SLITE
UTVECKLING AB

Hållbar Elförsörjning
Cementa Arena

Europeiska jordbruksfonden för landsbygdsutveckling. Europa investerar i landsbygdsområden

LEADER

Lokalt ledd utveckling
LEADER
GUTE

Innehåll

1. Sammanfattning 3
2. Bakgrund 4
   2.1. Cementa Arena 4
   2.2. Drift 4
   2.3. Energiförbrukning 5
   2.4. Teknik 5
   2.5. Ekonomi 7
3. Energikartläggning 8
4. Teknik och ekonomi 10
   4.1. Vindel 10
   4.2. Solel 11
   4.3. Energilagring 13
   4.4. Energilager med pumpkraftverk 14
   4.5. Elproduktion med spillvärme 15
   4.1. Stirlingmotor för omvandling av spillvärme till el 18
   4.2. Vätgaslager för Ishallen 20
5. Regelverk, problem och möjligheter 26
   5.1. Finansieringsmöjligheter 26
   5.2. Bolagsbildning 27
   5.3. Ledningskoncession 28
   5.4. Energibeskattning och regelverk 29
6. Förslag till driftlösning 31
   6.1. Organisation 31
   6.2. Vindel 32
   6.3. Solel 32
   6.4. Utjämning 33
   6.5. Kalkyl 33
   6.6. Åtgärdslista 34

1. Sammanfattning

Syftet med denna utredning är att genomföra en studie av tekniska, ekonomiska och miljömässiga förutsättningar för en investering i lokal miljövänlig elproduktion vid Cementa Arena.

Utredningen skall visa för och nackdelar för olika lösningar så att andra anläggningar kan dra slutsatser och lärdomar kring hur de skulle kunna göra olika tillämpningar.

Cementa Arena är unik, inte som anläggning betraktat, men som energiförbrukare. Anläggningen har tillgång till spillvärme, närhet till vindkraftverk och stora ytor för solel. Detta skapar möjligheter, som är få energiförbrukare förunnat. Den föreslagna lösningen är det nog få anläggningar som kan kopiera direkt, men de delar av utredningen som beskriver olika tekniker kan dock tjäna som ledning i andra energiprojekt.

Utredningen visar hur den studerade Cementa Arena kan få en långsiktig driftslösning som är hållbar ur lönsamhets-, social-, kulturellt och miljömässigt perspektiv. Driftlösningen bygger på en kombination av spillvärme, lokal sol- och vindel med utnyttjande av olika former av energilager.

De lokala förutsättningarna medger inte en off-grid lösning. Anläggningen måste fortsatt vara uppkopplad mot nätet. Lösningen förutsätter även en positiv inställning till förändringar från GEAB och från ägare av vindkraftverket, som bägge måste överlåta anläggningar till Cementa Arena.

De föreslagna åtgärderna skall ge Cementa Arena goda möjligheter att utveckla verksamheten och därmed bevara och skapa nya arbetstillfällen.

En betydande del av utredningen är energikartläggningen som förbättrat kunskapen om anläggningens energiförbrukning. Arbetet med denna del har varit stimulerande och medfört många konkreta uppslag till förbättrad energihushållning.

Figur 1. Drönarbild över anläggningen – på ishallen (mitten av bilden) planeras solcellsinstallation, konstgräsplanen i bakgrunden värms med spillvärme från ishallen.

2. Bakgrund

Under våren 2019 diskuterades energiförbrukningen i Cementa Arena. Bakgrunden var naturligtvis dels ökande kostnader för energin, dels satsningen på det Hållbara Gotland.

Vi såg möjligheterna att stärka anläggningens miljöprofil. Vi såg möjligheterna att utnyttja ny teknik för att utnyttja spillvärme för elproduktion. Vi såg möjligheten till en off grid lösning, som kunde bli unik. Vi ville ha hjälp med en lite grundligare undersökning och kontaktade Leader Gute. I en lagpitch fick vi ett positivt besked och rådet att även genomföra en energikartläggning.

Efter diverse turer fram och åter fick vi i början på 2020 klartecken för att genomföra denna utredning om ”Hållbar Elförsörjning Cementa Arena”.

2.1. Cementa Arena

Cementa Arena består idag främst av ishall och konstgräsplan. Anläggningarna ägs av IK Graip och Slite Idrottscenter AB ansvarar för driften av anläggningarna.

Ishallen är byggd 2006 i ett projekt där den befintliga utomhusrinken skulle rustas upp med cirka 4 mkr. IK Graip tog då initiativet till att bilda Slite Idrottscenter AB för att äga och driva en ishall.

Företagare och privatpersoner satsade tillsamman 2,7 mkr i aktiekapital. Handelsbanken lånade ut drygt 4,7 mkr och Leader/Region Gotland betalde cirka 9 mkr för ny teknik. Till det kom över 30 000 timmar ideell arbetskraft. För att få tillgång till Leader-bidraget beslöts att anläggningarna till en början skulle ägas av IK Graip.

Den nya tekniken bestod av att isen i hallen skulle tillverkas med hjälp av spillvärme från Cementa. Ny kompressor anskaffades och den gamla renoverades, för att användas när det inte fanns tillgång till spillvärme.

2009 byggdes en konstgräsplan på regionens befintliga grusplan. Konstgräsplanen kan värmas upp med spillvärme från Cementa.

2.2. Drift

Ishallen drivs idag från den 15 september till och med vecka 10 med stöd av driftbidrag från Regionen. Under denna tid utnyttjas hallen främst för allmänhetens åkning, konståkning, hockey och curling. Under skollov och helger arrangeras läger och cupper främst av IK Graip. Under dagtid utnyttjas hallen av Solklintsskolan för idrottsundervisning och andra skolor kommer till hallen i samband med idrottsdagar och dylikt.

Under tiden vecka 10 till mitten av juni är ishallen utan is för översyn av kompressorer och ismaskin.

Från mitten av juni fram till den 15 september är det vanligen is i hallen. Den utnyttjas främst av hockey och konståkningsläger. Strötimmar utnyttjas också av gotländska idrottsklubbar.

Fotbollsplanen ligger på mark som ägs av Regionen. Den utnyttjas året runt av IK Graip och idrottsklubbar från Visby och övriga norra Gotland.

I ishallen finns en restaurang som serverar lunch dagligen. Här serveras också 1 till 4 mål om dagen för idrottsklubbar som anordnar läger. Konferensrum, samlingssal och restaurang utnyttjas också för kurser och av olika föreningar och privatpersoner.

Slite Idrottscenter har idag en fast anställd verksamhetsansvarig. Dessutom hyrs personal in för löpande drift i varierande omfattning, beroende på bokningsläget.

2.3. Energiförbrukning

Anläggningen förbrukar cirka 400 MWh el och 200 MWh fjärrvärme årligen. Till det kommer gratis spillvärme med drygt 1.000 MWh som utnyttjas för framställning av is. Energianvändningen framgår av energikartläggningen som presenteras nedan.

2.4. Teknik

Byggnader

Huvudbyggnaden är 72 meter lång och 47 meter bred. Totalt ca 3400 m^2 varav isbana och läktare utgör ca 3000 m^2. Stommen är en stålkonstruktion. Väggarna är av plåt och isolerade med ett 16 cm tjockt lager av cellplast och gips. Taket är av plåt och isolerat med ca 35 cm markisolering. Typen av byggnad används vanligen till kyllager för tex rotfrukter.

Hallen är utrustad med centralventilation och avfuktning som är ansluten till fjärrvärme. Ventilationen kan ge någon värme till läktaren och de sju inredda omklädningsrummen

Det finns totalt åtta omklädningsrum på nedre plan varav ett inte är inrett och ett teknikrum. De inredda rummen, som behöver värme är på tillsammans 300 m2. De ligger i södra änden av hallen och utnyttjas även av fotbollen, som har en konstgräsplan söder om byggnaden.

Ovanpå omklädningsrummen och med Isolation mot nedre plan ligger ett kök, en matsal, ett sammanträdesrum och ett kontorsrum tillsammans 400 m2 uppvärmda med tre luft/luft värmepumpar. I dessa utrymmen strävar man efter en temperatur på 22°C. Omklädningsrummen har golvvärme från fjärrvärmesystemet och man håller 20°C. I ishallen varierar temperaturen mellan +4 och +7°C. Istemperaturen är normalt -5°C, medan försök med is vid -3°C gett lovande resultat – Att temperaturen kan varieras i isen medger en energi-flexibilitet i driftsschemat för kylaggregaten, och isen kan agera energilager, likt en ackumulator-tank.

Strax norr om huvudbyggnaden finns en äldre träbyggnad med maskinrum för kompressorer, tre omklädningsrum, en bastu, garage för ismaskin och ett personalkontor. Byggnaden har elvärme. Intill denna finns också en separat plåtbyggnad med en absorbstionskylmaskin.

Kylsystem

Det finns två möjliga system att använda för att kyla isen i hallen.

Det mest använda är ett absorptionsmaskineri, som använder spillvärme (gratis) från den närliggande cementfabriken och el för att framställa kylan. Köldmediet är ammoniak som löses i vatten och blandningen pumpas till ett högre tryck där blandningen värms och ammoniaken kokar bort. Sedan kyls ammoniakgas och vatten var för sig i luftkylare och ammoniaken blir åter flytande. Därefter stryps trycket och ammoniaken förgasas och blir mycket kall.

Kylan växlas mot en köldbärare bestående av salthaltigt vatten som pumpas runt under isen. Det salthaltiga vattnet är trögpumpat så köldbärarpumpen är på 11 kW och förbrukar mycket energi. Andra stora motorer i detta system är 2st fläktmotorer för kylarna på 7.5 resp. 5.5 kW och 2st kondensor och kylarpumpar på 4 kW vardera.

Det andra kylsystemet är ett konventionellt kompressorkylsystem för ammoniak. Skillnaden mot ovanstående är att ammoniaken komprimeras i gasfas av två kompressorer med eleffekten 92 kW vardera. Det krävs alltså mycket mer elenergi att komprimera ammoniaken som gas i jämförelse med att komprimera den löst i vatten som i absorbtionsfallet ovan. Köldbärarpumpen är på 11 kW och kylarmotorerna mindre.

Det finns ett förreglingssystem mellan de två kylsystemen som gör att kompressorsystemet går in automatiskt om absorbtionssystemet fallerar eller värme från cementfabriken uteblir. Det kan vara så att kompressorkylsystemet ibland går in på ett oönskat sätt. Förhållandet är under utredning.

Avfuktare

Fukt uppstår i ishallar därför att temperaturen i hallen som regel är lägre än utanför. En mindre del skapas av aktiviteter i hallen. Varm luft innehåller nästan alltid mer vatten än kall. När sådan luft kommer in i hallen så måste den avfuktas. Annars kondenseras fukten i hallen och mot isen. Då bildas dimma, det blir rått och energiåtgången i kylsystemet ökar.

För att undvika kondensationsproblem på isytan bör daggpunkten i ishallens arenarum hållas mellan 0 och högst 2°C. Det betyder att avfuktaren får arbeta hårdare när temperaturen utomhus är hög och att den relativa fuktigheten i arenan måste hållas lägre när temperaturen i hallen är hög än den behöver vara när halltemperaturen är låg.

Rätt styrt bör energiåtgången för luftavfuktaren vara under 5 MWh/månad under januari till april, men runt 20 MWh/månad under juni till och med september.

Energiförbrukningen hos avfuktaren är en av de saker som kommer att följas upp noga.

Avfuktaren är en absorbtionsavfuktare. Det är den effektivaste metoden att avfukta kalla utrymmen. Den går ut på att luften i hallen får passera ett fuktabsorberande material, vanligtvis silikatgel som finns vid hallens fläkt och ventilationssystem.

Det fuktabsorberande materialet torkas kontinuerligt med upphettad torr uteluft enligt ett system som brukar kallas Munters. Upphettningen sker i dag med fjärrvärme. Det kan vara effektivare att torka med högre temperaturer.

