



Soleldrivna biogastankningsstationer och elbilsladdningsstationer i kombination med energilagring

Christoffer Stenvall

Examensarbete
Energi- och miljöteknik
2020

EXAMENSARBETE	
Arcada	
Utbildningsprogram:	Energi- och miljöteknik
Identifikationsnummer:	7140
Författare:	Christoffer Stenvall
Arbetets namn:	Soleldrivna biogastankningsstationer och elbilsladdningsstationer i kombination med energilagring
Handledare (Arcada):	Kim Skön, DI
Uppdragsgivare:	Jeppo Biogas
Experthandledare:	Kurt Stenvall, Ing.
<p>Sammandrag:</p> <p>I denna rapport undersöks möjligheten och lönsamheten i att driva biogastankningsstationer och laddningsstationer med solkraft i kombination med energilagring. Syftet med arbetet var inte att undersöka en fristående lösning utan elanslutning, utan att skapa en bild av möjligheten att bland annat avlasta elnätet. Detta eftersom solkraften och energilagringen möjliggör en mindre elanslutning. Arbetet är baserat på uppgifter insamlade från tillverkarna av respektive produkter, samt information angiven av uppdragsgivaren Jeppo Biogas. I resultatet framkommer det att det är möjligt och ekonomiskt lönsamt. Det är även en möjlig lösning eller del av lösning för att avlasta elnätet och underlätta utbyggnaden av nätverken av gastankningsstationer och laddningsstationer i framtiden. Detta i sin tur är ett steg på vägen för att Finland ska bli koldioxidneutralt 2035.</p>	
Nyckelord:	Energilagring, laddningsstation, tankningsstation, Jeppo Biogas
Sidantal:	48
Språk:	Svenska
Datum för godkännande:	25.05.2020

DEGREE THESIS	
Arcada	
Education: Energi- och miljöteknik	
Identification number: 7140	
Author: Christoffer Stenvall	
Title: Solar powered biogas refilling-stations and EV charging-stations in combination with energy storage	
Supervisor (Arcada): Kim Skön, M.Sc.	
Commissioned by: Jeppo Biogas	
Expert supervisor: Kurt Stenvall, B.Sc.	
Abstract:	
<p>In this report the possibility and profitability to run a biogas refilling station and a EV-charging station with solar power in combination with energy storage is investigated. The purpose of the report was not to investigate an freestanding solution without a power grid connection, but to get insight in the possibility to use a smaller grid connection. This due to the possibility that comes with the solar power and energy storage. The report is based on information collected from the companies behind each product, as well as information provided by Jeppo Biogas. In the results it is made clear that it is possible and profitable. It is also a possible solution or part of a solution to unburden the power grid and help with expanding the network of biogas refilling stations and EV-charging stations, which is a step in the right direction of achieving a carbon-neutral Finland 2035.</p>	
Keywords: Energy storage, charging station, refilling station, Jeppo Biogas	
Number of pages: 48	
Language: Swedish	
Date of acceptance: 25.05.2020	

INNEHÅLL

Sammandrag	2
Abstract	3
Figurer	5
Förord	6
1 Introduktion	7
2 Biogas och el som trafikens energikällor	8
2.1 Jeppo Biogas	8
2.2 Bilparkerna som berörs	10
2.3 Behov av stationsnätverk	13
2.4 Energilagring med svänghjulsteknik.....	15
2.5 Laddningsstationen	17
2.6 Tankningsstationen	19
2.6.1 Uppgradering av biogasen till trafikstandard	20
2.6.2 Placering av tankningsstationen.....	23
2.7 Solkraft	24
3 Beräkningar	25
3.1 Belastning och elanslutning.....	25
3.2 Energiförbrukning	26
3.3 Dimensionering av energilagringen.....	28
3.4 Solkraft	30
3.5 Elkostnader.....	32
3.6 Investeringskostnader	33
3.7 Intäkter.....	34
3.8 Årliga kostnader.....	34
3.9 Återbetalningstid.....	35
4 Resultat	37
5 Sammanfattning	38
Källor	39
Bilagor	

Figurer

Figur 1. Mottaget råmaterial.....	9
Figur 2. Jeppo Biogas anläggning i Jeppo.....	10
Figur 3. Elbilar och laddhybrider i trafik.....	11
Figur 4. Gasbilar i trafik.	12
Figur 5. Försäljning av miljövänliga bilar.....	12
Figur 6. Gastankningsstationer i bruk.....	13
Figur 7. Gastankningsstationer i byggnads- och planeringsskedet.....	14
Figur 8. Koldioxidutsläpp/kWh vid produktion	15
Figur 9. Genomskäring av VOSS.....	16
Figur 10. Laddningsstationen ABB Terra 54.	18
Figur 11. Jeppo Biogas tankningsstation i Jeppo	19
Figur 12. Biogasuppgraderingen	20
Figur 13. Vattenskrubning.....	21
Figur 14. En av Jeppo Biogas transportcontainrar	22
Figur 15. Invertern, SMA Sunny Tripower CORE 1	24
Figur 16. Tankningsstationens kompressor.....	26
Figur 17. Den valda solpanelen, 305 W	30

Bilagor

Bilaga 1. Smarter mobility (ABB, 2019)

Bilaga 2. Kompressorns kapacitet (Jeppo Biogas, 2020)

Bilaga 3. Jeppo Krafts eltariffer

Bilaga 4. Simuleringsresultat 50 kW solkraft. (Solar Arena 2020)

Bilaga 5. Suunnitteluohe maa- ja biokaasun tankkausasemille, kap. 4. (Tukes, 2018)

Bilaga 6. Simuleringsresultat 100 kW solkraft. (Solar Arena 2020)

Förord

Denna rapport är mitt examensarbete på utbildningsprogrammet Energi- och miljöteknik vid Arcada i Helsingfors. Rapporten motsvarar 15 studiepoäng.

Jag vill tacka min uppdragsgivare Jeppo Biogas och min externa handledare Kurt Stenvall för att ha möjliggjort denna rapport med expertis och idéer.

Jag vill även tacka min granskare Kim Rancken för all förbättringshjälp och min handledare Kim Skön.

Under arbetets gång har jag fått mycket stöd av mina nära och kära vilket har varit viktigt för slutförandet av denna rapport.

Helsingfors, maj 2020

Christoffer Stenvall

1 INTRODUKTION

I denna rapport undersöks möjligheten och lönsamheten i att driva en biogastankningsstation och en elbilsladdningsstation med solceller i kombination med energilagring. Syftet med arbetet är inte att undersöka en fristående lösning utan elanslutning, utan att skapa en bild av möjligheten att avlasta elnätet. Detta genom att solkraften och energilagringen möjliggör en mindre elanslutning.

