på energi framgår det att skatt som förbrukats för framställning av elektrisk kraft är inte skattepliktig (SFS 1994:1776). Dessutom är inte produktion av el från vattenkraftsbaserade anläggningar tagna i drift efter 2002 berättigad till elcertifikat enligt 2 kap. 5 § 1 av lagen om elcertifikat (SFS 2011:1200). Detta innebär att den totala elkostnaden för drift med intern energi bara består av elpriset. Besparingar av denna elkostnad innebär att elproducenter kan vidare distribuera elen man sparar in och sälja den på elnätet för gällande pris, vilket ger besparingar av energiförbrukningen ett ytterligare ekonomiskt mervärde.

Extern energi har en kostnadsdynamik som är beroende på vilken energityp den abonnerade energin kommer från, men vid el består den totala kostnaden av fyra delar: elpris, avgift för elcertifikat, nätavgift och energiskatt (Energimyndigheten, 2012:b). Kostnaderna som behandlas under kategorin extern energi består därmed av kostnader som organisationen behöver betala till en annan aktör, vanligtvis i form av kostnader för elförbrukning eller mängder olja, och leder endast till minskade driftkostnader (inga ökade intäkter från försäljning).

Överskottsenergi kan antingen vara en positiv eller negativ kostnad beroende på ett antal olika faktorer. Finns det ett uppvärmningsbehov (internt eller i anslutning till anläggningen) när överskottsenergin finns tillgänglig? Finns det ett distributionssystem för att använda överskottsenergin? Eller leder den främst till ett nedkylningsbehov som i sin tur leder till kostnader? Överskottsenergi i form av nedkylningsbehov kommer inte behandlas djupare i denna uppsats men kommer att diskuteras i och med att det är en viktig faktor för många produktionsenheter och även öppnar för möjligheter för värmeåtervinning.

Gällande kartläggning och statistik inom området är det viktigt att få god förståelse för energiflödena i form av bruttotillförsel, försäljning och nettotillförsel av energi inom produktionsenheten; uppdelat i el, bränslen och värme (Energimyndigheten, 2004). Det är också av stor vikt för organisationer att de bearbetar informationen och analyserar statistiken på ett intelligent sätt (Kretsloppsrådet, 2010). Informationen skall gå att kommunicera inom företaget och inte bara användas för att jämföra med motsvarande perioder föregående år (eftersom risken för att man missar besparingspotentialer är stora) utan bör kunna jämföras med energinyckeltal som gör det enkelt att skilja välpresterande och dåligt presterande anläggningarna från varandra (ibid.).

Men hur kategoriserar Hydro deras kostnader för energiförbrukning? Vem betalar för vad och hur mycket? Presenteras kostnaderna på ett överskådligt sätt för beslutsfattare? Området kommer beröras i kapitel 4.2.

3.2 Total Cost Assessment

- att utföra kostnadsanalyser av energieffektiviseringsåtgärder

De grundläggande beskrivningarna om värderandet av energieffektiviseringsåtgärder i lokaler och bostäder är ett välutrett område och den här uppsatsen har till stor del utgått från *Abel & Elmroth's* (2008) omfattande rapport inom området *Byggnaden som system* tillsammans med litteratur som berör *Total Cost Assessment* och *Full Cost Assessment*. Denna information har därefter kompletterats med litteratur som berör kostnadsanalyser och bedömningar av energieffektiviseringsåtgärders ekonomiska gynnsamhet. Syftet är att visa på hur kostnadsanalyser kan utformas för att inkludera kostnader och besparingar som karaktäriserar energieffektiviseringsåtgärder, däremot inte att föreslå konkreta åtgärder.

3.2.1 Introduktion av Total Cost Assessment

Tidigare kapitel har beskrivit vikten av relevant fysisk- och monetär data för ett effektivt arbete inom miljöområdet för organisationer och hur den typen av information kan underlätta för ett mer rationellt beslutsfattande. En annan väsentlig del av svaret på frågan om hur organisationer ska arbeta med energieffektiviseringsinvesteringar är att tillgodose med kostnadsbilder för åtgärderna som på ett adekvat sätt kan presentera hur pass rimliga de är ur ett ekonomiskt och miljömässigt perspektiv.

I kapitel 1.2 kunde vi se att ett flertal studier har visat på att det finns tillfällen där företag kunnat spara in stora andelar av energi med en negativ nettokostnad (d.v.s. visar på att företag potentiellt missar att ta tillvara på ekonomiskt gynnsamma investeringsmöjligheter för energieffektiviserande) men att ett antal olika barriärer förhindrar deras verksamheter att investera i effektiviseringsåtgärder. En av dessa barriärer var att dolda kostnader (exempelvis prestanda-, produktions- och/eller organisationsbaserade kostnader) inte inkluderades i ingenjörernas ekonomiska kalkyler av effektiviseringsåtgärderna, varpå de ekonomiska kalkylernas över- eller underskattar den ekonomiska potentialen för energieffektiviseringarna. Bristen på information var också en betydande barriär och att den upplevda oförmågan gällande beslutsfattares duglighet att fatta rationella beslut kunde delvis förklaras med avsaknaden av välutredda kostnadsanalyser som beskriver åtgärdernas kostnader och avkastningar. I följande avsnitt presenteras därför en väl utredd och beprövad metod och struktur för kostnadsanalyser som ämnar minimera dessa barriärer och därmed underlätta för ett mer rationellt beslutsfattande.

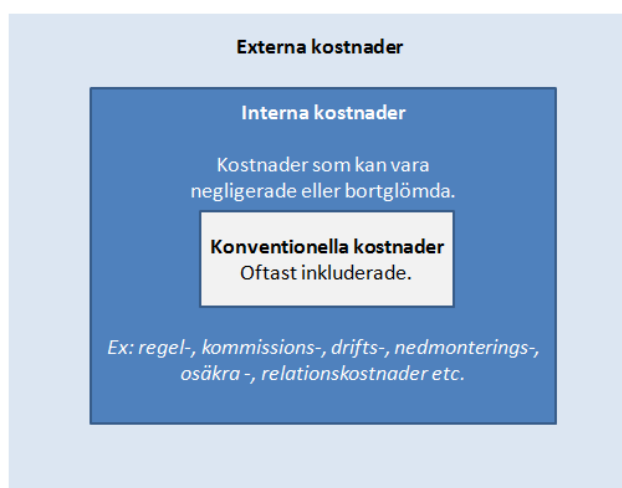
3.2.1.1 Definition - Vad är Total Cost Assessment?

Total Cost Assessment (totalkostnadsanalys, TCA), som delar många likheter med koncept som Full Cost Assessment/Accounting (FCA) och andra former av livskostnadsanalyser, är en metod som strävar efter att minimera obefogade och missledande finansiella barriärer för investeringsbeslut inom kapitalbudgetering (cf. Tellus Institute, 1997). Med en TCA görs detta genom att tillgodose beslutsfattare med långsiktiga och omfattande analyser av kostnader och besparingar där man även inkluderar fler kostnadslager än inom konventionella metoder (ibid.). Genom att tillgodose beslutsfattare med mer heltäckande kostnadsbilder strävar TCA att minimera effekten av traditionella barriärer inom ekonomisk teori såsom ”begränsad tillgång till

information” och ”dolda kostnader” (Curkovic & Sroufe, 2007). TCA skiljer sig från konventionella metoder för kostnadsanalys på fyra sätt:

- Den förespråkar att en omfattande inventering av kostnader, besparingar och inkomster utförs där även indirekta kostnader och övriga kostnadsartiklar som ofta utelämnas inom projektanalys inkluderas (såsom uppfyllande av lagstiftning, utbildning, produkt och bolagsimage) (se figur 6);
- Den förespråkar att kostnader och besparingar allokeras direkt till specifika processer och produktionslinjer istället för att vara placerade under overhead-konton;
- Den förtydligar vikten av förlängda tidshorisonter för att kalkylera ekonomisk lönsamhet ur ett längre tidsperspektiv;
- Den förespråkar användandet av relevanta finansiella lönsamhetsindikatorer som kan tillgodose tidsvärdet av pengar och långsiktiga kostnader och besparingar.

– Tellus Institute (1997)



Figur 6 – En förklarande figur för den grundläggande problematiken bakom TCA, som strävar att inkludera interna kostnader som kan bli negligerade eller bortglömda.

Genom att assistera samordnare och annan personal (inom FoU, produktutveckling, ingenjörer, ekonomer, miljöpersonal, driftsansvariga) med utvecklandet av heltäckande finansiella analyser ämnar TCA underlätta utredandet av den ”sanna” lönsamheten av de investeringar som analyseras och värderas (Tellus Institute, 1997). TCA lämpar sig egentligen väl för finansiell analys inom alla möjliga typer av investeringsområden, men lämpar sig extra väl för miljörelaterade projekt eftersom många av de kostnader och besparingar som företag och organisationer uppnår med dessa försummas (ofta) i konventionella investeringskalkyler (ibid.). TCA i sig förespråkar inte några specifika miljörelaterade projekt utan handlar mer om vikten av att stödja organisationer med värderandet av kostnader och besparingar för olika investeringar och processer (Curkovic & Sroufe, 2007).

Utformandet av en TCA metod måste dock anpassas efter det specifika området man ämnar beröra med sin undersökning och därför är det absolut första steget med utformandet att bestämma och förtydliga exakt vad

det är man skall undersöka (Curkovic & Sroufe, 2007). För denna uppsats handlar det om (i enlighet med frågeställningarna):

- *Hur kan en metod för miljö- och kostnadsanalys för arbetet med **energieffektiviseringsåtgärder för värmeförbrukningen inom vattenkraftsbaserade produktionsenheter** utformas för att verkligen bejaka alla parametrar som krävs för välgrundade (miljö)ekonomiska beslut?*

För en organisation blir nästkommande steg i att skapa en mer specificerad TCA metod som underlättar för kartläggandet och kategoriserandet av kostnader för projekt som resulterar i en kostnadsbild som tillgodoser beslutsfattare med långsiktiga och omfattande analyser av kostnader och besparingar (cf. Tellus Institute, 1997). Detta gäller även kostnadsnivåer som traditionellt sett inte har inkluderats i kostnadsanalyser inkluderats för varje steg i kostnadsanalysen (Beaver, 2000). Att definiera dessa kostnadsnivåer och vad som ska inkluderas är bland det viktigaste bakom hela TCA-konceptet och en kort introduktion av området ges i kapitel 3.2.2.1. Aspekter kring kostnadsinventering av de olika kostnadsnivåerna för just energieffektiviseringsåtgärder för värmeförbrukningen inom vattenkraftsbaserade produktionsenheter presenteras därefter mer ingående i kapitel 3.2.2.2 – 3.2.2.5.

3.2.2 Kostnadsnivåer för energieffektiviseringsåtgärder

3.2.2.1 Inledning

Oavsett vilken upplösning eller detaljrikedom man ämnar uppnå med en kostnadsanalys är det grundläggande att utföra en kostnadsinventering för att kunna uppnå någon form av beslutsunderlag för hur mycket en investering kostar och vilka besparingar den uppnår. För att uppnå mål såsom minskade miljökostnader, ökade inkomster och förbättring av framtida miljöprestanda vid kostnadsinventeringen krävs det däremot att man riktar mer uppmärksamhet mot nuvarande och framtida miljökostnader (Beaver, 2000). TCA (och även EMA) trycker på vikten av att utreda och inkludera miljökostnader som är associerade med produkter, processer, system och anläggningar för att sedan använda dessa utredningar som underlag för välgrundade beslut (ibid.). Att kostnaden klassificeras som en ”miljökostnad” är inte direkt avgörande för de ekonomiska resonemangen, utan det som är av störst vikt är att säkerställa att relevanta kostnader får tillräckligt med utrymme i kostnadsbilder (ibid.). Amerikanska naturvårdsverket, USEPA, har definierat fyra kostnadskategorier som ska underlätta arbetet med kostnadsanalyserna och inkluderandet av kostnader som de konventionella analyserna kan komma att missa:

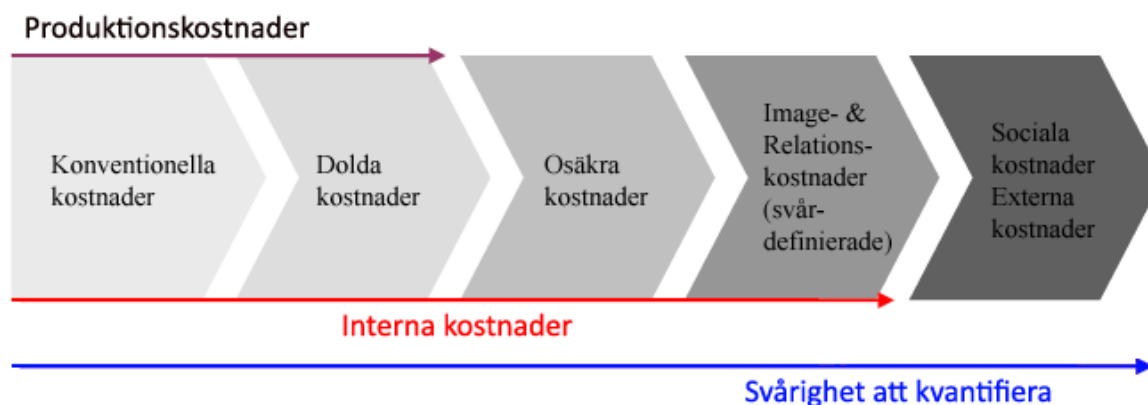
- 1) Konventionella kostnader (se kapitel 3.2.2.3).
- 2) Potentiellt dolda kostnader (se kapitel 3.2.2.4).
- 3) Osäkra kostnader (se kapitel 3.2.2.5).
- 4) Image- & relationskostnader (se kapitel 3.2.2.6).

– USEPA (1995)

Det finns även sociala kostnader som inte direkt påverkar organisationens slutresultat, utan är snarare kostnader för externaliteter som påverkar andra aktörer eller medför samhällskostnader (exempelvis utsläpp

som bidrar till övergödning, klimatpåverkan, förlust av biologisk mångfald m.m.) (Beaver, 2000). Hur dessa kostnadsnivåer kan appliceras på energieffektiviseringsåtgärder av uppvärmningen inom vattenkraftsbaserade produktionsenheter kommer att presenteras i kapitel 3.2.2.2 – 3.2.2.5.

För en organisation är det de interna kostnaderna som är av störst betydelse då de direkt påverkar verksamheternas budget och lönsamhet, de får följaktligen också högst prioritet i budgeteringsprocesser (Beaver, 2000). Lättöverskådliga konventionella kostnader såsom arbetskraft och materialkostnader är ofta allokerade till specifika processer, produkter eller verksamheter och informationen brukar därmed finnas tillgänglig och dokumenterad inom organisationen (IFAC, 2005). Därtill finns det indirekta kostnader såsom dolda kostnader för administrativa, miljö- och säkerhetskostnader som vanligtvis kopplas till mer övergripande budgetar inom verksamheten (IFAC, 2005). Dessa konventionella kostnader och dolda kostnader inkluderas i företagets interna kostnader och är därmed enklare att kvantifiera än de av mer osäker karaktär såsom kostnader som "kanske" kommer att inträffa eller image- och relationskostnader som även de kan vara svåra att kvantifiera när och hur de genererar vinst (IFAC, 2005). De olika kostnadsnivåerna är således olika svåra att kvantifiera och figur 7 presenterar en övergripande förklaring om hur de olika kostnadsnivåerna (som introducerades i föregående avsnitt) förhåller sig till organisationen och hur svåra de är att kvantifiera i relation till varandra (se figur 7).



Figur 7 - Spektrumet för totalkostnadsanalyser med de olika kostnadskategorierna, huruvida de är produktionskostnader, interna kostnader eller externa kostnader samt hur de förhåller sig till varandra gällande hur svåra de är att kvantifiera.

Konventionella - och dolda kostnader hamnar under kategorin "produktionskostnader" i figur 7 och hur kostnadsanalyser av energieffektiviseringsåtgärder ska tillgodose att kostnaderna för dessa skall inkluderas inom området är ett huvudområde för den följande fallstudien. Även delar av de osäkra kostnaderna kommer beröras och diskuteras men inte i lika stor utsträckning. Därmed täcker uppsatsens omfattning endast delar av det som behandlas under det som definierats som interna kostnader, och sociala - och externa kostnaderna kommer till stor del endast fungera som diskussionsmaterial.

För att underlätta kartläggningen av dessa olika kostnadskategorier gav amerikanska naturvårdsverket, USEPA, även i deras rapport från 1995 ett antal exempel på vad som kan inkluderas inom dessa kategorier. För en sammanställning av detta se figur 8 (se figur 8).

Potentiellt dolda kostnader		
Regelkostnader	Initiala kostnader	Frivilliga kostnader
<i>Notification</i>	<i>Site studies</i>	<i>Community relations/outreach</i>
<i>Reporting</i>	<i>Site preparation</i>	<i>Monitoring/testing</i>
<i>Monitoring/testing</i>	<i>Permitting</i>	<i>Training</i>
<i>Studies/modeling</i>	<i>R&D</i>	<i>Audits</i>
<i>Remediation</i>	<i>Engineering and procurement</i>	<i>Qualifying suppliers</i>
<i>Recordkeeping</i>	<i>Installation</i>	<i>Reports (e.g. annual environmental reports)</i>
		<i>Insurance</i>
<i>Plans</i>		<i>Planning</i>
<i>Training</i>		<i>Feasibility Studies</i>
<i>Inspections</i>	<i>Capital equipment</i>	<i>Remediation</i>
<i>Manifesting</i>	<i>Materials</i>	<i>Recycling</i>
<i>Labeling</i>	<i>Labor</i>	<i>Environmental studies</i>
<i>Preparedness</i>	<i>Supplies</i>	<i>R&D</i>
<i>Protective equipment</i>	<i>Utilities</i>	<i>Habitat and wetland protection</i>
<i>Medical surveillance</i>	<i>Structures</i>	<i>Landscaping</i>
<i>Environmental insurance</i>	<i>Salvage Value</i>	<i>Other environmental projects</i>
<i>Financial assurance</i>		<i>Financial support to environmental groups and/or researchers</i>
<i>Pollution control</i>		
<i>Spill response</i>	<i>Closure/decommissioning</i>	
<i>Stormwater management</i>	<i>Disposal of inventory</i>	
<i>Waste management</i>	<i>Post-closure care</i>	
<i>Taxes/fees</i>	<i>Site survey</i>	
Osäkra kostnader		
<i>Future compliance costs</i>	<i>Remediation</i>	<i>Legal expenses</i>
<i>Penalties/fines</i>	<i>Property damage</i>	<i>Natural resource damage</i>
<i>Response to future releases</i>	<i>Personal injury damage</i>	<i>Economic loss damages</i>
Image- och relationskostnader		
<i>Corporate image</i>	<i>Relationship with professional staff and workers</i>	<i>Relationship with lenders</i>
<i>Relationship with customers</i>	<i>Relationship with insurers</i>	<i>Relationship with communities</i>
<i>Relationship with investors</i>	<i>Relationship with suppliers</i>	<i>Relationship with regulators</i>

Figur 8 - Exempel på miljökostnader för organisationer för de olika kostnadskategorierna. Titlar för kategorier har översatts till de termer som används i denna uppsats (Källa: USEPA, 1995).

Följande förtydliganden (kapitel 3.2.2.2 - 3.2.2.5) om vad dessa kategorier innebär i ett svenskt sammanhang som berör energieffektiviseringsåtgärder för värmeförbrukningen inom vattenkraftsbaserade produktionsenheter har utgått ifrån denna lista och vidareutvecklats i samband med representanter från Hydro.

3.2.2.2 Konventionella kostnader för energieffektiviseringsåtgärder (Conventional costs)

Konventionella bokföringssystem kategoriserar vanligtvis kostnader för material och arbete, operationskostnader, administrativa kostnader och forskning och utveckling (Beaver, 2000). Konventionella kostnader är en blandning av direkta och indirekta kostnader som tillkommer som ett resultat av exempelvis en åtgärd eller en process (ibid.). Att effektivisera och minska på resursanvändningen inom processer är att föredra ur ett miljöperspektiv, men är även en absolut nödvändig faktor att beröra vid beslutsfattande (ibid.).

Konventionella kostnader kan exempelvis vara kostnader för material, tjänster och realkapital (Beaver, 2000). Några ytterligare exempel på kostnaderna ur ett svenskt sammanhang är:

- kostnader för energiförbrukningen inom produktionsenheter (se kapitel 3.1 2.3);
- kostnader för tekniska åtgärder som skall minska energiförbrukningen samt deras installation.

3.2.2.3 Potentiellt dolda kostnader för energieffektiviseringsåtgärder

Figur 8 på sida 38 sammanfattar flera typer av miljökostnader som kan vara dolda för chefer. I stort kan de delas in i fyra kategorier: initiala miljökostnader, regelkostnader, frivilliga kostnader och back-end miljökostnader.

Initiala miljökostnader (Upfront environmental costs)

Kostnader som uppstår innan ett projekt gällande exempelvis en process, ett system eller en anläggning börjar utföras. Dessa kostnader klassificeras vanligtvis under overhead-konton eller FoU och kan komma att exkluderas av chefer och ingenjörer som fokuserar på kostnaderna för processerna, systemen och anläggningsdriften (Beaver, 2000).

Detta inkluderar exempelvis förstudier av ingenjörsarbete såsom beräkningar och anläggningstekniska lösningar, utvärderande av miljötekniska lösningar och kartläggning av energiförbrukare (USEPA, 1995). Några ytterligare exempel på kostnaderna i ett svenskt sammanhang är:

- kostnader för uträttandet av en miljökonsekvensbeskrivning som kan komma att behövas vid tillståndsansökan för anläggandet, drivandet eller ändrandet av en verksamhet enligt 6 kap. 1 § i miljöbalken (SFS 1998:808).

Regelkostnader (Regulatory costs)

Regelkostnader syftar på kostnader som är ett resultat av reglerande lagstiftning och de resurser som organisationer behöver använda för att kunna uppfylla dem. Detta är kostnader som ofta inträffar i samband med verksamhetsutövande; något som har lett till att kostnaderna traditionellt sett har behandlats som overheadkostnader och därmed inte blir en del av respektive managers och analytikers dagliga ansvarsområden (Beaver, 2000).

Regelkostnader kan inkludera skatter, avgifter, kostnader i anslutning till drift och utveckling av miljöövervakningssystem för att uppfylla gällande lagstiftning m.m. (USEPA, 1995). Några ytterligare exempel på kostnaderna ur ett svenskt sammanhang kan vara:

- kostnader för att ta fram information som krävs för rapporteringar till elcertifikat, i enlighet med lagen om elcertifikat (SFS 2011:1200);
- kostnader för att få ett bygglov för att installera en bergvärmebaserad värmepump, i enlighet 9 kap. i Plan- och bygglagen (SFS 2010:900).

Frivilliga kostnader (Voluntary costs)

Frivilliga kostnader är kostnader och resurser som en organisation behöver allokeras för olika former av frivilliga projekt. Liksom regelkostnader har dessa kostnader vanligtvis behandlats som overheadkostnader och inte som delar av specifika projekt eller processer (Beaver, 2000).