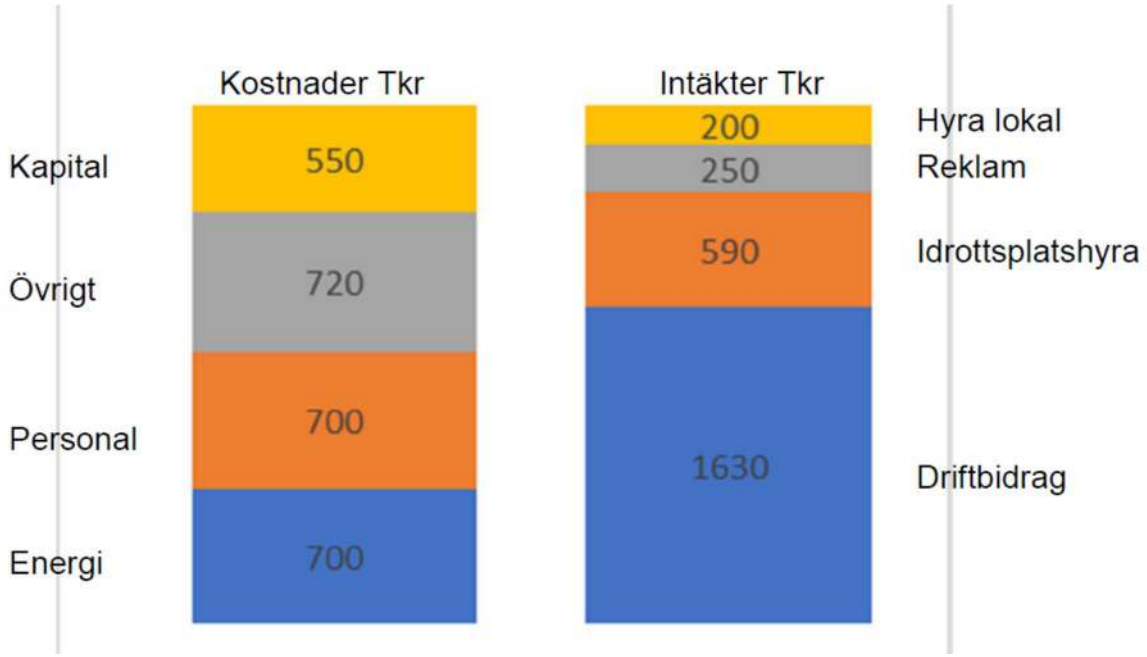
Belysning

Den största belysningseffekten finns i arenarummet, 186 armaturer med 3 lysrör a` 58 Watt . Tillsammans 33kW. Allt körs bara när TV skall sända, 22kW vid match och uppvisning, 11kW vid träning och 6kW eller avstängt övrig tid.

2.5. Ekonomi

Drift av ishall, fotbollsplan, utegym och motionsspår kostar idag cirka 2,7 mkr per år. Regionens anläggningsutredning visar att Cementa arena drivs med betydligt lägre kostnader än liknande anläggningar på Gotland.

Kostnader och intäkter framgår av nedanstående diagram



Figur 2. Översikt över årliga kostnader och intäkter för Cementa arena.

Energikostnaderna utgör idag drygt 25% av kostnaderna för anläggningen. Energikostnadsandelen har ökat med 5% de senaste åren.

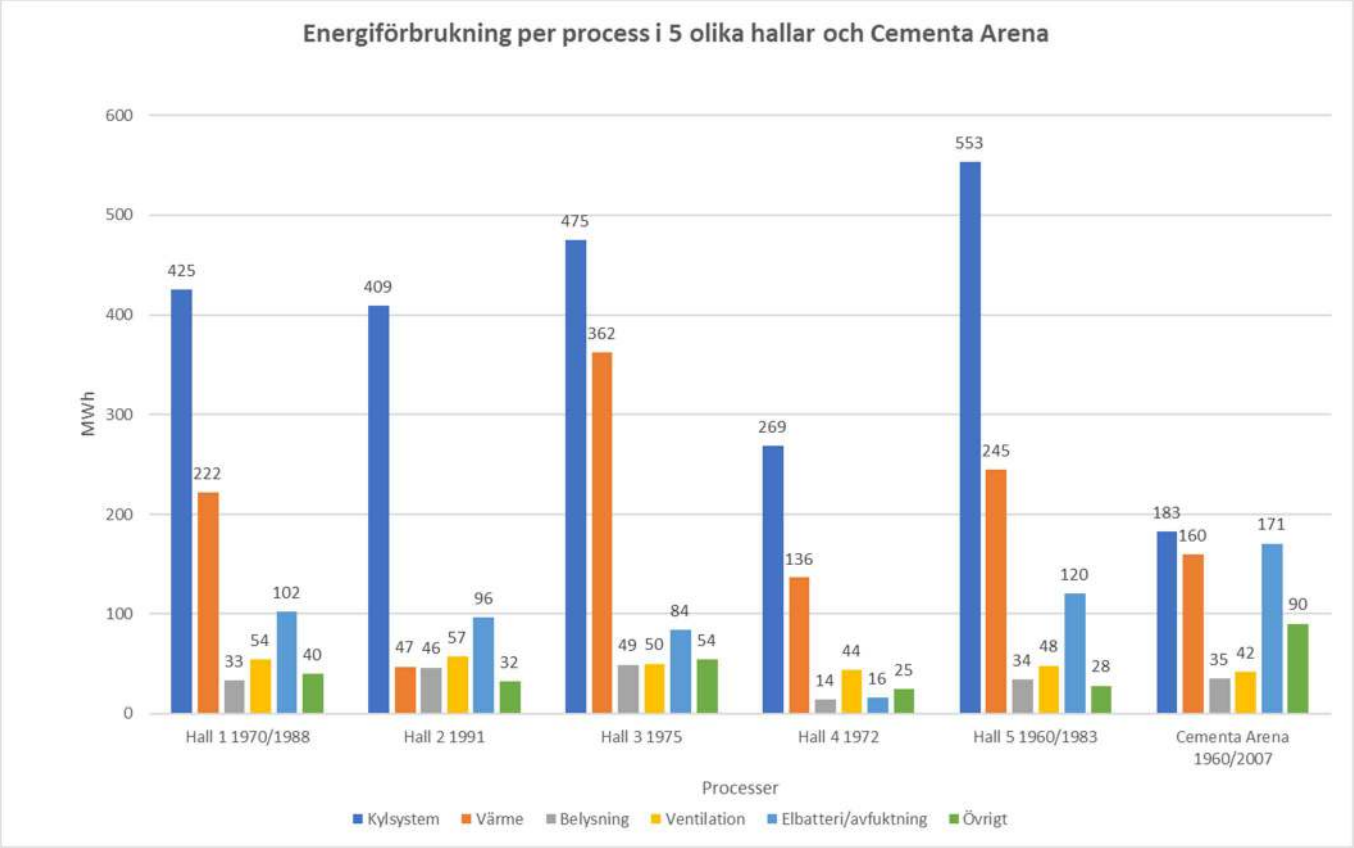
Driftbidraget har varit i stort sett oförändrat sedan 2014.

3. Energikartläggning

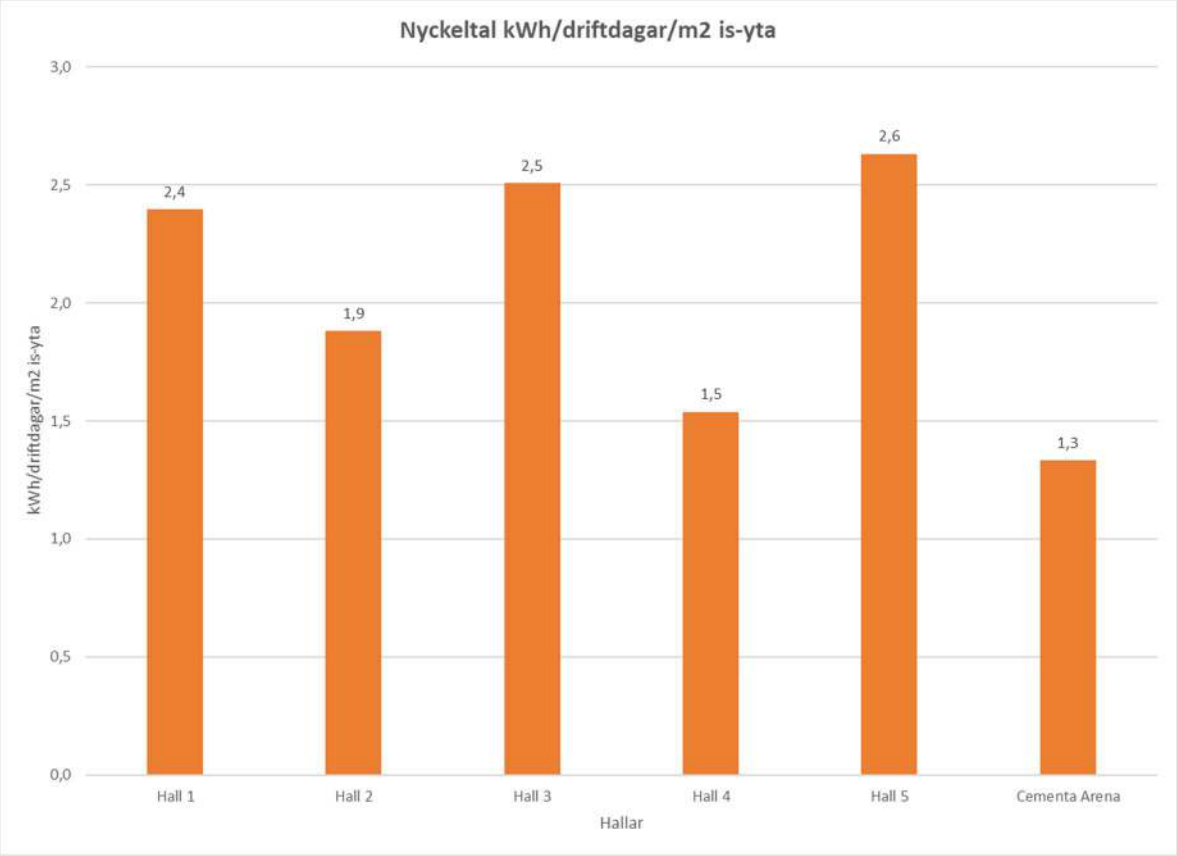
Mätlagret, med Kurt Olofsson, kontrakterades för att genomföra kartläggningen. Våren 2020 startade arbete och driftfall med och utan tillgång på spillvärme studerades. Under juli månad slutfördes arbetet med en studie av sommardrift.

I arbetet deltog Per Knudsen, energikonsult, Thomas Gullin från Cementa. driftansvariga Fredrik Malmqvist och Kent Clarström, alla med god kännedom om anläggningen och aktuell teknik. Kartläggningen visade på aktiviteter och förbättringar som ger en förbättrad energieffektivitet. Kartläggningen ledde också till en fördjupad kunskap om anläggningen hos driftledningen, som kommer att ge eget positivt resultat.

Med anledning av Covid -19 ströks planerade studiebesök på andra anläggningar. Jämförelser med andra anläggningar har gjorts via befintliga studier som hämtats på Internet. Tyvärr blir jämförelserna lite haltande då de gjorts under olika förhållanden. Sammantaget visar de ändå att Cementa Arena är en relativt energieffektiv anläggning



Figur 3. Jämförelse av årlig energiförbrukning vid Cementa Arena jämte 5 andra stora ishallar, uppdelat på olika förbrukare.



Figur 4. Nyckeltal för ishallarnas energiförbrukning per kvadratmeter, m.h.t. antal isdagar.

Resultatet av kartläggningen presenterades för representanter från Region, Idrottsrörelsen, Leader Gute och företaget vid möte den 23 september. Rapporten i sin helhet bifogas (Bilaga 1).

Genom en omfördelning av medel i projektbudgeten möjliggjordes benchmarking med Regionens två ishallar under våren 2021. Resultatet av denna jämförelse framgår av (Bilaga 2).

4. Teknik och ekonomi

4.1. Vindel

Det byggs mycket vindkraft i Sverige och världen i dag. Det beror på att det är lönsamt och att det blir billig elenergi. På de flesta håll i världen kan helt enkelt andra metoder att få fram elenergi inte konkurrera, baserat på kronor per genererad kWh. Kostnaden har nu sjunkit så lågt, att ett nyinstallerat vindkraftverk till och med kan ha lägre kostnad per kWh än redan avbetalade kolkraftverk har.

Självkostnadspriset på ström från ett nybyggt vindkraftverk är ca 35 öre/kWh med normala ansatser på avskrivning, ränta, drift, underhåll och förnyelse. Vindkraft uppförs i dag med inget eller litet miljöstöd.

Vindkraft har också svagheter. En är att det inte produceras el när det inte blåser. Den kan alltså inte fungera ensam i ett elnät. En annan att det blir väldigt mycket el när det blåser bra. Elnätet och kunderna får svårt att ta emot så mycket ström och det begränsar möjligheten att bygga mer vindkraft och det dumpar elpriset. Det byggs i Sverige mest vindkraft i norr och det senaste årets prisdifferens på el mellan norra och södra Sverige är ett resultat av begränsade möjligheter att överföra ström från norr till söder.

Fenomenet är välkänt på Gotland där vi under flera år inte har kunnat bygga någon vindkraft alls därför att elnätet inte kunnat ta emot mer. Nu har emellertid Gotlands Vindelproducenter konstruerat en övervakning som kan styra bort vindel när produktionen är för stor i förhållande till elnätets kapacitet och elkonsumtionen på ön. Så nu kan man bygga mer vindkraft igen. Systemet heter Vindstyr och styrs från GEAB:s kontrollrum. Liknande system kommer att behövas på fastlandet om vindkraften skall kunna utnyttjas optimalt.

Historiskt har vindkraftverk optimerats med avseende på maximal produktion av kilowattimmar (kWh) för varje investerad krona. Så länge vindkraft utgör en liten del av elproduktionen i ett land är elpriset oberoende av hur mycket det blåser och därmed har den optimeringen varit korrekt. Men nu när vindkraften blir en stor del av elproduktionen så faller elpriset så snart det blåser mycket.