En hypotetisk fördel med detta system är att det tack vare energilagringen kommer att vara möjligt att använda sig av en betydligt mindre, och därmed billigare elanslutning jämfört med en motsvarande konfiguration utan energilagring. Att driva stationer där miljöbilar kan laddas eller tankas med förnybar energi är även ett bra steg i rätt riktning för att uppnå ett koldioxidneutralt Finland 2035.

Prisuppgifterna som används i rapporten har fått direkt av tillverkare eller återförsäljare av produkter i fråga. De produkter som används i rapporten har valts utifrån geografiskt läge, tillgång till priser och tillgång till produktinformation. Priserna i rapporten är angivna utan moms om inte annat uppges.

Rapporten utförs på uppdrag av Jeppo Biogas, vars önskan är att få en bild av möjligheten och lönsamheten i att bygga sådana moderna stationer för miljövänliga drivmedel.

2 BIOGAS OCH EL SOM TRAFIKENS ENERGIKÄLLOR

Biogas och el har blivit mer och mer populära miljövänliga alternativ till fossila bränslen. Elbilarna har varit dyra, men har de senaste åren kommit ner i pris vart efter processerna och tekniken förbättrats. Biogasbilarna är i samma prisklass som vanliga bilar, och fungerar på både bensin/diesel och gas. Detta gör det till en smidig och enkel lösning, men det är först under de senaste åren som folk blivit medvetna om detta alternativ. De närmaste åren kommer säkerligen användningen av båda alternativen att fortsätta öka.

2.1 Jeppo Biogas

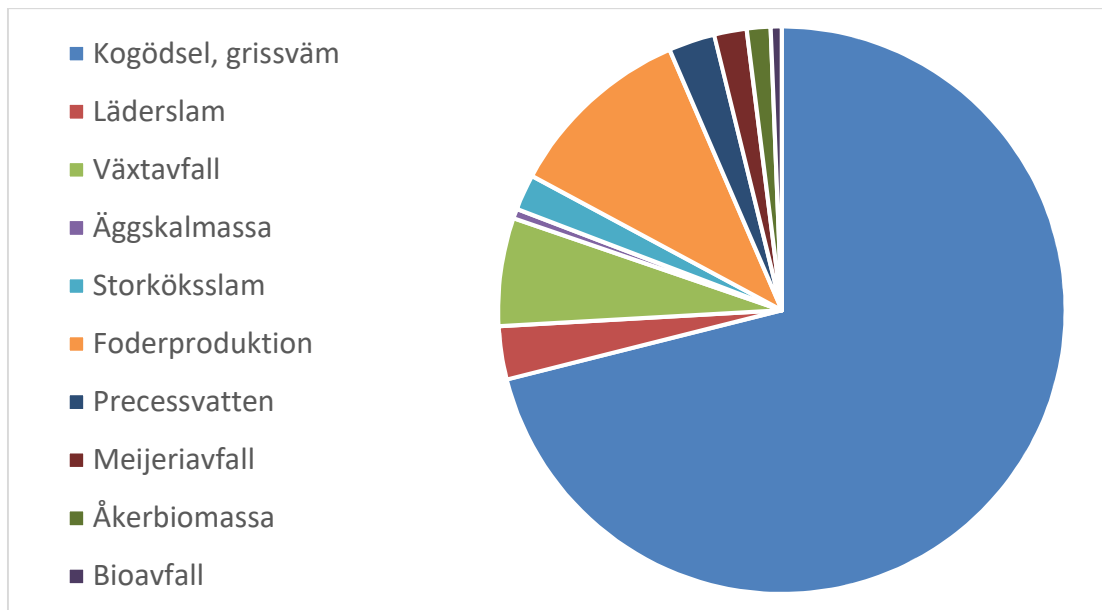
Jeppo Biogas är en biogasproducent som startade sin verksamhet 2013 i Jeppo, Österbotten. Största delen av den producerade biogasen används av industrier i närregionen, men Jeppo Biogas har i skrivande stund även två tankningsstationer i bruk och planer på fler.

Biogas består till största delen av metan, men innehåller även koldioxid och små mängder svavel. Biogas produceras av bland annat gödsel, slam och avfall från matproduktion. Även gamla höbalar, som annars anses vara problemavfall är utmärkt råmaterial för gasproduktion.

Biogas är ett koldioxidneutralt alternativ till fossila bränslen för bland annat värmeproduktion och fordonsbränsle. Biogasens råmaterial innehåller samma mängd koldioxid som frigörs vid förbränning av den, vilket gör biogasen koldioxidneutral. /1/

För närvarande tar Jeppo Biogas emot cirka 130 000 ton råmaterial varje år, främst från livsmedels- och jordbruksindustrin. Årsproduktionen är för tillfället 30 GWh, /1/ men en utbyggnad av verksamheten i form av en gasreaktor för torra massor kommer under år 2020 att öka produktionen med 15 GWh till 45 GWh.

Råmaterialet som används i biogasproduktionen kan ses i figur 1.



Figur 1. Mottaget råmaterial. /1/

Gasproduktionen sker i biogasanläggningens syrefria rötningskammrar (de tre gröna kupolerna i figur 2) där naturliga bakterier bryter ner massan som blir rötad och ökar gasproduktionen. /1/ Gasen som bildas stiger då upp till ytan och vidare till rötningskammarens tak. Gasen går sedan vidare till användning eller förädling.

Rötningsmassorna, som sedan används som gödsel, hygieniseras därefter genom att värmas upp till 70 graders värme i en timme. Detta säkerställer att inga sjukdomar eller ogräs följer med den färdiga gödselprodukten ut till åkrarna. Gödselprodukten är godkänd för eko-odling och luktar mindre än vanlig rå gödsel. Den är även effektivare tack vare att gödselprodukten innehåller näringsämnen i löslig form vilket gör att mindre gödsel krävs. /1/ Detta minskar också ursköljningen av näringsämnen från åkrarna och övergödning av vattendrag och dylikt.

Från rötningskammrarna går gasen antingen vidare till värmeproduktion eller till uppgradering. I uppgraderingen renas och trycksätts biogasen och metanhalten stiger från 65 % till 98 %. /1/ Uppgradering är en vital del för att det ska vara möjligt att använda biogasen som fordonsbränsle, och förklaras mera i kapitel 2.6.1 *Uppgradering av biogasen till trafikstandard.*



Figur 2. Jeppo Biogas anläggning i Jeppo. /1/

2.2 Bilparkerna som berörs

Då det kommer till gasbilar är det lite av en ”hönan eller ägget”-fråga. Bilister vill inte byta till gasbilar då det än så länge finns ett relativt begränsat utbud av tankningsstationer, och företagen vill inte investera i tankningsstationer då det inte finns tillräckligt med gasbilar i trafik.

Detta är ett problem som de senaste åren minskat, då flera biogasproducenter valt att investera i tankningsstationer med hopp om att fler börjar köra på det koldioxidneutrala bränslet. De vill alltså främja den miljövänliga privatbilismen genom att bygga ut Finlands biogastankningsnät.

