

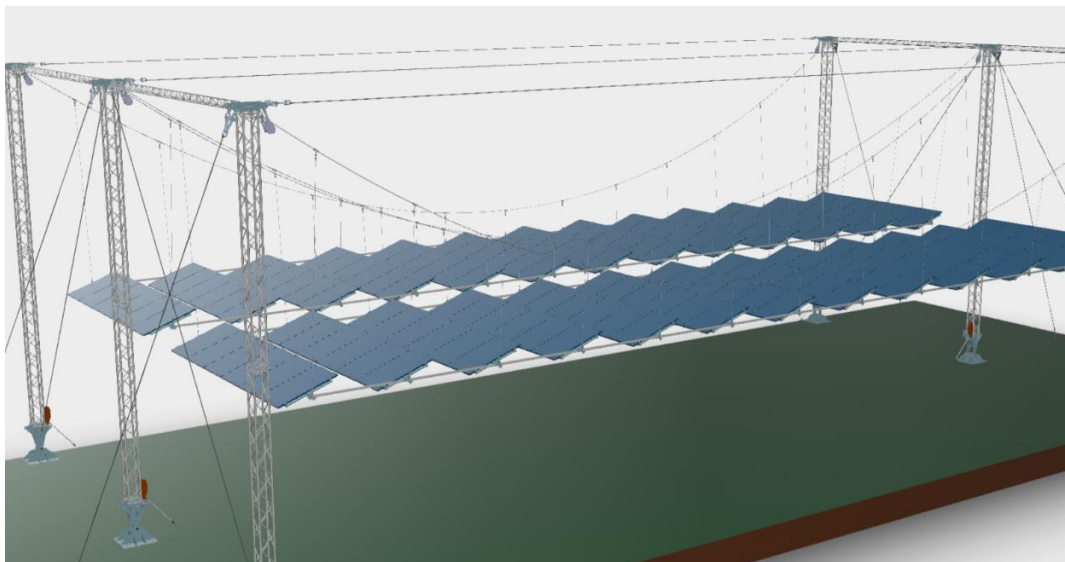
Förstudie utförd av S2H2+Bm (S2H2) och Glabra AB för Trelleborg Hamn som underlag för en potentiell investering i en större solcellsanläggning inom Trelleborgs hamnområde.

Bakgrund

Teknisk förstudie inför investering i solcellsanläggning i Trelleborg hamn.

Trelleborg hamn har visat intresse för en investering i solelproduktion ovanför trafikområden i hamnen. Syftet är att producera förnybar energi och samutnyttja ytorna i hamnen. S2H2+Bm har förevisat sin tekniska lösning med hängbroar. Lösningen intresserar hamnen då stället för solcellerna bedöms ta liten plats, vilket är en förutsättning i hamnen. Estimatet grundar sig på att bygga en anläggning på ca 3 ha som producerar ca 3 miljoner kWh per år (3GWh/år), med option på en betydligt större yta.

För att utreda utformning och anpassningar av montagesystemet för hamnens användningsområde samt investeringskostnader för att kunna fatta investeringsbeslut har en förstudie utförts och som presenteras nedan.



Management Summary:

S2H2 has been given the task to perform a pre-study of a solar cell park, co-existing with the traffic in the harbor of Trelleborg.

The primary area for the establishment of the solar park is in the center of the harbor area, in total, covering an area of 30 000 sqm (3 hectares), this will allow a production volume of approx. 3 GWh per year.