Exempel på frivilliga kostnader är kostnader för rapportering (exempelvis årliga miljöredovisningar), inventeringar och forskning (USEPA, 1995). Några ytterligare exempel på kostnaderna ur ett svenskt sammanhang kan vara:

- kostnader för att sammanställa information om företagets arbete inom miljö- och samhällsarbete för att presentera till intressenter;
- kostnader för att få ett examensarbete om investeringar i energieffektiviseringsåtgärder utförd, samt den tid som anställda har fått använda för att assistera studenten.

Back-end miljökostnader (Back-end environmental costs)

Back-end miljökostnader är kostnader som vanligtvis inte inkluderas över huvudtaget i kostnadsanalyser eller bokföringssystem som ofta kommer att behövas vid mer eller mindre väldefinierade tillfällen i framtiden (Beaver, 2000).

Kostnader för att ta ur bruk, byta ut, förnya existerande utrustning och saneringsarbete som kan komma att behövas (USEPA, 1995). Några ytterligare exempel på kostnaderna ur ett svenskt sammanhang kan vara:

- kostnader för att byta ut existerande uppvärmningssystem, exempelvis aerotemper;
- kostnader för att hyra in en legitimerad sanerare att utföra saneringsarbete vid nedmonteringsstadiet av exempelvis en kylanläggning.

3.2.2.4 Osäkra kostnader för energieffektiviseringsåtgärder

(Contingent costs)

Kostnader som eventuellt kommer att, eller inte, spela en roll kallas för "osäkra kostnader" och beskrivs bäst i probabilistiska termer såsom: förväntat värde, omfattning eller sannolikheten att de kommer stiga över en viss gräns (Beaver, 2000).

Det mest applicerbara exemplen för detta som även spelar stor roll för energieffektiviseringsåtgärder är kostnader som tillkommer som ett resultat av framtida reglerande lagstiftning, avgifter och böter eller ökande priser på el (USEPA, 1995).

3.2.2.5 Image- och relationskostnader för energieffektiviseringsåtgärder

(Image and Relationship Costs)

En del kostnader kan vara mer eller mindre möjliga att inventera och värdera eftersom de kan vara associerade med subjektiva inställningar från kunder, ägare, ledningen m.m. (Beaver, 2000). Kostnader för företagsimage och relationer gentemot olika typer av intressenter tillhör denna kategori (ibid.). Detta inkluderar såväl kostnader för årliga miljörapporter eller exempelvis good will- och miljöprojekt i olika former för att stärka företags rykte, se figur 8 (USEPA, 1995). Kostnaderna för dessa verksamheter i sig är inte svårdefinierad men däremot kan vinsterna och fördelarna med dem vara det (Beaver, 2000). I investeringarna i sig kanske endast genererar någon form av vinst först då intressenter ser ett värde i dem, vilket gör det ännu svårare att värdera (Orsato, 2009).

Image- och relationskostnader kommer inte vara ett prioriterat område inom denna studie eftersom den dels är svår att kvantifiera och även om energibesparande åtgärder kan ha en positiv effekt på företags image och därmed ett mervärde för Vattenfall så faller det utanför studiens avgränsningar.

3.2.3 Ekonomisk värdering av energieffektiviseringsåtgärder

Syftet med följande avsnitt är att presentera grundläggande koncept som är av stor betydelse när organisationer värderar projekt av energibesparande karaktär och som därmed ska inkluderas i TCA metoden. Utredande eller presenterande av något optimalt sätt att utforma en ekonomisk värdering för energieffektiviseringsåtgärder kommer inte presenteras

3.2.3.1 Grundläggande begrepp som är viktiga för energieffektiviseringsinvesteringar

För att tillgodose att en åtgärd är energieffektiv är det viktigt att det först och främst utförs en analys av att den inte försämrar användbarheten av tjänsten och att de verkliga energibesparingarna blir rimliga i förhållande till kostnaden (Abel & Elmroth, 2008). För att säkerställa att en energibesparande åtgärd av uppvärmningssystem är kostnadseffektiv skall de framtida vinsterna i minskad energiförbrukning jämföras med kostnaden för att åstadkomma dem, något som i grunden är detsamma för alla typer av investeringar som leder till framtida inkomster (cf. Jackson, 2010). En jämförelse mellan en investering och dess framtida ekonomiska utfall kan utföras på i princip två sätt:

- *De framtida utfallen räknas om till värdet vid tidpunkten för investeringen, som är nu. Detta nuvärde jämförs sedan med investeringen.*
- *Investeringen räknas om till framtida årskostnad och dessa jämförs med det förväntade årliga utfallet.*

- Abel & Elmroth (2008)

Lönsamhetsberäkningar av denna karaktär (särskilt gällande mer långsiktiga investeringar såsom energieffektiviseringar) är väldigt beroende av ett antal olika parametrar: där kalkylräntan, investeringsbeloppet, brukstiden, energibesparingar, eventuella antaganden om framtida ökning av energipriser är mycket betydande (cf. Abel & Elmroth, 2008):

Kalkylränta

Ekonomiska analyser och omräkningar sker med kalkylräntan som grund och det är dennas storlek som definierar hur organisationen värderar framtida inkomster jämfört med att ha tillgång till penningkapital idag (Abel & Elmroth, 2008). Om en hundralapp idag hade varit likgiltig samma hundralapp om 10 år skulle kalkylräntan för denna vara 0 procent. Är tillgången till penningkapital viktigt idag jämfört med att få tillgång till dem i framtiden bör kalkylräntan vara hög (Abel & Elmroth, 2008). Investerarens kalkylränta bestäms av dennes avkastningskrav som är en översättning av hur investeraren bedömer konsekvenser idag i förhållande till konsekvenser i framtiden (Högberg & Lind, 2011). Generellt sett kan man säga att en hög kalkylränta styr mot investeringar med hög avkastning medan en låg kalkylränta gynnar investeringar med lång brukstid (ibid.). Investeringsanalyser av energibesparande åtgärder som karaktäriseras av längre tidshorisonter är därmed helt beroende av vilken kalkylränta som företaget använder sig av (Abel & Elmroth, 2008).

Investeringsbelopp, brukstid och energibesparingar

Investeringsbelopp är de sammanlagda kostnaderna som krävs för att utföra ett projekt från början till slut där kostnadsbilderna ofta bestäms av kostnadsinventeringar och ekonomiska kalkyler av ingenjörer (Högberg & Lind, 2011).

Brukstiden är kort och gott livslängden på den energibesparande teknologin och desto längre man kan använda den desto längre tid tar det tills du behöver investera i uppgraderingar eller förnyelseprojekt (Abel & Elmroth, 2008). Brukstidens samspel med kalkylräntan är betydande för att få förståelse hur organisationen bedömer investeringens lönsamhet eftersom brukstidens inverkan minskar med ökande kalkylränta (ibid.).

Besparingarna dessa investeringar kan göra under den energibesparande teknologins livscykel bestämmer därmed de nya kostnaderna för drift- och underhållet (det nya driftnettot) (Högberg & Lind, 2011). TCA som presenterades tidigare i uppsatsen ämnar underlätta framtagandet av omfattande kostnadsbilder som bland annat tillgodoser livscykelperspektivet bakom projekt, varpå den följande lönsamhetsbedömningen därefter blir beroende av kalkylräntan och antaganden om framtida energipriser (Tellus Institute, 1997).

Framtida energipriser

Ett vanligt förekommande argument för att investera i energieffektiviseringsåtgärder grundar sig på antaganden om att framtida energipriser kommer att stiga med mer än den genomsnittliga inflationen (Abel & Elmroth, 2008). Om energiprisutvecklingen förutses ha en annorlunda kostnadsutveckling än den genomsnittliga inflationen måste man ta till hänsyn till detta, och antaganden om framtida energipriser kan inkluderas i kostnadsanalyserna genom att ersätta räntan r med $r-q$, där q är den relativa energiprisstegringen (Abel & Elmroth, 2008). Om de framtida energipriserna skulle stiga med mer än den genomsnittliga inflationen skulle organisationer med en låg energiförbrukning gynnas och därmed påverka antaganden om lönsamhetsbedömning för projekt som berör organisationens energiförbrukning (Abel & Elmroth, 2008).

3.2.3.2 Lönsamhetsberäkningar lämpade för energieffektiviseringsåtgärder

Hur man beräknar och bedömer hurvida en investering är lönsam med de ekonomiska förutsättningarna som gäller kan ske på ett antal olika sätt. För att kunna bedöma om en investering är lönsam eller inte i en lönsamhetskalkyl har ett antagande om en framtida ökning av energipriset mycket stark inverkan på resultatet, precis som ett antagande om hur en sänkning av kalkylräntan skulle gynna långsiktiga energibesparande investeringar (Abel & Elmroth, 2008). En förutsättning för att man skall kunna använda en lönsamhetsberäkning som underlag för ett beslut om genomförande är att det klart framgår vilken kalkylränta som använts och vilken framtida energiprishöjning som antagits (ibid) De vanligast förekommande kriterierna för lönsamhetsbedömning som man därefter använder sig av är:

- **Årskostnadsmetoden**

Den framtida årskostnaden jämförs med årskostnaden utan investering (Abel & Elmroth, 2008).

- **Nuvärdesmetoden (NPV)**

Nuvärdet av de framtida sänkningar av årskostnader som investeringen ger, jämförs med den investering som krävs (Abel & Elmroth, 2008).

- **Internräntemetoden (IRR)**

Räntan som de framtida årskostnadssänkningarna motsvarar jämförs med den kalkylränta, som man bestämt sig för (Abel & Elmroth, 2008).

- **Pay off metoden**

Man ser på hur många år det tar att återbetala investeringen med den årliga kostnadssänkningens som fås **utan** hänsyn till ränta (Abel & Elmroth, 2008).

Nuvärdesmetoden (och särskilt tillsammans med internräntemetoden) rekommenderas i den mesta teoretiska litteraturen som den mest värdefulla och mest problemfria metoden för att bedöma lönsamhet eftersom de inkluderar tidsvärdet för kapital och är även högt värderad inom mainstream business (cf. Tellus Institute, 1997; Abel & Elmroth, 2008; Brealey & Meyers, 2009). I kontrast till detta så gör Pay off analyser inga nuvärdesberäkningar och bortser därmed från vad som händer efter återbetalningstiden (cf. Högberg & Lind, 2011). Som lönsamhetskriterier har Pay off metoden därför fått mycket kritik eftersom den saknar kapaciteten att skilja på kortsiktiga och långsiktiga investeringar, vilket är ger en orättvis bild av lönsamheten för investeringar i energieffektiviseringsåtgärder som karakteriseras av långsiktighet (cf. Jackson, 2010).

3.2.4 Total Cost Assessment för energieffektiviseringsåtgärder i praktiken

3.2.4.1 Energieffektiviseringsprojekt

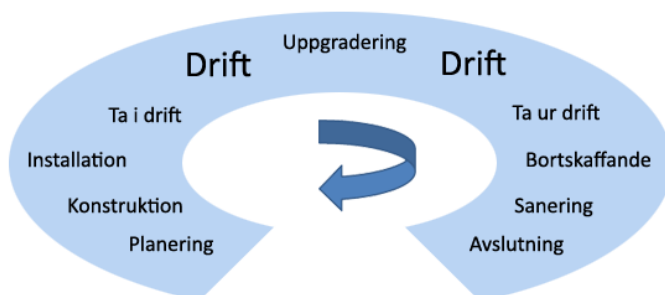
Först och främst ska det vara sagt att de resurser som avsätts för energibesparande åtgärder måste brukas på ett effektivt sätt och tekniska åtgärder som vidtas för att tillgodose en god hushållning av energi måste även de vara rimligt resurskrävande i förhållande till den sparade energimängden. Abel & Elmroth (2008) presenterar

två kriterier för energieffektivitet som båda måste uppfyllas för att tekniska lösningar och åtgärder ska vara energieffektiva för befintliga lokaler och bostäder:

- *Tekniska lösningar eller åtgärder för minskning av energibehovet får inte försämra husets funktion, inomhusmiljö eller tekniska kvalitet.*
- *Resursförbrukningen för tekniska lösningar eller för åtgärder som minskar behovet av energi, måste balanseras av den verkliga totala energibesparingen.*

– Abel & Elmroth (2008)

Om dessa två kriterier inte uppfylls blir de energibesparande investeringarna som uppnås inte effektiva eftersom de antingen kan påverka funktionen, beständigheten, driftsäkerheten m.m. på ett för negativt sätt eller använder sig av för mycket resurser så att investeringen inte står i proportion till energivinsten (Abel & Elmroth, 2008). Denna uppsats har dock inte som mål att utreda alla de tekniska aspekterna som är relevanta för energibesparande åtgärder inom produktionsenheter. Däremot så skiljer sig dessa olika tekniska aspekter åt i sin utformning. Den förlängda tidshorisonten och höjda upplösningen för kostnadsbilder som förespråkas inom TCA metoden innebär att man kollar på vilka kostnader som finns i anslutning till projektet under hela dess livscykel (se figur 9) (Tellus Institute, 1997). Detta innebär att man strävar att inkludera allt från planeringsstadiet, driftstadiet och nedmonteringsstadiet av den utrustning som berörs av projektet i kostnadsanalysen samtidigt som man tillgodoser att alla kostnadsnivåer för alla dessa steg också inkluderas och avskrivs (ibid.).



Figur 9 – TCA förespråkar att samtliga steg i ett projekts livscykel inkluderas i kostnadsanalysen. Figuren förtydligar vilka stadier som bör inkluderas då man analyserar en produkts eller process livscykel.

För varje steg av projektets livscykel inventeras ämnen en TCA metod att tillgodose att de kostnader som kan associeras till de processer som tas upp i kostnadsbilden (Tellus Institute, 1997). Men vissa punkter inom kostnadsinventeringen kan vara svårbedömda och/eller anses vara irrelevanta men kan samtidigt vara av betydelse för att presentera en omfattande kostnadsbild (ibid.). Därför behöver alla kontrollpunkter vid det praktiska utförandet av en TCA bedömas om de är:

- relevanta för projektet;
- relevanta för projektet men kvantitativt obetydliga;
- relevanta för projektet och kvantitativt betydande;
- relevanta för projektet men icke kvantifierbara?

- Curkovic & Sroufe (2007)

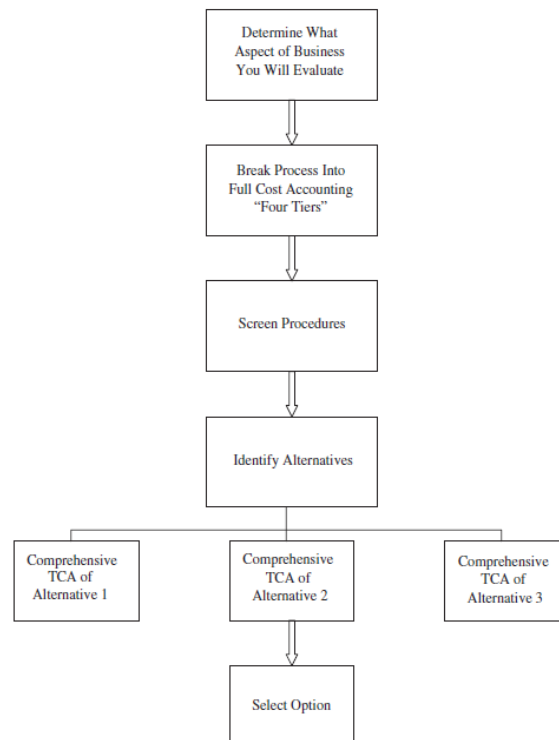
Arbetsgången skall först och främst underlätta för att ingenjörer och ekonomer med arbetet att utföra analyserna och finna de kontrollpunkter inom projektet där det finns ett mervärde att utreda vidare (Tellus Institute, 1997). Ett gott ledord är dock att aldrig kvantifiera en kontrollpunkt som bedömts vara en kostnad som ett nollvärde (ibid.).

Efter att en organisation väl har bestämt vad man ska utreda för projekt och utvecklat ett system för att klassificera och kvantifiera alla kostnader som är associerade till ett projekt börjar den tidskrävande och utmanande processen att utvärdera och jämföra olika projektförslag med varandra (Curkovic & Sroufe, 2007). Första steget i denna process är att dela upp och klassificera de olika stegen och processerna inom projektets ramar i enlighet med de fyra kostnadsnivåer som presenteras i kapitel 3.2.2 (Curkovic & Sroufe, 2007). Genom att identifiera alla kostnader för projektförslagets olika processer samtidigt som man vidhåller livscykelperspektivet kan man börja utföra en screening av projektets olika kostnader för att därefter jämföra, prioritera och välja vilka processer som är rimliga att förbättra (Curkovic & Sroufe, 2007). Detta kan och bör göras på två olika nivåer; screening nivå och fördjupad nivå (Kennedy, 1999). Genom att korta ned och prioritera vad man går igenom under sin TCA kan man undvika ännu mer tidskrävande processer för att samla in data och använda resultatet för att gallra undan ogynnsamma projekt (ibid.). Denna screening är en nödvändighet för att en organisation skall kunna bedöma vilka processer som har störst potential och utrymme för förbättring och därefter utforma tekniska lösningar för dem (Curkovic & Sroufe, 2007).

Efter den inledande screeningen har utförts och organisationen har funnit ett antal potentiella arbetsområden behöver kostnadsanalyser utvecklas för att fungera ihop tillsammans med det för den specifika organisationen eller företaget gällande kapitalbudgeteringen (Curkovic & Sroufe, 2007). Genom att utgå ifrån TCA-metoden (som liknar många traditionella kapitalbudgeteringssystem utöver att den strävar att inkludera mer omfattande kostnadsbilder) kan man skapa kostnadsbilder som tillgodoser helhetsperspektivet samtidigt som man enkelt kan anpassa det till existerande praxis gällande kapitalbudgeteringen (Curkovic & Sroufe, 2007). Det finns alltså goda möjligheter för att TCA kan implementeras inom en organisation i samspel med existerande praxis och metod som är bekanta för såväl samordnare, ekonomer och ingenjörer (Curkovic & Sroufe, 2007).

Eftersom TCA metoden förespråkar mer kompletta kostnadsbilder stiger därmed även behovet av tillgänglig information (Beaver, 2000; Curkovic & Sroufe, 2007). Bokförings- och managementsystem (exempelvis EMA, LCA, QMS och ISO14001) som ämnar tillgodose organisationen och intressenter med information om företagets miljöpåverkan har visat sig ha en god symbiotisk effekt tillsammans med en TCA-praxis (ibid.).

När väl alla kostnader och besparingar har kartlagts och värderats för varje projektalternativ kan kostnadsbilden sedan appliceras och utvärderas med hjälp av de lönsamhetsvärderingar som beskrevs i kapitel 3.2.3 varpå projektförslagen sedan kan jämföras med varandra och med andra konkurrerande projekt inom organisationen (cf. Kennedy, 1999; Curkovic & Sroufe, 2007). Denna arbetsgång är även väl sammanfattad i en figur från Curkovic & Sroufes rapport från 2007 och kan ses i figur 10.



Figur 10 - Schematisk figur som förklarar arbetsgången för TCA. (Källa: Curkovic & Sroufe, 2007).

3.2.4.2 Kort om företagsbeslut om åtgärder berörande energieffektiviseringsåtgärder

Det finns en uppsjö av litteratur och studier som berör området lönsamhetsvärderingar inom kapitalbudgeteringssystem som till stor del består av enkätundersökningar riktade mot ekonomiansvariga inom företag (Jackson, 2010). En undersökning av Sandahl & Sjögren (2003) indikerade att pay off metoden är mer vanligt förekommande bland företags kapitalbudgeteringsprocesser än nuvärdesmetoden och internräntemetoden, som rekommenderas av ekonomisk forskning (Sandahl & Sjögren, 2003). Det bör även noteras att studien visade på att användande av nuvärdesmetoden och internräntemetoden också blivit vanligare än tidigare undersökningar visat på (Sandahl & Sjögren, 2003). Studier visar också på att det är vanligt förekommande med interna direktiv gällande pay off-tider vilka fungerar som konservativa antaganden för att skydda organisationen från att fatta "dåliga" beslut som skulle leda till dåliga och olönsamma investeringar (Jackson, 2010). Detta resonemang resulterar i att det kommer finnas investeringar som nekas trots att de skulle kunna varit lönsamma om man hade inkluderat kapitalets värde över tiden och mer detaljerad information fanns tillgänglig för beslutsfattare (ibid.). Förklaringen bakom detta kan hänga samman med komplexiteten som förklaras ligga bakom "the energy efficiency gap" och med koncept som *begränsad rationalitet* i åtanke kan användandet av pay off-metodens och dess enkla och intuitiva angreppssätt som lönsamhetskriterier ses som en naturlig respons inom en del organisationer för att hantera lönsamhetsbedömningar (ibid.).

Investeringar i energieffektiviseringsåtgärder behandlas vanligtvis under och i enlighet med organisationens kapitalbudgeteringsprocess (Jackson, 2010). Studier har visat att inom industrier brukar investeringar i

energieffektiviseringsåtgärder utförs vid två olika typer av tillfällen (ibid.). Signifikanta förändringar i produktionsteknologin och -processer tenderar att vara sällsynta och utförs en gång per årtionde (eller ännu mer sällan) och motiveras främst av teknologiska utvecklingar, krav från marknaden eller andra långsiktiga strategiska resonemang (Elliot et.al., 2008). Mellan större kapitalinvesteringar i produktionsenheternas verksamheter är det ofta korta uppehåll för rutinkontroller för att kunna upprätthålla driftsäkerheten (Jackson, 2010). Dessa korta uppehåll är tillfällen då det har visat sig vara lämpligt för att utföra energieffektiviseringsåtgärder i existerande produktionsled och – processer (ibid.). Detta eftersom kostnaden för de mer omfattande energiåtgärderna kan sänkas då man kan undvika kostnader för förlorade produktionsmöjligheter (Abel & Elmroth, 2008).

3.3 Drivkrafter och barriärer för EMA och TCA – vad kan förväntas?

I enlighet med föregående kapitel så förväntas organisationer att med hjälp av EMA och TCA kunna ta fram den information som krävs för att fatta mer välgrundade och rationella beslut angående investeringar för exempelvis energieffektiviseringsprojekt under kapitalbudgeteringsprocessen. Men med såväl EMA som TCA finns det typiska barriärer som en organisation som försöker implementera dessa metoder kan erfaras. Följande kapitel ämnar sammanfatta drivkrafterna bakom EMA och TCA ur ett bredare strategiskt perspektiv (kapitel 3.3.1) och presentera de förväntade barriärer som tidigare studier visat på och som kan stå i vägen för en praktisk implementering av såväl EMA som TCA inom organisationer (kapitel 3.3.2).

Detta kapitel berör till stora delar även information som redan har presenterats men fyller här även ett avrundande syfte för att leda in uppsatsen till kommande kapitel. Dessa bredare strategiska perspektiv kommer att appliceras på fallstudie nivå i kapitel 4 och 5 när jag går djupare in för att beskriva och analysera den situation som gäller för Hydro.