Det begränsade utbudet av tankningsstationer är egentligen inte något problem fastän man kör mycket i områden där det ännu inte finns gastankningsstationer, då bilarna även har en bensintank och fungerar med båda bränslena.

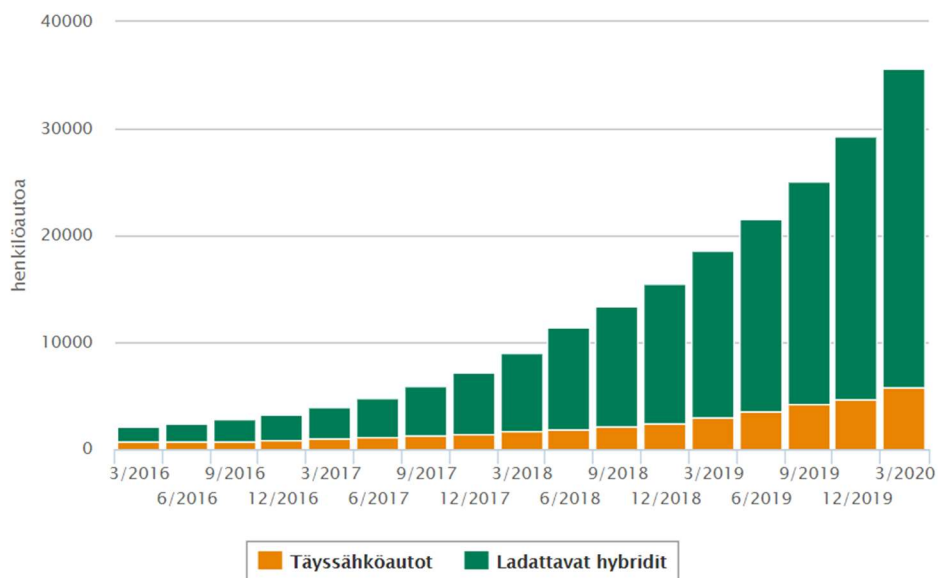
Även då det kommer till elbilar har populariteten ökat kraftigt de senaste åren, och kommer säkerligen fortsätta öka vartefter priserna för dessa sjunker. Detta medför dock i sin tur utmaningar för elnätet och dess operatörer.

Ett exempel på problem som orsakas av elbilen är då många elbilar stannar på ett litet område, till exempel en parkeringsplats utanför en fabrik eller butik, och kopplar in sina elbilar för laddning. Detta medför en mycket stor belastning på ett litet område, på ett elnät som eventuellt inte klarar av den stora belastningen. Speciellt snabbbladdningsstationer med mycket hög effekt är problematiska.

Detta problem kommer att öka vartefter elbilarna i trafiken blir fler, och system som klarar av och motverkar problemet måste utvecklas och implementeras så snabbt som möjligt.

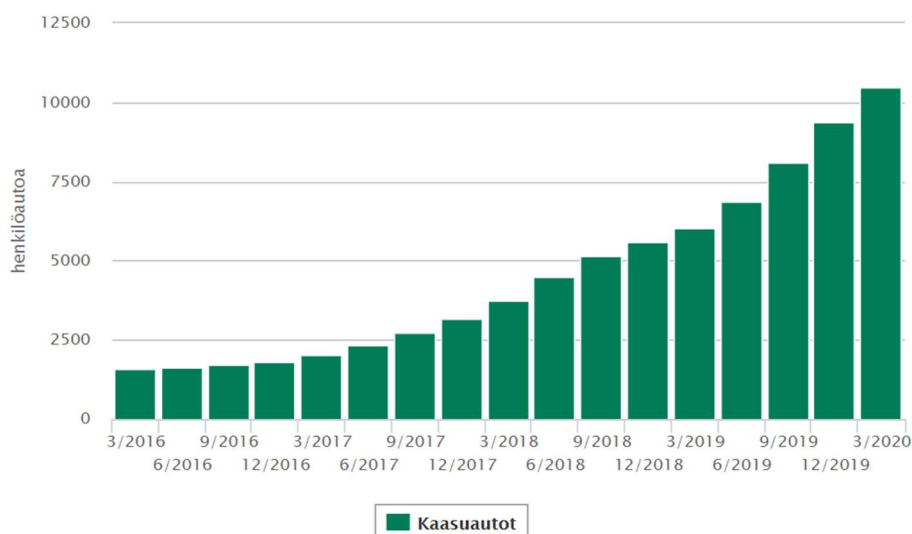
I dagsläget finns 5 717 helt eldrivna bilar och 10 466 gasbilar i Fastlandsfinlands register. /2/ Dessa siffror har stigit snabbt under de senaste åren, vilket kan ses i figur 3 och 4.

Liikennekäytössä olevat sähkökäyttöiset autot



Figur 3. Elbilar och laddhybrider i trafik. /2/

Liikennekäytössä olevat kaasukäyttöiset autot



Figur 4. Gasbilar i trafik. /2/

Enligt figur 5 ökade försäljningen av biogasbilar med 1 344,4 % under januari och februari 2020 jämfört med samma tidsperiod 2019. Elbilarna ökade med 73,9 % under motsvarande tidsperiod. /3/

lähde: traficom/tilastotietokanta

	2019		2020		kumulatiivinen Muutos %
	Helmikuu	1-2/2019	Helmikuu	1-2/2020	
Sähkö	127	234	227	407	73,9 %
Ladattavat hybridit	361	876	1111	2374	171,0 %
Kaasu	10	36	199	520	1344,4 %
Bensiini	5711	13996	5479	12879	-8,0 %
Diesel	1876	4681	1255	2892	-38,2 %
Yhteensä kaikki henkilöautot	8085	19823	8271	19072	-3,8 %
Yhteensä ladattavat ja kaasuautot 1-2/2020				3301	
Ladattavien ja kaasuautojen osuus kaikista autoista 1-2/2020				17,3 %	

Figur 5. Försäljning av miljövänliga bilar. /3/

Också konvertering av gamla bilar är ett bra alternativ, och statligt understöd för konvertering till gas- eller etanoldrift är möjligt att fås fram till slutet av 2021. /4/

2.3 Behov av stationsnätverk

För att fler bilister ska köpa biogasdrivna bilar krävs det fler tankningsstationer runt om i landet, och för att elnätet ska klara av den ökande belastningen från elbilar krävs det många olika lösningar och kombinationer av dessa. Enligt Kaasuautoilijat ry:s kartor (figurerna 6 och 7) över tankningsstationer för fordonsgas finns det i dagsläget 53 aktiva tankningsstationer, samt 34 stationer i planerings- eller byggnadsskedet. /5/ Antalet stationer kommer med andra ord att öka kraftigt de närmaste åren.