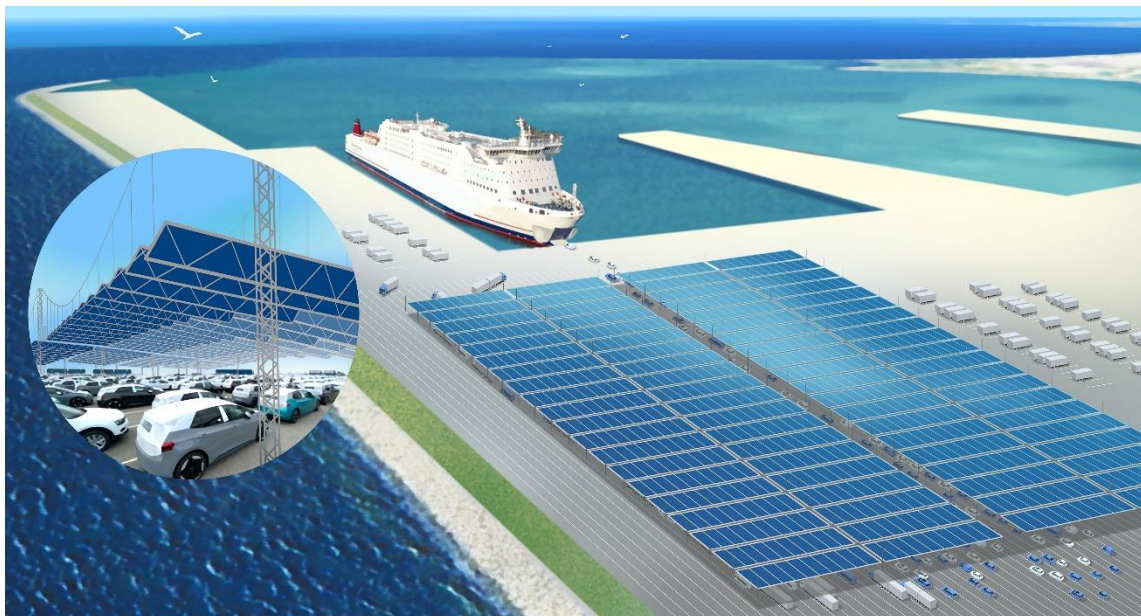
Following the investigation, no technical showstoppers have been identified.

A risk evaluation has been made, partly together with representatives from Trelleborg harbor.

The total investment is estimated to be 35.7 mSEK, including a new transformer to be connected to the main grid in the harbor. Included is also an estimation of cost for connecting the solar park to the grid.

An LCOE calculation using 2% interest gives an LCOE price of 0,62 SEK/kWh.

Additional reduction of cost of 5 to 15% can be achieved by establishing additional areas up to a total of 8 hectares.