Det blir alltså mycket värdefullare att äga ett vindkraftverk som producerar bra vid låga vindhastigheter och lite vid höga vindhastigheter än att ha ett, där ägaren bara brytt sig om hur stor produktionen är och inte när den infaller.

Det betyder att framtidens vindkraftverk skall ha större rotorer i förhållande till sin generator än vad som historiskt har varit motiverat. Ett bra nyckeltal kan vara att sträva efter 4000 kWh årsproduktion per kW installerad generatoreffekt. Det torde i de flesta fall innebära ca 4,3 m2 svept rotoryta per installerad kW generatoreffekt.
Fenomenet med fallande elpriser vid stark vind ökar incitamentet för att lagra elenergi från blåsiga perioder för att nyttja senare när det blåser mindre.

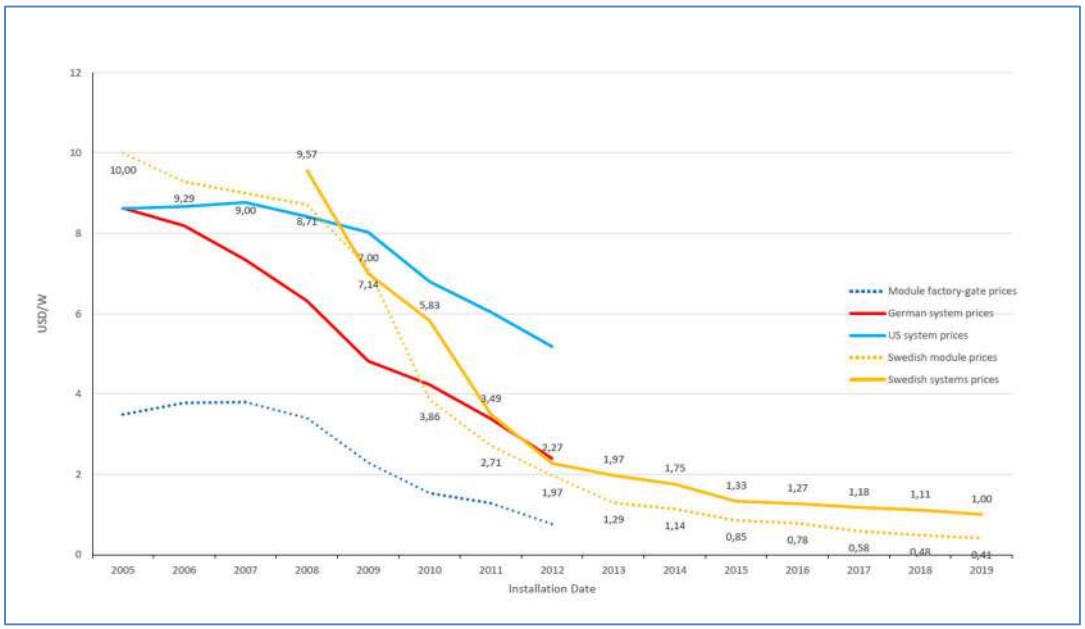
4.2. Solel

Prisutvecklingen neråt på solceller har varit dramatisk under de senaste 30 åren internationellt. Inte minst i Tyskland har det lett till att penetrationen av solceller är väsentligt större än i Sverige även om man kan se att utvecklingen nu går snabbare även här.

En av de viktigare orsakerna är att solstöden, subventionerna alltid har släpat efter i Sverige jämfört med Europa och internationellt. Det har visat sig att solstödsystemen är en av de allra viktigaste faktorerna i hur snabbt marknaden går från att vara i en ”early-adopter-phase”-marknad till att bli en kommersiell och allt mer mogen marknad. Klart är dock att marknaden i Sverige nu kommit till punkten där beslut om investering baseras på kommersiella villkor och priser och inte på entusiasters vilja att göra något för klimatet.

Inför 2021 förefaller man nu att förbättra regelverket i Sverige så att man eliminerar en del regleringar som stoppar utvecklingen. Samtidigt ändrar man subventionerna. Kostnaden har dock sjunkit så pass för anläggningar i klassen för anläggning av ishallens storlek att subventionerna inte längre är avgörande för lönsamheten.

Figur 4 visar prisutvecklingen i Tyskland och USA och indikerar att priserna på solceller går ner men också priserna på kompletta installationer går ner i ungefär samma takt.

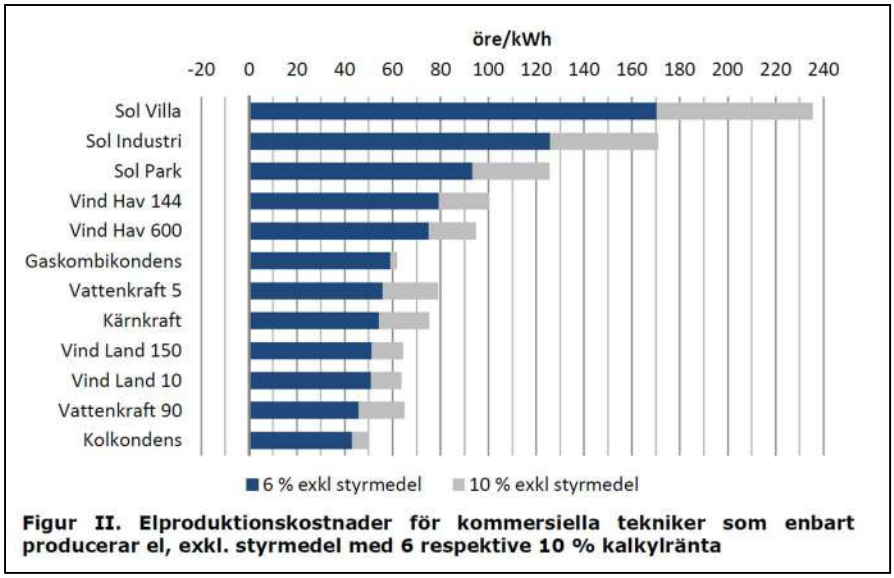


Figur 4. Kostnadsutveckling av systempriser i USA (blå) och Tyskland (röd). Den prickade kurvan är prisutvecklingen av priset på solcellsmoduler. De gula kurvorna är kompletterande data för den svenska marknaden. Data hämtade från bl.a. National Survey Report of PV Power Applications in Sweden 2019, Intnl. Energy Agency.

Man ser också att betydelsen av penetrationen i marknaden i stort är avgörande. I Tyskland har solelen ca 10 gånger större andel av energimarknaden än den har i USA. Man pekar på att större konkurrens i en utvecklad marknad är viktig men också att försäljningskostnaden går ner kraftigt när teknologin väl har accepterats. Industrin behöver inte skapa sina kunder under mognadsfasen utan intresserade kommer och ber om offerter. I teknologidrivna marknader brukar man säga att marknads- och försäljningskostnaden kan ligga mellan 20 och 40% av systempriset d.v.s. en betydande del av påslaget på priset av inköpta produkter i grossist och detaljistledet.

Bilden har kompletterats med mer aktuella data för den svenska marknaden. Som synes är modulpriserna något högre än modulpriserna internationellt men faller fortfarande långsamt. Man ser också att systemmarknaden i Europa har blivit homogenare. Det är också tydligt att installationskostnaden nu har blivit en dominerande del av totalpriset och därmed har planat ut i högre grad än modulpriserna. Det förväntas att besparingar kan göras med smartare montagesystem.

Givetvis påverkas konkurrenskraften av hur väl etablerad en produktionskälla av energi är och hur mycket tillverkningskostnaden har hunnit optimeras i förhållande till nyare teknologier. Man ser detta tydligt i en bild från Energimyndigheten (2014)



Figur 5. Energipriskostnader för olika energislag. (Bild från Energimyndigheten)

Det framgår klart att kostnaden för solel ligger över exempelvis vindel. Prisutvecklingen är dock sådan att solel blir alltmer konkurrenskraftig. Betydelsen av den längre livslängden av en solcellsanläggning läggs oftast inte in i jämförande kalkyler i tillräcklig utsträckning.

Till dels beror prisskillnaden på att det är vanligt med solpaneler med något bättre värden på energiutbyte per panelyta än i lågprissegmentet i Kina. Emellertid är priserna för de mer kvalificerade produkterna lägre i till exempel Tyskland, USA och Australien än i Sverige. Det kan inte påvisas att det finns mervärden i Sverige som motiverar högre priser.

Det innebär också att det i Sverige finns utrymme för betydligt lägre priser i volymssegmentet t.ex. stora solcellsfarmer som har etablerats under de allra senaste åren.

Kostnad i detaljistledet för anläggningar med storlek strax över normala villaanläggningar ligger 2020 på ca 11 000 kr/kWp ex moms. Priset för stora solcellsfarmer, som nu börjar komma med totaleffekter om 10 – 15 MWp, ligger på ca 7 000 kr/kWp. Det finns pågående projekt där ännu lägre kostnad förväntas.

Stora solcellsparker börjar nu att bli kommersiellt gångbara åtminstone när man riktar sig mot nischmarknader där det svenska regelverket arbetar för användning av grön el och inte emot. Det är också gångbart för stora energiförbrukare, exempelvis industrier med tillgänglig markyta.

Det finns således all anledning att förvänta sig att solceller kommer att hävda sig allt bättre jämfört med andra produktionsalternativ när solel ger en större andel av det svenska energibehovet och installationsbranschen inte behöver stå för så stor akvisitionskostnad som i dag. Dessutom kommer flera entreprenörer att bli så stora att det lönar sig att passera förbi flera led i distributionskedjan från producenterna att konkurrensen kommer att trycka ner marginalen. Det kan återigen påpekas betydelsen av montagesystem som är billiga och snabbmonterade. Installationen behöver gå från ett enskilt projekt till att vara en del av en industrialiserad installationsprocess.

I denna förstudie för installation av solceller i närtid på Cementa Arena, där en mycket slagkraftig vindelsproduktion finns tillgänglig, har en solelanläggning dock svårt att hävda sig i dag. Det visas i avsnittet om vindel att Cementa Arena kan utnyttja tillgängligheten av ett närliggande vindkraftverk optimalt med nuvarande regelverk. För andra projekt blir skillnaden mellan vindel och solel med all sannolikhet betydligt mindre.

4.3. Energilagring

Energilager finns i många olika format. Det kanske mest bekanta är varmvattenberedaren eller batterier för portabel elektronik. Medan ett tomt mobiltelefonbatteri kan få många att känna sig stressade, så har energilager en ännu mer avgörande roll i samhällets energisystem. Energilager är direkt avgörande för att kunna reglera elnätet – både för att balansera kraft, reglera frekvensen, undvika nedstängningar m.m.. För den enskilde kan ett energilager istället vara en back-up, lagra egen elproduktion, minska effektuttag och effektkostnader, eller möjliggöra att köpa billig el på natten och sälja dyrt på dagen.

Energin kan lagras långvarigt i form av lägesenergi i vattenmagasin för vattenkraften, som kemisk energi som bränsle för exv. gasturbiner eller olje-/kolkraft, eller som kärn-energi för kärnkraften. Dessa, och biobränsle, är de energilager vi i Sverige förlitat oss på under en lång tid. Då fossila bränslen ska fasas ut, och kärnkraften likaså, så blir reglerkraften som är kvar framförallt vattenkraften, med visst inslag av biobränsle-anläggningar. Här måste nya lagringsmetoder läggas till för att få ekvationen att gå ihop.

För kortvarig lagring finns idag svänghjul som används i viss utsträckning, idag kommer mer och mer batterier in för att balansera effekten i nätet. Men batterier har ingen större möjlighet för långvarig energilagring, det blir för stort och ineffektivt. Då finns andra lösningar, exempelvis kemiskt i form av bränslen såsom vätgas eller metanol, framställda m.h.a. förnybar energi.

Batterier är en teknik som är skalbar nedåt, där det kan vara ekonomiskt gångbart i liten skala, medan vätgas inte är det i samma utsträckning. För storskaliga energilager finns också möjligheten att pumpa upp vatten tillbaka i vattenmagasinen, där pumparna drivs av exv. sol- och vindkraft, eller av el från andra vattenkraftverk för att reglera vattenmagasin sinsemellan.

AFRY experter har anlitats för att gå igenom elbehovet på sportanläggningen Cementa Arena, jämföra en rad energilagringstekniker - både kommersiella och sådana som är på gång – och matcha behov med lämplig energilagringsteknik.

Syftet med ett energilager på Cementa arena är framförallt för att öka andelen egenanvänd förnyelsebar el och på så vis minska behovet av köpt el och öka självförsörjningsgraden.

AFRY Rapport ger en översiktsbild över möjligheterna med energilager och riktmärken för livscykelkostnader på el från energilager. Vidare presenteras dimensionering av systemförslag med uppskattade kostnader för installation och drift. Slutligen nämns kortfattat ekonomiska/juridiska implikationer av anläggningen och hur monetärt stöd för installation söks på bästa sätt.