3.3.1 Förväntade drivkrafter för implementering av EMA och TCA

Organisationers erfarenheter gällande EMA:s roll för investeringsbeslut har fått mycket uppmärksamhet från forskare inom området och organisationer som använder sig av EMA och ses en stor drivkraft för organisationer att ta till sig dess förhållningssätt gentemot dess miljöaspekter (IFAC, 2005). Informationen som EMA hjälper till att tillgodose organisationer med stödjer deras interna arbete med att ta fram beslutsunderlag inom miljöområdet och åtaganden inom exempelvis *cleaner production*, *supply chain management*, *”green” product or service design*, *environmentally preferable purchasing* och *environmental management systems* som alla börjar bli allt mer vanligt förekommande inom näringslivet (IFAC, 2005). Nyttorna och de potentiella användningsområdena med etablerade EMA- och TCA-aktiviteter kan i stort delas in i tre områden: *Eco-Efficiency*, *Compliance Efficiency* och *Strategic Position* och förklaras i avsnitt 3.3.1.1 – 3.3.1.3.

3.3.1.1 Eco-Efficiency

Tillgången till information är en av EMA:s drivkrafter som underlättar utredandet av effektiviseringsåtgärder eftersom det:

- underlättar för organisationer att undersöka och analysera dess energiförbrukning;
- underlättar för organisationer att planera, utforma och implementera energieffektiviseringsåtgärder;
- underlättar för organisationer att utvärdera den totala vinsten från en effektiviseringsinvestering.

– German Energy Ministry (2003)

Genom att ha information för energianvändningen tillgänglig kan man enklare inventera, kartlägga och investera i energibesparande projekt eftersom delar av beslutsunderlag redan finns tillgängligt (German Energy Ministry, 2003).

Med hjälp av den fysiska eller den monetära informationen som tillgängliggörs genom EMA kan organisationen med fördel utveckla nyckeltal för att vidareutveckla med företagets miljöarbete (IFAC, 2005). Detta kan förslagsvis vara fysiska målsättningar (exempelvis energiförbrukning för uppvärmning per år), monetära målsättningar (exempelvis totalkostnad för uppvärmning per år) eller en kombination av båda två (exempelvis totalkostnad kWh_{värme} per år). Detta underlättar senare för organisationen att hitta anläggningar som är stora energislukare och därmed på ett kostnadseffektivt sätt kunna sätta ytterligare direktiv för var, hur och varför energieffektiviseringsåtgärder inom verksamheten bör ske (German Energy Ministry, 2003).

Beroende på verksamheten och anläggningens specifika förutsättningar kan det även finnas möjligheter att samarbeta med närliggande bostäder eller verksamheter för att finna ytterligare vinstmöjligheter i form av industriell symbios (exempelvis genom att sälja ett eventuellt överskott av värmeenergi) och som även stärker företagets miljöprofil ytterligare (Orsato, 2009).

3.3.1.2 Compliance Efficiency

Med ett etablerat EMA system för energianvändningen kan man tillgodose att informationen finns tillgänglig när den behövs, vilket har ett flertal potentiella användningsområden för en kostnadseffektiv planering av hur en organisation ska följa upp och bemöta existerande och framtida reglerande lagstiftning samt för att nå upp till åtaganden eller målsättningar som är formulerade inom interna och/eller offentliga policydokument (German Energy Ministry, 2003).

Även rapportering till utsläppsreglerande myndigheter om existerande praxis visat sig vara otillräcklig eller om framtida lagstiftning eller direkt från ägarna blir tydligare och hårdare (German Energy Ministry, 2003). Därmed underlättar EMA och metoder för kostnadsanalyser som TCA för utredningar och införskaffande av mer kostnadseffektiva åtgärder (IFAC, 2005).

3.3.1.3 Strategisk positionering

Eftersom EMA stödjer ett kostnadseffektivt utvärderande och implementerande av miljömedvetna projekt och åtgärder hjälper EMA till att säkerställa organisationers långsiktiga strategiska position på marknaden (IFAC, 2005). Den bidrar till att stärka organisationens strategiska miljöarbete eftersom det bland annat:

- förbättrar arbetet med leverantörer och internt med utvecklandet av produkter och tjänster som är anpassade för ”gröna” marknader;
- förbättrar möjligheterna att utvärdera de framtida kostnaderna för framtida reglerande lagstiftningar och ekonomiska styrmedel;
- förbättrar möjligheterna att kommunicera ut företagets miljöarbete till intressenter.

– German Energy Ministry (2003)

I det långa loppet så kan förbättrade möjligheter för att hitta och motivera investeringar i kostnadseffektiva effektiviseringsåtgärder för uppvärmningssystemen leda till ett flertal strategiska fördelar (German Energy Ministry, 2003). Energieffektiviseringsåtgärder inom energiintensiva industrier har även visat sig fungera väl ihop med olika former av klimatpolitiska ekonomiska styrmedel såsom EU-ETS och TGC (tradable green certificates) som är vanligt förekommande i Europa (Orsato, 2009). Genom att utveckla sin kompetens inom området och koncentrera sitt engagemang i största möjliga mån på att hitta mer detaljerad information om potentiella arbetsområden kan organisationer positionera sig inför framtida energipolitiska situationer och erhålla en konkurrenskraftig position på marknaden (ibid.).

Ytterligare en drivkraft för denna form av miljöarbete är den kompetensutveckling den bidrar till (IFAC, 2005). Denna vinst är inte alltid aktuell för verksamheter, den är både svår att värdera och att inkludera i kostnadsanalyser, vilket resulterar i att den ofta blir bortprioriterad eller negligerad av beslutsfattare (ibid.). Det är därför viktigt att notera att det är endast vid vissa särskilda förutsättningar som kompetensutvecklandet direkt bidrar till en konkurrenskraftig egenskap för organisationen i fråga (ibid.).

Olika verksamheter är i olika behov av att kunna kommunicera ut information om deras verksamheter och sitt miljöarbete (Orsato, 2009). Genom att använda sig av tydlig information som en specifik EMA-aktivitet kan relevant information lättare kommuniceras ut till ägare eller andra intressenter (German Energy Ministry, 2003) och extra känsliga organisationer kan därmed förbereda sig för framtida direktiv eller företagsekonomiska risker (Orsato, 2009).

3.3.2 Barriärer för implementering av EMA & TCA

Om det finns både nyttor med implementering av EMA och TCA inom organisationer, och dessutom potential för att på ett kostnadseffektivt sätt förbättra företagets miljöarbete samtidigt som man fångar fler möjligheter för lönsamma investeringar – varför har inte alla organisationer ett sådant system implementerat? En del av svaret kan hittas om man förhåller sig till organisationens kärnverksamhet och kollar på vilken kompetensutveckling som skett internt (Orsato, 2009). Miljöåtaganden såsom EMA, TCA, eco-efficiency och

hållbara företagsstrategier kräver att organisationer har utvecklat vissa förutsättningar för att kunna ta tillvara på dem och använda dem som konkurrenskraftiga företagsstrategier (ibid.). Även om det är vanligt förekommande att möjligheterna finns inom organisationen så finns det vissa typer av verksamheter som har bättre förutsättningar än andra att ta tillvara på dem (ibid.). För att kunna utforska dessa möjligheter behöver organisationer utveckla den kompetens som krävs för att kunna hitta möjligheterna och förstå hur man sedan utnyttjar dem (ibid.). Det blir således viktigt att få en god förståelse för den specifika verksamhetens förutsättningar för att se vilken arbetssätt som är att föredra (ibid.). Detta är däremot en resurskrävande process som kräver tid och engagemang, vilket ofta blir en allt för stor tröskel för många organisationer (ibid.).

Gällande EMA och TCA har den största barriären visat sig vara avsaknaden av ett systematiskt strukturerat sätt för att praktiskt implementera EMA och TCA internt på ett sådant sätt som passar organisationen (Lee, 2010). Det har visat sig vara svårt att implementera i praktiken eftersom kontrasten jämfört med existerande informationssystem varit för stor; vilket gör att tiden, resurserna och pengarna som krävs för att implementera EMA- och TCA-aktiviteterna inom organisationen inte räcker till (Lee, 2010).

Men var och varför uppstår dessa problem som tenderar att försvåra arbetet med implementerandet av EMA och TCA? Nedan presenteras ett antal exempel på några av de dokumenterade barriärerna med implementerandet av dessa system som litteraturstudien har visat på.

3.3.2.1 Kommunikationen mellan informationssystemsansvariga och övriga avdelningar kan vara bristfällig.

Inom företag och organisationer finns det ofta miljösamordnare, som har mycket god förståelse för organisationens miljöaspekter, och tekniskt ansvariga, som har mycket god kunskap och erfarenhet gällande organisationens energi- och resursflöden (IFAC, 2005). Generellt sett brukar dessa aktörer inte vara lika insatta i organisationens informations- och bokföringssystem (ibid.). Detta står i kontrast till revisorer vars kompetensområde är just informations- och bokföringssystem, men de tenderar att hålla ett lågt intresse och låg kunskapsnivå inom såväl miljö- och som tekniska frågor (ibid.). Denna relation brukar leda till att revisorerna eller informationsansvariga inom organisationen inte brukar tillgodose med relevant information för miljösamordnares och tekniskt ansvarigas verksamheter (ibid.). Dessutom brukar revisorer, miljöstab och tekniskt ansvariga använda sig av olika informationssystem som med stor sannolikhet inte överensstämmer med varandra gällande systematiken (ibid.). Detta leder till att det mycket lätt kan uppstå kommunikationssvårigheter mellan de olika leden och tillgängligheten av information och data lätt kan bli bristfällig eller svårtolkad mellan de olika avdelningarna (ibid.).

Även om informationen som behövs finns tillgänglig inom organisationen kan det vara svårt för berörda aktörer att få tillgång till den (IFAC, 2005). Kommunikationsbristerna kan uppstå som ett resultat av olika avdelningar inom organisationen kan även ha olika perspektiv, målsättningar och åsikter gällande den specifika EMA aktiviteten, vilket därmed kan leda till otydligheter mellan parterna om vem som ska ha ansvar över vad (ibid.). Ska ingenjörerna som väljer material och utrustning under deras utredningar välja? Ska

miljösamordnarna som ansvarar för utvärderande av miljörisker hantera det? Eller ska revisorerna hantera det som allokeringar kostnader direkt till overhead-konton?

Kommunikationssvårigheter inom organisationer leder till att det dels blir svårt att implementera EMA-aktiviteten inom organisationen och litteraturen visar på vikten av att förbättra kommunikationen mellan revisorer och andra anställda som är involverade i miljö- och miljötekniska aspekter inom organisationen och se till att alla pratar samma språk (IFAC, 2005). Utan goda möjligheter för dialoger mellan revisorerna (som ansvarar över bokföringssystemen) och de miljö- och miljötekniskt ansvariga (som ansvarar över fysisk data, utvecklandet av nyckeltal som kombinerar monetära och fysiska åtgärder, och utvecklande av energi management strategier överlag) så kommer etablerandet av EMA-aktiviteter vara svårt (ibid.).

3.3.2.2 Miljörelaterade kostnader är ofta "dolda" under overhead-konton

Lättöverskådliga konventionella kostnader såsom arbetskraft och materialkostnader är ofta allokeringar till specifika processer, produkter eller verksamheter medan indirekta kostnader såsom administrativa, miljö- och säkerhetsrelaterade kostnader kopplas till mer övergripande budgetar inom verksamheten (IFAC, 2005). Detta kan vara ett praktiskt sätt att hantera kostnader som är mer svårdefinierade men har visat sig vara problematisk när exempelvis en miljösamordnare eller ingenjör behöver ta reda på hur stora kostnader en viss process eller produkts miljöpåverkan står för (ibid.). Det försvårar också arbetet med att ta fram investeringsunderlag för miljöprojekt eftersom informationen inom den övergripande budgeten är mer svårtillgänglig (ibid.).

3.3.2.3 Information om energianvändning, -flöden och dess kostnadsinformation är inte tillräckligt detaljerad

Även om stora organisationer ofta har välutvecklade system för att samla in och bearbeta information är det vanligt att informationen i sig inte är tillgänglig eller nog detaljerad för att användas som beslutsunderlag för miljö-, effektivitets och andra beslutsfattningsprocesser (IFAC, 2005). Detta leder till att det blir svårt för exempelvis miljösamordnare och ingenjörer att hitta och presentera relevant information för utredningar (ibid.). Eftersom det inte finns något enkelt sätt att ta fram informationen blir det därför en tids- och resurskrävande manuell process att hitta data som efter reviderande går att använda för ändamålet, en process som ofta nekas av ledningen (ibid.). Denna situation är vanlig och har lett till att vissa organisationer istället ber konsulter eller leverantörer att ta fram den informationen som behövs istället för att sköta det internt (ibid.). Även om detta kan vara en kostnadseffektiv lösning för specifika projekt kan det generellt sägas att en organisation bör arbeta för att etablera informationssystem som underlättar för användandet av information gällande energiflöden för management-syften (ibid.).

Mycket miljörelaterad kostnadsinformation kan inte återfinnas inom informationssystemen, särskilt framtida miljörelaterade kostnader såsom osäkra kostnader eller image- och relationskostnader (IFAC, 2005). Dessa kostnader är svåra att värdera men kan (beroende på verksamheten) vara betydande för organisationens finansiella hälsa (ibid.).

3.3.2.4 Investeringsbeslut fattas ofta med otillräckligt beslutsunderlag

Investeringsbeslut gällande projekt, materialinköp och processer som karakteriseras av längre tidsperspektiv kan vara komplexa och utmanande för beslutsfattare eftersom de behöver förhålla sig till framtida vinster för investeringar i nuet (IFAC, 2005). Om man därtill skall fatta beslutet på ett underlag som är otillräckligt och inte tillgodoser miljökostnader som associeras till projektet blir investeringsbeslutet fattat på ännu osäkrare grund (ibid.). Införandet av politiska styrmedel såsom Kyoto-protokollet och efterföljande EU-ETS ökar därpå komplexiteten som beslutsfattare behöver förhålla sig till och med deras begränsade resurser är de hänvisade till den information som management-avdelningen presenterar till dem (ibid.). Studier har även visat på att många organisationer traditionellt sett inte har uppfattat ett behov av inkludera heltäckande kostnadsbilder som inkluderar miljökostnader inom beslutsfattnings- och kapitalbudgeteringsprocesser (White & Savage, 1995). Vid avsaknaden av en beslutsfattningskultur där längre tidsperspektiv och bredare kostnadsbilder värderas får kompetensutvecklandet av EMA och TCA (och följande implementering) dåliga förutsättningar då aktiviteterna inte erkänns som värdefulla av nyckelpersoner inom organisationen (IFAC, 2005).

4. Fallstudie: Vattenfall Vattenkraft AB

Innehållet i detta kapitel är baserat på en fallstudie av företaget Vattenfall Vattenkraft AB och fokuserar på vad som blir av ytterligare vikt gällande arbete med energieffektiviseringsåtgärder inom dess produktionsenheter. Här appliceras de koncept som beskrivits i kapitel 3 på Vattenfall AB och presenterar tillgänglig information för beslutsunderlag, beslutsfattningsprocesser, lönsamhetsvärderingar och drivkrafter samt barriärer inom koncernen (främst inom Vattenfall Vattenkraft AB).

Följande avsnitt kommer att presentera de förutsättningar som gäller för Vattenfall Vattenkraft AB:s arbete med effektiviseringsprojekt av produktionsenheters uppvärmningssystem. Avsnittet presenterar vilka byggnader och lokaler som finns inom Hydros produktionsenheter samt generell information om vilka uppvärmningssystem används. Avsnitten introducerar även vanliga ägandesituationer kring Hydros produktionsenheter. Därefter kommer det redovisas om vilken typ av information som finns tillgänglig inom organisationen gällande energiförbrukningen och dess kostnader samt specifikt för den del som uppvärmningen står för. Avslutningsvis kommer nyckelaktörers inom Hydros erfarenheter av och inställningar gentemot energieffektiviseringsprojekt av uppvärmningssystemen samt hur beslutsfattningsprocesserna för dem ser ut presenteras.

Fallstudien är delvis baserad på interna dokument men till stora delar på intervjuer av nyckelpersoner inom Hydro. Förstudien visade på att följande personer var av stort intresse för studien och intervjuades beroende på när de var tillgängliga allt eftersom arbetets gång:

- **EM:** Miljösamordnare – Sören Ek (Environmental Manager – Fleet Management, Permits & Environment)
- **OM:** Områdesansvarig för Nedre Ume Älv och Tuggen – Stellan Gunnesbrink (Operation Manager - Fleet Management)
- **AM:** Kapitalförvaltare – Tord Eriksson (Asset Manager – Fleet Management)
- **FM:** Anläggningsägare – Christer Ljungberg (Fleet Manager – Fleet Management)
- **IM:** Programansvarig för budget över fastighetsdrift – Gunnar Andersson (Investment Manager - Project & Engineering)

Under arbetets gång har även följande personer gett stöd:

- Informationschef för Hydro – Monica Nordmark (Manager Communication - Vattenfall Vattenkraft AB)
- Miljöingenjör – Per-Göran Ylvinger (Fleet Management, Permits & Environment)
- Anläggningstekniker för Stornorrfor – Rune Eliasson (Plant Technician - Fleet Management)

För en introduktion om Vattenfall AB, Hydro samt deras miljöprofil, återgå till kapitel 1.1.3.

4.1 Byggnader och lokaler inom produktionsenheter och deras uppvärmningsbehov

Detta avsnitt presenterar vilka byggnader och lokaler som återfinns i vattenkraftsbaserade produktionsenheter och vilka uppvärmningsbehov de har. Dessutom behandlar avsnittet vilka typer av uppvärmningssystem som är vanliga. Kapitlet har främst utgått ifrån studiebesök vid Stornorrfors kraftstation, men har även utgått från interna dokument.

4.1.1 Byggnader och lokaler

Tidigare kapitel har förklarat att olika lokaler har olika uppvärmningsbehov och använder sig av olika uppvärmningssystem. Därför är det viktigt att som ett första steg kunna förstå vilka olika lokaler och byggnader som finns i produktionsenheterna och på ett tydligt och konsekvent sätt klassificera dem. Lokaliseringen av lokalerna blir även viktiga, eftersom vissa energieffektiviseringsåtgärder av uppvärmningssystemen förutsätter att lokalerna i fråga kan anslutas till den specifika uppvärmningsåtgärden. Därför utfördes det under arbetets gång en inventering av byggnadstyper som existerar inom Hydros produktionsenheter. Inventeringen utgick från Hydros interna anläggningsregister och lokaltyper som kunde återfinnas inom dokumenten kategoriserades under fyra kategorier:

1. Kraftstationer
2. Intagsbyggnader och utskovsbyggnader
3. Dambyggnader
4. Övriga anläggningar

Dessa kategorier definierades med anläggningsregistret som bas i samarbete med EM som har lång erfarenhet inom vattenkraftsbaserad elproduktion och dess miljöaspekter. Dessa övergripande kategorier delades sedan in i underkategorier varpå exempel som kunde återfinnas inom anläggningsregistret användes för att förtydliga vilka typer av lokaler som kunde återfinnas inom den specifika kategorin. Se Bilaga 2: *Byggnader och lokaler vid vattenkraftsbaserade produktionsenheter* för resultatet av inventeringen i sin helhet. Nedanstående avsnitt förklara de grundläggande typerna av lokaler och byggnader som kan återfinnas inom en vattenkraftsbaserad produktionsenhet men kommer inte att ge detaljerade definitioner av varje specifik kategori och lokaltyp, vidare förtydliganden kan ses i Bilaga 2.

1) Kraftstationer

Kraftstationen består huvudsakligen av en maskinstationsbyggnad. Man delar upp kraftstationer i två typer beroende på om maskinstationsbyggnaden är lokaliserad ovan- eller underjord. Maskinstationen är uppdelad i tre våningsplan: maskinsals-, generator- och turbinplan. Dessa olika plan är uppdelade i olika rum som även finns definierade i anläggningsregistret (se bilaga 2 för exempel). Detta gäller för både ovan- och underjordsstationer. För underjordsstationer kan även andra plan, exempelvis transformatorsal och sugrörplan finnas.

2) Intagsbyggnader och utskovsbyggnader

I anslutning till kraftstationerna finns även intags- och utskovsbyggnader. Intagsbyggnader är byggnader med intagsmaskineri där vattnet släpps in i produktionsenheten. Intagsbyggnader består oftast endast av en intagsbyggnad med tillhörande luckhydraulik. Utskovsbyggnader är den del av produktionsenheten där man kan släppa ut vatten på ett kontrollerat sätt och vanliga lokaler är exempelvis spelkurer, dammbyggnader och luckhus. För mer exempel, se bilaga 2.

3) Dammbyggnader

Dammbyggnader består av dammanläggning med tillhörande utskov. Med dammanläggningar syftas främst på pegelkurer och mätöverfallskurer. Utskovsbyggnader syftar även här på utskovsbyggnader med tillhörande luckmaskineri. För mer exempel, se bilaga 2.

4) Övriga anläggningar

Utöver ovanstående är det även vanligt förekommande att ytterligare typer byggnader av annan karaktär finns i anslutning. Kategorin övriga anläggningar innehåller ett flertal olika byggnader och lokaler. Det är vanligt att bostäder såsom personalbyggnader, matrum och övernattningsbostäder finns. Även förråds-, verkstadsbyggnader och garage av olika slag är vanligt förekommande. Inom produktionsenheter finns det även ställverk ansluta och för den tillhörande ställverksbyggnader. För mer exempel, se bilaga 2.

Det är således ovanstående byggnader och lokaler som är aktuella att inkludera när man utreder energieffektiviseringsåtgärder för uppvärmningssystemen.

4.1.2 Uppvärmningsbehov, existerande uppvärmningssystem och uppvärmningstekniska aspekter

De olika typerna av byggnader och lokaler inom Hydros produktionsenheter har olika förutsättningar, olika uppvärmningsbehov och även olika möjligheter för tekniska lösningar gällande uppvärmningen. IM berättar att vid utredningar av projekt som påverkar värmeförbrukningen skall man tillgodose en god arbetsmiljö, hålla hygieniska gränser och tillgodose att maskiner och utrustning fungerar under satta temperaturkrav. Dessa temperaturkrav är olika för olika utrymmen och bestäms först under projektutredningar. Energiförbehovet för uppvärmningssystemen skiljer sig även åt beroende på den specifika produktionsenhetens förutsättningar, såsom lokalisering (exempelvis var i Sverige är den lokaliserad) och anläggningsspecifika processer (exempelvis hur mycket spillvärme produceras).

Generellt sett kan det sägas att byggnader och lokaler som har ett uppvärmningsbehov vanligtvis använder sig av eldrivna uppvärmningssystem såsom vattenburen värme uppvärmd via elvärmepannor, aerotemper och direktverkande el. AM och IM berättar att valet av dessa uppvärmningssystem delvis kan förklaras med att merparten av Hydros vattenkraftverk är byggda under en era där miljöfrågorna var annorlunda (jämfört med idag då det ställs större krav på miljöprestanda och långsiktighet) och medförde att valet av eldrivna uppvärmningssystem ansågs vara det bästa valet.