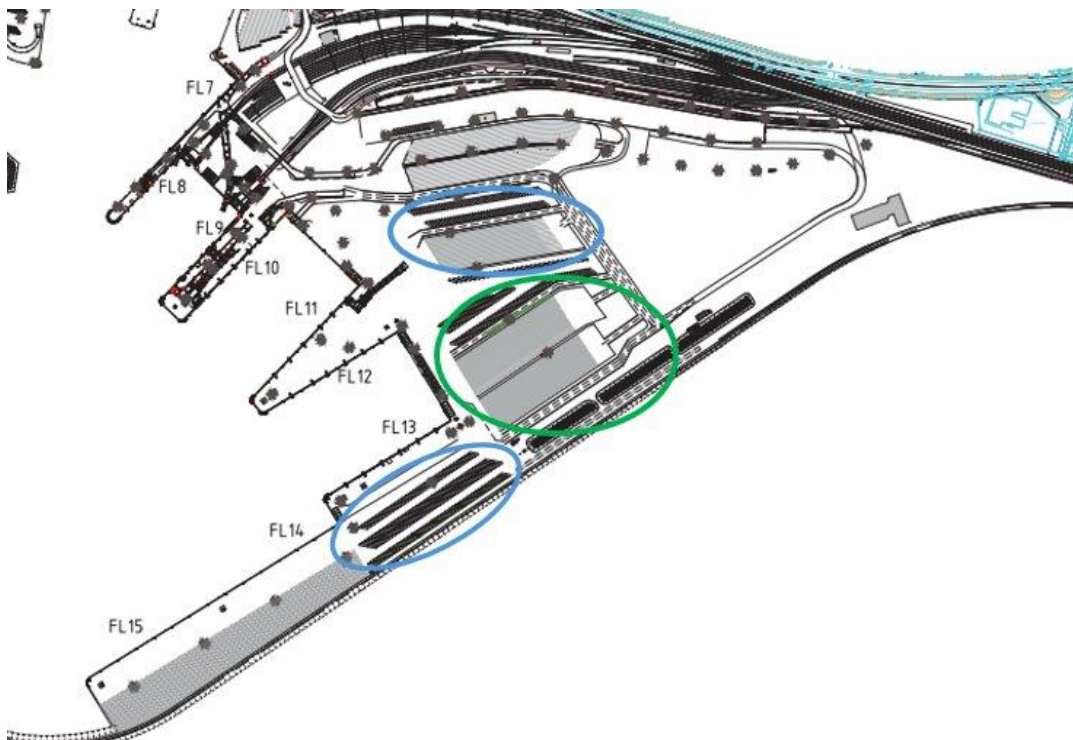


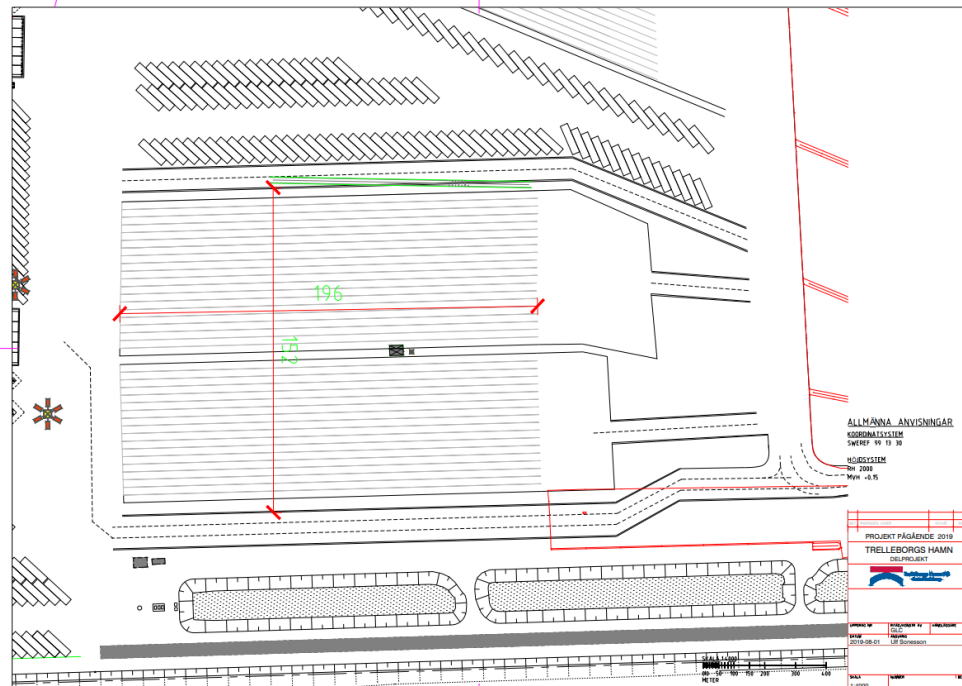
Rapport

Utformning och anpassning av montagesystem

Lämpliga platser för anläggningen.

Tre olika områden diskuterades initialt, men för denna studie fokuserades arbetet på det centrala gröna området i bilden nedan. Ytan har måtten 196 x 152 meter.





Detaljskiss över primärområdet.

Eftersom området kommer att trafikeras av tung trafik behöver stolpar och vajrar vara trafiksäkrade. För motsvarande ändamål används i hamnen idag betongfundament på 2100 mm * 2100 mm * 1200 mm. Vi rekommenderar standardiserade avspärrningsprodukter, t.ex. Lineblock från St Eriks betong som passar väl för att skydda rader av stolpar och vajerinfästningar.



Markegenskaper

I standardutförande fästs stolpar och vajrar med markskruv. Underlaget i hamnen är 140 mm asfalt, 25 mm justerat bärlager, 580 mm 0-90 bärlager och allt detta på en terrass av muddermassor med bra bärighet. Enligt leverantören av markskruvar så skall det gå att använda markskruvar på de flesta ställen i projektet, provborring kommer behövas för att kunna verifiera detta. I kalkyler har det antagits att det går att använda markskruv. Den färdiga ytan ligger på +3 till +4 m ovan medelhavsnivå.