Figur 6. Gastankningsstationer i bruk. /5/



Figur 7. Gastankningsstationer i byggnads- och planeringsskedet. /5/

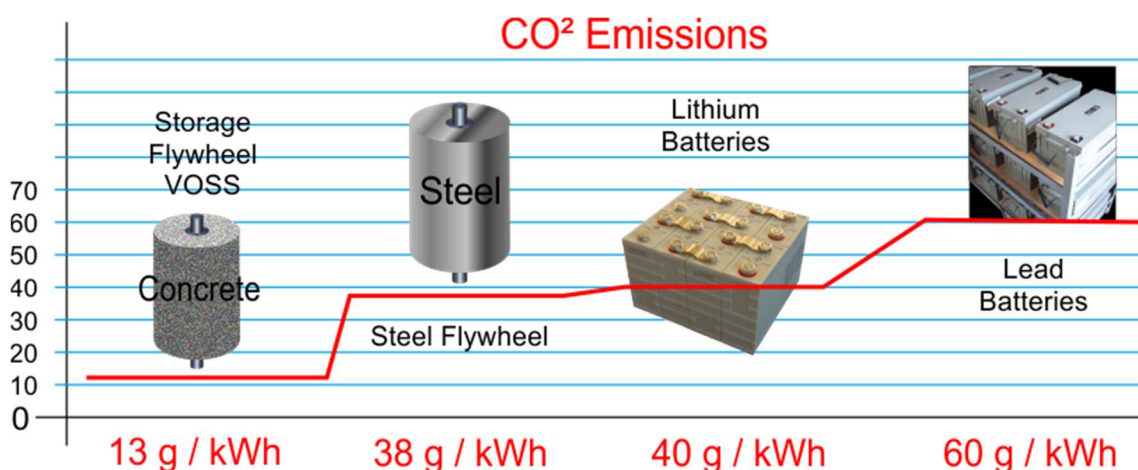
Genom att kombinera gastanknings- och laddningsstationerna och driva dem med solkraft och energilagring är det förhoppningsvis möjligt att uppnå lönsamma resultat, samt att de inte belastar elnätet på samma vis som utan energilagring.

Det är även möjligt att ladda upp energilagringen under natten då elen är billigare och sedan använda solceller då vädret tillåter.

2.4 Energilagring med svänghjulsteknik

Energilagringen som tas med i denna rapport är begränsad till energilagring med svänghjulsteknik. Genom att undersöka för- och nackdelarna med denna energilagringsslagmetod är förhoppningen att få en tydlig bild av möjligheten och lönsamheten att uppföra en kombinerad station för miljövänliga drivmedel.

I denna rapport används data och prisuppgifter för franska Energiestros VOSS-svänghjul. Företaget har de senaste åren utvecklat energilagring med svänghjulsteknik som enligt företaget ska vara billigare och miljövänligare än andra metoder, främst tack vare användningen av betong istället för metaller eller kompositmaterial (se figur 8).

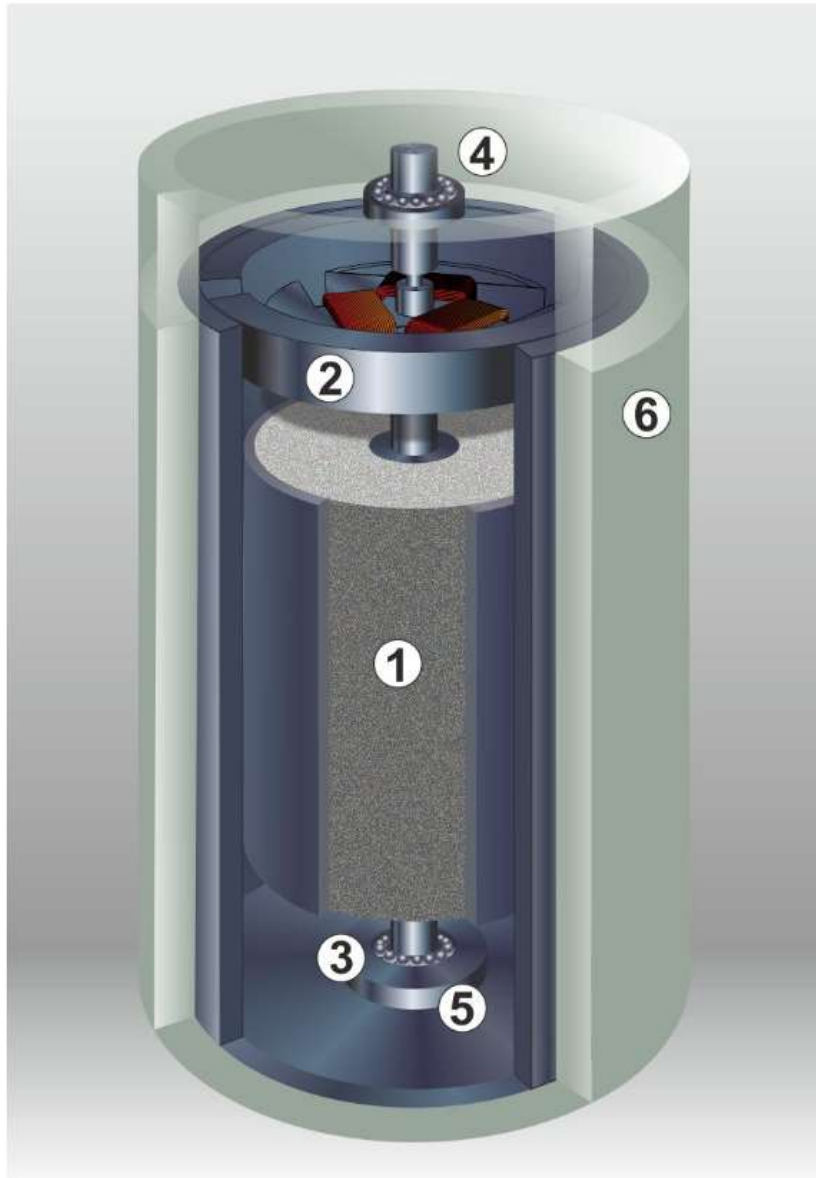


Figur 8. Koldioxidutsläpp/kWh vid produktion. /6/

VOSS är ännu bara i testskedet, med planerad produktionsstart 2021.

Energilagring med svänghjulsteknik är en energilagringsslagmetod med stor potential tack vare dess mångsidiga användningsområden samt dess skalbarhet.

Tekniken består i all sin enkelhet av ett roterande svänghjul, ofta upphängt i magnetlager i vakuum (se figur 9) för att minska förluster, motstånd och mekaniskt slitage. Materialen som används för tillverkningen av svänghjulen varierar, men består oftast av metall eller olika kompositmaterial såsom kolfiber eller glasfiber.