Värdena i rapporten rörande anläggningen är baserade på timvärden för förbrukning och produktion för vindkraftverket, simulerade värden för solcellsanläggningen samt underlaget Energikartläggning Cementa Arena.

Rapporten i sin helhet återfinns i bilaga (Bilaga 3)

4.4. Energilager med pumpkraftverk

Den föreslagna anläggningen vid Cementa Arena har energilager i form av primär balansenergi i ett LiJon-batteri. Anläggningen har inte sekundär balansenergi- och tertiär balansenergifunktion inlagd på elsidan.

Däremot har ett energilager för värme med en vattencistern för att förbruka överskottsel och mellanlagra värmeenergi som också köps in till arenan om än med en betydligt lägre besparing än för elkraft.

Som framgår av rapporten har olika alternativ med energilager med funktion el till el undersökts men åtminstone tillfälligt lagts på is då ingen överkomlig kommersiell lösning har hittats.

Lösningar som ligger ännu längre bort med helt oöverstigliga kostnader finns inom vätgasområdet.

De lokala förutsättningarna för ett fullt kommersiellt energilager med väl beprövad teknik finns genom användning av det stora närbelägna Västra brottet några hundra meter från vindkraftverket inom Cementas industriområde. Cementa avser att stoppa brytningen i brottet inom några få år och använda brottet som reservoar av processvatten.

Grundtanken var att använda en mindre pilotanläggning som tertiärt balanslager för Cementa Arena. Översiktliga beräkningar visar dock att det är möjligt att rymma ett betydligt större pumpkraftverk i Västra brottet som kan användas som arbitragelager och för att göra en kommersiellt gångbar investering.

Arbitraget uppstår genom att variationerna i priset på el i Nordpool är tämligen stora under ett normalt dygn. Man pumpar upp vatten när elen är billig och säljer den när elen är dyr.

Beräkningen är gjord med en övre reservoar i markytan med kapaciteten 230 000 kbm. Den nedre reservoaren blir den nuvarande spillvattenreservoaren på bottnen av brottet. Dimensionerna på markreservoaren blir 200*200*6m. Genomsnittlig fallhöjd till nedre vatten blir ca 25 m. Ett fullt energilager rymmer knappt 60 MWh.

Verkningsgrader upp emot 90% finns beskrivna från Schweiz som är mycket stora inom pumpkraftverk av många olika storlekar. I Slitefallet har antagits att ett verk med Kaplanturbin ska användas då fallhöjden är mycket måttlig. En undersökning ger vid handen att det bör gå att få tag i begagnade turbiner och pumpar i marknaden. En verkningsgrad om 70% mellan inmatad och utmatad el har antagits i modellen.

För att generera el med en effekt om 2 MW behöver släppt vattenvolym vara ca 8 kbm/sek som inte bedöms medföra någon olägenhet med oljud från verket.

En överslagsberäkning ger att man borde kunna få en internränta om ca 9% för den förväntade investeringskostnaden om ca 7 MSEK.

En anläggning för arenans behov blir väsentligt mindre och billigare men kräver en mer detaljerad dimensionering då existerande exempelanläggningar med lämplig storlek för arenan inte har hittats.

4.5. Elproduktion med spillvärme

Att generera el från spillvärme är en mycket attraktiv lösning för områden där stora värmemängder krävs för processer men där spillvärmen inte har någon mottagare eller saknar infrastruktur för transport till mottagare. Elen kan då användas av den med spillvärmen själv, eller säljas vidare på nätet med vinst.

Cementfabriken har stora mängder överskottsvärme som den delar med sig av till Cementa arena; i detta system kan en sådan lösning vara intressant. Den föreslagna lösningen i rapporten utgår från att ett energilager i form av en vattentank som lagrar energi i varmvatten kommer att installeras. Det föreslås inte i detta skede att generera el från energilagret då tillgängliga lösningar fortfarande är tämligen specialiserade. Det skulle dock vara intressant att experimentera med en sådan lösning i ett senare skede

Området är under snabb utveckling med olika tekniska lösningar. Sammantaget ligger de flesta i prototypskedet eller i bästa fall i ett pilotprojekt med något stort amerikanskt eller europeiskt företag eller forskningsinstitution för utvärdering av sin teknologi.

Därmed ligger man mycket långt ifrån att ha en generell kommersiell produkt och har definitivt inte kommit in i en fas med kostnadseffektivisering till följd av större produktionsvolymer. Därmed är det rimligen för tidigt att installera en anläggning med de mer avancerade produktionssystemen i Cementa Arena.

Ett lovande prototypprojekt är Texel Energy Storage. Företaget är etablerat med små bolag i Sverige, USA och Storbritannien. Man har valt en modell där man köpt licenser för lovande teknologier och paketerat detta i vad man hoppas kan bli en produkt för en snabbt växande marknad.

I Texels fall har man kopplat ihop en energilagerlösning med en varm och en kall sida med metall-hydrider. Energilagret är utvecklat av det amerikanska Department of Energy och Savannahn River National Laboratory. Värmeenergin tas ut från energilagret och elen genereras med hjälp av en stirlingmotor som driver en elgenerator. Den stirlingmotor man använder har man licensierat från Kockums/United Stirling baserat på en motor ursprungligen utvecklad av Ford Motor Co på 1970-talet.

Figur 6. Översiktsbild över TEXELs produkt. (Bild från TEXEL)

Texel startade som 2000 under namnet United Sun Systems som då använde parabolspeglar för att koncentrera solstrålning på en stirlingmotor i fokalpunkten för att generera el. Ett antal pilotinstallationer gjordes men produktlinjen blev inte någon kommersiell framgång.

Man hävdar att kombinationen energilager och stirlingmotor låter sig skalas från små anläggningar för bostadshus till mycket stora anläggningar för installation i stora elnät.

En betydligt mognare och kommersiellt framgångsrik lösning kommer från Climeon AB och företaget dubblar omsättningen varje år. 2019 hade man en omsättning om knappt 120 MSEK.

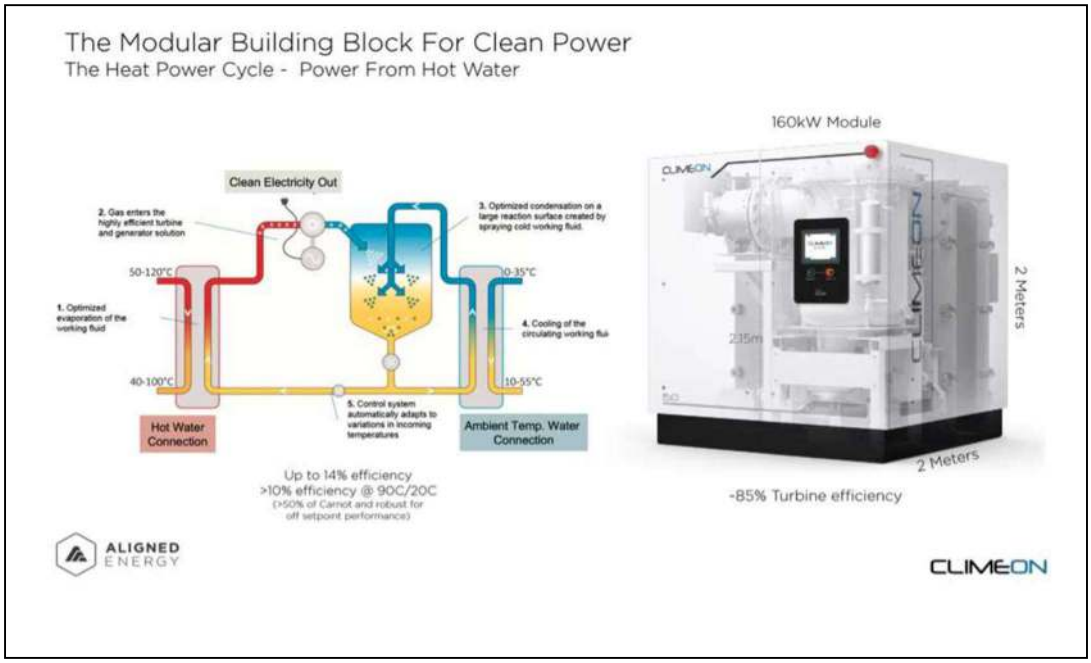
Climeons lösning bygger på ytterst mogen och välkänd teknologi som har använts av industrin under lång tid. Därmed är den tekniska risken mycket liten.

Systemet är uppbyggt kring en lösning där lågkvalitativ spillvärme från industriella processer används för att generera ånga som driver en ånggenerator. Vätskan recirkuleras i enheten. Det verkligt intressanta är att man kan använda spillvärme mellan 80 och 120 grader C på den varma sidan och kylvatten för kondensering mellan 0 och 35 grader C.

Deras basmodul är på minimum 150 kW d.v.s. det är industriella lösningar och inte en lösning för enskilda villor. Minimumeffekten är emellertid i ett område som skulle passa Cementa Arena. Det förutsätter dock att arenan skulle få utnyttja samma typ av lågtempererad spillvärme som man i dag använder för ismaskinen och som Cementa levererar utan särskild kostnad när ugnarna går.

Deras lösning går att skala upp i effekt inom ett brett spektrum.

Climeon hävdar att man har mycket kort pay-back-tid för sina spillvärme baserade lösningar.



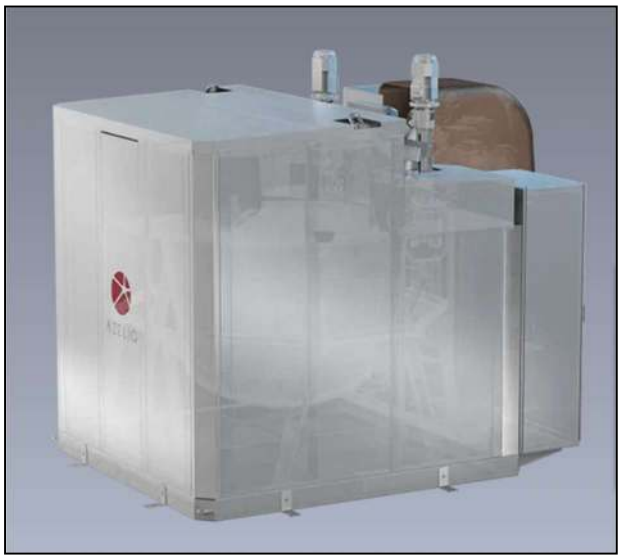
Figur 7. Översiktsschema över tekniken bakom Climeons lösning. Bild från Climeon.

Det har inte gått att få fram ett pris på en installation av en sådan modulär enhet från Climeon. Det bör tas in offert på en modul om 150kW om det är möjligt att få tillgång till ytterligare spillvärme från Cementa.

Ett svenskt företag som har en liknande lösning som Texel med ett energilager där energi från koncentrerad direkt solstrålning eller el från solceller eller vindkraftverk är Azelio. Även i Azelios lösning kan energin återvinnas i form av el genererad av en integrerad stirlingmotor/elgenerator eller i form av värme.

Azelio profilerar sig för närvarande som en teknologileverantör som avser att samarbeta med större industriella partners som levererar den slutliga kommersiella lösningen till slutkund. Man har också ett antal stora pilotprojekt där man levererar den färdiga lösningen. Huvudmarknaden ser man i solbältet i världen snarare än i Sverige. Man har lyckats etablera företaget på finansmarknaden genom private placements.

Energilagret består av en aluminiumlegering som upphettas till över 600 grader. Elen genereras genom att värme tappas från energilagret och driver en stirlingmotor med generator. Energipaketet energilager/stirlingmotor lagrar tillräcklig energi för att kunna generera el med paketets nominella effekt under 14 timmar och därmed överbryggar man dygnets mörka timmar. I tillägg kan man leverera spillvärme i temperaturområdet 55 – 65 grader för användning till uppvärmning av lokaler etc.



Figur 8. Översiktsbild av Azelios TES.POD med energilager och stirlingmotor. Bilden från Azelios årsrapport 2018.

Både Texel och Azelio använder stirlingmotorn som verktyg för att generera el från spillvärme oberoende av källan av spillvärmen. Climeon gör samma sak med en ånggenerator i stället för stirlingmotor. Alla tre ger möjlighet att överbrygga variation i genereringen av el från vindkraft eller solpaneler, som ett specialfall. Emellertid erbjuds inte en omedelbar turn-key lösning utan det krävs en del komplettering för att lösa ishallens behov. Projektet har inte heller gjort en detaljerad analys av hur de olika systemens arbetsparametrar i form av effektområde, temperaturområde i förhållande till spillvärmens temperatur osv. På blocknivå kan åtminstone möjlighet finnas att bygga en sekundär balanseffekt av den gröna el som genereras i vindkraftverk och solpanelerna på taket eller spillvärmen från Cementa ska kunna tillgodogöras Ishallen.

Kombinationen energilager och elgenerering gör dessa dellösningar särskilt användbara i applikationen i Ishallen d.v.s. att man har energikällor för el som genererar el men inte exakt när man behöver elen eller exakt så mycket man behöver. I första skedet avses inte denna typ av energilager användas i Ishallsprojektet utan man har valt mer lättillgängliga kommersiella lösningar.