Identifiera höjd, längd och bredd

En hängbro har standardmåten 36 x 9 m. Solceller installeras på en ram som hänger på en höjd av 6 m. Systemets högsta delar är 13 m höga. På det studerade området har vi bedömt att man kan installera 80 st. hängbroar. Systemet kan på ett kostnadseffektivt sätt anpassas efter de förutsättningar som ges i de olika delarna av hamnen. Hamnen behöver fatta inriktningsbeslut att göra investeringen, varefter exakt utformning bestäms i detaljprojektering.



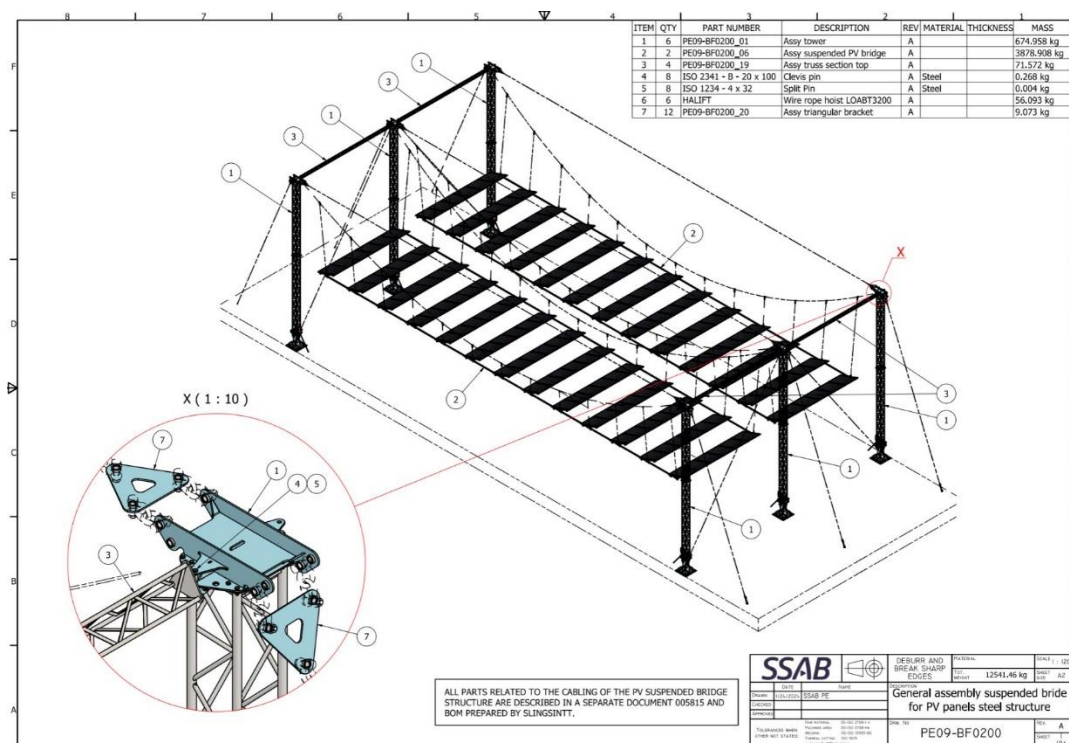
Detalj, brodel med solceller.

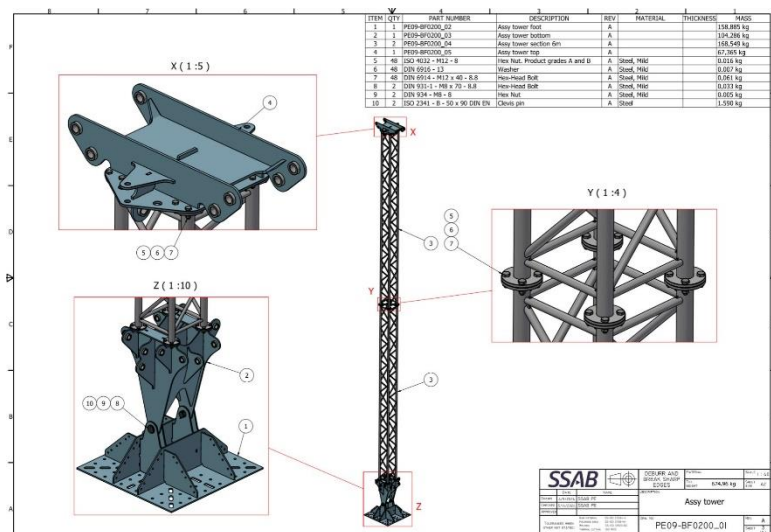
Specificera material

Materialvalet i anläggningens montagesystem är höghållfast stål för att minska vikten och optimera hållfastheten på anläggningen. För utökat korrosionsskydd kommer stålkomponenterna att vara varmförzinkade.