The ENERGIESTRO flywheel comprises a prestressed concrete cylinder (1) that can resist a high rotational speed in order to store kinetic energy. A motor/alternator (2) transfers electrical energy to the flywheel (acceleration) then recovers it (braking). Upper (3) and lower (4) bearings are ball bearings. A passive magnetic thrust bearing (5) bears the weight of the flywheel. A sealed chamber (6) maintains the flywheel in a vacuum to remove air friction. An electronic converter (not shown) transforms the DC voltage at the terminals of the flywheel into a high frequency AC voltage for the motor/alternator.

Figur 9. Genomskäring av VOSS. /6/

2.5 Laddningsstationen

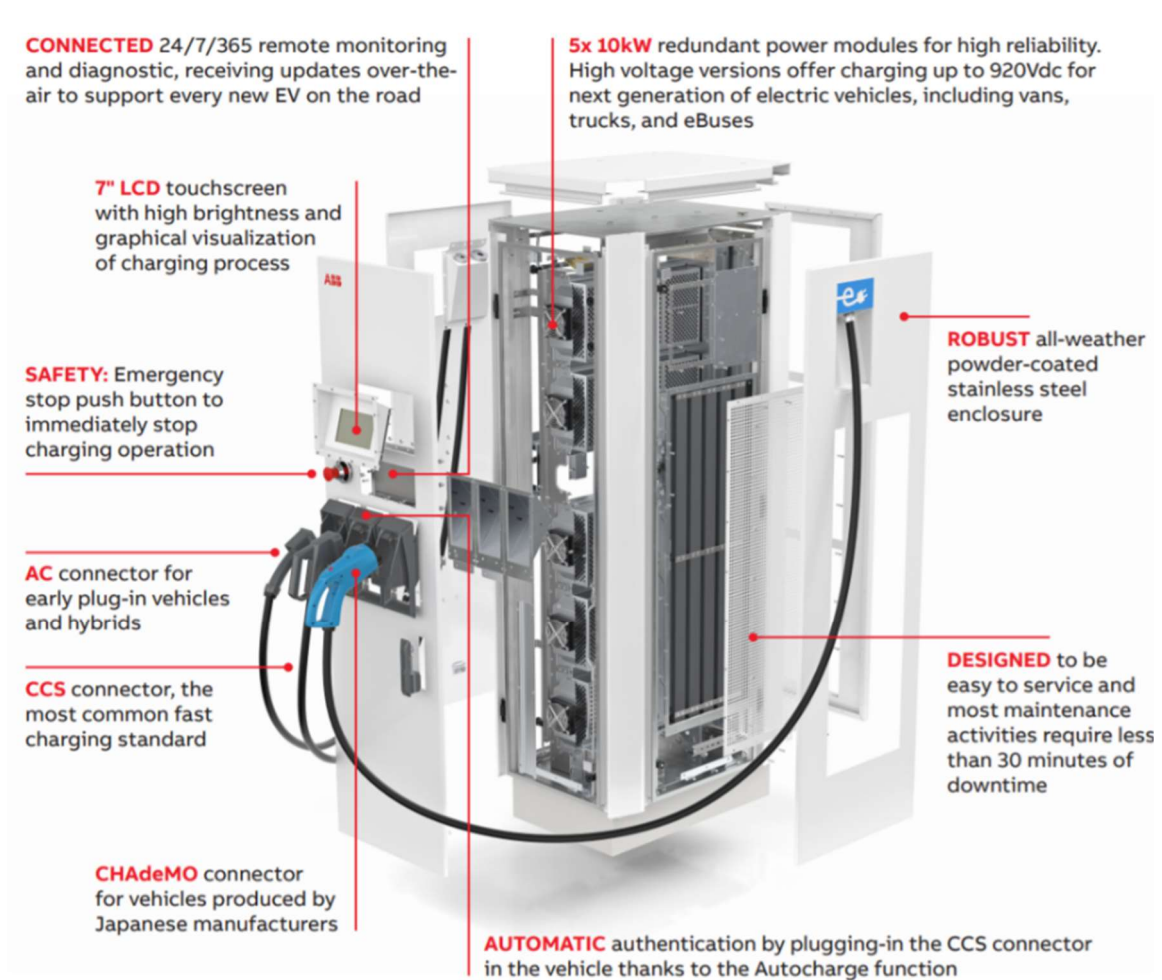
I dagsläget finns en mängd olika laddningskontaktstandarder av olika tillverkare för olika marknader, men det blir hela tiden mer standardiserat. Har man ändå en bil som inte använder sig av de vanligaste standarderna så finns det adapterar för de flesta behov. I Finland har elbilarna främst tre olika standarder, CCS, CHAdeMO och AC.

Det finns även en uppsjö olika laddningsstationer i olika utföranden av olika tillverkare. Det finns stationer som kan ladda med flera hundra kilowatts effekt, vilket möjliggör laddningstider som nästan motsvarar tiden det tar att tanka en bensin- eller gasbil.

Den vanligaste typen av snabbladdare är ändå 50 kW i dagsläget. Dels för att det är mycket få elbilar som är gjorda för högre laddningseffekt i nuläget, dels för att det kräver mycket av elanslutningen och elnätet.

Laddningsstationen som används i beräkningarna är ABB:s Terra 54 CJG, en 50 kW-snabbladdningsstation (figur 10). ABB:s snabbladdare tillverkas i Nederländerna, och alla de vanligaste laddningskontaktstandarderna CCS, CHAdeMO och 22 kW / 43 kW AC finns som tillval, enligt ABB (bilaga 1).

INFOGRAPHIC | Terra 54 DC Fast Charger



Figur 10. Laddningsstationen ABB Terra 54.

Laddningsstationer av denna typ, med samtliga av de vanligaste laddningsstandarderna kostar allt mellan 20 000–30 000 € beroende på tillverkare. ABB Terra 54 kostar mellan 22 000 € och 24 000 € på den finska marknaden beroende på konfiguration, enligt H.Kapp på ABB. /7/

I beräkningarna används priset för en laddningsstation med alla tre laddningsstandarder, vilket är 24 000 €.

2.6 Tankningsstationen

Tankningsstationen och all dess kringliggande automation och teknik kommer från ett företag med färdiga produktlösningar i form av så kallade dotterstationer. Dotterstationer innebär stationer som kopplas till containrar med färdigt uppgraderad biogas. Då prisuppgifterna för denna enhet tagits ur en offert åt Jeppo Biogas, nämns inte tillverkaren vid namn. Prisuppgifterna är endast ungefärliga och ingen specifik information unik för denna tillverkare används eller nämns. Själva tankningsstationen med betalterminal kan ses i figur 11. Det är möjligt att tanka två bilar på samma gång vid stationen i fråga.