Området som sådant förutspås för övrigt ha en lovande framtid just inom kommande området lokala- och distriktenergisystem med många vindkraftverk och/eller solcellsparker.

Det finns också applikationer där stirlingmotorn används för återvinning av spillvärme där energiinnehållet är väsentligt lägre än elbehovet eller annat energibehov som behövs. Återvinningen blir mer än ersättning av en del av inköpt el. Detta behandlas i nästa avsnitt och är inte direkt applicerbart på behovet för Ishallen utan en mycket stor anpassning av stirlingmotorn.

4.1. Stirlingmotor för omvandling av spillvärme till el

Stirlingmotorn utmärker sig framför allt för sin förmåga att omvandla lågkvalitativ värmeenergi till rörelseenergi och därmed elenergi. Tekniken har varit känd sedan 200 år men det skedde en väsentlig forskning och utveckling av den tekniska implementeringen under 1970-talet. Drivande för denna utveckling var krisen i oljeprisutvecklingen då Opec höjde oljepriset drastiskt.

Arbetet utfördes av Philips i Holland och Ford i USA. Framför allt prisutvecklingen på olja men också för att man fruktade att jordens oljereserver skulle sina i närtid ledde till snabb ökning av oljeprospekteringen. Man hittade enorma reserver som kunde utvinnas utan dramatisk prishöjning. Ingen tanke lades på eventuell påverkan på klimatet kanske mest beroende på oljebolagens omfattande lobbying.

I alla händelser avslutades mycket av den utveckling som hade startats upp innan stirlingtekniken hade hunnit etablera sig som en verklig utmanare till motorer med fossilenergi.

Ett specialområde där utvecklingen fortsatte var för motorer i ubåtar. Denna utveckling genomfördes av Kockums baserat på patent från Philips och Ford. Bortsett från testinstallationer i äldre ubåtar blev det i Gotlandsklassen som Kockums dotterbolag United Stirling installerade operativa stirlingmotorer som medger gång i u-läge under lång tid och utan tillförsel av syre från omvärlden. Man valde att generera syret från dieselbränslet i båten. Gotlandsklassen har varit operativ i drygt 30 år och fortfarande anses grundkonstruktion vara konkurrenskraftig. Däremot har United Stirlings utvecklingsverksamhet dragits ner till ett minimum då nyproduktion inte har förekommit av ubåtar.

I stället har delar av utvecklingsorganisationen i Kockums och United Stirling arbetat vidare på utveckling av stirlingmotorn för ett specialområde. Bolaget är helt oberoende av Kockums och opererar under namnet Swedish Stirling.

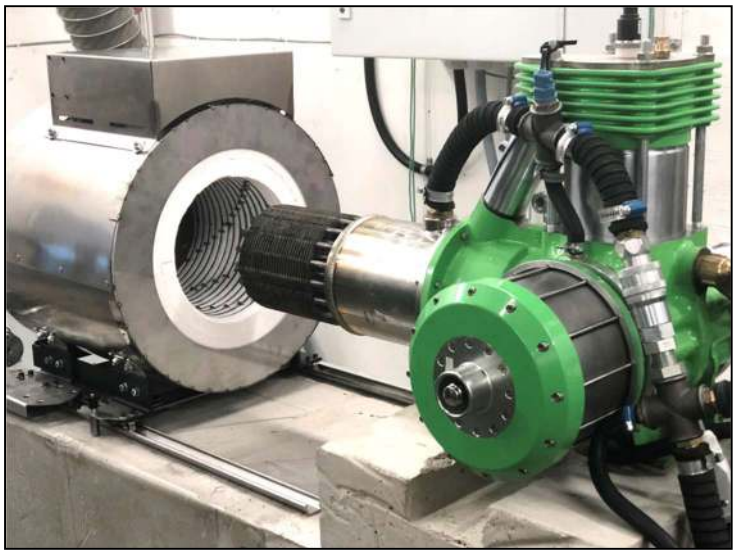
Genom att dra nytta av att stirlingmotorn kan drivas med olika värmekällor, utvecklade Swedish Stirling en hybridanpassning till sin ursprungliga soldrivna motor. Denna möjliggjorde att solen kunde kompletteras med annat bränsle under dygnets mörka timmar och blev grunden till företagets nästa produkt, PWR BLOK. Man använder spillvärmen från förbränning av restgaser vid fackling i olje- och gasindustrin för att generera el med mycket god effekt. Av naturliga skäl är detta mycket stora anläggningar.

Alla vätske- och gasformiga bränslen kan i princip användas, såsom naturgas, biogas, etanol eller dylikt. Då själva stirlingmotorn är sluten och endast värms från utsidan, kan olika bränslen gradvis fasas in och ut baserat på tillgänglighet. Man har drivit fram en motor där man tillvaratar 32% tillförd energi från facklingen till el vilket är extremt hög verkningsgrad.

Det har dock visat sig att stirlingmotorn är en teknik som kräver mycket specialanpassning för att få tillfredsställande verkningsgrad. Därför måste man vända sig till områden som kan ge stora produktionsvolymer. Det visar sig också i att den har en annan specialanvändning i Afrika där stirlingmotorer används för att omvandla solenergi till att pumpa vatten och generera el. Maskinerna där ser dock helt annorlunda ut än avläggarna från maskinerna i Kockums. Det bolag som har utvecklat denna motor är avknoppning från tyska universitet.

Det har gjorts många försök i världen att med licensiering av stirlingpatenten utveckla motorer för mindre applikationer. Inresol i Gävle är ett sådant exempel där man försökte etablera en liten stirlingbaserad generator att använda spillvärme från panncentraler med flis och pellets på halvstora jordbruk och villor. Det har tyvärr visat sig vara mycket dyrt att anpassa grundkonstruktionen för att få tillfredsställande verkningsgrad i denna mindre applikation. Det förefaller som att alla start-ups med sådan begränsning har mycket svårt att driva en utveckling av marknaden. Bolagen har i många fall gått i konkurs eller lever ett mycket begränsat liv drivna av entusiaster. Inresol gick i konkurs i slutet av 2019.

Produktlinjen köptes ut från konkursboet och försäljning bedrivs inom Agera Energi men fortfarande i liten skala som det verkar.



Figur 8. Bilden tagen ur säljbroschyr från Inresol.

En allvarlig begränsning är att de pilotsystem som faktiskt finns opererar med ett temperaturområde mellan 600 – 1100 grader. Detta område är långt högre än vid den spillvärme från Cementa som finns tillgänglig för Cementa Arena.

Man kan fråga sig varför stirlingmotorn inte har lyckats etablera sig på marknaden. I en speciell omvänd lösning driver man den med en extern motor och använder den som kompressor i nästan varenda värmepump, kylskåp och luftkonditioneringsanläggning i världen

Det finns för närvarande ingen kommersiell lösning som skulle kunna användas av Cementa Arena.

4.2. Vätgaslager för Ishallen

Bakgrund

Det framgår av denna förstudie att projektet avser att ersätta stora delar av inköpt el och möjligen energi i form av fjärrvärme med egenproducerad el från vindkraft eller solceller eller möjligen en kombination av båda förnybara källorna. Det framgår också helt klart att det med nuvarande regelverk, eller snarare förväntade regelverk vid mitten av 2021, bara kommer att bli möjligt att ersätta delar av den inköpta elen.

Den stora svagheten med dessa gröna teknologier är att de inte är förutsägbara eller ens tillgängliga 24 timmar om dygnet alla dagar om året. El från sol- och vindkraft behöver regleras på stamnätet, eftersom stamnätet behöver koppla ihop produktionskapacitet mot exakt behov vid varje ögonblick.

Regleringen av oregelbunden kraftproduktion kan ske antingen genom att begränsa mängden genom att koppla ifrån vid överproduktion, eller ha kapacitet att lagra in överskottet i ett energilager

Man kan emellertid se att man med hjälp av vätgasteknik kan driva utnyttjandet av den egenproducerade elen betydligt längre inte bara över dygnets timmar utan också över säsongvariationer till en anläggning helt oberoende av stamnätet (Off-grid-lösning).

Bränslecellen och elektrolysören började utvecklas redan på 1800-talet. Det har funnits forskning inom området sedan 1960-talet i Sverige, då främst på ASEA. Inom industrin har vätgas använts i över 100 år.

Vätgas från fossilfria energikällor är en av de tekniker som ger helt utsläppsfri energi, åtminstone under användningsfasen.

Tekniken ger dessutom möjligheter för ett stort antal områden som fordonsbränsle, energilagring, tillverkning av fossilfritt stål, ammoniak, syre och reservkraft för att nämna några. Cementa är för övrigt Sveriges tredje största källa av fossil koldioxid, som man avser att lösa genom elektrifiering av förbränningen kompletterad med infångning och lagring av den koldioxid som bränns ur kalken vid cementtillverkningen. Enligt vad som hittills har kommunicerats baseras detta dock inte på vätgasteknologi.

År 2020 presenterade EU sin strategi för utveckling av teknik och användning av vätgas för att skynda på omställningen bort från fossila energikällor. Samtidigt annonserade man att EU avser att finansiera sin strategi med 8,5Mdr Euro. Det finns därför anledning att anta att det kommer att ske en mycket snabb rationalisering av de olika teknikerna kring tillverkning och användning av vätgas som kommer att leda till en förväntad snabb kostnadsminskning av tekniken. Man kan se fram mot en betydande användning inom området redan vid mitten av 2020-talet.

Intresset för vätgas för Ishallen, som förevarande förstudie behandlar, är i första hand för energilagring och förbättrad utnyttjning av egenproducerad el. I första skedet har inte föreslagits att ta steget över till ett vätgasbaserat energisystem.

Antagna primärområden

Allmänt anses vätgasbaserade system komma att spela störst roll inom kommersiella transporter, taxi och långtradartrafik där de kommer att konkurrera med hybridsystem el/fossilt bränsle. Det anses att där kommer möjligheten till snabb tankning och den betydligt mindre dödvikten av systemet komma att spela stor roll.

Även inom uppvärmning av flerbostadshus och villor där det är enkelt att ersätta naturgaspannor med vätgaspannor kommer tillämpningen tidigt. I Sverige kommer på motsvarande sätt fjärrvärmeproduktion med vätgas att konkurrera med biobränslesystem efter att alla fossila system har ersatts av miljövänligare alternativ.

Hybridtekniken inom stålverk är redan i pilotdrift i Sverige. EU förutser att också cementindustrin kommer att använda vätgas för att bli fossilfri. Även för andra områden med vätgas som industrigaser, där vätgasen i dag tillverkas från fossila bränslen som metan antar man att vätgas framtagen med förnybar el kommer att bli allt billigare. Det kan förväntas att fossilbaserad produktion av vätgas kommer att bli belastad med allt högre utsläppsskatter vilket kommer att leda till att omsvängning kommer att ske första halvan av 2020-talet.

Det bedöms inte att vätgas kommer att kunna konkurrera med batteridrivna personbilar i någon större utsträckning förrän framåt 2030 när de stora bilproducenterna har haft tid att återvinna investeringarna som just nu har skett och sker i hybridbilar baserade på fossildrivna bilar.

På längre sikt anses vätgas bli betydelsefullt för tåg, fartyg och flygplan där investeringarna i existerande system är mycket hög och batteridrivna alternativ kommer att inkräkta för mycket på utrymmet för nyttolasten.

Hur kan vätgas användas småskaligt

Den kanske allra viktigaste tillämpningen i relativ närtid kommer att bli att balansera elnätet där det är stort behov att kompensera för variationen av tillgång på vindel och solel just nu är kraftigt begränsad till mellan 10% - 15% av totala elbehovet eftersom balansproduktionen är begränsad i vårt nuvarande elnät. Här kommer vätgasbaserade system att snabbt komma in vid halvstora producenter och framför allt vid riktigt stora producenter där kostnaden för batterisystem är orimligt dyra och orimligt stora för säsongbalansering.

Eftersom relativt små testanläggningar har fungerat som pilotanläggningar finns redan i dag tekniken lämpad för större jordbruk. Då kostnaden av inköpt el är mycket stor kan prisutvecklingen som förutses för vätgassystem snabbt komma att leda till att vätgassystem för större gårdar blir konkurrenskraftiga redan under första halvan av 2020-talet. Jordbruk drivs också av ägare som är vana att investera dyrt i sin produktion för att få en effektivitets- eller kostnadsvinst.