Därtill använder sig de olika delarna av produktionsenheterna sig av olika uppvärmningssystem. Inventeringen av Stornorrfors kraftstations uppvärmningssystem visade på följande exempel:

1) Kraftstationen

Stornorrfors kraftstation är av underjordskaraktär. Stornorrfors har nyligen installerat ett värmeåtervinningssystem där man har dragit ett värmeåtervinningsrör genom skenschaktet till stationens ventilation där spillvärmen från transformatorerna står för delar av uppvärmningen medan resterande delar kommer från elbaserade uppvärmningssystem. Värmeåtervinningssystemet är konstruerat på det sättet så att personalbyggnaden och verkstadsbyggnaden skulle kunna kopplas på men budgeten räckte inte till vid utförande av projektet.

2) Intags- och utskovsbyggnader

Intags-, utskovsbyggnader och utskovskurar värms upp för att hålla hydraulisk och maskinteknisk säkerhet, ofta med direktverkande element eller aerotemperar. Eftersom det finns risk att utskovsluckor fryser fast under kallare månader använder man sig av uppvärmda luckfalsar. I Stornorrfors sker uppvärmning av intaget med aerotemperar, utskovet värms med direktverkande el element och utskovsluckorna med aerotemperar.

3) Dammbyggnader

Pegelkurar som är lokaliserade längsmed dammar använder sig av ofta av direktverkande element eller aerotemperar för att värmas upp. Även brunnen i pegelkurar kan använda sig av ett eget värmeaggregat av samma karaktär. I Stornorrfors värms dammstugan med direktverkande el.

4) Övriga anläggningar

Dieselkuren har direktverkande el som uppvärmningssystem. De två mest betydande byggnaderna inom denna kategori är personalbyggnaden och verkstadsbyggnaden som är belägna ovanför kraftstationen, näst intill varandra. Personalbyggnaden använder sig av ett uppvärmningssystem via direktverkande el från stationens lokalkraft. Enligt källor tillhör detta ovanligheten då byggnader som inte tillhör kraftstationen inte skall drivas på lokalkraft utan på externa abonnemang. Verkstadsbyggnaden värms däremot med el från Umeå Energi.

Inom vissa produktionsenheter finns det ett större behov av nedkylning på grund av stora mängder spillvärme (Gunnebrink, 2012:a & Eriksson, 2012:a). Detta möjliggör förvisso utformandet av tekniska lösningar där man via ventilationssystem tar tillvara på spillvärmen och vidareänder den till en plats där det finns ett reellt uppvärmningsbehov (likt Stornorrfors) (Eriksson, 2012:a). Vattenfall har utfört ett flertal studier och försök där man har undersökt möjligheterna för att återvinna spillvärmen som uppstår när man kyler ned generatorer (Johansson, 2012:a & Eriksson, 2012:a). Hydro ställer dock höga krav på driftsäkerhet, luftkvalitet och brandsäkerhet inom produktionsenheternas anläggningar, något som ökar komplexiteten för utformandet av uppvärmningssystem och kriterierna för trovärdiga lösningar är svåruppnådda (Gunnebrink, 2012:a; Eriksson, 2012:a; Ljungberg, 2012:a). Återvinning av spillvärme har visat sig vara problematiskt då det innebär att man

måste göra ingrepp i primärsystemet, något som med de tekniska lösningar som finns tillgängliga idag har visat sig öka risken för driftstörningar och som effektiviseringsprojekten svåra att legitimera (Ljungberg, 2012:a). Det finns dock meningsskiljaktigheter angående detta inom organisationen, något som förtydligas i kapitel 4.4.2.

4.2 Tillgänglig fysisk och monetär information för uppvärmningen inom Hydros produktionsenheter

Avsnittet berör tillgänglig information för energiförbrukningen inom Hydros produktionsenheter och hur stor andel av energiförbrukningen som uppvärmningen kan tänkas stå för. Även existerande nyckeltal och målsättningar kommer att beröras, samt tillgänglig monetär information för energiförbrukningens kostnader. Kapitlet har utgått ifrån intervjuer och interna dokument.

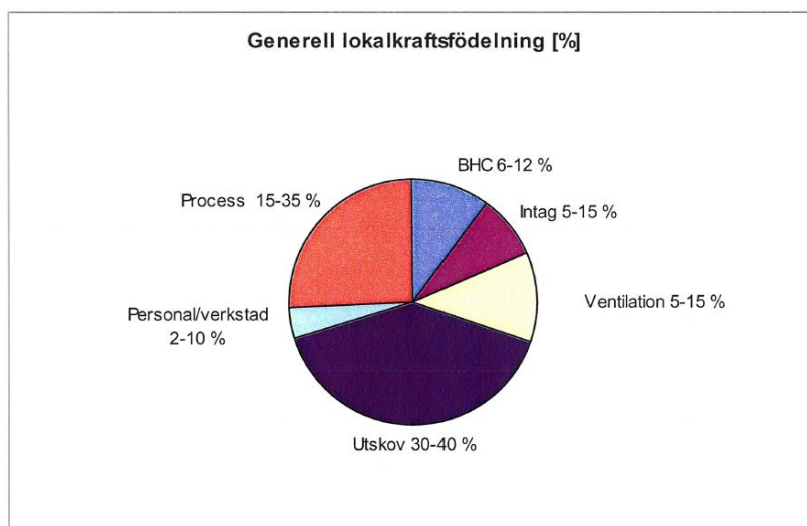
4.2.1 Tillgänglig fysisk information för uppvärmningen av produktionsenheter på Hydro

4.2.1.1 Energiförbrukning – lokalkraft och uppvärmning

Oftast kommer den energi som används för att värma upp produktionsenheterna från lokalkraften. Vanligtvis står lokalkraften för ca 0,2 – 1 procent av vattenbaserade kraftstationers installerade effekt (Hagelberg, 2010). Statistik för produktionsenhetens totala lokalkraftsförbrukning förs årligen. År 2010 togs ett beslut att läsa in data för lokalkraftsförbrukningen årsvis i det administrativa systemet SAP. Statistiken matas in i systemet med manuella rutiner och de olika produktionsenheterna redovisar olika vilket resulterar i att informationen som finns tillgänglig för exempelvis Stornorrfors lokalkraftsförbrukning i datasystemet SAP är fragmenterad. För 2011 finns endast den totala årsförbrukningen tillgänglig (3 678 MWh), för 2010 finns det endast information för januari månad (240 MWh), och för 2009 finns information för samtliga månader (med en total årsförbrukning på 3 844 MWh). Dessa siffror kan jämföras med Stornorrfors årliga produktion på 2 298 GWh. Det bör tilläggas att för produktionsenheter med konzentrorer⁸ kan det finnas möjligheter att mer detaljerad information gällande lokalkraftsförbrukningen finns tillgänglig.

Under fallstudien visade det sig att det inte fanns så mycket detaljerad information tillgänglig inom Hydro gällande hur lokalkraftsförbrukningen är fördelad. Det har endast utförts ett fåtal försök att kartlägga fördelningen av energiförbrukningen inom lokalkraften hos Hydros produktionsenheter. Det närmaste som kunde påträffas var via det tidigare utförda examensarbetet av Hagelberg (2010), där det refererades till en rapport från år 2008. Denna rapport hade utrett lokalkraftsfördelning för Hydros produktionsenheter lokaliserade i Grundfors & Letsi (underjords) samt Laxede & Bodens (ovanjords). Studien från 2008 försökte kartlägga energiflödena i kraftstationerna genom att mäta strömmarna i VHC mellan mars och april 2008 (Holmström, 2008). Lokalkraftsflödena kartlades enligt kategorierna: process, ventilation, utskov, BHC (belysningshuvudcentral), intag och personalbyggnader/verkstäder (ibid.). Energikartläggningen visade att energianvändningen generellt sett fördelar sig i enlighet med figur 11:

⁸ Ett datainsamlingsystem för insamling av mätdata i produktionsenheten. Mätdata lagras i en central databas (Conwide) för långtidstrendningar och tillståndskontroller osv.



Figur 11 – Generell lokalkraftsfördelning i vattenkraftsbaserade produktionsenheter (Källa: Holmström, 2008)

Rapporten noterar att posterna ventilation, intag och personal/verkstad står för 12 – 40 procent av den totala energianvändningen och består till största del av värme och tillägger även att fördelningen för dessa troligtvis är annorlunda under de kallare perioderna av året. Värt att notera är dock att denna rapport var väldigt svår att få tag på för EM under forskningens gång. Istället behövdes informationshämtningen ske via andra källor inom Hydro där dokumentet fanns arkiverat.

I övrigt verkar inte information gällande hur stor del av lokalkraften som uppvärmningen står för att existera. Bristen av tillgänglig information gällande energiförbrukningen inom produktionsenheter underströks även vid Hydros arbete med ISO14001-certifiering. Inom Hydros interna miljöutredning konstaterade man dels att förbrukningen av el, som en del av verksamhetens resursanvändning, var en betydande miljöaspekt⁹ (Sieurin & Åhman, 2004) och att det därmed finns en risk att verksamheten använder mer elektricitet än vad som är miljömässigt försvarbart.

4.2.1.2 Nyckeltal för uppvärmning

Nyckeltal för vad man vill uppnå berörande energiförbrukningen för uppvärmningen kunde inte finnas. Däremot berättade AM att det finns nyckeltal och målsättningar för vad man vill uppnå internt rörande lokalkraftsförbrukningen, detaljinformation fanns dock inte tillgänglig vid intervjutillfället och en viss osäkerhet huruvida det fanns eller inte noterades under intervjun. Även FM och IM berättade att de var osäkra om huruvida det faktiskt finns detaljerad information gällande fördelningen av lokalkraftsförbrukningen inom Hydro och om Hydro hade några uttalade mål angående vad de vill uppnå för nivå av energiförbrukning.

Det bör dessutom noteras att även om det finns studier i stil med Holmströms rapport om lokalkraftsfördelningen från 2008 finns det inget tydligt system som är accepterat genom hela Hydro.

⁹ Betydande miljöaspekter definieras som de miljöaspekter inom organisationens aktiviteter/verksamhet, produktion eller tjänster som värderats ha eller kunna ha en betydande miljöpåverkan.

Hagelberg diskuterar även detta i sitt examensarbete från 2010 där hon rekommenderar att en definierad standard för hur elförbrukningen inom Hydros kraftstationer bör tas fram för att undvika missförstånd och underlätta vid jämförelser mellan olika kraftstationers förbrukning.

FM, IM och AM förklarade alla avsaknaden av detaljerad information berörande lokalkraftsfördelningen med att Hydro fokuserar på att producera så mycket el som möjligt och hellre fokuserar på att hitta sätt att effektivisera sin elproduktion samtidigt som man håller driftsäkerheten uppe (jämfört med att jaga små energibesparingar i form av minskningar av energin som går åt till uppvärmning). Detta kan också förklara otydligheten gällande mål för minskningar av energiförbrukningen inom anläggningar.

4.2.2 Tillgänglig monetär information för uppvärmningen av produktionsenheter på Hydro

I enlighet med kapitel 3.1.2.3 så kan kostnader för uppvärmningen antingen bestå av internt producerad energi (exempelvis lokalkraft), externt producerad (exempelvis via elabonnemang) eller överskottsenergi (exempelvis spillvärme från transformatorer eller generatorer).

Gällande den interna energin så finns information gällande flottans totala lokalkraftsförbrukning och specifika anläggningars lokalkraftsförbrukning, men den översätts inte till ett monetärt värde berättar AM. FM berättar att det finns en uttalad ambition att minska lokalkraftsförbrukningen men att man inte förhåller den till monetära kostnader utan ser det som en naturlig del av driften, en ambition som IM dock inte är medveten om. AM förtydligar att man översätter besparingar i lokalkraftsförbrukning till ökade inkomster där man anpassar sig efter företagets antaganden om framtida elpriser.

Kostnader för extern energi i form av abonnerad el fungerar på det sättet att Hydro betalar för den el som de förbrukar och den monetära informationen finns direkt på räkningen. Vid fallstudieorten Stornorrfors använder man sig av ett högspänningsabonnemang med Umeå Energi för verkstadsbyggnaden där man abonnerar en fast effekt på 90 kW. Under exempelvis kalla vintrar kan effekten överskrida 90 kW vilket enligt abonnemanget innebär att Hydro får betala en hög överuttagsavgift. Detta effektabonnemang gäller inte bara uppvärmningen utan även annan elförbrukning inom de byggnader och lokaler som är anslutna. FM berättar att generellt sett får byggnader som inte tillhör kraftstationen sin elförsörjning genom abonnemang men det är otydligt hur ofta detta följs, då exempelvis personalbyggnaden vid Stornorrfors går under lokalkraft medan verkstadsbyggnaden intill går på abonnemanget med Umeå Energi. Personalbyggnaden vid Stornorrfors är dock lokaliserad alldeles ovanför och ansluten till kraftstationen som är belägen underjord medan verkstadsbyggnaden ligger i anslutning till detta byggnadskomplex exempelvis FM tror dock att det bör vara mer än 50 procent av denna typ av byggnader som har abonnemang, även om han inte sitter på några exakta siffror. FM berättar att det inte är vanligt att någon annan levererar elen utan det är vanligast att elen kommer från Vattenfall. Däremot är det många andra som distribuerar den abonnerade elen till Hydro i och med att det beror på vem som har nätkoncession i det aktuella området. Kostnaderna för den abonnerade elen med enkelhet kunna komma åt genom att helt enkelt kolla på energiräkningarna. Detta är dock den totala energiförbrukningen och information om uppvärmningens energiförbrukning fanns inte tillgänglig.

Kostnader för den abonnerade elen går under den specifika produktionsenhetens budget. OM som ansvarar över produktionsenhetens budget, ser dem som en driftskostnad och betalar räkningen. OM berättar att kostnaderna för dessa går nästan av automatik och han tänker inte så mycket på dem. Även FM berättar att den abonnerade elen ses som en driftskostnad och inte är särskilt prioriterad ur en besparingssynpunkt. FM understryker att minskningen av denna typ av energiförbrukning bara ses som en minskning av driftskostnaderna för den specifika anläggningen. FM lyfter fram att man inte fokuserar sig på denna kostnad utan att det är uppvärmningskostnader av station, luckvärmning, belysning, ventilation i station etc. som är de stora energikostnaderna.

4.3 Ägande och investeringar i energieffektiviseringsåtgärder

I detta avsnitt utreds existerande (miljö)ekonomisk praxis inom projektavdelningen, den grundläggande strukturen för projekt inom Hydro och belyser vilka steg som är av vikt när det kommer till beslutsfattande samt vem som fattar besluten. Detta för att få ökad förståelse om vilka delar av organisationen som påverkar beslut gällande energieffektiviseringsåtgärder. Innehållet är baserat på intervjuer med nyckelpersoner inom organisationen.

4.3.1 Vem äger produktionsenheterna, vem betalar vad och vem tjänar på energibesparingar?

4.3.1.1 Vanliga ägandeformer

I Sverige ansvarar Hydro för 54 storskaliga anläggningar och 49 småskaliga (Ljungberg, 2012:a). Av de 54 storskaliga kraftverken som Hydro ansvarar för ägs 46 av dem av Vattenfall medan resterande 8 kraftverk har delägare i form av andra företag (ibid.). Exempelvis har Tuggens kraftverk Holmen Kraft som minoritetsägare, vid Bergenfors äger E-On 40 procent och Vattenfall resterande andel och vid Vattenfall Lindalsälven AB äger Vattenfall 75 procent av anläggningarna medan resterande 25 procent ägs av danska Dong AB (ibid.). Gällande de småskaliga kraftverken är samtliga helägda av Vattenfall utom 10 stycken där Vattenfall äger 58 procent och kommunala Västerbergslagens Kraft AB (lokaliserat i Ludvika) äger resterande 42 procent (ibid.).

Stornorrfor kraftstation ägs till hundra procent av Vattenfall, men Umeå kommun har vad som kallas andelskraft för produktionsenheten. Detta innebär i grund och botten att Umeå kommun inte har någon aktiepost och därmed inte är med i styrelsen, men de får 25 procent av kraftstationens produktion och står samtidigt för 25 procent av alla kostnader.

4.3.1.2 Vem betalar och vem tjänar på vad inom Vattenfall?

Fleet Management-avdelningen (PY-M) på Hydro ansvarar för drift av anläggningar och även för driftsbudgeten. De senaste åren har driften av anläggningarna sköts via företaget Vattenfall Service (VS) vars tjänster har beställts av PY-M av Hydro. Just nu pågår dock en omstrukturering där Hydro kommer återgå till det tidigare upplägget där Hydro och VS tillhörde samma organisation.

Produktionsenheterna är indelade i olika områden där varje område har en områdesansvarig (OM) som ansvarar över produktionsenheternas budgetar. OM har god detaljkunskap om produktionsenheterna inom sitt område och kan även utföra en del projekt utöver det som krävs för driftarbetet, men endast för upp till 300 000 kr. Som ansvarig över varje produktionsenhets budget betalar även OM därmed alla produktions- och driftkostnader för produktionsenheterna. För projekt som överstiger 300 000 kr (som många effektiviseringsprojekt hamnar under) behöver OM presentera förslag till en annan avdelning inom Hydro som kallas för Project & Engineering (PY-E). PY-E har en egen budget att distribuera över som fås från Vattenfall-koncernen och PY-E får årligen in projektförslag från hela Hydro som de ska förhålla sin budget till (denna process beskrivs mer detaljerat i kapitel 4.2).

AM berättar att Hydro har en organisation som ansvarar för information angående investeringsprogram och att investeringsprogrammen är uppdelade i olika ansvarsområden. Det finns investeringsprogram för:

- **Bygg och Fastigheter;**
- Småskaliga Vattenkraftverk;
- Förnyelseinvesteringar;
- Damminvesteringar;
- Vidmakthållande.

Den programansvariga försöker prioritera så att man gör det som är mest lönsamt och av nödvändig karaktär inom sitt respektive område och gällande energieffektiviseringsåtgärder av uppvärmningen är det främst IM i PY-E som är ansvarig för investeringsprogrammet för fastighetsdrift. AM berättar att det är den som är ansvarig för ett visst investeringsprogram som har ansvar att samla ihop alla förslag på åtgärder och investeringar som sedan lämnar över dem till AM.

Samtliga intervjupersoner förklarade att incitamentet för att investera i energieffektiviserande processer i slutändan ligger hos Hydro som är den aktör som tjänar på minskade driftkostnader och ökade försäljningsmöjligheter. Mer specifikt så går vinsterna för de energibesparande åtgärderna till den specifika anläggningen där de uträttades. Det bör dock vara sagt att eftersom de tillhör en koncerns så hamnar alla pengar i det långa loppet hos koncernens huvudkontor där man senare delar ut pengarna till de olika företagen inom koncernen och därmed bestämmer koncernen hur mycket pengar PY-M och PY-E kommer få. Detta kan innebära att nya investeringsstrategier från koncernen kan leda till att Hydro trots väl utförd verksamhet med god produktion får en mindre mängd kapital för investeringar allokerat till dem, något som även nämndes under vissa intervjutillfällen.

Sammanfattningsvis kan det sägas att lokala aktörer såsom OM endast klarar av att utföra småskaliga projekt med sin budget och är därmed beroende av beslut från PY-E gällande exempelvis större värmeåtervinningsprojekt. IM anser dock att Hydro är en sammansvetsad organisation och även om han (som är en del av PY-E) tillhör en annan avdelning än PY-M (som sköter om driften för anläggningarna) är han av

ståndpunkten att det inte finns några hinder för dem i form av olika incitament hos aktörer inom organisationen.

4.3.2 Beslutsfattningsprocesser gällande investeringar

Det första steget beslutsfattningsprocessen om huruvida man ska utföra en utredning eller inte är att IM tar emot ett projektförslag från exempelvis OM eller EM. IM bedömer därefter om det skall utföras en förstudie för det specifika projektet eller inte. Om IM anser att det finns en poäng att utreda ett förslag vidare utser han därefter en projektledare inom PY-E eller externt i form av en konsult för att utreda frågan vidare och presentera en förstudie där man utreder frågan i stora drag och presenterar olika alternativ. Senare fattas det ett beslut om denna förstudie skall drivas vidare utredningsfasen av AM, varpå godkännande det utnämns en ansvarig projektledare från PY-E som utreder frågan vidare.

Hydro använder sig av ett system som liknar ”PROPS”-systemet för att strukturera arbetsgången för sina projekt, där investeringsprojekt delas upp i sex faser: Förstudiefas, Utredningsfas, Förfrågningsfas, Upphandlingsfas, Entreprenadsfas och Avslutningsfas. AM berättar att investeringsbeslutet fattas vid upphandlingsfasen, det vill säga strax innan man tecknar kontrakt med en entreprenör. Därmed behövs beslut gällande tillgängligt kapital och investeringsmöjligheter för projektet fattas innan denna fas.

AM sammanfattar sedan alla projektförslag inom alla investeringsprogrammen till en investeringsförslagslista som denne senare lämnar in till Vattenfall AB en gång per år. Detta skede (då AM skickar in investeringsförslagslistan i form av en bruttolista till Vattenfall AB) är det mest avgörande när det kommer till beslutsfattningsprocessen gällande vilka projekt Vattenfall-koncernen ska investera i. Vattenfall AB:s ekonomer kollar igenom Hydros investeringsförslagslistor och likande listor från andra delar inom koncernen, varpå de sedan bestämmer hur koncernens kapital skall allokteras mellan koncernens olika avdelningar; baserat på tillgänglig mängd kapital och den uppskattade lönsamheten av projekten med mera. För projekten behöver därtill beslut gällande huruvida kapital finns tillgängligt eller inte fattas innan entreprenadsfasen, då man börjar anteckna avtal för att utföra projekten.

AM berättar att större energieffektiviseringsprojekt för uppvärmningen i form av värmeåtervinningssystem blir aktuella i samband med att man ska bygga om ventilationen i anläggningar och det är väldigt sällan att man bara på grund av energieffektiviseringskäl utför en investering. Det värmeåtervinningssystem som har installerats i Stornorrfors tillkom i anslutning till ett förnyelseprojekt berörande det existerande ventilationssystemet. Det som får högst prioritet har därmed visat sig vara den existerande livslängden på det befintliga systemet; det vill säga när livslängden på ventilationssystemet börjar närma sig sitt slut beslutar man om att bygga om det med bästa möjliga teknik som är rimligt inom budgeten. Därtill så utgår man även ifrån krav på driftsäkerhet, brandsäkerhet, luftomsättning och även att det helst ska bidra till en effektivare energiförbrukning. Även FM berättar att målet är att på sikt minska lokalkraftsförbrukningen inom flottan och därmed öka företagets intäkter. Detta gör Hydro i praktiken genom att byta ut utrustning vars livstid närmar sig sitt slut (exempelvis armaturer som börjar gå sönder) för att därmed göra en gradvis övergång till en mer effektiv energiförbrukning (ibid.). IM stärker även detta påstående då han berättar att det är styr och övervakningssystem som bestämmer när maskineri behöver bytas ut och att underhållningskrav triggat investeringar. IM förklarar att om ett

ventilationssystem skulle behövas förnyas gör man helt enkelt det och om en aerotemper skulle börja strula är det "inte värre än att bara byta ut den" och att lönsamhetsvärderingar inte är särskilt viktiga i beslutsfattningsprocessen för denna typ av investeringar.