Figur 11. Jeppo Biogas tankningsstation i Jeppo. /1/

2.6.1 Uppgradering av biogasen till trafikstandard

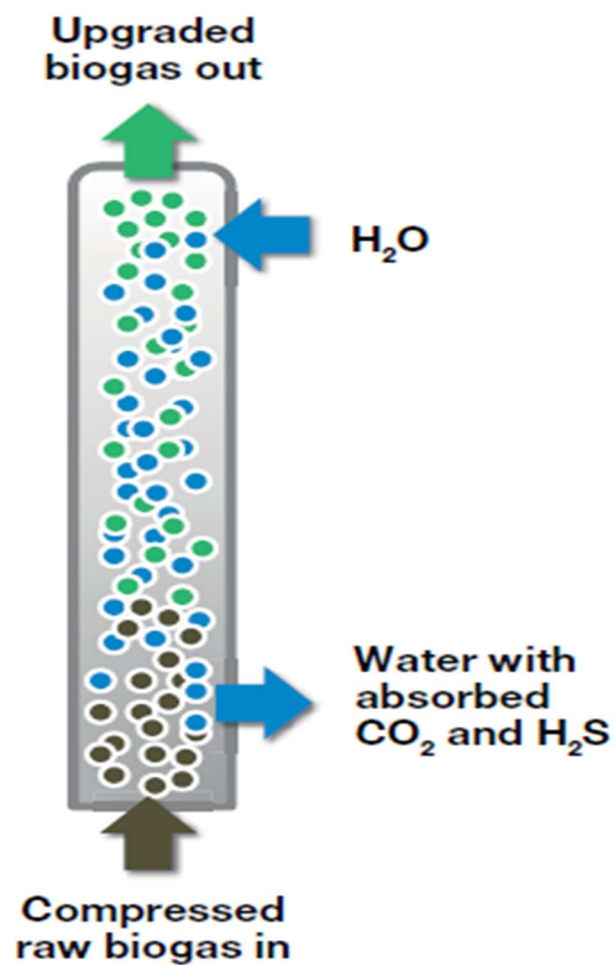
För att biogasen ska kunna användas i fordon behöver den genomgå en renings- och trycksättningsprocess där koldioxiden separeras från metanet. Detta kallas för uppgradering och kan göras på flera olika sätt, men tack vare sin enkla och relativt billiga teknik är vattenskrubbning det vanligaste sättet att uppnå biometan, eller CBG (Compressed Bio Gas), som den reade och komprimerade biogasen kallas.

Figur 12 visar uppgraderingsanläggningen vid Jeppo Biogas.



Figur 12. Biogasuppgraderingen. /1/

Även vid Jeppo Biogas renas gasen genom vattenskrubbning, vilket innebär att biogas skjuts in i botten av en kolonn och vatten skjuts in i övre änden av kolonnen (se figur 13). Tack vare att koldioxidens löslighet i vatten är högre än metanets, följer gasens koldioxid med vattnet ut ur kolonnens nedre del, och metanet fortsätter sin färd uppåt och ut ur kolonnen, fri från koldioxid.



Figur 13. Vattenskrubbning. /8/

Då biogasen är uppgraderad till trafikstandard trycksätts den till 250 bar och sätts i containrar (figur 14). Transportcontainern fungerar även som lager vid slutanvändaren, i detta fall tankningsstationen. Containern kopplas direkt in till tankningsstationens kompressorenhet och förser stationen med biogas. Så länge trycket är högre i containern än i bilen som tankas skjuts biogasen in med hjälp av containers tryck, varefter kompressorn sedan hjälper till för att uppnå full tank. Detta beaktas dock inte i beräkningarna då tryckskillnaderna varierar stort från fall till fall.

Vid stora energiförbrukare där det används stora mängder gas vid till exempel uppvärmning av processer eller fastighetsuppvärmning, används flera gascontainrar för att garantera att det inte blir något avbrott i gastillförseln vid byte av container.



Figur 14. En av Jeppo Biogas transportcontainrar. /9/

2.6.2 Placering av tankningsstationen

För att lönsamheten ska öka och beroendet av tankande kunder ska minska, är det en fördel om tankningsstationen kan placeras så att en eller flera konsumenter i närheten i behov av värmeenergi kan ansluta sig. Genom att ha en eller flera kunder som använder biogasen till uppvärmning av byggnader och industriprocesser ökar lönsamheten och återbetalningstiden minskar.

Ett exempel på en sådan konfiguration är Jeppo Biogas tankningsstation i Storkyro, där Kyrö Distillery använder biogas för uppvärmning av byggnader och processer. Tankningsstationen är placerad invid destilleriets fastigheter, och gaslagret kan då betjäna både industrin och privatbilister.

I denna rapport beaktas endast privatbilisterna i beräkningarna.

2.7 Solkraft

År 2018 producerades endast 46,2 % av elenergin i Finland med förnybara energikällor /10/. För att få ner behovet av el producerad på icke förnybart sätt har solcellerna en stor roll i dessa beräkningar. Solkraften hjälper också till att få ner de årliga kostnaderna.

I kombination med energilagring kommer förhoppningsvis solcellernas produktion att räcka till för att täcka en stor del av det totala energibehovet under året.

I beräkningarna används priser och data för en anläggning på 50 kW.

Solcellerna som används i beräkningarna valdes genom att söka fram de vanligaste effektstorlekarna och tillverkarna, för att sedan jämföra dessa. Då det i stort sett är frågan om identiska produkter oavsett tillverkare, både pris- och prestandamässigt, har det ingen större skillnad varifrån eller vems produkter som används.

Invertern, en SMA Sunny Tripower CORE1 (figur 15), valdes på basis av tillverkningsland, tillgång till prisuppgifter och att den klarar av solpaneler på 50 kW.



Figur 15. Invertern, SMA Sunny Tripower CORE 1. /11/

3 BERÄKNINGAR

Samtliga uppgifter, data och prisuppgifter har samlats in genom direktkontakt till respektive företag och från deras hemsidor. Det har ofta varit möjligt att hitta produktinformation direkt på tillverkarnas hemsidor, men samtliga prisuppgifter har fått via kontakt med företagen.

Beräkningarna baserar sig på de data och prisuppgifter som blivit insamlade och beskrivs i detalj nedan.

Utgångsläget för beräkningarna har varit följande:

- 50 gasbilar per vecka som tankar 15 kg gas i medeltal till ett pris av 1,4 €/kg inkl. moms.
- 50 elbilar per vecka som laddar 25 kWh i medeltal till ett pris av 0,3 €/kWh inkl. moms.

3.1 Belastning och elanslutning

För att kunna dimensionera elanslutningen behöver den totala maxbelastningen vara känd. I det här fallet består de stora belastningarna främst av tre delar: laddningsstationen, tankningsstationens kompressor och kompressorns värmare för tryckreducering.

Laddningsstationens laddningseffekt är enligt produktbladet av ABB (bilaga 1) 50 kW, med en verkningsgrad på 95 % vilket ger en belastning på 52,6 kW ($50 \text{ kW} \div 0,95$). Tankningsstationens kompressors effekt är 40 kW, och kompressorns tryckreduceringsvärmare består av fyra 6 kW värmare.