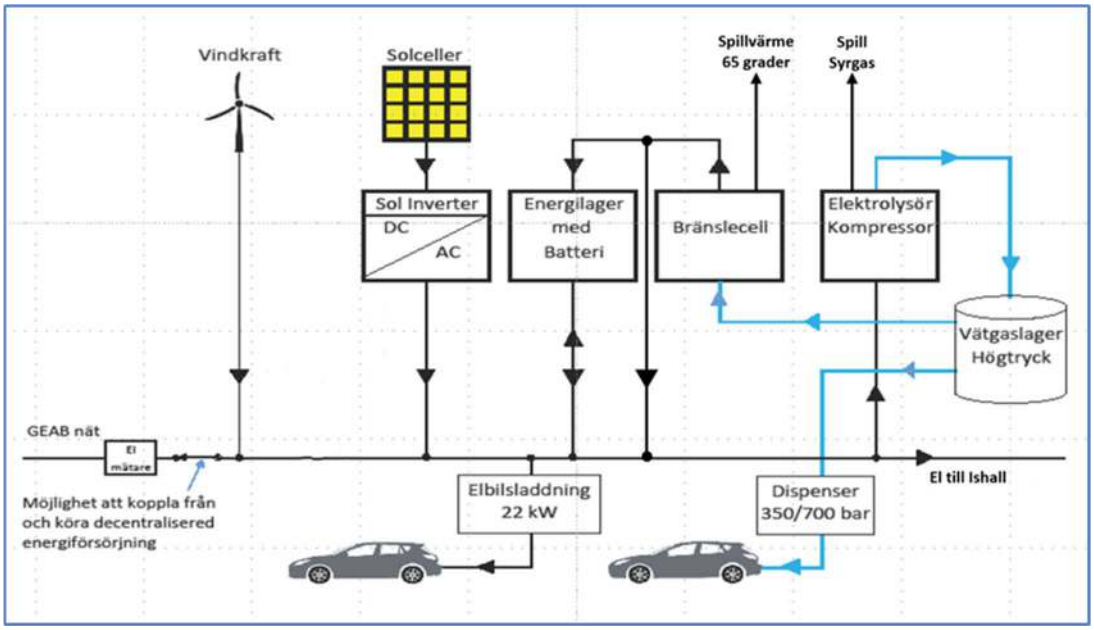
Samma typ av lösning som för jordbruk skulle kunna användas för Ishallen för att öka utnyttjandet av egenproducerad el. En sådan lösning är främst en balansering av snabba variationer i överproduktionen av grön el och på så sätt hantera säsongvariationer där både vindel och solel har tydliga säsonger med hög och låg produktion.

Då vätgassystem har stora energiförluster i form av värme (ca 50% från gas-till-el) så bör förbrukaren kunna tillgodogöra sig värmen för exv. vattenburen golvvärme och radiatorer. Spillvärmen fås i form av kylvatten vid ca 65 grader. Detta gör att kombinationen av solceller och vätgas kan vara extra attraktivt, då värmen behövs framförallt på vintern medan elen levereras mest på sommarhalvåret.

En annan vätgaslösning, då för mer storskalig produktion, är att koppla ihop vindkraft med vätgaslager och fjärrvärmenät. Fördelen då är att den genererade elen kan säljas vid ett senare tillfälle – eftersom vindkraftintensiva regioner har liknande vindförhållande kan timpriset för den producerade elen bli lågt när produktionen är hög. Spillvärmen kan sedan levereras på fjärrvärmenätet där temperaturen lyfts upp från 65 grader med hjälp av värmepumpar.

Systemexempel för Ishallen

Ett tänkt system på funktionsnivå där en vätgaslösning används som energilager för att hantera långsamma säsongvariationer skulle kunna vara enligt bilden nedan. Alla block har kommersiella tekniska lösningar i dag. (Bilden från Nilsson Energy, modifierad för Ishallen)



Figur 9. Systemöversikt över undersökt system med vätgaslager i kombination med vindkraft, solceller och batterilagring – med möjlighet till både elbilsladdning och vätgasbilstankning.

Under kortvariga variationer i el från vindkraft eller solceller stöttar ett konventionellt batteri, t.ex. Li-jon-batteri, processen både för Ishallens behov och så att vätgassystemet har energi för att hantera eventuella tomgångsbehov i elektrolysören.

Förluster i konfigurationen

Givetvis har de olika blocken i vätgassystemet förluster som leder till att bara en begränsad del av den elenergi som lagras i vätgaslagret kan återskapas och användas i Ishallen.

Verkningsgrader i de olika blocken baserar sig på siffror från 2014. Tekniken är fortfarande under snabb utveckling vilket har lett till bättre värden 2020 och kan förväntas förbättras ytterligare de närmaste 10 – 20 åren. Prisnivån har halverats under det senaste decenniet och även här kan man förvänta sig en snabbt förbättrad prisnivå när större volymer produceras. Prisutvecklingen på solceller och vindkraftverk de senaste 20 åren har ju som jämförelse varit dramatisk.

Verkningsgraden i elektrolysören är ca 75 - 80%. Kompressorer är en redan långt utvecklad teknologi och verkningsgraden kan förväntas vara ca 90%. Bränsleceller har funnits under lång tid och tekniken har utvecklats till verkningsgrader kring 50%. Det förväntas förbättringar även här men i första hand måste kostnadsnivån förbättras för att vätgassystem ska kunna konkurrera med existerande fossila energilösningar.

Hela kedjan innebär att man får ut ca 1/3-del av den inmatade energin i form av el. Om man kan ta tillvara spillvärmen från bränslecellen, blir verkningsgraden närmare 60 - 70%. Det kan noteras att den möjligheten finns för Ishallen som är storförbrukare också av fjärrvärme. Siffran för verkningsgraden för el ser inte särskilt imponerande ut men konkurrerar väl med andra storskaliga energilager som man investerar mycket stora belopp i för att stötta satsningarna på solel- och vindelproduktion.

I Tyskland, Storbritannien och Danmark bygger man energilager där man komprimerar luft till mycket högt tryck och i enorma volymer i nedlagda saltgruvor, bergrum och i kluster av gummiballonger djupt i oceanerna. Tryckluften får driva tryckluftsdrivna generatorer för att återskapa elenergi. I denna teknik får man betydande spillvärme vid komprimeringen. Samtidigt krävs tillförsel av värme vid elgenereringen p.g.a. att temperaturen faller kraftigt vid expansionen av tryckluften. Denna värme tillförs genom inblandning av bränsle (fossilt) som förbränns.

Andra mer välkända sätt är pumpkraftverk i existerande vattenmagasin för vattenkraft eller i nedlagda gruvor. Man utnyttjar mycket välkända teknologier och minimerar därmed de tekniska riskerna. Samtidigt har de givetvis begränsad utvecklingspotential.

För närvarande går det åt ca 50 kWh elektricitet att via elektrolys spjälka vatten och framställa 1 kg vätgas och sedan ytterligare ca 15 kWh för att komprimera gasen till 700 bars tryck för att förvara den i vätgaslagret

Den traditionella vägen att framställa vätgas är reformering av fossila bränslen eller biogas. Tekniken har använts och optimerats under drygt hundra år. Den är väsentligt mindre resurskrävande än elektrolys av vatten men den har betydande utsläpp av koldioxid. Den teknik som finns i dag för uppsamling av utsläppet av koldioxid är välkänd men är dyr och resurskrävande. Till nöds skulle man kanske kunna få ett system som är koldioxidneutralt.

Bieffekter och tänkbara kopplingar utanför Ishallen

Verkningsgraden på hela kedjan förbättras väsentligt om man kan tillgodogöra sig spilleffekter som värme från bränslecellen och kompressorn. Likaså kan spillet av syre säljas som industrigas eller användas i t ex akvaponisystem eller fiskodling. Man kan också tänka sig utnyttja den kyla som uppstår vid expansionen av den komprimerade vätgasen. Kylbehov finns i Ishallen liksom det närbelägna Växthuset.

Bilden indikerar också alternativ användning av el och vätgas. För den händelse att hela systemet har överskott av vätgas kan man tänka sig att ha laddstolpar för elbilar och/eller vätgasmack för vätgasfordon.

Man kan därefter använda den för att tanka långtradare och andra tunga lastbilar från en vätgasmack. På motsvarande sätt kan fartyg tankas i Slite hamn.

Självfallet är detta avlägsna möjligheter då infrastruktur och fordon kommer att saknas under många år.

Alternativanvändning

I andra applikationer kan den komprimerade gasen användas för att med vätgasdrivna gasturbingeneratorer generera el. På så sätt skulle de två gasturbinerna á 90 MW i Ångkraftverket i Slite kunna ersättas med vätgasturbiner. Därmed skulle betydande delar av den importerade elektriciteten till Gotland kunna ersättas med lokalt genererad elektricitet. Vätgasdrivna gasturbiner tillverkas i dag av Siemens i Finspång.

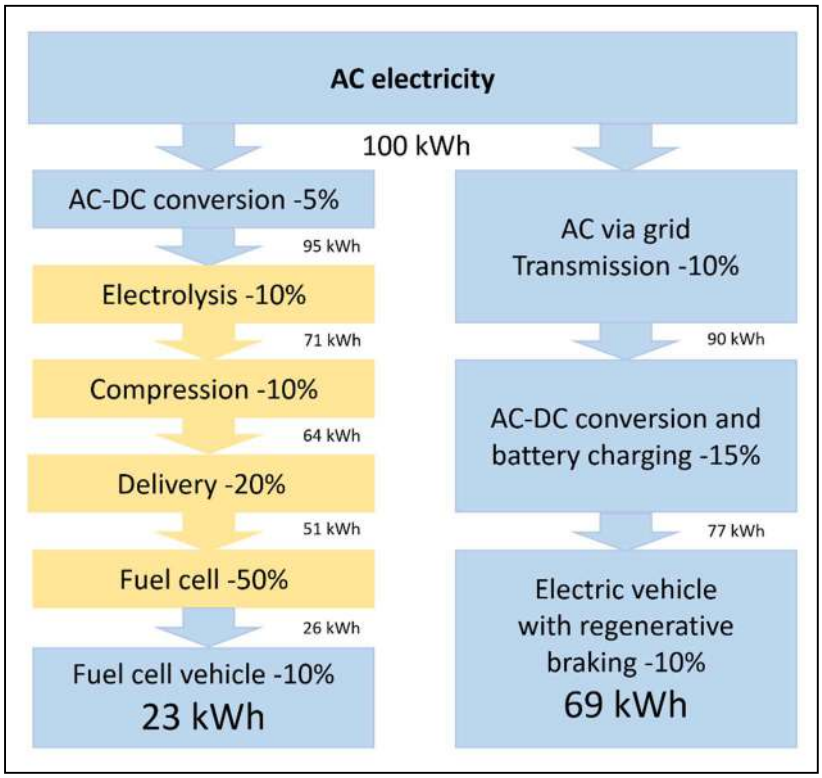
I mycket mindre skala kan en vätgaspersonbil som Toyota Mirai köra ca 100 km på 1 kg vätgas. För att köra 10 km krävs således 0,1 kg vätgas som kräver 6,5 kWh grön el att framställas. En likvärdig personbil med ett Li-jon-batteri behöver 1,2 – 2,0 kWh grön el från en laddstolpe för att köra 10 km.

Fördelar för vätgasen är väsentligt lägre vikt och betydligt snabbare tankning. Det senare blir i praktiken nödvändigt då en dags förbrukning med batteri skulle ta flera dagar att ladda med dagens teknik medan vätgasen kan laddas på 20 minuter. Den högre vikten av batteriet tar också för stor del av det betalda lastutrymmet. Å andra

sidan kommer utrymmet för nödvändiga vätgastankar att behöva konstrueras in i karossen på samma sätt som batteriet i elbilar krävde omkonstruktion av karossen.

Vätgasbilens prestanda är tagna från en bil med teknik från 2014 medan batteribilens prestanda är från år 2020. Även om vätgasprestanda har förbättrats under 6 år är det fortfarande en betydande skillnad i förbrukning av grön el. Toyota menar att gapet kommer att slutas innan år 2030. I EU:s vätgasstrategi menar man dock att användning av vätgas för personbilar bör prioriteras ner. Man bör förbehålla vätgasen för tyngre applikationer där batterier blir alltför stora för att använda i praktisk tillämpning som långtradare, tåg, fartyg och flygplan.

För några år sedan gjordes en populär analys av hur stor andel av producerad el ut från produktionsenheten som till sist kan användas för framdrivning av en personbil för elbil med batteri respektive via tillverkning av vätgas och använd i en vätgasbil med bränslecell enligt nedanstående bild:



Figur 10. Grov jämförelse energiutbyte bränslecellbil och batteribil ca år 2018. Bild tagen från populär svensk tekniktidskrift

Den batteridrivna bilen har nästan 3 gånger effektivare utnyttjning av den producerade gröna elen. Om alla Sveriges personbilar skulle vara batteribilar skulle ca 7% av svensk elproduktion gå åt för att hålla bilarna i gång. Skulle bilparken i stället vara vätgasbaserad skulle ca 24% av elproduktionen gå åt. Det är uppenbart att vätgassystemet behöver optimeras betydligt innan det blir konkurrenskraftigt.

En viss fördel har vätgasbilen i så måtto att värmeutvecklingen i bränslecellen kan användas för uppvärmning av fordonet vintertid. Övriga förluster i en vätgasdriven bil är dock verkliga förluster. I andra vätgasapplikationer återigen kan värmen användas och på så sätt få energiekvationen att se betydligt bättre ut.