Övriga beslutsfattare såsom delägare inkluderas i beslutsfattningsprocessen genom deras delaktighet i styrelsemöten där de kommer i kontakt med representanter från Hydro. När det kommer till Stornorrfors tenderar Umeå kommun vanligtvis ha en passiv roll inom beslutsfattningsprocesserna, förutom när det gäller större och mer omfattande investeringsbeslut. Detta mycket eftersom Umeå kommun inte är ett bolag som äger aktieposter och därmed inte kan ha representanter i styrelsen.

En sammanfattning av de betydande beslutsfattningsprocesserna och ansvarsfördelningen kan ses i tabell 1 nedan (se tabell 1).

Tabell 1 – Sammanfattning av olika nivåer av beslutsfattare som påverkar beslut om energieffektiviseringsåtgärder av värmeförbrukningen inom Hydros produktionsenheter.

Nivå	Aktör och ansvar
Nivå 1 <i>Produktionsenheter</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Produktionsenheter ansvarar för sin egen verksamhet <ul style="list-style-type: none"> ○ Områdesansvarig ansvarar för driftsbudgeten för sina produktionsenheter. ○ Även delägare av produktionsenheter inkluderas i vissa beslut genom styrelsemöten. ○ Tillhör Hydro - Fleet Management.
Nivå 2 <i>Anläggningsflottan</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Fleet Management ansvarar för vilka investeringsprojekt som skall utredas. <ul style="list-style-type: none"> ○ Asset manager ansvarar för beslut gällande vilka projekt som skall utredas vidare av Project & Engineering. ○ FM är ägare av Hydro anläggningsflotta och har det yttersta ansvaret för dess underhåll. ○ Tillhör Hydro - Fleet Management.
Nivå 3 <i>Investeringsprojekt</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Project & Engineering ansvarar för budgeten och utredandet av större investeringar. <ul style="list-style-type: none"> ○ Projektansvariga ingenjörer ansvarar för utformandet av business cases för projekt. ○ Programansvarig för Bygg- och Damprogrammen ansvarar för beslut för vilka projekt som Hydro vill investera i inom området. ○ Tillhör Hydro - Project & Engineering.
Nivå 4 <i>Koncernen</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Vattenfall AB ansvarar för hur mycket kapital som allokeras till Hydro. <ul style="list-style-type: none"> ○ Hydros vinster går till koncernen varpå ekonomer på huvudkontoret beslutar om hur mycket kapital som skall återallokeras till Hydro. ○ Tillhör Vattenfall AB.
Nivå 5 <i>Ägare</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Den svenska staten ger Vattenfall AB direktiv som dess ägare. <ul style="list-style-type: none"> ○ Vattenfall AB får direktiv från svenska staten gällande vad verksamheten skall uppnå. ○ Tillhör den svenska staten.

4.3.3 Lönsamhetsvärderingar av energieffektiviseringsprojekt inom Hydro

AM berättar att investeringsförslagen som lämnas till beslutsfattare skall vara utformade som business cases: det vill säga utredningar som beskriver hur mycket en investering kostar, vad man tjänar på den och även andra mjuka värden såsom miljökostnader och säkerhetskostnader.

AM berättar att mjuka värden för miljö- och säkerhetskostnader inte utreds på detaljnivå men det finns åtminstone försök att inkludera dessa. Det är dock upp till projektledaren att utforma business caset som det. AM fortsätter att berätta att Hydro försöker att implementera livslängdsanalyser på 30 år inom business cases där man försöker inkludera intäkter och kostnader, och även tittar på mervärden (risker som man kan minimera), miljövinster, säkerhetsmässiga vinster och ren ekonomisk data om förslagets lönsamhet.

Projektets lönsamhet beräknas framför allt efter nuvärdesmetoden, men de använder även internräntemetoden som supplement. För dessa använder sig Hydro av en kalkylränta på 7 procent och AM berättar att Hydro har antaganden om framtida energiprisutveckling och använder sig ofta av en kalkylperiod på 30 år men AM avstår från att ge vidare detaljinformation. Energimyndigheten har exempelvis i sin långtidsprognos från 2010 prognostiserats långsiktiga pristrender där elpriset ökar från år 2007 års låga 26 öre per kWh till 45 öre till 2030 (exkl. skatt och avgifter), bland annat som ett resultat av ekonomisk utveckling, den förda energi- och klimatpolitiken och en ökning på råoljepriset från cirka 73 dollar per fat år till 113 dollar per fat under samma tidsrymd (Energimyndigheten, 2011).

IM ger dock en annan bild av hur exempelvis ventilationsprojekts kostnadsbilder utreds på sin nivå. IM berättar att projekt som berör fastighetsdrift (exempelvis det nya ventilationssystemet i Stornorrfors) inte har utgått ifrån så mycket lönsamhetsaspekter utan fokuserar istället på att byta ut vad som behöver bytas ut och göra det på ett intelligent sätt. Vid frågor om hur de har räknat in besparingar i form av minskad energiförbrukning (som en del kostnadsbilden) påpekades det att man vid utredningen "hummar till något" som efter förtydligande lät som någon form av pay off baserad lönsamhetsvärdering där energibesparingar och energipris jämfördes med investeringskostnader utan att använda sig av internräntan eller antaganden om framtida elprisutveckling. Gällande huruvida detta påverkade beslutet om att inte koppla på personalbyggnaden och verkstadsbyggnaden på värmeåtervinningssystemet är IM osäker, men påpekar att han kommer ihåg att det fanns någon diskussion om att koppla på dessa byggnader på det nya uppvärmningssystemet under utformningen av projektet.

OM berättar även att det första budet på ombyggnaden av det nya ventilationssystemet i Stornorrfors (där man återvinner spillvärme) även innefattade att värmeåtervinningen skulle distribueras vidare till såväl personalbyggnaden som verkstadsbyggnaden. Förslag blev dock för dyrt och projektet skalades ned tills det passade budgetmässigt men möjligheten att koppla på nämnda byggnader existerar fortfarande.

4.4 Inställning och erfarenheter

I följande avsnitt sammanfattar intervjuobjektens inställningar gentemot koncernens miljöarbete och dess förhållande till den interna energiförbrukning samt erfarenheter från tidigare energieffektiviseringsprojekt. Kapitlet är baserat på intervjuer.

4.4.1 Hänger energiförbrukning ihop med miljö?

Inledningsvis skall det vara sagt att många av intervjuobjekten har uttryckt en tydlig ambition för att Hydro skall vara en ledande aktörer inom miljöanpassad elproduktion. FM berättar att det definitivt är en uttalad ambition inom koncernen att följa nationella klimat- och energipolitiska målsättningar och att man aktivt jobbar med att minska sin miljöpåverkan. FM förtydligar därefter att man i praktiken jobbar framför allt med att få ned förlusterna som finns på produktionssidan och erhålla en effektivare energiproduktion och därigenom erhålla bättre avkastning samtidigt som man kan distribuera mer klimatvänlig vattenkraft på nätet. Av intervjuobjekten var det endast IM som såg frågan om företagets miljöarbete och deras förhållande till sin energiförbrukning som något utav lågt intresse och relevans.

Energiförbrukningen behandlas främst som en produktionskostnad inom företaget enligt samtliga intervjuobjekt. Det bör tilläggas att FM ser energiförbrukningen inom produktionsenheterna både som en produktionskostnad och som en av verksamhetens miljökostnader. Men även om värmeförbrukningen ofta är producerad av vattenkraftsbaserad el så är det mest en förlorad intäkt och därför ses den inte som en miljöbelastning. FM noterar att om man ser det ur ett längre perspektiv så kan det fortfarande ses som en miljökostnad; eftersom den vattenkraftproducerade elen skulle kunna användas till något annat och därmed bidragit till ett mer miljövänligt samhälle.

Trots företagets fokus på förvaltning av existerande anläggningar och ett aktivt miljöarbete upplever miljösamordnaren att företaget är väldigt passivt inställda mot utredningar för effektiviseringsåtgärder för produktionsenheternas värmeförbrukning och ofta undviker att utföra förstudier inom området.

AM berättar att det finns ett internt tryck från ledningen om att man skall förbättra nyckeltal för lokalkraftanvändningen och från områdesansvariga som vill ha bättre anläggningar (då det finns alltid någonting som kan förbättras). Inom lokalkraftförbrukningen innefattas dock mycket mer än bara uppvärmningen, och ibland är den inte alls en del av den. Både AM, IM och FM förtydligar att de inte känner något tryck vare sig från inom Vattenfall eller från intressenter såsom ägarna i form av direktiv, önskemål eller målsättningar för att arbeta med att effektivisera existerande uppvärmningssystem eller minska den interna energiförbrukningen.

4.4.2 Energiproducenter – inte energisparare.

FM berättar att vissa beslut är lätta att fatta medan andra är svåra och komplexa. Att byta ut armaturer som är ineffektiva och att se över värmeapparatur i luckor så att de inte slösar på energi är förhållandevis enkelt. Detta är sådant som Hydro redan utför vid många av deras produktionsenheter. När man däremot börjar gå in på mer avancerade tekniska lösningar såsom värmeåtervinning från den spillvärme som uppstår vid nedkyllning av generatorer blir det genast mer komplext. FM och AM berättar att dessa typer av tekniska åtgärder innebär att man behöver gå in i primärsystemen vilket leder till en förhöjd risk för driftstörningar. Man har provat att

använda sig av denna typ av tekniska lösningar och använda sig av spillvärme för uppvärmningen men då det har lett till en förhöjd risk för störningar har man beslutat att inte investera i några ytterligare åtgärder av denna typ för tillfället. Dessa påståenden höll dock inte IM med om och hävdade att det numera inte är något problem med detta alls. IM förklarade dock att denna inställning kan rota sig i tidigare erfarenheter då Hydro nämligen haft ett (eller flera) misslyckade projekt där man försökt återvinna spillvärme från generatorer men som dessvärre påverkade generatorkyllningen på ett negativt sätt (och därmed även påverkade driftsäkerheten negativt).

AM berättar att energieffektiviseringar av värmeförbrukning inte är ett högprioriterat område, främst då det inte visat sig vara lika lönsamt som andra projekt. Livslängden på ventilationssystem är dessutom längre än på exempelvis delsystem på en generator; vilket leder till att behovet av en investering för delsystem på generatorer dyker oftare upp än vid ventilationssystem och därmed får högre prioritet.

I och med att Hydro har ett uttalat mål om att vara det ledande energiföretaget inom miljöområdet så är miljö- och energieffektiviseringsarbetet viktigt för koncernen berättar såväl FM som AM. FM understryker däremot att allting handlar om prioriteringar och om hur Hydro strävar att använda det kapital som finns tillgängligt på klokast möjliga sätt. Detta leder till att Hydro framförallt fokuserar på att producera mer vattenkraftsbaserad el i och med att det ger snabbare avkastning på investerat kapital än att jobba aktivt med massor av små energieffektiviseringsprojekt av produktionsenheternas energikonsumtion samtidigt som det finns ett miljövärde med det. Han understryker även att pengar är en bristvara och därför blir det även naturligt att Hydro måste prioritera deras investeringar väl. AM berättar att pengarna naturligtvis inte räcker till för att täcka alla förslag och även om energieffektiviseringsprojekt kan bedömas vara lönsamma så bortprioriteras de eftersom det är av större vikt att utföra investeringar som exempelvis bevarar dammsäkerheten inom produktionsenheterna.

FM berättar att han anser att det inte finns något som direkt hindrar Hydros arbete inom området utan det som försvårar arbetet är egentligen det faktum att pengar är en bristvara och prioriteringar måste ske. Om Hydro hade haft mer personal och kapital i sitt förfogande hade de kunna arbetat mer med att minska deras energiförbrukning. Även AM uttryckte denna åsikt men tillade att ett systematiskt arbetssätt för denna typ av investeringar skulle kunna underlätta arbetet inom organisationen. IM ansåg inte att det fanns något problematiskt berörande energiförbrukningen inom produktionsenheterna utan att organisationen fokuserar sig främst på att byta ut utrustning som börjar bli gammal som har börjat strula och tillgodose en god drift vid anläggningarna.

5. Analys och Slutsatser

Kapitlet försöka ge svar på frågeställningarna som uppsatsen utgick från och kommer även att introducera några avgörande koncept för arbetet med energieffektiviseringsåtgärder för Vattenfall Vattenkraft AB som diskuteras i kapitel 6.

Med följande kapitel ämnar jag att besvara huvudfrågeställningen:

- *Hur kan Vattenfall Vattenkraft AB arbeta med att utvärdera energieffektiviseringsåtgärder av värmeförbrukningen inom deras vattenkraftsbaserade produktionsenheter för att säkerställa ett rationellt beslutsfattande?*

Analysen är baserad på det litteraturstudien kom att visa vara en fördelaktig praxis (som presenterades i kapitel 3) som i sin tur förhåller sig till barriärerna för investeringar i energieffektiviseringar (som presenterades i kapitel 1.2). Detta har sedan applicerats på Hydros specifika förutsättningar som fallstudien kom att visa på (som presenterades i kapitel 4).

Detta kommer att göras genom att först besvara de övriga frågeställningarna (som presenterades i kapitel 1.4) i kapitel 5.1 – 5.3 varpå huvudfrågeställningen besvaras sammanfattningsvis i kapitel 5.4.

5.1 Vad är det som krävs?

En god utgångspunkt för svara på huvudfrågeställningen är att först och främst fråga sig:

- *Vad krävs för att vattenkraftsbaserade elproducenter ska kunna arbeta mer aktivt och drivande med energieffektiviseringsåtgärder för värmeförbrukningen inom deras produktionsenheter?*

För att bedöma huruvida effektiv en energieffektiviseringsåtgärd faktiskt är och för att underlätta för beslutsfattare att fatta välgrundade ekonomiska beslut behöver organisationen kunna tillgodose såväl beslutsfattare som ingenjörer med beslutsunderlag av god kvalitet. Grundpremisen för att en organisation ska ”kunna arbeta mer aktivt och drivande” med energieffektiviseringsåtgärder har även visat sig vara att detta beslutsunderlag bör vara lättillgängligt, eller åtminstone skall organisationen etablerat tydliga direktiv för vad detta beslutsunderlag skall innehålla och hur man framställer det. Litteraturen som berörde EMA berörde detta till stor del och bland de drivkrafter som presenterades var kanske underlättandet av ett mer effektivt utredande av effektiviseringsåtgärder det starkaste. Hur EMA bör utformas och hur det kan appliceras är dock beroende på bland annat den specifika verksamheten och det bakomliggande syftet. För att kunna arbeta aktivt med energieffektiviseringsåtgärder för värmeförbrukningen inom Hydros produktionsenheter handlar det mycket om att kunna förstå hur mycket (eller lite) energi som går åt till att värma upp deras produktionsenheter (fysisk information) och vad det kostar (monetär information) för att kunna förstå var energieffektiviseringsåtgärder kan vara motiverade.

5.1.1 Vilken information pratar vi om när det gäller Hydro?

För att kunna säkerställa huruvida en energieffektiviseringsåtgärd är kostnadseffektiv behöver de framtida vinsterna i **minskad energiförbrukning** jämföras med **kostnaden för att åstadkomma minskningen**. En grundförutsättning är därmed att förstå hur mycket energi man förbrukar och hur mycket den kostar så att man

senare kan jämföra detta den mängd energi man sparar in och investeringskostnaderna som krävs för att åstadkomma dessa energibesparande åtgärder.

Hydros produktionsenheter finns utspridda över ett väldigt stort geografisk område (se figur 3, sida 6) vilket innebär att varje produktionsenhet har olika väderleksmässiga förutsättningar, vilket i sin påverkar den mängd energi som behövs för gällande uppvärmningssystemen. Huruvida det finns bebyggelse av någon form i deras omgivning påverkar även möjliga användningsområden för eventuell spillvärme. Detta resulterar i att det finns ett mervärde i att analysera och presentera vilka förutsättningar som gäller för just den specifika produktionsenheten, eller åtminstone för specifika geografiska områden.

Hydros produktionsenheter innefattar en mängd olika typer av byggnader och lokaler. Byggnaderna och lokalerna är olika stora, lokaliserade på olika platser och har olika uppvärmningsbehov. Dessa lokaler använder sig också av olika uppvärmningssystem och dessutom kan priset för energin vara olika beroende på huruvida den producerad internt eller går under ett abonnemang. Vissa lokaler är mer eller mindre relevanta för energieffektiviseringsåtgärder eftersom:

- lokalen använder sig av mycket energi för sin uppvärmning (mer relevant);
- lokalen använder sig av ett ur resurshanteringsperspektiv ineffektivt uppvärmningssystem (mer relevant);
- lokalen är liten och avlägset lokaliserad (mindre relevant);
- lokalen har ett litet behov av uppvärmning (mindre relevant).

För att aktivt kunna arbeta med att utreda effektiviseringsåtgärder behöver man enkelt kunna ta reda på vilken lokal som är av vilken karaktär. Under forskningens gång utfördes en grundläggande inventering av vilka typer av byggnader och lokaler som finns inom produktionsenheter och vilka uppvärmningssystem som var vanliga. Men det noterades att eftersom alla produktionsenheterna är av olika karaktär måste inventeringen kartläggas och appliceras på anläggningsnivå.

Även om det fanns information om årlig förbrukning av lokalkraft inom Hydro fanns vare sig den fysiska informationen eller den monetära informationen (gällande energiförbrukningen för specifikt uppvärmning) tillgänglig. Det finns således en markant **brist på tillgänglig information** gällande energiförbrukningen som uppvärmningen står för. Därtill så kunde vissa delar av deras produktionsenheter gå under lokalkraften (som har en kostnadsdynamik) varpå andra delar behandlades som extern energi (som har en annan kostnadsdynamik) vilket ökar komplexiteten gällande såväl ekonomiska incitament och för kartläggning och bokföring av energiförbrukare.

För att beräkna hur mycket energi som uppvärmningen av produktionsenheterna står för går det använda sig av olika beräkningsmetoder för att presentera schablonbilder för hur mycket energi en specifik byggnad eller lokal använder sig, något vars problematik presenterades i kapitel 3.1.2.2 men som mer specifikt handlar om:

- vilken lokal det är (var den är lokaliserad och vilket skick den är i);
- hur stor lokalen är (med ett tydligt areabegrepp);
- vilket uppvärmningsbehov lokalen har (minimum gradtal);
- vilket uppvärmningssystem den använder sig av (exempelvis direktverkande el, aerotemper, etc.);
- det finns någon process i lokalen som genererar värme (spillvärme från generator, transformator etc.);
- hur mycket energi den förbrukar (per ytenhet/år och totalförbrukning/år);
- vilken kostnadstyp energin tillhör (intern, extern eller överskotts);
- hur mycket energin kostar (per ytenhet/år och totalförbrukning/år)?

Utan att gå in på hur informationen skall tas fram har dessa parametrar (som skulle kunna underlätta beslutsfattare inom Hydro att förhålla sig till en produktionsenhets energiförbrukning för uppvärmning) sammanställts i tabellform i Bilaga 3.

Frågan är dock till vilken detaljriktighet Hydro behöver vara på och hur arbetsmetoden för att ta fram informationen bör utformas för att möjliggöra ett så kallat aktivt arbete. I och med att denna studien visar på att den informationen som finns tillgänglig berörande energiförbrukningen överlag är så pass bristfällig kan det eventuella behovet av ett systematiskt sätt att förhålla sig till (och kartlägga) elförbrukningen inom lokalkraften för deras produktionsenheter vara mer aktuellt för Hydro. Det skulle även vara fördelaktigt om information om lokalkraftsförbrukningen för varje månad (om det inte finns möjligheter för övervakning i realtid) fanns tillgänglig för att få bättre förståelse för säsongsfuktuationer i energiförbrukningen. Oavsett vilken detaljriktighet man diskuterar skulle det vara fördelaktigt för Hydro att definiera EPI för värmeförbrukningen (eller åtminstone för den interna energiförbrukningen) eftersom det skulle underlätta för ett systematiskt arbete med att minska en verksamhets energiförbrukning. I längden skulle detta stödja Hydros arbete inom miljöområdet och stärka deras miljöprofil eftersom det underlättar för organisationer att hitta vilka delar av verksamheten som är av störst behov för åtgärder. Ett långsiktigt mål för Hydro skulle därför kunna vara att utveckla EPI för deras energiförbrukning och sätta mål för vad man vill uppnå gällande uppvärmningen av deras produktionsenheter.

5.1.2 Vilka förutsättningar finns det för detta?

Detta examensarbete har som syfte att analysera den kringliggande problematiken gällande investeringar för energieffektiviseringsåtgärder inom vattenkraften och undersöka hur man kan underlätta för ett mer systematiskt arbetssätt som ska möjliggöra ett väl underbyggt beslutsfattande med totalkostnadsbilder som kan leda till en mer resurseffektiv och miljöanpassad elproduktion. Jag kommer därmed att diskutera vilka förutsättningar Hydro har att ta fram beslutslag inom området.

Som tidigare beskrivet varierar byggnaders energiförbrukning och energibehov beroende på byggandens form, temperaturer, lokalisering, värmeströmmar och uppvärmningssystem, något som gör det till en svår och tidskrävande process att definiera den. Eftersom vissa byggnadstyper och lokaler är mer relevanta behöver

Hydro börja med att fatta beslut om vilka som ska prioriteras när man undersöker energieffektiviseringsåtgärder. Därefter skulle de kunna etablera, utveckla eller införskaffa beräkningsmodeller för att beräkna schablonbilder för uppvärmningens energiförbrukning i förhållande till lokalkraften. Detta är ingenjörstekniskt möjligt och skulle senare kunna appliceras över anläggningsflottan. Men eftersom Hydros produktionsenheter är utspridda över ett stort geografiskt område där säsons- och väderförhållandena (som påverkar uppvärmningsbehovet) är olika ökar dock komplexiteten för skapandet av modellerna vilket i sin tur gör det till en mer kostsam kompetensutvecklingsprocess. Detta har beskrivits som en kompetensutvecklingsprocess i detta arbete eftersom Hydro för tillfället saknar ett systematiskt sätt att kartlägga el- och energiförbrukningen inom deras produktionsenheter.

Lokalkraften är högst intressant eftersom stora delar av de uppvärmningssystem som används inom produktionsenheter är eldrivna. Men Hydro saknar dels ett systematiskt sätt att kategorisera elförbrukningen och nyckelpersoner inom organisationen ser det även som ett lågprioriterat område när det kommer till deras kärnverksamheter. För att kunna ta fram information om hur stor del av elförbrukningen som uppvärmningen står för är det egentligen av störst vikt för Hydro att utveckla ett sätt att definiera sin energiförbrukning, kartlägga den och sedan definiera kriterier för dess prestanda. Det bör även vara ett intresseområde att se över lokalkraftsförbrukningen för Hydro med tanke att fallstudien visade på att det kan finnas brister i hur lokalkraften bokförs, särskilt med tanke på att den är skattebefriad och skall bokföras noggrant.