Solcellerna kommer att vara dubbelsidiga. Måtten vi använt är 1134x1800x30mm, med effekten 460 W/panel. Panelstorlekarna utvecklas och kan ersättas med något snarlikt beroende på när byggnation sker.

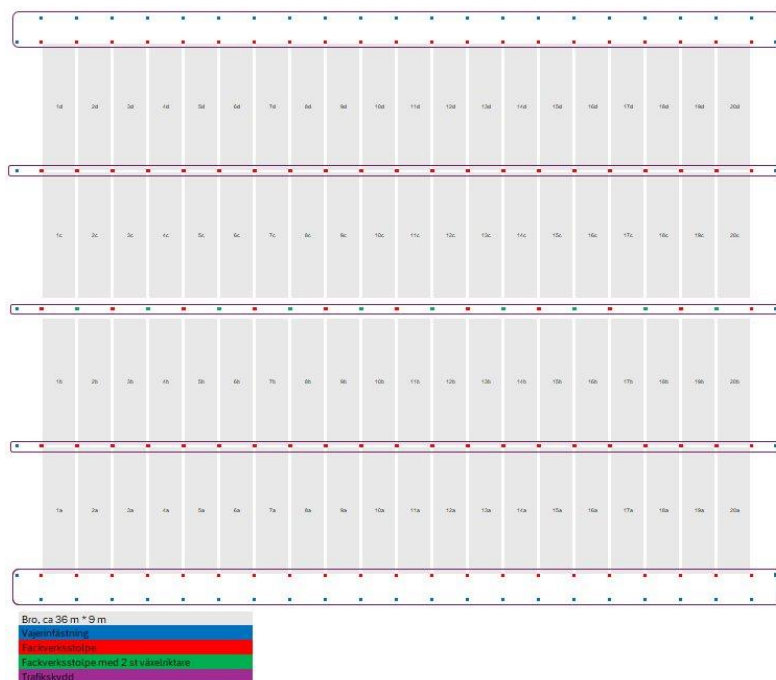
På primärområdet får det plats med 80 st. broar med total toppeffekt på ca 3 MWp. Varje bro har en fackverksstolpe (stolpe) i hörnen och från stolparna i ytterkanten av anläggningen går en fästvajer som fästs i marken med markskruv 6 meter från de yttre stolparna.





Detalj, Fackverksstolpe, fot och "hatt"

Kablaget från solpanelerna samlas i mitten av fältet så att fyra broar kopplas till en växelriktare med 125 kW AC-effekt (gröna punkter i skissen nedan).



Principskiss som beskriver de 80 broarnas inbördes placering, samt stolpar, vajerinfästningar, samt växelriktares och trafikskyddens placering

Översikt elanvändning

Hamnen förbrukar för tillfället 4,5 till 5 GWh per år och det handlas på löpande avtal med Trelleborg Energi. Senast år 2030 måste man enligt lag erbjuda landström för fartyg vid kaj. Då förväntas förbrukningen öka kraftigt, varpå man förväntar sig att säkra upp till 10 MW från dagens abonnemang på 1,6 MW.

I hamnen finns idag en produktionsanläggning för solenergi på 500 kWp som producerar ungefär 0,5 GWh per år. För tillfället uppförs en vindkraftsanläggning med två 120 m höga vindkraftverk på 5 MW st. av Enercon. Vindkraften förväntas producera 15 GWh per år. Produktionen säljs till Trelleborg energi.

Inkoppling på elnät

Överliggande nät: I hamnen finns en mottagningsstation (M1) med möjlighet att ta emot 10 MW. Från denna går 10,5 kV till ett antal egna transformatorer och lågspänningsställverk. S2H2 kommer att installera en ny AC transformator. (Det sannolika är att varje ytterligare område eller fält med broar kommer behöva en egen transformator som kopplas upp till hamnens huvudtransformator.)