Kostnadsbild

Ingen investeringsanalys har gjorts då en eventuell konfiguration behöver optimeras och hänsyn tas till användning och försäljning av spillet.

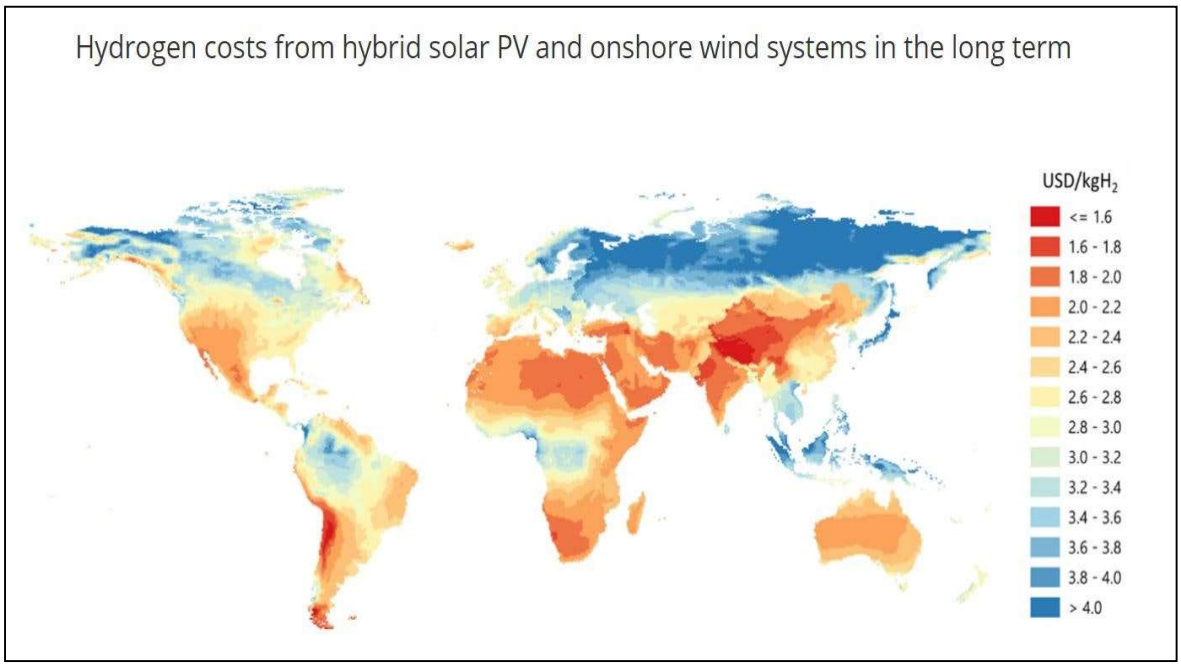
Projektet ”Vätgas och Energilagring”, som har genomförts i LRF:s regi, har beräknat och dimensionerat system för 3 stora gotländska lantgårdar med energibehov liknande Ishallens.

En sammanfattande bild av investeringarna visas nedan. Det är uppenbart att dagens prisnivåer inte möjliggör utnyttjning av möjligheterna att för närvarande ytterst kunna köra en ”off-grid”-lösning för Ishallen med vätgasteknik.

	Gangvide	Ajmunde	Dede
Solceller 250 kWp	2 550	2 550	2 550
Elektrolysör 30 Nm^3/h	5 264	5 264	5 264
Kompressor 30 Nm^3/h	1 027	1 027	1 027
Vätgaslager 4 300 Nm^3/h	1 848	1 848	1 848
Bränslecell 5 kW resp. 30 kW	420	1 046	420
Batteri 48 kW	308	308	308
Summa exkl. moms	11 418	12 044	11 418

Figur 11.Bilden tagen från LRF rapport Vätgas och Energilagring

Det görs allehanda bedömningar av hur kostnaden för vätgas framställd från grön el kommer att kunna bli i framtiden. De får väl betraktas som kvalificerade gissningar men ger ändå en viss uppfattning om vad man tror.



Figur 12 IEA uppskattning av framtida kostnadsbild för vätgas. Bild tagen från IEA rapport 2019. The Future of Hydrogen. Seizing today’s opportunities.

5. Regelverk, problem och möjligheter

5.1. Finansieringsmöjligheter

Denna utredning visar olika möjligheter att gå vidare för en hållbar energiförsörjning. De är förenade med olika kostnader och ger olika lönsamhet. Olika lösningar ger olika bidragsmöjligheter. Olika lösningar ger också med olika lönsamhet med påföljande olika möjligheter för extern finansiering.

Bidrag

Bidrag för olika åtgärder finns att söka från många olika källor. Ofta är dessa inte välkända eller kräver omfattande ansökningar, vilket kan kräva mycket arbete eller att erfaren personal hyrs in. I flera fall är också finansieringens täckning av investeringen otydlig eller okänd förens efter att åtgärden är utförd, vilket komplicerar finansieringen via bidrag ytterligare.

Några av de mer välkända aktörerna inom området aktuella för Cementa Arena:

Riksidrottsförbundet kan ge anläggningsstöd. Huvudsyftet med anläggningsstödet är att skapa nya idrottsmiljöer som genererar fler idrottsaktiviteter för barn och ungdomar. Men svensk idrott ska också vara med och bidra till att Sveriges miljömål uppfylls, därför delar RF ut stöd till energi- och miljöprojekt. Ofta kan föreningarna även spara mycket pengar genom att göra energi- och miljöomställningar i sina anläggningar, som istället kan användas till verksamhet. Stöd till energi- och miljöprojekt kan högst uppgå till 400 000 kr per projekt och maximalt 50 procent av investeringskostnaden.

www.rf.se/bidragochstod/Idrottslyftet/stodtillanlaggningarochidrottsmiljoer/stodtillenergi-ochmiljoprojekt/

Region Gotland ger investeringsstöd till idrottsanläggningar. Anläggningen skall på skäliga villkor och i skälig omfattning hållas tillgänglig för upplåtelse åt varje inom orten verksam organisation eller grupp med organiserad verksamhet. Anläggningen skall drivas utan enskilt vinstintresse. Fastigheten bör innehas med äganderätt. Det regionala stödet kan uppgå till högst 70 % av den beräknade totalkostnaden, dock högst 200 000 kronor.

https://gotland.se/servlet/GetDoc?meta_id=27661

Energieffektiviseringsfonden. När elbolag producerar el märkt med Bra Miljöval avsätter de också pengar till en särskild fond som går till att genomföra energieffektivisering. Energieffektivisering innebär att man utför samma arbete eller tjänst med en mindre mängd energi. Naturskyddsföreningen administrerar bidraget och även Investeringsfonden som är föreningens minsta fond och relativt ny. Den finns för att stödja investering i hållbar elproduktion, särskilt teknik som ännu inte är kommersiellt etablerad. T.ex. elproduktion baserad på spillvärme. Bidragsdelen är 30% av kostnaderna.

www.naturskyddsforeningen.se/bra-miljoval/Energieffektiviseringsfonden

Jordbruksverket lämnar Investeringsstöd för fritids- och idrottsanläggningar. Ny-, ombyggnad eller upprustning av lokaler och anläggning inklusive fast inredning mm kan få stöd upp till 90% av kostnaden. Stödet är främst att betrakta som stöd för en levande landsbygd och Slite Utveckling AB har genomfört projekt med detta stöd som bl.a. bidragit till att utveckla verksamheten runt Cementa Arena

www.jordbruksverket.se/stod/service-och-satsningar-pa-landsbygden/fritids--och-idrottsanlaggningar

Energimyndigheten kan lämna olika typer av stöd. Olika typer av stöd utlyses i den takt medel tilldelas myndigheten. För närvarande finns inga stöd som passar in på projektet.

www.energimyndigheten.se/utlysningar

Naturvårdsverket kan möjligen lämna investeringsstöd via Klimatklivet (är inte aktivt just nu, men kommer förhoppningsvis tillbaka efter nyår) Klimatklivet är ett stöd till lokala och regionala investeringar som minskar utsläppen av koldioxid och andra gaser som påverkar klimatet. De investerade medlen ska ge största möjliga utsläppsminskning per investerad krona.

www.naturvardsverket.se/Stod-i-miljoarbetet/Bidrag/Klimatklivet/

Emission

I Slite har tidigare funnits bra möjligheter att få in kapital i bolag utan vinstintresse, Företag och privatpersoner har tillsammans satsat miljoner i aktiekapital i bl.a. Ishallsprojektet och i Golfbaneutbyggnad. Slite Vandrarhem är ett annat exempel där Sliteföretagare gick samman och köpte aktier som tillsammans med lån finansierade bygget.

En satsning på hållbar energi kan säkert finna sina investerare. Några kan säkert stödja projektet av ideella skäl men för en större satsning krävs säkert en viss avkastning, antingen pekuniär eller i form av billig energi.

Lån

Banklån till en satsning i förnybar energi kräver stabil ekonomi, säkert kassaflöde och goda säkerheter och eget kapital. Möjligheten till banklån är beroende av hur investeringskalkylen ser ut. Organisationsform har också betydelse.

Kapitalandelslån

Gotlands Lokalfinansiering AB har en ny utvecklad finansieringsmodell anpassad för mindre företag och ger lokala investerare möjlighet att investera i bygdens företag.

Modellen är inspirerad av Crowd Funding, som numera finns över hela världen i många olika varianter. Det unika för Gotlands Lokalfinansierings modell är att de satsade pengarna, som sätts in på klientmedelskonton kopplade till projekten, sedan lånas ut av investerarna som kapitalandelslån – ett mellanting mellan lån och aktier som hos företaget räknas som eget kapital. Detta gör att företagets soliditet ökar. Det blir därmed lättare för företaget att gå till banken och få lån om ytterligare kapital skulle behövas.

https://gotland.lokalfinansiering.se/

5.2. Bolagsbildning

Fastigheten Othem Folkparken och ishallen ägs av IK Graip. Konstgräsplanen ligger på mark som ägs av region Gotland. IK Graip är majoritetsägare av Slite Idrottscenter AB, som hyr anläggningarna och driver dem på kommersiella villkor.

Idrottsföreningen har inget intresse av att äga anläggningarna. Ägandet är en följd av de bidragsbestämmelser som rådde när ishallen byggdes. Avsikten är att Slite Idrottscenter AB skall överta anläggningarna och motsvarande skulder.

Vid en satsning på att göra Cementa Arena självförsörjande på energi krävs sannolikt att ägandet av anläggningen överförs till i Slite Idrottscenter AB. Ett aktiebolag, med sin legala struktur, underlättar kapitalanskaffning.

En överlåtelse av anläggningarna till ett värde motsvarande belåningen i bank kostar med 4,25% stämpelavgift cirka 200 tkr

5.3. Ledningskoncession

Företag som vill ägna sig åt elöverföring måste ansöka om tillstånd (nätkoncession) för att få bedriva elnätsverksamhet. Ansökan om nätkoncession görs hos Energimarknadsinspektionen (Ei). Tillståndsprövningen finns för att säkerställa att företag är lämpliga att driva elnätsverksamhet, och för att förhindra att elledningar byggs på ett sätt som skadar människor, djur och natur.

Tillstånd krävs för alla starkströmsledningar som har en spänning, strömstyrka eller frekvens som kan vara farlig för personer eller egendom. Däremot kan vissa elledningar byggas utan tillstånd, exempelvis de ledningar vi har i våra bostadshus. Detta kallas för icke koncessionspliktiga nät och förkortas IKN.

Det finns två typer av nätkoncession – nätkoncession för linje och nätkoncession för område.

Nätkoncession för linje

Nätkoncession för linje gäller för en enskild kraftledning med en bestämd sträckning och berör främst transmissionsnät och regionnät.

Transmissionsnätet har huvudsakligen spänningsnivåerna 220 och 400 kilovolt (kV) medan regionnätets spänningsnivåer oftast ligger mellan 30 och 130 kV. Regionnätet kopplar samman transmissionsnätet med lokalnäten. Dessa har ännu lägre spänning (10 och 20 kV och ett lågspänningsnät på 400V).

De nätkoncessioner för linje som Ei utfärdar idag gäller oftast tills vidare. En del äldre koncessioner omfattas av äldre regler och har därför en tidsbegränsad giltighetstid.

Nätkoncession för område

Nätkoncession för område berör elnätsverksamhet inom ett geografiskt område (lokalnät).

Företag som har nätkoncession för område behöver inte ansöka hos Ei om tillstånd för varje ledning som ska byggas. Dock ska man vara observant på andra gällande regler som exempelvis miljöbalkens regler om samråd med länsstyrelsen.

Nätkoncession för område är i princip en ensamrätt att distribuera el till kunder inom området. På Gotland har Gotlands Elnät AB områdeskoncession.

Icke Koncessionspliktiga nät

En grundförutsättning för att en elledning eller ett elnät ska vara undantaget från kravet på nätkoncession är att det är ett internt nät. Ett internt nät är ett nät eller en elledning som den som innehar nätet eller elledningen har för att överföra el till sin egen verksamhet. Till exempel kan det handla om en elledning som finns inne i en fabrik för att försörja maskiner där med el, eller ledningarna i ett hem. I vissa fall är det tillåtet att överföra el till andra också (se nedan), men överföring måste alltid ske åtminstone delvis till den som äger elledningen eller elnätet för att det ska räknas som ett internt nät.