Kringliggande teknik och automation anses vara så liten att det i det här fallet inte spelar någon roll. Det är kompressorn, tryckreduceringens värmare och laddningsstationen som är de betydande energiförbrukarna, vilket ger en total maxbelastning på 116,5 kW.

Under normal drift skulle en 400 volts elanslutning med andra ord behöva vara större än 168 ampere ($116\,500\text{ W} \div (\sqrt{3} * 400\text{ V}) = 168\text{ A}$), dock är den rekommenderade anslutningen 160 A för både tankningsstationen (bilaga 2) och laddningsstationen (bilaga 1) individuellt. Det skulle med andra ord behövas säkringar som tål 320 A. Detta beror bland annat på kompressorns höga startström.

Största vanliga elanslutningen som finns för 400 V elnät är 200 ampere, och därmed skulle man vara tvungen att ta en effekttariff-anslutning (bilaga 3).

3.2 Energiförbrukning

För att kunna dimensionera energilagringen, solcellerna och dess kringutrustning behöver den totala dagliga energiförbrukningen vara känd. För att få reda på detta behövs bland annat såld gasmängd per dag och såld elenergi per dag räknas ut.

Tankningsstationens energiförbrukning uppstår som sagt främst av kompressorn (figur 16) och tryckreduceringens värmare.



Figur 16. Tankningsstationens kompressor. Tekniska data finns i bilaga 2.

Den totala sålda gasmängden per dag räknades ut genom att först räkna ut antalet tankande bilar per dag enligt följande:

$$50 \text{ bilar/vecka} \div 7 \text{ dagar/vecka} = 7,14 \text{ bilar/dag}$$

Den totala sålda gasmängden per dag fås då fram genom att multiplicera den genomsnittliga gasmängden per tankning med antalet tankande bilar per dag enligt följande:

$$15 \text{ kg gas} * 7,14 \text{ bilar/dag} = 107,1 \text{ kg/dag}$$

Kompressorns kapacitet är 100kg per timme (bilaga 2). Tiden som kompressorn är igång per dag kan räknas ut genom att dividera den totala sålda gasmängden med kompressorns kapacitet, vilket ger följande:

$$107,1 \text{ kg/dag} \div 100 \text{ kg/h} = 1,07 \text{ h}$$

Tankningsstationens energiförbrukning uppstår som sagt främst av kompressorn och tryckreduceringens värmare. Med en totaleffekt på 64 kW och kompressorns dagliga drifttid på 1,07 h blir den dagliga energiförbrukningen för tankningsstationen följande:

$$64 \text{ kW} * 1,07 \text{ h} = 68,5 \text{ kWh}$$

Laddningsstationens dagliga energiförbrukning baserar sig på den totala sålda energin per dag.

Med samma antal kunder som gastankningsstationen är det 7,14 bilar per dag som i snitt antas ladda 25 kWh. Genom att multiplicera antalet bilar per dag med den genomsnittliga laddningsenergin framkommer den totala sålda laddningsenergin per dag enligt följande:

$$7,14 \text{ bilar/dag} * 25 \text{ kWh} = 178,5 \text{ kWh.}$$

Då laddningsstationens energiförlust på fem procent tas i beaktande blir laddningsstationens energiförbrukning 187,425 kWh ($178,5 \text{ kWh} * 1,05 = 187,425 \text{ kWh}$).

Eftersom all energi måste gå genom energilagringen för att möjliggöra en mindre elanslutning måste även energilagringens verkningsgrad tas i beaktan. Eftersom VOSS har en verkningsgrad på 90 % och utöver det en energiförlust på en procent per timme enligt André Gennesseaux, vd på Energiestro (2020), används i följande beräkningar en total energiförlust på 15 %. Detta för att förhoppningsvis få en mer verklighetstrogen bild av laddningscyklerna.

Den dagliga energiförbrukningen för tanknings- och laddningsstationen gemensamt blir $68,5 \text{ kWh} + 187,425 \text{ kWh} = 255,9 \text{ kWh}$. Och på årlig basis $93\,412 \text{ kWh}$ ($365 \text{ dagar} * 255,9 \text{ kWh/dag} = 93\,412 \text{ kWh/år}$).

Detta betyder att energilagringen kommer att behöva laddas med $294,3 \text{ kWh}$ per dag ($255,9 \text{ kWh} * 1,15 = 294,285 \text{ kWh/dag}$), och den årliga energiförbrukningen blir då $107\,414 \text{ kWh}$ ($294,285 \text{ kWh} * 365 \text{ dagar} = 107\,414 \text{ kWh}$) eller $107,4 \text{ MWh}$.

3.3 Dimensionering av energilagringen

Med tanke på den timvisa energiförlusten anses det onödigt att försöka täcka hela dygnets energibehov med energilagringen. Däremot vore det en fördel att komma upp till en sådan urladdningseffekt med energilagringen att det täcker behovet ($116,5 \text{ kW}$) och då möjliggör en betydligt mindre och billigare elanslutning.

En av fördelarna med energilagring med svänghjulsteknik är den höga urladdningseffekten. En annan fördel är att energin kan sömlöst anpassas från -100% (urladdning) till 100% (laddning).

Det finns tre olika planerade VOSS, samtliga med en kapacitet på $50 \text{ kWh} / 12/$:

VOSS $50 \text{ kWh}/10 \text{ kW}$: $21,700 \text{ €}$

VOSS $50 \text{ kWh}/50 \text{ kW}$: $36,300 \text{ €}$

VOSS $50 \text{ kWh}/200 \text{ kW}$: $90,700 \text{ €}$

I och med att elbilarna antas ladda en halvtimme i medeltal, så är det inte rimligt att begränsa systemet så att det inte går att tanka gas och ladda el på samma gång. Därför borde maxbelastningen täckas av energilagringens urladdningseffekt.

Då den totala maxbelastningen är så mycket som 116,5 kW, behövs det med andra ord åtminstone tre VOSS 50 kWh/50 kW för att uppnå en urladdningseffekt som täcker det behovet.

Med tre VOSS 50 kWh/50 kW skulle den totala energilagringen uppnå 150 kWh och 150 kW vilket täcker maxbelastningen med marginal och knappt 60% av det dagliga energi-behovet ($150 \text{ kWh} \div 255,9 \text{ kWh} = 0,586$).

Energilagringen skulle laddas dagtid av solcellerna, samt vid behov även direkt från el-nätet, vilket möjliggör att energilagringen är mindre än den dagliga totala energiförbrukningen.

Energilagringen möjliggör också en betydligt mindre elanslutning. Även om solcellerna inte producerar något alls räcker det med en 3x35 A elanslutning, då dess maxbelastning är 14 kW, vilket ger en dygnsenergi på 336 kWh. Det täcker det totala dygnsbehovet på 294,3 kWh.

I övriga beräkningar används tre VOSS 50 kWh/50 kW till ett totalpris av 108 900 €.