Den externa energin berör uteslutande byggnader ovan jord (dvs. oftast byggnader och lokaler som omfattas av ”övriga anläggningar” i bilaga 2) och även om ingen flottöverskridande kartläggning utfördes kan det antas att detta oftast gäller byggnader såsom personalbyggnader och verkstadsbyggnader. Dessa bör dels vara aktuella för att kategoriseras som ”relevanta byggnader”. Det och bör även vara enkelt att skapa schablonvärden för hur stor del uppvärmningen står för gällande energiförbrukningen så länge man har tillgång till elräkningen, ritningar för byggnaden och information om uppvärmningssystemet. Eftersom energibesparande åtgärder av den externa energiförbrukningen inte leder till att mer el kan säljas (utan endast till minskade driftskostnader för gällande OM) kan det finnas ytterligare komplikationer för organisationen eftersom risken för att skilda incitament kan existera i högre utsträckning.

Utan att säga något om hur pass kostnadseffektiv process det skulle vara är det dock tekniskt möjligt för Hydro att skapa såväl schablonbilder som EPI för uppvärmningens energiförbrukning. Antingen genom att använda sig av sina egna ingenjörer, använda sig av ingenjörer inom koncernen eller genom att hyra in konsulter som utför beräkningarna. Detta kostar dock såväl tid som pengar och huruvida lönsam denna process skulle vara för Hydro är osäkert.

5.2 Inkluderande utredningar

Utöver att tillgodose med att relevant information gällande Hydros energiförbrukning finns tillgänglig är det också viktigt att tillgodose beslutsfattare med bra beslutsunderlag i form av kostnadsanalyser. För att svara på frågan om hur man ska säkerställa ett rationellt beslutsfattande behöver man dels svara på:

- *Hur kan en metod för miljö- och kostnadsanalys för arbetet med energieffektiviseringsåtgärder för värmeförbrukningen inom vattenkraftsbaserade produktionsenheter utformas för att verkligen bejaka alla parametrar som krävs för välgrundade (miljö)ekonomiska beslut?*

och den anknyttande frågeställningen:

- *Finns det redan existerande metoder, modeller och resurser inom Vattenfallkoncernen som kan appliceras till deras arbete med energieffektiviseringsåtgärder?*

Studien visade att för att tillgodose att en åtgärd är energieffektiv är det viktigt att det först och främst utförs en analys av att den inte försämrar användbarheten av tjänsten och att de verkliga energibesparingarna blir rimliga i förhållande till kostnaden. Denna diskussionspunkt var högst närvarande vid intervjuer av nyckelpersoner inom Hydro där vikten av driftsäkerhet och ett kostnadseffektivt prioriterande av investeringar var utgångspunkter bakom intervjuobjektens resonemang. I och med att studien visade på att oenigheter gällande värmeåtervinning driftsäkerhetsaspekter råder inom organisationen är denna diskussionspunkt väldigt relevant. Detta eftersom det visar på att risken för att tidigare investeringar har försämrats för framtida effektiviseringsåtgärder existerar.

Litteraturstudien utgick ifrån TCA som metod för att säkerställa att alla relevanta parametrar inkluderas i de (miljö)ekonomiska kalkylerna. Det som kanske var av störst vikt vid dessa kostnadsanalyser när det gäller energieffektiviseringsåtgärder av värmeförbrukningen är att tillgodose livscykelaspekter för de uppvärmningssystemen som berörs av de tekniska åtgärderna som föreslås samt framtida besparingar för energiförbrukningen. Intervjupersonerna förklarade att många energieffektiviseringsåtgärder för uppvärmningssystemen blir aktuella först vid renoveringsprojekt av ventilationssystemet inom kraftstationen (som vid Stornorrfors). Vid utredning av kostnadsbilden bakom projektet i Stornorrfors var det dock oklart huruvida de andra uppvärmningssystemen som berördes av den tekniska åtgärden inkluderades, något som kan ha påverkat lönsamhetsbilden och därmed påverkat beslutet om att inte distribuera värmen vidare till personalbyggnaden och verkstadsbyggnaden.

Vattenfall och Hydro använder sig av NPV, IRR och förhåller sig till investeringsperioder på 30 år där man inkluderar antaganden om en framtida energiprisutveckling och verkar därmed redan förhålla sig långsiktigt i sina lönsamhetsbedömningar. Det finns goda möjligheter att inkludera dessa redan existerande resurser i en TCA metod och liknande typer av livscykelanalyser redan används inom koncernen. Men även intervjupersoner har uttryckt att de förhåller sig till den här typen av lönsamhetsvärderingar är det oklart om huruvida det används inom hela organisationen. Intervjuer med engagerade inom Stornorrfors ventilationsprojekt visar på att det finns risker för att otillräckliga kostnadsbilder användes som beslutsunderlag vid projektutredningen. Detta i kombination med organisationens passiva inställning gentemot sin energiförbrukning ökar risken för att resurshanteringsmässiga och ekonomiska gynnsamma åtgärder förbisetts, något som kan varit fallet i Stornorrfors.

Eftersom beslut gällande tillgängligt kapital och investeringsmöjligheter för projektet behöver fattas innan upphandlingsfasen blir det viktigt att effektivisera framtagandet av välutvecklade kostnadsanalyser och

därigenom underlätta arbetet för de projektansvariga. Ett systematiskt arbetssätt för att värdera lönsamheten av energieffektiviseringsåtgärder och kostnadsbilder skulle även underlätta för Hydro att arbeta aktivt och drivande inom området. I informationen som behandlades i kapitel 5.1 underlättar för ingenjörer som arbetar med TCA eftersom stora delar av informationen som behövs finns tillgänglig, man kan snabbt bortprioritera byggnader och lokaler som inte är relevanta och därmed underlätta för beslutsfattandet efter screeningen om vilka projekt som skall värderas vidare. Men eftersom det finns en passiv inställning gentemot den interna energiförbrukningen måste denna metod antas av ledande aktörer inom organisationen så att Hydro faktiskt utreder energibesparande åtgärders ekonomiska potential innan beslut fattas.

5.3 Kunskapsklyftor, gapet och prioriteringar

- *Finns det en kunskapsklyfta mellan det som beskrivs i litteraturen och den praxis som bedrivs inom koncernen gällande specifikt uppvärmningen av produktionsenheter?*

Det är svårt att sätta fingret på om det finns en kunskapsklyfta inom Hydro jämfört med det som har presenterats i litteraturen. Intervjuerna med nyckelpersoner inom organisationen gav intrycket av att de är väl medvetna om vad som skulle kunna göras för att arbeta med energieffektiviseringsåtgärder för uppvärmningen av deras produktionsenheter och vilken typ av underlag som behövs. Anledningen för varför detta inte redan finns tillgängligt eller inkluderas i beslutfattningsprocesser tycks vara att området nedprioriteras eftersom inte bedöms vara lika lönsamt som energieffektiviseringsprojekt som ökar produktionskapaciteten samtidigt som det inte tillhör deras kärnverksamhet. Eftersom det inte har undersökts huruvida det finns en potential för att utföra gynnsamma energieffektiviseringsåtgärder inom Hydros produktionsenheter blir det därmed svårt att diskutera huruvida det passiva förhållningssättet från beslutsfattare är rationellt eller inte. Detta förhållningssätt kan i högsta grad vara rationellt på Hydros nivå (vars kärnverksamhet är att producera stora mängder el och tillgodose driftsäkerhet på uppdrag av koncernen) men ur ett bredare perspektiv på koncern- och ägarnivå (som har kontroll över kapitalflödet, som tydligt försöker profilera sig som nummer ett för miljö och som propagerar för energieffektiviseringars roll som energi- och klimatpolitik) kan det passiva förhållningssättet mot sin energiförbrukning vara diskuterbart. Detta eftersom det finns en risk att Hydro använder mer energi än vad som är försvarbart med deras specifika förutsättningar och roll på marknaden. Med tanke på att såväl Vattenfall AB som den svenska staten uttrycker tydliga ambitioner när det gäller en effektivare energiförbrukning samtidigt som de vidareförmedlar några direktiv, önskemål eller kapital för utredningar inom området finns risken att det antingen:

- finns en informationsasymmetri mellan de olika parterna och därför förblir samtliga aktörer passiva. Det vill säga att Vattenfall AB och dess ägare den svenska staten inte är medvetna om den dokumenterade potentialen för energieffektiviseringar eller risken för en överdriven energikonsumtion. Dessutom att det inte är medvetna om Hydros inställning gentemot sin interna energiförbrukning och den låga detaljrikedomen av tillgänglig information om den, och att det är därför de inte vidarebefordrar några direktiv eller önskemål;

eller att

- Vattenfall AB och dess ägare är medvetna om såväl "the energy efficiency gap", risken för överkonsumtion och den bristande mängden av information (även relativ information) berörande energiförbrukningen inom Hydros produktionsenheter men ser det som ett lågprioriterat område (trots att det finns uttalade ambitioner som inte uppnås).

Det tidigare är något som hoppas att belysas genom denna studie och det senare är något som skulle kunna potentiellt skada Vattenfalls miljöprofil eller åtminstone motivera förtydliganden om varför situationen ser ut som den gör.

Däremot går det att konstatera att det är svårt att veta huruvida "the energy efficiency gap" existerar inom Hydro som organisation eftersom det inte finns någon information tillgänglig inom organisationen som skulle kunna indikera vilka produktionsenheter som presterar bra eller dåligt när det kommer till deras relativa energiförbrukning. Bristen på information och den passiva inställningen till energieffektiviseringsåtgärder hos Hydro kan förklaras främst med två faktorer:

- Det tillhör inte Hydros kärnverksamhet att hitta små möjligheter för energibesparande åtgärder för uppvärmningssystemen utan de fokuserar istället på driftsäkerhet och effektiviseringsåtgärder av elproduktionen.
- Komplexiteten som kommer med hur produktionsenheter är utformade gör det till en svårare och mer tidskrävande process att skapa ett EMA-system för att kartlägga energiförbrukningen inom produktionsenheterna, vilket i sin tur leder till att kostnaderna för att uträtta detta blir för stora och de interna drivkrafterna i form av inställning är för små för att kunna motivera investeringar.

Detta resulterar i att även om kunskapen om hur lösningen för hur man säkerställer ett effektivt arbete inom området skulle kunna utföras existerar inom organisationen så är barriären för att implementera den inom Hydro för stor, främst på grund av det kostar tid och pengar att ta reda på den samtidigt som man inte vet om den existerar överhuvudtaget. Men genom att utforma metoder och mallar för kartläggning av energiförbrukning (inkl. hur stor del uppvärmningen står för) på en central nivå inom Hydro och i längden göra det till en del av existerande rapporteringssystem skulle kostnaderna eventuellt kunna bli mer tolererbara och därmed få större legitimitet.

Även om Hydros kärnverksamhet och huvudkompetens är att producera elektricitet och inte att göra förhållandevis små energibesparingar för den del av sin energiförbrukning som uppvärmningen står för ansvarar Hydro för förvaltandet av hälften av Sveriges vattenkraftsproduktion. Med tanke på intervjuobjektens förhållandevis avslappnade inställning till den interna energiförbrukningen och den information (absolut som relativ) som finns tillgänglig gällande den finns en risk att Hydros produktionsenheter förbrukar mer energi än vad som är miljömässigt försvarbart, något som mycket väl skulle kunna uppfattas som oförsvarbart ur ett miljöperspektiv av externa intressenter.

5.4 Sammanfattning

- *Hur kan Vattenfall Vattenkraft AB arbeta med att utvärdera energieffektiviseringsåtgärder av värmeförbrukningen inom deras vattenkraftsbaserade produktionsenheter för att **säkerställa ett rationellt beslutsfattande**?*

Baserat på analysen i tidigare avsnitt blir det sammanfattade svaret på denna frågeställning:

- Utveckla en metod (för att utföra utredningar och kartlägga energiförbrukningen, översätta energiförbrukning till monetära värden, klassificera byggnader och lokaler inom produktionsenheter etc.) och ett antal mallar för att sedan testa dem i olika sammanhang inom Vattenfall (exempelvis genom att utgå ifrån ett eller flera geografiska områden).
- Definiera EPI på produktionsenhetsnivå och testa deras applicerbarhet på ett antal olika platser.
- Utgå ifrån dessa EPI och förankra arbetet inom organisationen genom att definiera långsiktiga mål och förtydliga varför och vad man vill uppnå berörande produktionsenheternas energiförbrukning och stärk Hydros roll som den ledande aktören för miljöanpassad vattenkraftsproduktion i Sverige.
- Vidareutveckla kostnadsanalytiska metoder i enlighet med TCA metoden för att används vid projektutredningar av energieffektiviseringar av uppvärmningssystem och minska risken för att viktiga kostnader exkluderas ur beslutsfattningsprocesser.

Hur allt detta skulle implementeras och vilka egentliga drivkrafter och förutsättningar det finns för det är kommer att diskuteras i kapitel 6.

6. Diskussion

I detta kapitel diskuteras vilka drivkrafter och barriärer det finns för Vattenfall Vattenkraft AB att arbeta med energieffektiviseringsåtgärder av värmeförbrukningen inom deras produktionsenheter. Området kommer att diskuteras ur ett bredare perspektiv som förhåller sig till barriärerna som presenterades i kapitel 1 och avslutas med en kritisk granskning av kvaliteten på uppsatsen.

Även om ett antal slutsatser som delvis svarar på huvudfrågeställningen i kapitel 5 redan har presenterats finns det fortfarande en hel del områden som behöver diskuteras för att förstå huruvida relevant för Hydro att implementera dem. Därför ägnas större delen av detta kapitel till att diskutera detta.

I avsnitt 6.1 är diskussionen riktad mot de drivkrafter och barriärer som finns för Hydro att arbeta med energieffektiviseringsåtgärder, en diskussion som sedan mynnar ut i kapitel 6.2 där rekommendationer för Hydro presenteras med examensarbetet i helhet som bas. Kapitlet avslutas därefter med kapitel 6.3 där felkällor för studien och vidare forskning presenteras.

6.1 Drivkrafter och barriärer för Vattenfall Vattenkraft AB

6.1.1 Drivkrafter för EMA, TCA och energieffektiviseringsåtgärder

Även om detta arbete har dragit slutsatsen att energieffektiviseringsåtgärder av uppvärmningssystemen inom Hydros produktionsenheter inte tillhör deras kärnverksamhet finns det antal drivkrafter för Hydro att arbeta vidare med detta område.

Först och främst visar lagstiftning inom området att verksamheter skall arbeta för att hushålla med energi (främst från förnybara energikällor) och utnyttja möjligheterna för återvinning i den utsträckning det inte kan anses orimligt att uppfyllas. Området tas även upp i miljömålen *God Bebyggd Miljö* och *Begränsad Klimatpåverkan* där man uttrycker mål om att minska energiförbrukningen, mål som dessutom bedöms vara svåra att uppnå med situationen vi har idag. Hydros ägare den svenska staten har alltså ett antal uttryckta direktiv som skulle kunna appliceras inom området samtidigt som det finns nya direktiv från EU på intåg gällande energieffektiviseringar (som kan komma att rikta extra mycket uppmärksamhet på producenter). Däremot visade fallstudien på att Hydro inte fått tydliga direktiv från staten gällande målsättningar om minskad energiförbrukning, så detta argument i sig är just idag ganska svagt ur Hydros synpunkt.

Hydro själva uttrycker en hög miljöambition om att vara ”Nummer Ett för miljön”. I miljöpolicyen presenterar de att de skall vara aktiva och drivande i svenskt internationellt arbete och eftersträva miljöförbättrade åtgärder som är väl underbyggda, kostnadseffektiva som medför en betydande miljöförbättring både lokalt och globalt samt följa gällande lagstiftning och ständigt förbättra verksamheten genom ett systematiskt arbete. Under fallstudien visade sig även att många intervjupersoner talade högt om den egna organisationens miljöarbete men att arbetet med energieffektiviseringsåtgärder av värmeförbrukningen inte var lika högt prioriterat. Därtill visade fallstudien att Hydro saknar ett konsekvent och systematiskt förhållningssätt till något som inom många industrier är väl accepterad praxis. Från insatta externa intressenter är det därmed inte lika entydigt att de

interna argumenten för varför Hydro prioriterar som de gör håller och de höga miljöambitionerna blir mest ett spel för gallerierna. De slutsatser som dras i kapitel 5 skulle därmed underlätta för Hydro med att leva upp till deras ambitiösa miljöåtaganden och därmed även med att skydda sitt rykte och varumärke, öka graden av kostnadseffektiva miljöförbättrande lösningar som utförs och följandet av lagstiftning som samtidigt bidrar till att man utvecklar konkurrenskraftig kompetens åt koncernen.

Dessutom kan potentialen för lönsamma energieffektiviseringsåtgärder som kan utföras inom Hydros verksamheter fortfarande existera. Eftersom fallstudien visade på att den information rörande energiförbrukning för värme såsom hur elförbrukningen för lokalkraften är fördelad är bristfällig är det svårt att veta hur pass välpresenterande deras anläggningar är när det kommer till energiförbrukning. Därtill finns det även mer långsiktiga ekonomiska drivkrafter för att ta fram ett systematiskt arbetssätt för att analysera energiförbrukningen inom Hydros produktionsenheter och tillgodose ingenjörer med en arbetsmetod som underlättar för inkludering av kostnader som traditionellt sett negligerats men visat sig vara av stor vikt, särskilt för investeringar inom miljöområdet.

Det finns även ett strategiskt värde i att börja arbeta med området redan idag. Fallstudien visade på såväl forskningsluckor inom området och att Hydro i sig är väldigt passivt inställda när det gäller deras värmeförbrukning (och även deras energiförbrukning generellt). Detta eftersom Hydro fokuserar på att tillgodose driftsäkerhet och att maximera anläggningarna produktionskapacitet, eftersom detta är av högre prioritet för vad Hydros kärnverksamhet. Samtidigt kan en betydande majoritet av de besparingar som kan utföras inom området även leda till vinster på flera nivåer i och med att de istället kan sälja den sparade elen som förnybar el på nätet (intern energi) samtidigt som det minskar driftkostnader i byggnader ovanjord (extern energi). Om man därefter lägger till det faktum att frågan om energisäkerhet har kommit att bli mer politiskt aktuell i och med oljeprisutveckling och klimatdebatten (vilket i sin tur har lett till ökad efterfrågan av förnybara energikällor och ökade krav på energieffektivitet) så finns tydliga argument för att utveckla kompetens inom verksamheten i syfte att strategiskt positionera sig inför det framtida energipolitiska klimatet. Hydro är en producent av den typ av el som efterfrågas samtidigt som risken finns att de konsumerar en överdriven mängd av den för sin egna verksamhet, trots att de ansvarar över en större del av den vattenkraftspotential som finns tillgänglig i Sverige.

Det är troligt att det kommer fortsätta finnas incitament för att effektivisera energiförbrukningen för att därigenom disponera över mer distribuerbar energi jämfört med andra energiproducenter. Att etablera och förankra arbetet inom organisationen med nyckeltal för vad man vill uppnå långsiktigt gällande energiförbrukningen, tillgodose med välgrundade kostnadsanalyser i beslutfattningsprocesser och ha god förståelse för hur man långsiktigt kan arbeta med området kommer därmed fylla en strategisk roll för verksamheten. Därtill finns potentialen för ytterligare ekonomiska mervärden i form av minskade kostnader på grund av ett effektivare beslutsfattande när Hydro väl skulle ha passerat kompetensutvecklingsprocessen och förankrat systematiken inom organisationen.

6.1.2 Barriärer för EMA, TCA och energieffektiviseringsåtgärder

Fallstudien kom även att visa att många av de barriärer för energieffektiviseringsåtgärder som litteraturstudien presenterade existerande även inom Hydro.

- *Riskhantering och tillgång till kapital – inte en del av kärnverksamheten och därför ett lågprioriterat område.*

Fallstudien visade att energieffektiviseringsåtgärder för energiförbrukningen var ett lågprioriterat område inom organisationen, inte bara specifikt den del av energiförbrukningen som går åt till uppvärmning. Fallstudien kom att dels att visa på att nyckelpersoner är väl medvetna om vilken problematik som det finns inom området men att det inte finns tillräckligt med resurser för att göra något åt det eftersom det blir nedprioriterat när det jämförs med områden som är viktigare för organisationen (det vill säga driftsäkerhet och effektivisering av produktionskapaciteten). Detta blir en barriär för hur man ska tillgodose med den praxis som underlättar för ett rationellt beslutsfattande inom området eftersom det blir svårt för Hydro att motivera investeringar för den kompetensutveckling som krävs.

- *Marknaden för energieffektiviseringsåtgärder är otillräcklig - avsaknaden av tjänster och produkter.*

Ett annat problem som fallstudien visade på var att vissa tekniska lösningar berörande värmeåtervinning genom ventilationssystem kan medföra ökade risker för driftsäkerheten i och med att de gjorde ingrepp i produktionsenheternas primärsystem. Denna inställning visade sig vara grundad i tidigare erfarenheter med misslyckade värmeåtervinningssystem som sades inte längre vara något egentligt problem rent tekniskt. Huruvida det existerar tekniska lösningar av god kvalitet tillhörde inte syftet för denna studie och utreddes inte djupare. Däremot är det viktigt att nämna som diskussionsmaterial eftersom det dels påverkar vilka drivkrafter det finns för Hydro att arbeta aktivt med energieffektiviseringsåtgärder av denna karaktär och för att det understryker vikten av att driftsäkerhetstekniska aspekter måste inkluderas i kostnadsanalyser för att bli trovärdiga.

- *Kommunikationen mellan informationssystemsansvariga och övriga avdelningar kan vara bristfällig.*

Hur lätt det skulle vara att implementera EMA inom organisationen med tanke på existerande informationssystem är svårt att säga något om då studien inte gått djupare in på hur detta fungerar i praktiken på Hydro. Det som kan sägas är att det visade sig vara svårt att ta reda på information berörande anläggningarnas energiförbrukning och tidigare utförda studier inom området samt att det fanns en splittring när det gäller information om säkerhetstekniska aspekter och existerande målsättningar för lokalkraften. Detta i samband med att intervjuer med miljöstab även gav vissa antydningar på ett missnöje med delar av det existerande informationssystemet visar på att det kan finnas ett behov av deras önskemål kommuniceras vidare till relevant ansvarig för informationssystemet.

6.1.3 Existerar principal-agent problematiken inom beslutsfattandet?

Huruvida påtaglig någon form av principal-agent problematiken som presenterades i kapitel 1.2.3 ämnas inte besvaras till fullo i denna uppsats. Men det finns ett antal relationer som måste diskuteras för att få förståelse för hur ägandesituationen och beslutsfattandeprocessen ser ut inom Hydro och hur det påverkar arbetet med energieffektiviseringsåtgärder av värmeförbrukningen.