Trelleborgs energi kommer behöva en ny servis om hamnen ansöker om ett produktionsabonnemang för solkraft. Nätet är i övrigt tillräckligt kraftigt, men utrymmet mot EON:s överliggande regionnät är fullt utnyttjat. För nytt produktionsabonnemang kommer ny anslutningsavgift. Storleken på den bestäms efter föransökan. Besked kan dröja 3 till 9 månader eftersom regionnätägaren EON behöver kopplas in. Kostnaden för anslutningen är svår att uppskatta, men att jämföra är ett 7 MW batteri som nyligen utretts och där anslutningsavgiften är 5,5 MSEK eller 0,8 MSEK/MW. Nätutredningen för att få en bindande offert på anslutningsavgiften kostar ca 100 000 kr.

Utöver inkopplingsavgiften kommer en inmatningstariff för inmatad el. Trelleborgs Energi utreder för tillfället inmatningstariffens utformning och kostnad. Arbetet kan tänkas vara klart under Q4 2024.

Möjlig synergi

Solkraft och Vindkraft har kraftig negativ korrelation i sina produktionskurvor och borde därför till stor grad kunna samsas om inmatningsabonnemang till elnätet. Det kunde vara värt att undersöka vindkraftens produktionsmönster för att utvärdera hur stor solkraftsproduktion man kunde tillföra på vindkraftsabonnemanget. Genom att göra det skulle anslutningsavgift undvikas helt eller anslutningens storlek och kostnad optimeras. Produktionsmönstret för vindkraften i hamnen kanske kan liknas mer vid havsbaserad vindkraft än landbaserad vindkraft, varför korrelationen kan se annorlunda ut och behöver utredas.

Det är också sannolikt att hamnen i senare skede kommer att vilja installera energilager, sannolikt i form av batterier, för att kunna tillgodose de topplaster som inkoppling av fartyg innebär. Det finns en stor möjlighet till synergi mellan vindkraft, solkraft och batterier med tanke på anslutningarnas storlek och kostnad. Vi rekommenderar att hamnen i en separat utredning studerar detta.

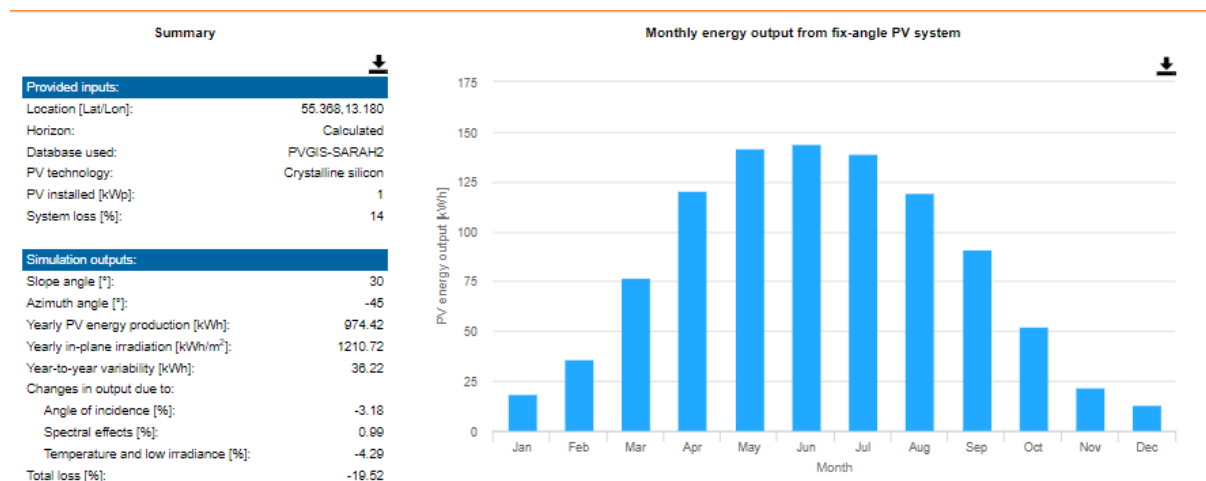
En möjlig part för att utreda behov och synergier även ur ett rent tekniskt perspektiv är Novus Energi, Paul Gummesson.