Förutom att det ska vara ett internt nät krävs också att två andra kriterier är uppfyllda för att en elledning eller ett ledningsnät ska vara undantaget från kravet på nätkoncession. Nätet får inte ha för stor utbredning och det område som undantaget gäller måste vara lätt att avgränsa. Det måste alltså på ett enkelt sätt gå att konstatera var området slutar.

5.4. Energibeskattning och regelverk

Nätkoncession

Projektet i Cementa arena berör ett antal lagar, regelverk och förordningar. Åtminstone en av dessa, Lag om särskild förvaltning av vissa elektriska anläggningar (Nätkoncession) är sådan att projektet måste förhandla med GEAB, som har områdeskoncession, för att få tillstånd att flytta anslutningspunkten för 10 kV-ledningen från vindkraftverket.

Stödåtgärder från staten

Både vindkraft- och solenergiområdena har haft och har fortfarande ett stort antal olika stödsystem som till dels är näraliggande men ibland är så utformade att det kan vara svårt att falla inom ramarna för stödåtgärden.

Inom solelområdet finns fortfarande ett antal stödåtgärder som existerar för att gynna framför allt utbyggnad av solel för privatpersoner och mindre företag. Eftersom Cementa Arena kommer att ha en anläggning, med både vindel och solel, som är större än vad som klassas som mikroproducent enligt både ellagen och skattelagen kommer Cementa Arena inte kunna få skattereduktion, fritt mätarbyte och andra förmåner som är associerade med mikroproducenter.

Investeringsstöd

Regelverket omfattar både solcellsanläggningar och vindkraftverk. Investeringsstöden för företag är fortfarande pågående men avsatta medel är nu så begränsade att Cementa Arena inte kan räkna med att få del av stödet. Inga nya medel har ännu avsatts till investeringsstöd.

Elcertifikat, ursprungsgarantier och nätnytta

Dessa har varit marginella tillskott till värdet av den elenergi som man säljer till marknaden. Värdet av elcertifikaten och ursprungsgarantierna har fallit dramatiskt (0,2 öre/kWh respektive 0,1 – 0,2 öre/kWh). Det blir marginellt jämfört med den nätnytta som vanligen betalas (3 – 7 öre/kWh).

Systemet för elcertifikat är under avveckling och inga nya anläggningar får anslutas efter utgången av 2021. Det innebär att solelanläggningen på Cementa Arena inte hinner anslutas i realiteten.

Vindkraftverket har redan förbrukat sina 15 års tilldelning av elcertifikat.

Cementa Arena kommer att i bästa fall kunna tjäna upp till 50 000: - kr per år beroende på priset på nätnyttan och hur stor del energi som slutligen försäljs.

Försäljning av överskottsel

Det är alltid mer lönsamt att förbruka egenproducerad el i stället för att sälja den. Då överskottselen avyttras måste den säljas till ett elhandelsföretag.

Det finns undantag för försäljning till elbilsladdning via laddstolpar, men sådana är inte en del av projektet i första fasen. Behovet av laddstolpar i Slitetrakten är stort men torde förutsätta större energilager el till el än det som planeras i första skedet för Cementa Arena.

Elhandelsbolag betalar spotpriser på Nordpool för inköpt elenergi. Vissa undantag tillämpas för mikroproducenter men det faller utanför Cementa Arena.

Det litiumjonbatteri och den vattencistern som planeras som energilager av värme ger möjlighet till större användning av egenproducerad el. Omfattningen har inte detaljberäknats.

Energiskatt

Eftersom vindkraftverkets effekt överstiger 255 kW blir ska Cementa Arena registrera sig för energiskatt och betala energiskatt (ca 35 öre/kWh) för all egenförbrukad el från vindkraftverket. Solelen som egenförbrukas belastas med 0,05 öre/kWh i energiskatt eftersom effekten i solcellsanläggningen understiger 500 kW.

Då arenan kommer att vara registrerad för energiskatt kommer all energiskatt på inköpt el att vara avdragsgill.

Skatteregler för näringsfastighet

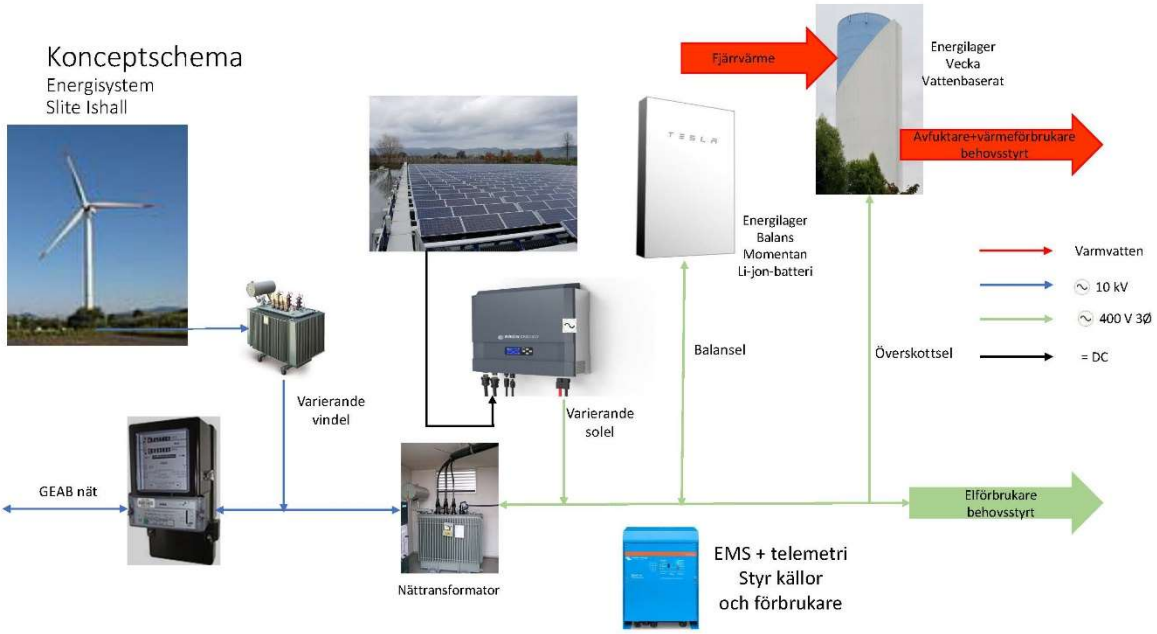
Avdrag kan göras för anläggningens avskrivning, reparation och underhåll.

Om investeringen är gjord i huvudsak för försäljning av elenergi görs avskrivning som för inventarier oavsett om viss del används i verksamheten. Är investeringen gjord i första hand för att minska inköpt elförbrukning och om anläggningen är placerad på eller i byggnad där egenförbrukningen sker ska avskrivningen i stället göras som för byggnad även om visst överskott säljs.

Det har ingen betydelse om elen lagras i batterier före användningen eller försäljning.

6. Förslag till driftlösning

Ambitionen har varit att finna en off-grid lösning med hållbar energiförsörjning. Den lösning vi föreslår innebär dock att Cementa Arena kommer att vara ansluten till nätet i en första etapp.



Slite Idrottscenter AB/Cementa Arena skall försörjas med el från Vindkraftverk solceller och spillvärme från Cementfabriken. Sol och vindel kompletterar varandra, under den mörka delen av året blåser det mest och under den ljusa delen peakar solelen. Variationer i produktion och konsumtion skall så lång möjligt utjämnas med energilager. Överskottsel skall säljas till GEAB.

6.1. Organisation

Fastigheten Othem Folkparken 3 och Ishall ägs av IK Graip. Anläggningarna hyrs ut till Slite Idrottscenter AB som driver verksamheten.

Vindkraftverket ägs av privat aktiebolag och är beläget på Othem Österby 1:229 som i sin tur ägs av Cementa AB. Mellan de båda fastigheterna ligger Othem Folkparken 1 som ägs av Region Gotland.

Solcellanläggningen ägas av fastighetsägaren; IK Graip

Högspänningsledning från Vindkraftverk till Folkparken 3 och transformator kan ägas av vindkraftägare, Fastighetsägare (IK Graip) eller Slite Idrottscenter AB. Finansieringen blir avgörande för vem som skall väljas.

6.2. Vindel

Tillgång till egen el från vindkraftverket säkerställs till Cementa Arena/Slite Idrottscenter AB antingen genom köp eller leasing av anläggningen,

Vindkraftverket har idag en effekt på 600 kW och producerar cirka 800 MWh årligen. Verket producerar nästan aldrig vid toppeffekt. Verket skall dimensioneras ner så ett maxeffekten bir 250 kW. Genom detta blir egenförbrukning endast beskattad med 0,5 öre/kWh. Genom effektminskningen beräknas produktionen minska med 100 MWh årligen.

Elen produceras i 0,7 kV och transformeras upp till 10 kV vid vindkraftverket och förs över via en Hsp-kabel till Transformatorstation vid Cementa Arena, Kabel ägs idag av GEAB och skall tas över för att energin skall räknas som egenförbrukning och för att inte nätavgifter skall betalas.

I kalkylen har vi utgått ifrån att GEAB överlåter kabeln utan kostnad. Den har ju tidigare i sin helhet bekostats av ägaren till Vindkraftverket.

Eventuellt krävs koncession för ledningen, Utredning pågår.

Figur 31.Översikt Vindkraftverk och anslutning till ishallen

Överskott av vindel som inte kan lagras säljs till GEAB på 10 kV. Egenförbrukningen transformeras ned till 0,4kV på det interna nätet.

6.3. Solel

På ishallens tak monteras solcellspaneler med en effekt på cirka 60 kW. Panelerna kopplas till växelriktare och en solcellscentral~~en~~ som är dimensionerad att klara ytterligare anslutning av 160 kW. Solelen beräknas ge cirka 50 MWh per år. Kostnad för anläggningen beräknas till cirka 830 tkr utifrån inhämtad offert.

6.4. Utjämning

Det finns olika möjligheter för balansering av produktion och konsumtion. Vi har valt dels ett elbatteri för momentan utjämning och ett vattenlager för längre utjämning. Den prima fjärrvärmen kostar drygt 70 öre/kwh och används till avfuktning och uppvärmning. Vattenlagret värms upp vid tillgång på överskottsel och går då in och ersätter fjärrvärme.

Elbatteri

Ett Litiumjonbatteri av typ Tesla Powerwall med en kapacitet av 14 kWh skall ge en utjämning på 10 MWh per till ett värde av cirka 1 kr/kWh Det betyder att denna energi kan användas för egen förbrukning i stället för att som överskottsel säljas på nätet. Kostnaden för batteriet blir knappt 100 tkr. Payoff tiden på denna investering blir 10 år. Lönsamheten blir alltså låg om inget bidrag finns tillgängligt.

Vattenbatteri

En isolerad tank på cirka 40 m^3 värms upp med elpatroner och ersätter inköp av prima fjärrvärme.

Temperaturen i tanken varierar mellan 110° och 80°. Värmeinnehållet räcker för cirka 2 dagars förbrukning och totalt beräknas cirka 70% av den prima fjärrvärmen ersättas med el.

6.5. Kalkyl

Vi har beräknat bruttokostnader för olika delar i projektet. Vi bedömer möjligheterna till bidrag som goda och lönsamheten blir beroende av nettokostnaden, efter bidrag.

Värdet av befintligt vindkraftverk beräknas utifrån marknadspris 2,5 kr/årskilowattimme

Intäkterna är beräknade dels ifrån värdet av ersatt energi, dels beräknat från marknadsvärde av försåld energi.

Investering	Tkr		
Vindkraftverk	2 000		
Transformatorstation	350		
Solcellanläggning	830		
Elbatteri	150		
Vattenbatteri	300		
Oförutsett	200		
Summa	3 830		
Intäkter	MWh/år	kr/kWh	Tkr/år
Egen El	250	1,32	330
Elöverskottsförsäljning	300	0,35	105
Fjärrvärme	200	0,73	146
	750		581
		Driftkostnad	-70
		Bidrag	511
Payoff tid	7,5	år	
Internränta	5,6%	10 års livslängd	

6.6. Åtgärdslista

För IK Graip/Slite Idrottscenter AB föreslås nedanstående åtgärder

- Plan för fortsatt energieffektivisering och energiomvandling
- Undersök konkret framtidsplan för Cementa
- Sök bidrag till solcellanläggning hos Region och Idrottslyft.
- Förhandla med ägare till vindkraftverket om övertagande.
- Förhandla med GEAB om övertagande av högspänningskabel och installation av transformator för tecknade av HSP-abonnemang.
- Klargör behov av nätkoncession
- Ordna finansiering
- Upphandling
- Undersök elproduktion med spillvärme tillsammans med Cementa
- Undersök möjligheter för pumpkraftverk
- Följ utvecklingen av vätgaslagring av överskottsel.