För att sammanfatta förhållandet inför diskussionen hänvisar jag tabell 1 från kapitel 4.3.2 (se även tabell 2 nedan).

Tabell 2 – Sammanfattning av olika nivåer av beslutfattare som påverkar beslut om energieffektiviseringsåtgärder av värmeförbrukningen inom Hydros produktionsenheter.

Nivå	Aktör och ansvar
Nivå 1 <i>Produktionsenheter</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Produktionsenheter ansvarar för sin egen verksamhet <ul style="list-style-type: none"> ○ Områdesansvarig ansvarar för driftsbudgeten för sina produktionsenheter. ○ Även delägare av produktionsenheter inkluderas i vissa beslut genom styrelsemöten. ○ Tillhör Hydro - Fleet Management.
Nivå 2 <i>Anläggningsflottan</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Fleet Management ansvarar för vilka investeringsprojekt som skall utredas. <ul style="list-style-type: none"> ○ Asset manager ansvarar för beslut gällande vilka projekt som skall utredas vidare av Project & Engineering. ○ FM är ägare av Hydro anläggningsflotta och har det yttersta ansvaret för dess underhåll. ○ Tillhör Hydro - Fleet Management.
Nivå 3 <i>Investeringsprojekt</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Project & Engineering ansvarar för budgeten och utredandet av större investeringar. <ul style="list-style-type: none"> ○ Projektansvariga ingenjörer ansvarar för utformandet av business cases för projekt. ○ Programansvarig för Bygg- och Damprogrammen ansvarar för beslut för vilka projekt som Hydro vill investera i inom området. ○ Tillhör Hydro - Project & Engineering.
Nivå 4 <i>Koncernen</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Vattenfall AB ansvarar för hur mycket kapital som allokeras till Hydro. <ul style="list-style-type: none"> ○ Hydros vinster går till koncernen varpå ekonomer på huvudkontoret beslutar om hur mycket kapital som skall återallokeras till Hydro. ○ Tillhör Vattenfall AB.
Nivå 5 <i>Ägare</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Den svenska staten ger Vattenfall AB direktiv som dess ägare. <ul style="list-style-type: none"> ○ Vattenfall AB får direktiv från svenska staten gällande vad verksamheten skall uppnå. ○ Tillhör den svenska staten.

Överlag genomsyrades organisationen av arbetet med att säkerställa en god driftsäkerhet och en effektiv energiproduktion och studien visade inga tendenser för några delade incitament som skulle påverka

beslutsfattande som berörde just detta. Under studiens gång påträffades dock två diskussionspunkter som berörde principal-agent dilemmat inom området.

Den ena var skillnaden på incitament för energibesparande åtgärder av lokalkraftsförbrukningen och detsamma för uppvärmning som är kopplad till abonnerad el (extern energi). Eftersom det man sparar in på lokalkraftsförbrukningen kan säljas vidare verkar det som att det är av större betydelse för beslutsfattare än den abonnerade elen som behandlas som en driftskostnad för den specifika produktionsenheten som den områdesansvariga ansvarar för. Den områdesansvariga i sin tur behandlade driftskostnaderna för den abonnerade elen (som även gick till uppvärmning) som en lågprioriterad fråga som denne betalade per automatik, trots att besparingar av detta skulle underlätta för dennes budget. Det är dock svårt att säga huruvida detta skulle förhålla sig till teorin om ”negativt urval” eftersom besparingspotentialerna sades finnas främst i uppvärmning av kraftstationen och luckor som därmed bör prioriteras högre. Frågan om detta överhuvudtaget påverkade beslutet att inte koppla på personal- och verkstadsbyggnaden på värmeåtervinningssystemet som installerades eller inte är svårt att säga då intervjupersonerna helt enkelt inte mindes eller inte var insatta inom just detta projekt. Men risken för att beslutsfattarna vid nivå 2 och 3 (i tabell 2) inte ser ett värde i att minska denna typ av driftskostnader som endast påverkar budgeten på nivå 1 (eftersom de inte kan sälja den besparade elen) skulle kunna existera. Det är dock mer sannolikt att ingen ledande beslutsfattare på någon nivå har en stark drivkraft för att göra någonting åt den interna energiförbrukningen som uppvärmningssystemen står för. Detta eftersom det handlar om så pass små energimängder jämfört med vad de arbetar med dagligen. Det vill säga att det är mest troligt att Hydro väljer att spendera tillgänglig tid och kapital på sin kärnverksamhet och därför saknar tillräckligt starka incitament för att aktivt arbeta med existerande uppvärmningssystem.

Den andra diskussionspunkten är vilka incitament Vattenfall AB (nivå 4) skapar för Hydro (nivå 1-3) att arbeta med området. Eftersom beslutsfattningsprocessen gällande investeringar är utformad som den är (med att koncernens kapital fördelas mellan koncernens olika avdelningar baserat på tillgänglig mängd kapital och projektansökningars uppskattade lönsamhet; se kapitel 4.3.2) uppstår komplikationer eftersom Vattenfall (som principal för Hydro) är en stor koncern med vinstkrav som hanterar sex olika energikällor med verksamheter i åtta europeiska länder (Vattenfall, 2012:c) och kapital kan därför allokeras från Hydro (som agent) till investeringar inom andra delar av koncernen. Även om det kan vara rationellt på koncernnivå skapar detta omständigheter som försvårar det för Hydro (som agent för Vattenfallskoncernen) att lägga ned tid och energi på att argumentera för vad som kan vara förhållandevis små ekonomiska besparingar (jämfört med effektiviseringsåtgärder på produktionssidan) som energieffektiviseringsåtgärder av värmeförbrukningen inom kapitalbudgeteringsprocessen på koncernnivå. Detta gör att Hydro istället fokuserar sina ansträngningar på dess kärnverksamhet. Förhållandet mellan den svenska staten (som principal för hela Vattenfallskoncernen) (nivå 5) och Vattenfall AB (nivå 4) påverkar även detta då det verkar som att varken Vattenfall AB och Hydro inte fått några direktiv från deras ägare (som har uttryckta målsättningar och ambitioner inom området för energieffektiviseringsåtgärder som inte uppnås) vilket i sin tur leder till att området kan förbli nedprioriterat då de interna drivkrafterna är för små. Eftersom slutanvändaren (nivå 1) oftast inte har möjligheten att utföra energibesparande åtgärder på egen budget och organisationen (nivå 2 - 3) saknar högkvalitativ och relativ

information om energiförbrukningen samt tillräckligt starka drivkrafter för att investera i kompetensutveckling inom området. Eftersom Hydro fokuserar sig på driftsäkerhet och energiproduktion kan det behövas stöd från koncernen (nivå 4) som tillsammans med ägarna (nivå 5) har tydligast uttalade ambitioner och starkast koppling till externa intressenter som skulle kunna uppfatta situationen som oförsvarbar.

6.2 Rekommendationer

Problematiken som berör investeringar i energieffektiviseringsåtgärder, hur man kan göra för att komma åt dem och därigenom minska risken för att det som i litteraturen kallas för ”the energy efficiency gap” har nu presenterats. En naturlig följdfråga är ”om” och ”varför” Hydro överhuvudtaget skall driva ett aktivt arbete med energieffektiviseringsåtgärder av värmeförbrukningen för deras produktionsenheter.

Även om Hydros verksamhet i stor utsträckning handlar om fastighetsförvaltning bör deras högsta prioritet bör alltid vara inom kärnverksamhetens driftsäkerhet och energiproduktion, något som de också är duktiga på även ur ett miljöperspektiv. Med detta sagt ansvarar Hydro fortfarande för halva Sveriges vattenkraftsbaserade elproduktion med en årlig produktion på 65 TWh och har därmed ansvar över en betydande andel av svensk vattenkraftspotential och en ledande roll på den svenska energimarknaden. Med deras 92 anläggningar i Sverige där de producerar el från förnybara energikällor har de även ett stort ansvar för en framtida samhällelig omställning till ett mer hållbart energisystem. Dessutom ägs koncernen av staten som har uttalade mål rörande ett effektiviserande av energiförbrukningen och som stiftat (förvisso förhållandevis mjuka) lagar som understryker vikten av en effektivare energianvändning. Även Hydro och Vattenfall AB:s miljöpolicy uttrycker höga ambitioner om att vara ledande på miljöområdet och de understryker vikten av ett systematiskt arbete med miljöförbättrande åtgärder. En del för Hydro att arbeta vidare med detta är det som behandlats av detta examensarbete, med etablerandet av en EMA metod som förbättrar insynen till deras energianvändning, dess kostnader och säkrandet av välgrundade kostnadsbilder av energibesparande åtgärder genom en TCA metod. Därmed anser jag att det ur ett större perspektiv finns en poäng att börja med att utreda hur de ska sätta upp mål för deras energiförbrukning, relativa EPI som kan särskilja välpresterande och underpresterande produktionsenheter samt implementera en TCA metod som skall gälla för utredningar inom området, allt utformat för att användas i beslutfattningsprocesser. Detta skulle underlätta för Hydros framtida arbete med att minska deras energiförbrukning och för att därigenom se till att de faktiskt lever upp till sin roll på den svenska energimarknaden och till sina uttalade miljöambitioner.

Mycket av detta har säkerligen redan diskuterats internt inom Hydro och i slutändan handlar det om riskhantering av tillgängligt kapital och tid. Hydro verkar förhålla sig tämligen rationellt och långsiktigt i sitt beslutsfattande när det kommer till det kapital som allokeras till dem och där driftssäkerhet och ökad produktion får högst prioritet. Svaret på frågan om hur man skall gå tillväga för att utveckla kompetensen som krävs är därför lite otydlig; måste kompetensutvecklingen utföras av den egna organisationen eller kan det göras externt? Den praktiska utformningen av metoder för utredning av produktionsenheters energiförbrukning och utformningen av ett systematiskt sätt att kategorisera lokalkraftsfördelningen samt utformningen av relativa EPI skulle kunna utföras av externa konsulter. TCA metoden för energieffektiviseringsåtgärder skulle kunna utformas för att användas av de interna ingenjörerna. Och investeringar skulle kunna utföras genom andra

former utav kontrakt av exempelvis ESCO karaktär. Det som är direkt avgörande om huruvida Hydro kan ta det första steget och skapa grunderna för att utforma och ta fram det strategiskt viktiga underlaget inom området är huruvida det finns kapital och tid tillgängligt hos Hydro och vilka direktiv och drivkrafter det finns hos ledande individer inom organisationen. Men eftersom Hydro (som agent), som är ansvariga för drift av Vattenfall AB:s (som principal) vattenkraftsbaserade produktionsenheter, har en passiv inställning gentemot sin interna energiförbrukning och som därmed har svårt att motivera att resurser (tid och kapital) allokeras för att utveckla metoder och modeller (på grund av förhållandet som beskrivs i kapitel 5.3) anser jag att initiativet och finansieringen bör komma från koncernnivå för att kunna göra något åt det nuvarande dödläget.

Denna uppsats hade som syfte att analysera den kringliggande problematiken gällande investeringar för energieffektiviseringsåtgärder som minskar energiförbrukningen för uppvärmningen av elproducenters produktionsenheter, undersöka de organisatoriska kraven för att möjliggöra ett arbete med investeringar inom energieffektiviseringsåtgärder och nyttan av en miljöekonomisk prioriteringsmodell. Nyttorna, drivkrafterna, barriärerna och grunderna för utformandet av just detta har nu presenterats och med detta som grund blir mina rekommendationer att:

- Vattenfall AB bör på koncernnivå finansiera utveckling och utformning av metoder och modeller för att kartlägga energiförbrukningen (inkl. värmeförbrukningen) inom vattenkraftsbaserade produktionsenheter för att användas som beslutsunderlag.
- Metoderna (för att utföra utredningar och kartläggning av energiförbrukningen, översätta energiförbrukning till monetära värden, klassificera byggnader och lokaler inom produktionsenheter etc.) och mallarna bör utvecklas och testas i olika sammanhang inom Hydro genom att exempelvis utgå ifrån ett eller flera geografiska områden för att vara av legitim kvalitet och för att vara användbara som beslutsunderlag.
- Hydro bör använda sig av detta nya underlag för att definiera EPI på produktionsenhetnivå och testa deras applicerbarhet på ett antal olika platser och senare använda dessa för att definiera långsiktiga mål för att strategiskt positionera sig inför framtida energi- och klimatpolitiska situationer samtidigt som de stärker sin miljöprofil.
- Hydro bör vidareutveckla kostnadsanalytiska metoder i stil med TCA metoden som skall användas vid projektutredningar (av uppvärmningssystem) av energieffektiviserande karaktär. Detta för att minska risken av att viktiga kostnader exkluderas ur beslutsfattningsprocesser och tillgodose att projektens "sanna" ekonomiska gynnsamhet presenteras.

Det är nu upp till Vattenfall, vidare forskning och konsulter att utreda frågan vidare för att svara på vilken potential det faktiskt finns för energieffektiviseringsåtgärder, hur man tar fram underlag för det och hur man presenterar detta underlag för att tillgodose ett rationellt beslutsfattande.

6.3 Felkällor och förslag på vidare forskning

För att kunna tolka innehållet av detta examensarbete är det viktigt att notera att ett antal felkällor existerar. Dessa presenteras i punktform nedan:

- Vissa delar av litteraturstudien (synnerligen litteraturstudierna av TCA samt drivkrafter och barriärer för EMA) utgår ifrån ett fåtal källor. Detta påverkar forskningens resultat eftersom risken finns att flera nyanser som kan vara viktiga för fallstudien och den följande analysen och diskussionen kan fallit bort. Målet och förhoppningarna var dock att applicera dessa bredare principer på ett försiktigt och genomtänkt sätt.
- Vid skrivande stund har informationen som fallstudien visade på inte detaljkontrollerats med Hydro. Detta är ett problem eftersom stora delar av studierna med Hydro är baserade på intervjuer och det finns en risk för att det kan ha skett missuppfattningar.
- Stora delar av analysen och slutsatsen samt delar av diskussionen baseras till på fakta från enstaka intervjupersoner och dessa fakta har inte verifierats via flera källor. Eftersom Hydro och Vattenfall är stora organisationer är det möjligt att relevant information faktiskt finns tillgänglig någonstans inom organisationen. Detta blir ett problem särskilt i kombination med föregående punkt eftersom de avslutande kapitlen därmed är baserade på indikationer snarare än direkt verifierbar fakta.
- Intervjuernas innehåll och frågor kunde dokumenterats på ett mer detaljerat sätt (exempelvis med inspelade intervjuer som sedan transkriberats) för att möjliggöra en mer transparent forskning samtidigt som det minskar risken för missuppfattningar.

Under arbetets gång visade det sig att stora delar av området saknade information av tillräcklig kvalitet. Därför presenteras avslutningsvis ett antal potentiella områden där vidare forskning behövs:

- Hur kan man (rent tekniskt) enhetligt och praktiskt definiera, kartlägga, inventera och jämföra elförbrukningen inom vattenkraftsbaserade produktionsenheter?
- Hur bör TCA och de olika kostnadskategorierna definieras för att passa in i svenska sammanhang?
- Hur förhåller sig aktörer inom energibranschen i Sverige till sin interna energiförbrukning och vilken information finns tillgänglig gällande den?
- Hur lönsamma har Hydros tidigare värmeåtervinningsprojekt varit och vad kan man dra för lärdomar av dem?
- Hur stor potential finns det för kostnadseffektiva energieffektiviseringsåtgärder inom vattenkraftsbaserade produktionsenheter?
- Finns det tillräckliga mängder av tjänster, produkter och tekniska lösningar för energieffektiviseringsåtgärder av värmeförbrukningen inom vattenkraftsbaserade produktionsenheter på marknaden idag som passar in på produktionsenheters särskilda förutsättningar och även inkluderar anläggningens driftssäkerhet i dess utformning?

- Vad finns det för för- och nackdelar med stora centraliserade datahanteringssystem och vilken organisationsstruktur behövs för att tillgodose dess kvalitet samt för en god kommunikation mellan informationssystemansvariga och övriga avdelningar?
- Har stora institutionaliserade projektformer såsom de som gäller för investeringar inom Hydro och Vattenfall med mycket pappersarbete och många aktörer en hämmande effekt på incitament för att arbeta med små och komplexa projekt såsom energieffektiviseringsåtgärder på produktionsenhetsnivå.

Av dessa anses det första och det sista förslaget vara av störst intresse för vidare studier.

7. Referenser

Abel, E. & Elmroth, A. (2008): *Byggnaden som system – Andra revideradeupplagan*. Sverige: Forskningsrådet Formas.

Ansar, J. & Sparks, R. (2009): *The experience curve, option value, and the energy paradox*. Energy Policy. Volym: 37. Sida: 1012 – 1020.

Andersson, G. (2012): *Samtal om energieffektiviseringar inom Vattenfall Vattenkraft AB*. Investment Manager på Vattenfall Vattenkraft AB. [Intervju] (Studiebesök: 2012-08-10).

Armstrong, G. (2010): *Issues in Energy Efficiency*. National Economic Review. Volym: 64. Sida: 46 – 54.

Beaver, E. (2000): *LCA and Total Cost Assessment*. Environmental Progress. Volym: 19. Nummer: 2. Sida: 130-139.

Bokalders, V. & Block, M. (2010): *The whole building handbook – How to design healthy, efficient and sustainable buildings*. Storbritannien: Earthscan.

Boverket (2012): *God bebyggd miljö – Energianvändning med mera i byggnader*. [Online]

<http://www.boverket.se/Miljo/Mal-for-miljon/God-bebyggd-miljo/delmal-6-Energianvandning/>

[Hämtad: 2012-05-04]

Brealey, R and Myers, S (2009). *Principles of Corporate Finance*, 9th edn, McGraw-Hill. New York.

Curkovic, S. & Sroufe, R. (2006): *Total Quality Environmental Management and Total Cost Assessment: An exploratory study*. International journal of production economics. Volym: 105 (2007). Sida: 560 – 579.

DeCanio, S. (1993): *Barriers within firms to energy-efficient investments*. Energy Policy. Volym: 21. Sida: 906 – 914.

DeCanio, S. & Watkins, W. (1998): *Information processing and organizational structure*. Journal of Economic Behaviour & Organization. Volym: 36. Sida: 275 – 294.

Donaldson, T. & Preston, L. (1995): *The Stakeholder Theory of Corporation: Concepts, Evidence, and Implications*. Academy of Management Review. Volym: 20. No: 1. Sida: 69 – 91.

Ek, Sören (2012:a): *Samtal om energianvändning inom Vattenfall Vattenkraft AB*. Miljösamordnare på Vattenfall Vattenkraft AB. [Intervju] (Handledningssamtal: 2012-03-12).

Ek, Sören (2012:b): *Samtal om projekt & beslutsfattningsprocesser inom Vattenfall Vattenkraft AB*. Miljösamordnare på Vattenfall Vattenkraft AB. [Intervju] (Studiebesök: 2012-04-19).

Ek, Sören (2012:c): *Samtal om lokaler och byggnader inom Vattenfall Vattenkraft AB*. Miljösamordnare på Vattenfall Vattenkraft AB. [Intervju] (Handledningssamtal: 2012-05-03).

Eriksson, Tord (2012:a): *Samtal om investeringar, lönsambetsberäkningar, energieffektiviseringsåtgärder och kapitalbudgeteringsprocesser inom Vattenfall*. Asset Manager på Vattenfall Vattenkraft AB. [Intervju] (Telefonsamtal: 2012-04-27).

Eriksson, Tord (2012:b): *Mailkonversation om förtydliganden av beslutsfattningsprocesser gällande energieffektiviseringsåtgärder*. Asset Manager på Vattenfall Vattenkraft AB. [Intervju] (Mailkonversation: 2012-08-17).

Ejdemo, T. & Söderholm, P. (2010): *Ekonomisk analys av energieffektivisering i bebyggelsen : [Bilaga 1 till ER 2010:37, Finansieringsinstrument för energieffektivisering]*. Nationalekonomiska enheten. Luleå tekniska universitet.

Elliot, R., Shipley, A., McKinney, V. (2008): *Trends in industrial investment decision making*. American Council for an Energy Efficient Economy. August.

Energimyndigheten (2004): *Handbok för kartläggning och analys av energianvändning – Tips och råd från Energimyndigheten*. Sverige: Statens energimyndighet.

Energimyndigheten (2009): *Minska företagets energikostnader nu! – energieffektivisering för smart företagande och bättre miljöarbete*. Sverige: Statens energimyndighet.

Energimyndigheten (2010:a): *Vita certifikat – Erfarenheter från några europeiska länder och en behovsanalys för Sverige utifrån de klimat- och energipolitiska målen för år 2020*. Sverige: Statens energimyndighet.

Energimyndigheten (2010:b): *Finansieringsinstrument för energieffektivisering*. Sverige: Statens energimyndighet.

Energimyndigheten (2011): *Långsiktsprognos 2010*. Sverige: Statens energimyndighet.

Energimyndigheten (2012:a): *Elcertifikat*. [Online] <http://www.energimyndigheten.se/elcertifikat> [Hämtad: 2012-05-07]

Energimyndigheten (2012:b): *Elvärme*. [Online] <http://energimyndigheten.se/sv/Hushall/Din-uppvarmning/Elvarme/> [Hämtad: 2012-06-02]

Enkvist, P.A; Nauclér, T.; Rosander, J. (2007): *A cost curve for greenhouse gas reduction*. The McKinsey Quarterly, McKinsey & Company.

Europeiska Unionen (2012:a): *Non-Paper of the Services of the European Commission on Energy Efficiency Directive Informal Energy Council 19-20 April 2012*. [Online] http://ec.europa.eu/energy/efficiency/eed/doc/20120424_energy_council_non_paper_efficiency_en.pdf [Hämtad: 2012-07-23].