Produktionsberäkning

Totalproduktion, kWp

Hängbroarna installeras tvärs parkeringsplatserna i 135 graders kompasskurs och med 30 graders lutning jämfört med markplanet. Produktionsberäkningen är gjord för enkelsidiga paneler. Solpanelerna är sedan ett par år dubbelsidiga och kommer även att ha baksidesproduktion. Uppskattning av baksidesproduktionen är svår, då denna typ av högt sittande installation inte är utvärderad tidigare. I vanliga solkraftparker är tillkommande produktion ofta 5-15 %. Vår bedömning är att det här borde ligga i övre delen av spannet.

Om ensidiga solpanelerna installeras i azimuth -45 grader (kompasskurs 135 grader) och i 30 graders vinkel jämfört horisontalplanet produceras 974 kWh per installerad kWp toppeffekt. Merparten av produktionen sker under sommarhalvåret. 14 % systemförluster är beaktade i beräkningen. Beräkningen utfördes med PVGIS.



Produktionsprofil per kW installerad toppeffekt monofaciala solpaneler i Trelleborg hamn då solcellerna är installerade i azimuth -45 grader (kompasskurs 135 grader) och i 30 graders vinkel.

På primärområdet i hamnen ryms 80 broar med en total effekt på ca 3 MW DC. Den totala produktionen förväntas vara mellan 2,8 och 3,1 GWh per år. Där det lägre värdet är för enkelsidiga och det högre värdet är en moderat uppskattning av den dubbelsidiga produktionen.

Kostnadsuppskattning och LCOE

Beräknat pris på anläggningen

Nedan presenteras det kostnadsestimat för anläggningen som vi kommit fram till. Noggrannheten i estimatet uppskattas till +/- 15 %. Nästa steg av konkretisering framkommer vid detaljprojektering. Efter detaljprojektering ska kostnadsestimatet ligga inom spannet +/- 5 %.

Nr.	Sektion	Kostnad per	Antal	Total kostnad, kr
1	Hängbroar	5 055 000 kr/MWp	3,1	15,760,500 kr
2	Solceller	1 794 000 kr/MWp	3,1	5,561,400 kr
3	Växelriktare	460 000 kr/MWp	3,1	1,426,000 kr
4	Transformator	(Huawaei, 2,4 MW AC)	1	1,967,700 kr
5	Betongsuggor, Linebloc barriär	8 452 kr/st	375	3,169,700 kr
6	Mekaniskt montage	1 180 000 kr/MWp	3,1	3,658,000 kr
7	Elinstallation	110 000 kr/MWp	3,1	341,000 kr
8	Transport & maskinhyra	575 000 kr/MWp	3,1	1,780,000 kr
9	Anslutningsavgift mot EON.	0.8 mSEK/MWp	3,1	2,400,000 kr
Summa:				35,695,300 kr

Noteras bör att inga eventuella intäkter har tagits med i denna rapport då detta inte ingick i uppdraget.

Investeringskalkyl

En rak beräkning med 30 års avskrivningsperiod och 0,5% underhållskostnader per år samt en produktionsvolym på 2,95 GWh/år (medelvärde av ensidiga (2,8 GWh/år) och dubbelsidiga solpaneler (3,1 GWh/år)) resulterar i en produktionskostnad på 0,46 kr/kWh.

Vid en beräkning av LCOE (Levelized Cost Of Energy), med 2% ränta resulterar i en LCOE på 0,62 kr/kWh.

Simplified LCOE Calculation

$$\frac{\sum_{t=1}^n \frac{I_t + M_t + F_t}{(1+r)^t}}{\sum_{t=1}^n \frac{E_t}{(1+r)^t}}$$

I_t = Investment expenditures in year t (including financing)

M_t = Operations and maintenance expenditures in year t

F_t = Fuel expenditures in year t

E_t = Electricity generation in year t

r = Discount rate

n = Life of the system

Risikanalyt

Vind och snölast:

Konstruktionen är designad enligt Boverkets regler för att klara en referensvindhastighet på 26 m/s. Beskrivning: Snö och is ökar tyngden på konstruktionen så att den totala påfrestningen överstiger anläggningens hållfasthet med följd att en del eller hela anläggningen rasar.