Europeiska Unionen (2012:b): *Energy Efficiency Directive*. [Online] http://ec.europa.eu/energy/efficiency/eed/eed_en.htm [Hämtad: 2012-11-13]

- Global Energy Assessment (2012): *Global Energy Assessment - Toward a Sustainable Future*. Cambridge University Press, Cambridge UK and New York, NY, USA and the International Institute for Applied Systems Analysis, Laxenburg, Austria.
- Gerdes, J. (2012): *Denmark Pushes First-Ever EU Energy Efficiency Law*. Forbes.18:e Mars. [Online] <http://www.forbes.com/sites/justingerdes/2012/06/18/denmark-pushes-through-first-ever-eu-energy-efficiency-law/> [Hämtad 2012-07-23].
- German Environment Ministry (2003): *Guide to Corporate Environmental Cost Management*. The Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety, Bonn, Germany and the Federal Environmental Agency. Berlin, Germany.
- Gunnebrink, Stellan (2012:a): *Samtal om energianvändning, budgeteringsprocesser, projekt, energieffektiviseringsåtgärder & beslutsfattningsprocesser inom Vattenfall Vattenkraft AB*. Områdesansvarig för Nedre Ume Älv och Tuggen älv på Vattenfall Vattenkraft AB. [Intervju] (Studiebesök: 2012-04-19).
- Gunnesbrink, Stellan (2012:b): *Mailkonversation om förtydliganden av uppvärmningssystem och värmeåtervinningsprojektet i Stornorrfors*. Områdesansvarig för Nedre Ume Älv och Tuggen älv på Vattenfall Vattenkraft AB. [Intervju] (Mailkonversation: 2012-08-17).
- Hagelberg, M. (2010): *Energieffektivisering vid Stornorrfors vattenkraftstation med fokus på värmeåtervinning*. Umeå universitets tekniska högskola, Sverige.
- Hepbasil, A. (2011): *Low energy (LowEx) heating and cooling systems for sustainable buildings and societies*. Renewable and Sustainable Energy Reviews. Volym: 16. Sida: 73 – 104.
- Howarth, R., Haddad, B., Paton, B. (2000): *The economics of energy efficiency: insight from voluntary participation programs*. Energy Policy. Volym: 28. Sida: 477 – 486.
- Högberg, L. & Lind, H. (2011): *Incitament för energieffektivisering i 60- och 70-talets bostadsbestånd*. Institutionen för Fastigheter och Byggande. KTH. Stockholm.
- Ingham, A., Maw, J., Ulph, A. (1991). *Testing for barriers to energy conservation - an application of a vintage model*. The Energy Journal. Volym: 12. Sida: 41 - 64.
- International Energy Agency (2006): *World Energy Outlook*. Frankrike: OECD/IEA.
- International Energy Agency (2007): *Mind the Gap – Quantifying Principal-Agent Problems in Energy Efficiency*. Frankrike: OECD/IEA.
- International Energy Agency (2010): *Renewable Energy Essentials: Hydropower*. [Online] http://www.iea.org/papers/2010/Hydropower_Essentials.pdf [Hämtad: 2012-07-23].
- International Energy Agency (2011:a): *Key World Energy Statistics*. Frankrike: OECD/IEA.

International Energy Agency (2011:b): *G-20 Clean Energy, and Energy Efficiency Deployment and Policy Progress*. Frankrike: OECD/IEA.

International Federation of Accountants (2005): *Environmental Management Accounting – International Guidance Document*. USA: IFAC.

Jackson, J. (2010): *Promoting energy efficiency investments with risk management decision tools*. Energy Policy. Volym: 38. Sida: 3865 – 3873.

Jackson, J. (2011): *Selling Energy Efficiency: The Energy Engineer as Investment Advisor*. Energy Engineering. Volym: 108. Nummer: 4. Sida: 46 – 64.

Jasch, C & Savage, E. D. (2009): *The IFAC International Guidance Document on Environmental Management Accounting*. Eco-Efficiency in Industry and Science, 1. Volym: 24. Environmental Management Accounting for Cleaner Production, 21. Sida: 321 – 336.

Kennedy, M. (1999): *ISO 14001 and Total Cost Assessment: The Perfect Match?* Environmental Quality Management. Volym: Summer 1999. Sida: 53 – 62.

Kretsloppsrådet (2010): *Energieffektiva byggnader – Kretsloppsrådets översikt*. [Online] <http://kretsloppsradet.com/getfile.ashx?cid=170091&cc=3&refid=9> [Hämtad: 2012-03-13]

Lee, Ki-Hoon (2010): *Motivations, Barriers, and Incentives for Adopting Environmental Management (Cost) Accounting and Related Guidelines: a Study of the Republic of Korea*. Corporate Social Responsibility and Environmental Management. Volym: 18. Sida: 39 – 49.

Ljunggren, C. (2012:a): *Samtal om energieffektiviseringsåtgärder och produktionsenheter inom Vattenfall Vattenkraft AB*. Anläggningsägare på Vattenfall Vattenkraft AB. [Intervju] (Handledningssamtal: 2012-06-15).

Ljungberg, C. (2012:b): *Mailkonversation om energieffektiviseringsinvesteringar, lokalkraft, abonnerad el och uppvärmningskostnader*. Anläggningsägare på Vattenfall Vattenkraft AB. [Intervju] (Mailkonversation: 2012-06-27).

McKinsey & Co. (2009): *Unlocking Energy Efficiency in the U.S. Economy*. USA: McKinsey & Co.

Miljömål (2012:a): *Begränsad klimatpåverkan*. [Online] <http://www.miljomal.nu/Miljomalen/1-Begransad-klimatpaverkan/> [Hämtad: 2012-05-07]

Miljömål (2012:b): *Begränsad klimatpåverkan – Uppföljning*. [Online] <http://www.miljomal.nu/Miljomalen/1-Begransad-klimatpaverkan/Nar-vi-miljokvalitetsmalet/> [Hämtad: 2012-05-07]

Miljömål (2012:c): *God bebyggd miljö – Uppföljning*. [Online] <http://www.miljomal.nu/Miljomalen/15-God-bebyggd-miljo/Nar-vi-miljokvalitetsmalet/> [Hämtad: 2012-05-07]

Munkoe, L. & Jasch, C. (2009): *Waste Reduction Program Based on IFAC's EMA Guideline in Danisco A/S*. Eco-Efficiency in Industry and Science, 1. Volym: 24. Environmental Management Accounting for Cleaner Production, 21. Sida: 379 – 394.

Naturvårdsverket (2012:a): *Energieffektiviseringar*. [Online]
<http://www.naturvardsverket.se/Start/Verksamheter-med-miljopaverkan/Energi/Energieffektivisering/>
[Hämtad: 2012-03-23]

NIBE (2012): *Produktsortiment*. [Online]
<http://www.nibe.se/Produkter/Bergvarmepumpar/Sortimentslista/> [Hämtad: 2012-08-05]

Orsato, R. (2009): *Sustainability Strategies – When Does It Pay to Be Green?* Palgrave Macmillan, United States.

Productivity Commission (2005): *The private cost effectiveness of improving energy efficiency* – Report No. 36. Australian Government Productivity Commission, Canberra.

Rapp, B. & Torstensson, A. (1994): *Vem skall ta risken?* Studentlitteratur, Sverige.

Regeringsproposition, 2008/09:163. *En sammanhållen klimat- och energipolitik – Energi*. Sverige, Stockholm: Näringsdepartementet.

Sandahl, G. & Sjögren, S. (2003): *Capital budgeting methods among Sweden's largest groups of companies. The state of the art and a comparison with earlier studies*. Int. J. Production Economics. Volym: 84. Sida: 51 - 69.

Sanstad, A., Blumstein, C., Stoft, S. (1995): *How high are option values in energy-efficiency*. Energy Policy. Volym: 23. Nummer: 9. Sida: 739 – 743.

Sanstad, A., Hanemann, W., Auffhammer, M. (2006): *End-use energy efficiency in a "Post Carbon" California Economy: Policy Issues and Research Frontiers, Chapter 6 in Managing Greenhouse Gas Emissions in California*". USA: The California Climate Change Center at UC Berkeley.

Sathaye, J., & Murtishaw, S. (2004): *Market failures, consumer preferences, and transaction costs in energy efficiency purchase decisions*. USA, California: Public Interest Energy Research (PIER) Program

Schaltegger, S; Bennett, M; Burritt, R. L.; Jasch, C. (2009): *Environmental Management Accounting (EMA) as a Support for Cleaner Production*. Eco-Efficiency in Industry and Science, 1. Volym: 24. Environmental Management Accounting for Cleaner Production, I. Sida: 3 – 26.

SFS 1994:1776. *Lag om skatt på energi*. Stockholm: Justitiedepartementet.

SFS 1998:808. *Miljöbalken*. Stockholm: Justitiedepartementet.

SFS 2010:900. *Plan- och bygglag*. Stockholm: Justitiedepartementet.

SFS 2011:1200. *Lag om elcertifikat*. Stockholm: Justitiedepartementet.

- Sieurin, E. & Åhman, M. (2004): *Analys och värdering av miljöledningssystemets nytta och bidrag till miljöförbättring inom Vattenfall Vattenkraft AB – Bilaga 7. Betydande miljöaspekter*. Luleå tekniska universitet.
- Solmes, L.A. (2009): *Energy Efficiency: Real Time Energy Infrastructure Investment and Risk Management*. Springer Science + Business Media B.V. 2009.
- Sorell, S. O'Malley, E. Schleich, J. Scott, S. (2004): *The Economics of Energy Efficiency – Barriers to Cost-Effective Investment*. Edward Elgar Publishing Limited. UK.
- Statistiska Centralbyrån (2012:a): *El-, gas- och fjärrvärmeförsörjningen 2010. Slutlig statistik*. Statistiska Centralbyrån
- Svensk Energi (2012): *Energieffektiviseringar*. [Online] <http://www.svenskenergi.se/sv/Om-el/Energieffektivisering/> [Hämtad: 2012-05-07].
- Tellus Institute (1997): *Total Cost Assessment – Evaluating the True Profitability of Pollution Prevention and Other Environmental Investments*. USA: Tellus Institute for Resource and Environmental Strategies.
- Tellus Institute (1998): *Strengthening Corporate Commitment to Pollution Prevention in Illinois: Concept & Case Studies of Total Cost Assessment*. USA: Tellus Institute for Resource and Environmental Strategies.
- Thollander, P.; Rohdin, P.; Bahram, M. (2012): *On the formation of energy policies toward 2020: Challenges in the Swedish industrial and building sectors*. Energy Policy. Volym: 42. Sida: 461 – 467.
- Tolbaru, A-M. (2012): *Lobbyist brace for new battle over EU energy efficiency*. EurActiv. 18:e Juli. [Online] <http://www.euractiv.com/energy-efficiency/eu-energy-efficiency-law-braces-news-513959> [Hämtad: 2012-07-23].
- United Nations (2001): *Environmental Management Accounting Procedures and Principles*. United Nations, New York, USA.
- USDOE, Department of Energy (2012): *Building Energy Software Tools Directory*. [Online] http://apps1.eere.energy.gov/buildings/tools_directory/subjects.cfm/pagename=subjects/pagename_menu=whole_building_analysis/pagename_submenu=energy_simulation [Hämtad: 2012-05-22].
- USEPA, Environmental Protection Agency (1995): *An Introduction to environmental Accounting as a Business Management Tool: Key Concepts and Terms*". USEPA 742-R-95-001.
- Valero, A. (2006): *Exergy Accounting: Capabilities and Drawbacks*. Energy. Volym: 31. Sida: 164-180.
- Vattenfall AB (2007): *Global Mapping of Greenhouse Gas Abatement Opportunities*. Vattenfall AB.
- Vattenfall Vattenkraft AB (2008): *Miljöpolicy för Vattenfall Vattenkraft AB*. 2008-02-26.
- Vattenfall Vattenkraft AB (2011): *Hydro Norden - karta över storskaliga vattenkraftverk i Sverige*. Internt dokument.
- Vattenfall Vattenkraft AB (2012:a) *Lokalkraftsförbrukning för Stornorrfors kraftstation*. Internt dokument.

Vattenfall Vattenkraft AB (2012:b): *Anläggningsregister*. Internt dokument.

Vattenfall AB (2011:a): Vattenfall AB *Certified Environmental Product Declaration EPDR of Electricity from Vattenfall's Nordic Hydropower*. UNCPC Code 17, Group 171 – Electrical Energy. Vattenfall AB, EPD Hydropower.

Vattenfall AB (2011:b): *Hydropower Technology and Environment – Appendix to "Vattenfall AB Certified Environmental Product Declaration EPDR of Electricity from Vattenfall's Nordic Hydropower"*. Vattenfall AB, EPD Hydropower.

Vattenfall AB (2011:c): *Årsredovisning 2010*. Vattenfall AB, Stockholm, 2011.

Vattenfall AB (2012:a): *Om Vattenkraft*. [Online] <http://www.vattenfall.se/sv/om-vattenkraft.htm> [Hämtad 2012-05-03]

Vattenfall AB (2012:c): *Aktieägare och stämma*. [Online] <http://www.vattenfall.se/sv/aktieagare-och-arsstamma.htm> [Hämtad 2012-05-03]

Vattenfall AB (2012:d): *Stornorrfors*. [Online] <http://www.vattenfall.se/sv/stornorrfors.htm> [Hämtad 2012-06-02]

Holmström, J. (2008): *Kartläggning av lokalkraftsfördelning*. Vattenfall Power Consultant AB.

White, A. L. & Savage, D. E. (1995): *Budgeting for Environmental Projects: A Survey*. Management Accounting. Sida: 48 – 54.

Bilaga 1: Frågeformulär för intervjuer

Intervjuobjekten i studien har olika kompetens- och ansvarsområden vilket gör att intervjuernas innehåll anpassas efter detta. Samtliga intervjuer med nyckelpersoner för området inom Hydro har utgått ifrån nedanstående frågeformulär, varpå detaljfrågor om Hydros verksamhet har lagts till och utformats efter intervjuobjektets specifika kompetens- och ansvarsområde. Frågornas innehåll har utgått från bilagor presenterade i Sorell et.al. omfattande arbete om energieffektiviseringar *The Economics of Energy Efficiency – Barriers to Cost-Effective Investment* från 2004.

Del 1: Information om intervjuobjektet

- Beskriv din arbetsroll inom Hydro
- Hur länge har du arbetat för Hydro?
- Har du några ansvarsområden gällande Hydros miljöarbete?

Del 2: Energiförbrukning, energieffektiviseringsåtgärder, investeringar och budgetar

- Vilken information inom Hydro gällande lokalkraftsförbrukningen och dess kostnader i monetära värden (i synnerlighet den del som uppvärmningen står för) känner du till?
- Finns det mål eller nyckeltal gällande vad organisationen vill uppnå berörande sin interna energiförbrukning och lokalkraftsförbrukningen?
- Hur förhåller ni er till er interna energiförbrukning? Ser ni det som en driftskostnad och/eller som en miljökostnad?
- Vilka delar av organisationen är delaktiga i beslutsfattningsprocessen för energieffektiviseringsåtgärder? Kan du beskriva om processen och vilka individer som är delaktiga för just effektiviseringsåtgärder av uppvärmningssystemen?
- Vilken aktör/avdelning inom organisationen tjänar på de besparingarna som energibesparande investeringar uppnår och vem står för investeringarna? Hur ser processen gällande dessa beslut ut?

Del 3: Erfarenheter och inställning

- Hur ser ni på att arbeta med energieffektiviseringar av värmeförbrukningen? Är det ett prioriterat område för er?
- Har ni fått några direktiv från era ägare/chefer att minska er lokala energiförbrukning (med tanke på nya klimat- och energipolitiska mål gällande exempelvis energieffektiviseringar och koldioxidutsläpp)?
- Upplever du att det finns något internt tryck att arbeta med energieffektiviseringsåtgärder för värmeförbrukningen inom era produktionsenheter?
- Upplever du att det finns något externt tryck att arbeta med energieffektiviseringsåtgärder för värmeförbrukningen inom era produktionsenheter?
- Finns det något som du upplever hindrar Vattenfalls arbete inom området?

Bilaga 2: Byggnader och lokaler vid vattenkraftsbaserade produktionsenheter

Baserat på interna dokument från Hydros anläggningsregister och sammanställt i samarbete med Sören Ek.

1. Kraftstationer

Kraftstationen innehåller generator, turbin och kontrollanläggning. Man skiljer på ovan- och underjordsstationer. För förtydliganden se nedanstående exempel.

Ovanjord

- **Maskinstationsbyggnaden**

Maskinstationen är uppdelad i tre våningsplan: Maskinsals-, generator- och turbinplan.

- Exempel på rumindelning för de olika planen: port med portmaskineri, nedfartsort, verkstad, förråd, personalutrymme, kontrollrum, ställverk, ventilationsrum, hiss, generatorkammare, turbin-kammare.

Underjord

- **Maskinstationen**

Maskinstationen är i huvudsak uppdelad i tre våningsplan: Maskinsals-, generator- och turbinplan. I en underjords anläggning kan även andra plan finnas (exempelvis transformatorsal och sugrörsplan).

- Exempel på rumindelning för de olika planen: port med portmaskineri, nedfartsort, verkstad, förråd, personalutrymme, kontrollrum, ställverk, transformatorsal, ventilationsrum, hiss, generatorkammare, turbin-kammare.

2. Intagsbyggnader och utskovsbyggnader

Intagsbyggnad med intagsmaskineri och utskovsbyggnad med luckmaskineri samt anslutande kurer och byggnader.

- **Intagsbyggnader**

Intagsbyggnad med intagsmaskineri.

- Exempel på byggnader: intagsbyggnad med luckhydraulik.

- **Utskovsbyggnader**

Utskovsbyggnad med luckmaskineri.

- Exempel på utskovsbyggnader: spelkur, dambyggnad, inspektionsgång, luckvärme, falsvärme, strålvärme, luckbus.

3. Dammbyggnader

Dammbyggnader består av dammanläggning med tillhörande utskov

- **Dammanläggningar**

Anläggningar är lokaliserade i anslutning till dammar.

- Exempel på dammanläggningar: *pegelkur, mätöverfallskur.*

- **Utskovsbyggnader**

Utskovsbyggnad med luckmaskineri.

- Exempel på utskovsbyggnader: *spelkur, dammbyggnad, inspektionsgång, luckvärme, falsvärme, strålvärme och luckbus.*

4. Övriga anläggningar

Övriga anläggningar som tillhör produktionsenheten men är inte en del av kraftstation, intagsbyggnader, uttagsbyggnader eller kraftstationsbyggnader.

- **Bostäder**

Byggnader ämnade för att användas av personal.

- Exempel på bostäder: *personalbyggnad, gemensamma byggnader, matrum, övermattningsbostad.*

- **Ställverksbyggnader**

Byggnader som ligger i eller i anslutning till ett ställningsverk.

- Exempel på ställverksbyggnader: *ställverkskur, ställverksbyggnad.*

- **Förrådsbyggnader**

Olika typer av förråd.

- Exempel på förrådsbyggnader: *kallförråd, varmförråd.*

- **Garage**

Olika typer av garage .

- Exempel på garage: *bilgarage, kallgarage, varmgarage.*

- **Verkstadsbyggnader**

Olika typer av verkstadsbyggnader lokaliserade utanför kraftverket.

- Exempel på verkstadsbyggnader: *verkstad, mekanisk verkstad.*

- **Övriga byggnader, vägar mm**

Med övriga byggnader syftas det på byggnader som inte berörs inom ovanstående kategorier. Kan innefatta byggnader för reservkraft, transformatorbyggnader.

- Exempel: *byggnad för reservkraftsdiesel, Transformatorbyggnad ovan jord, vägbehysning.*

Tabell 2 - Sammanfattande tabell av kategorier, underkategorier och indelningar av lokaler inom vattenkraftsbaserade produktionsenheter.

Kategori	Underkategori	Exempel på indelning
Kraftstation (ovanjords)	Maskinstationsbyggnad med maskinsals-, generator- och turbinplan.	<i>Port med portmaskineri, nedfartsort, verkstad, förråd, personalutrymme, kontrollrum, ställverk, ventilationsrum, hiss, generatorkammare, turbinkammare.</i>
Kraftstation (underjords)	Maskinstationsbyggnad med maskinsals-, generator- och turbinplan samt ev. transformatorplan och sugrörplan.	<i>Port med portmaskineri, nedfartsort, verkstad, förråd, personalutrymme, kontrollrum, ställverk, transformatorsal, ventilationsrum, hiss, generatorkammare, turbinkammare.</i>
Intags- och utskovsbyggnader	Intagsbyggnader	<i>Intagsbyggnad med luckhydraulik.</i>
	Utskovsbyggnader	<i>Spelkur, dammbyggnad, inspektionsgång, luckvärme, falsvärme, strålvärme, luckhus.</i>
Dammbyggnader	Dammanläggningar	<i>Pegelkur, mätöverfallskur.</i>
	Utskovsbyggnader	<i>Spelkur, dammbyggnad, inspektionsgång, luckvärme, falsvärme, strålvärme och luckhus.</i>
Övriga anläggningar	Bostäder	<i>Personalbyggnad, gemensamma byggnader, matrum, övernattningsbostad.</i>
	Ställverksbyggnader	<i>Ställverkskur, ställverksbyggnad.</i>
	Förrådsbyggnader	<i>Kallförråd, varmförråd.</i>
	Garage	<i>Bilgarage, kallgarage, varmgarage.</i>
	Verkstadsbyggnader	<i>Verkstad, mekanisk verkstad.</i>
	Övriga byggnader, vägar m.m.	<i>Byggnad för reservkraftsdiesel, Transformatorbyggnad ovan jord, vägbelysning.</i>

Bilaga 3: Sammanställning av fysisk och monetär information för uppvärmning av vattenkraftsbaserade produktionsenheter

Tabell 3 – Sammanställning av relevant fysisk och monetär information för att förstå kostnader för energiförbrukning för uppvärmning av lokaler inom specifika vattenkraftsbaserade produktionsenheter. Bör kompletteras med kort beskrivning av produktionsenheten med information såsom geografiskt läge.

(1) Lokal	(2) Lokalisering	(3) Ålder och status på lokal	(4) Yta	(5) Uppvärmningsbehov	(6) Uppvärmningsmetod	(7) Ålder och status på uppvärmnings-system	(8) Årlig energi-förbrukning	(9) Kostnadstyp	(10) Årlig kostnad för uppvärmning per m ²

- (1) Lokal: **(Titel)**
Namn på lokalen (exempelvis personalbyggnad, maskinsal, pegelkur).
- (2) Lokalisering: **(Titel)**
Vår lokalen är lokaliserad (exempelvis kraftstation, intagsbyggnad, uttagsbyggnad, damm x etc.).
- (3) Ålder och status på lokal: **(Beskrivning)**
Beskrivande text om lokalens skick och eventuella renoveringsbehov.
- (4) Yta: **(m²)**
Ytan för den specifika lokalen.
- (5) Uppvärmningsbehov: **(°C)**
Lokalens uppvärmningsbehov.
- (6) Uppvärmningsmetod: **(Titel)**
Beskrivning på vilken typ av uppvärmningsmetod som används. Skall gärna finnas riktvärden internt för hur resurseffektivt det specifika uppvärmningssystemet är.
- (7) Ålder och status på uppvärmningssystem: **(Beskrivning)**
Beskrivande text om uppvärmningssystemets skick och eventuella renoveringsbehov.
- (8) Årlig energiförbrukning: **(kW_{hvärmc})**
Den beräknade totala energiförbrukningen för uppvärmningen av lokalen.
- (9) Kostnadstyp: **(Intem, Extern, Överskotts)**
Går det specifika uppvärmningssystemet under lokalalkraften, externt abonnemang eller producerar processer inom lokalen all värme som behövs (och skedar även ett överskott),
- (10) Årlig kostnad för uppvärmning per m²: **(kr kostnadstyp * kW_{hvärmc} / m²)**
Genom att använda sig av ytan, den totala energiförbrukningen och kostnadstypen beräknar man den årliga kostnaden för uppvärmningen för det specifika uppvärmningssystemet.



LUNDS UNIVERSITET

Miljövetenskaplig utbildning

Centrum för klimat- och
miljöforskning

Ekologihuset

22362 Lund