Konsekvens: Risk för personskada och stora ekonomiska värden både i avbrott i hamnen och kostnad för återuppbyggnad.

Sannolikhet: Låg sannolikhet. Tack vare att solpanelerna är vinklade och hala kommer en relativt låg vikt att ansamlas. Konstruktionens residuallast kommer vara större än uppkommen vikt.

Skulle ras uppkomma är vajerfästen identifierade som svagaste punkt. Om en vajer lossnar faller inte hela systemet, utan en begränsad skada som syns uppkommer.

Bedömning: Konsekvensen är allvarlig, men sannolikheten låg. Vill man införa ytterligare säkerhetssteg kan mekanisk skakning av vajer (inte kvantitativt utvärderad metod) eller uppvärmning av solpanelerna vara lämpliga åtgärder. En ytterligare ökad panelvinkel kan helt eliminera risken.

Isbildning:

Beskrivning: Ansamling av istappar skulle kunna förorsaka skada eller vara farliga för personer om de trillar ner. Underhåll med ronder för att slå ner istappar skulle kunna behövas.

Sannolikhet: Isbildning skulle kunna ske. Vajrar buktar och vatten rinner sannolikt till lågpunkter. Vid lågpunkterna kan istappar bildas. Sannolikt att områden identifieras då anläggningen varit i bruk ett tag.

Bedömning: Hamnen behöver vara medveten om riskerna och vid istappsbildande väderlek kan rondering för att bedöma aktuell risknivå samt åtgärder för att rensa istappar behövas.

Elsäkerhet:

Beskrivning: Anläggningen producerar el och hög spänning uppkommer. El kan vara farligt.

Anläggningen är konstruerad så att spänningen kan nå 600 V - 1000 V på likströmssidan.

Konsekvens: Skador på kablage ger risk för stötar som är farliga för personer eller ljusbågar som kan förorsaka brand.

Sannolikhet: Sannolikheten är låg eftersom utförandet kommer följa god praxis. Detta är en vanligt förekommande typ av elinstallation.

Bedömning: Löpande underhåll, särskilt granskning av kablage och kopplingspunkter är viktigt.

Identifiera huvudriskerna vid samlokalisering.

En riskanalys för samlokaliseringen med hamnverksamheten bör utföras i samråd med ansvariga för de olika teknikområden som finns inom hamnområdet i ett initialt skede av projektet.

- Information till besökare: etablering av nya linjer för körbanor, skyltning, information om anläggningen, allt för att minska risken för påkörning av anläggningen.
- En riskanalys bör göras med avseende på otillbörlig påverkan eller stöld av delar av systemet, och analysera eventuellt behov av ytterligare avspärrningar av vissa delar av systemet.
- Anläggningen kommer att generera höga effekter varför stor aktsamhet måste iakttas vid och kring anläggningen. Specifik utbildning gällande hantering, underhåll och service av anläggningen skall utföras.

Summering

Uppdraget att utreda möjligheten att etablera en större solcellsanläggning i Trelleborgs hamn har genomförts av S2H2 och Glabra AB under perioden juli – augusti 2024.

Etablering av en solcellsanläggning över en yta på ca. 3 hektar anses var möjlig att uppföra i hamnområdet.

Inga tekniska hinder har identifierats som skulle kunna förhindra eller försvåra en samlokalisering av solcellsparken och den trafik som hanteras inom hamnområdet.

En analys av risker har också gjorts och inga risker har identifierats vara så stora att projektet i nuläget bör stoppas. Särskild iakttagelse rekommenderas dock inom vissa områden, så som risk för isbildning, högspänning, information till besökare och trafikskydd.

Ur ett kommersiellt perspektiv så har inga intäkter tagits med i beräkningarna.

En anläggning över en yta på 3 hektar kan komma att producera ca. 3 GWh/år (3 miljoner kWh/år).

Produktionskostnaden i form av LCOE har beräknats till 0,62 kr/kWh.

Vid uppförande av en större anläggning upp till ca. 8 hektar, ger en första uppskattning att en besparing på 5 % till 15% per installerad MW kan uppnås på grund av skalfördelar.