3.4 Solkraft

Solcellernas pris varierar mellan tillverkare och återförsäljare, men har i allmänhet sjunkit kraftigt de senaste åren. Solcellerna som valdes till dessa beräkningar (figur 17) kostar 139 € per panel inklusive moms och har en effekt på 305 W /13/. Om en anläggning på ungefär 50 kW önskas uppnås krävs det med andra ord 164 paneler ($50\,000\text{ W} \div 305\text{ W} = 164$). Priset för solcellerna blir alltså 22 796 € med moms ($164 * 139\text{ €} = 22\,796\text{ €}$).



Figur 17. Den valda solpanelen, 305 W. /13/

Utöver solcellerna krävs även en inverter, kabel, fästen, skenor, kontakter med mera. Dessa priser varierar beroende på var och hur solcellerna installeras, men i beräkningarna används materialåtgång för tio rader med 16 paneler per rad, plus en ytterligare rad med fyra paneler i.

I beräkningen av materialåtgång och -kostnad tas inte ställning till om de installeras på marken eller på ett tak, vilket givetvis påverkar kostnaderna ytterligare med antingen markställningar eller takfästen.

Priset för en 50 kW tysktillverkad inverter går på 4487,48 € inklusive moms från Aurinkovirta.fi, /11/ en återförsäljare av solceller och tillbehör. Invertern är en 50 kVA SMA Sunny Tripower CORE1.

Fästen för solpanelerna kostar enligt Aurinkopaneelikauppa 4,5 € per fäste oavsett om det är ett ändfäste /14/ eller mellanfäste /15/. Det behövs fyra ändfästen per rad, och två mellanfästen mellan varje panel.

Baserat på tio rader med 16 paneler och en rad med fyra paneler finns det alltså 153 mellanrum ((10 rader * 15 mellanrum/rad) + (1 rad * 3 mellanrum/rad) = 153 mellanrum). Genom att multiplicera mellanrummen med antalet rader av fästskenor fås antalet mellanfästen som behövs, i detta fall 306 (153 mellanrum * 2 rader av fästskenor). Det behövs alltså 44 ändfästen (11 rader * 4 = 44) och 306 mellanfästen. Totala kostnaden för fästen blir då 1 575 € (44 + 306 * 4,5 € = 1 575 €).

Skenorna säljs i 2,1 meters längder för 19 €/st. Panelernas bredd är 100 centimeter med fästena medräknade, vilket ger en total längd per rad på 16 meter utöver den fyra meter långa raden med fyra paneler. För en 16 meters rad behövs det 16 fästskenor (16 m ÷ 2,1 m * 2 = 15,2). För raden med fyra paneler behövs fyra skenor (4 m ÷ 2,1 m * 2 = 3,8). Totalt behövs det då 164 fästskenor (10 rader * 16 fästskenor/rad + 4 = 164 skenor) vilket kostar 3 116 € med moms.

Solpanelerna har färdigt installerade kablar och stöpslar som förenklar installationen samt minskar kabelbehovet utöver det. Det behövs ändå extra kabel för att kunna sluta alla kretsar. Kabelbehovet varierar från fall till fall beroende på hur panelerna installeras, men en uppskattning i detta fall vore 300 meter kabel som kostar 1,3 €/m /16/ vilket blir 390 € med moms (1,3 €/m * 300 m = 390 €).

Den totala kostnaden för solpanelerna och alla tillbehör landar då på 32 364,48 € med moms, (22 796 € + 4 487,48 € + 1 575 € + 3 116 € + 390 €) och 26 100 € utan moms (32 364,48 ÷ 1,24 = 26 100).

Enligt ett dimensioneringsverktyg tillhandahållet av SolarCleantec på solar-arena.com täcks 44,1 % (bilaga 4) av det årliga energibehovet av solpanelerna.

3.5 Elkostnader

Elkostnaderna utgör största delen av de årliga utgifterna och skulle enligt Jeppo Krafts elpriser (bilaga 3) för effekttariff (8,95 c/kWh, utan moms) utan solceller och energilagring kosta 9 612,3 € per år ($107\,400 \text{ kWh} * 0,0895 \text{ €/kWh} = 9\,612,3 \text{ €}$) plus en årlig grundavgift på 567,95 €. Utöver detta tillkommer ännu en effektagift som kostar 33,85 €/kW och baserar sig på årets högsta förbrukning. I detta fall är det 116,5 kW vilket då kostar 3 943,5 € ($116,5 \text{ kW} * 33,85 \text{ €/kW}$). Årskostnaden för elenergi uppgår då totalt till 13 555,8 € ($9\,612,3 + 3\,943,5 = 13\,555,8 \text{ €}$).

Med 150 kWh energilagring är det möjligt att använda en 3x35 A elanslutning (se 2.3 Dimensionering av energilagringen), vars grundavgift är 268 €/år. Det är även möjligt att använda tidstariff och nattström. Priset för energi är då 11,61 c/kWh dagtid, och 9,34 c/kWh nattid inklusive moms. Grundavgift för tidstariff 3x35 A är 505,65 €/år. Det kan antas att 80 % av den köpta energin används till laddning av energilagringen under nattid, och att 20 % används till samma ändamål under dagtid.

44,1 % av det årliga energibehovet täcks av solcellernas produktion, vilket innebär en inbesparing på 5 617,99 €/år utan moms. Den köpta energin skulle då utgöra 60 036,6 kWh och enligt tidigare nämnda antagande skulle 80 % (48 029,28 kWh) köpas nattetid, och 20 % (12 007,32 kWh) köpas dagtid. Den köpta energin skulle då kosta 5 879,98 €/år ($(48\,029,28 \text{ kWh} * 0,0934 \text{ €/kWh}) + (12\,007,32 * 0,1161 \text{ €/kWh}) = 5\,879,98 \text{ €}$). Med distributionsavgiften medräknat blir det då 6385,6 €/år, inklusive moms. 5149,7 €/år utan moms. Elkostnaderna med energilagringen och solcellerna sjunker med andra ord med 7 589,5 € per år.

3.6 Investeringskostnader

Här sammanfattas alla investeringskostnader utan moms.

Prisuppgifterna för gastankningsstationen samt gascontainern har angetts av Jeppo Biogas och ligger på 290 000 € respektive 150 000 €, totalt 440 000 € utan moms, inklusive installation. Utöver detta tillkommer kostnader för en armerad bottenplatta i betong för gascontainern.

Om containern befinner sig närmare än 25 meter från närmaste byggnad ämnad för tillfällig vistelse, till exempel en servicestation, behövs även betongväggar runt containern (se bilaga 5). Eftersom dessa kostnader varierar stort från fall till fall tas de inte med i beräkningarna. Inte heller transporten av gascontainern tas i beaktande då transportsträckan är okänd.

Laddningsstationen ABB Terra 54 kostar med betalningsterminal 24 000 €. För installationen av laddningsstationen krävs inte desto mer kringutrustning än en stigarkabel. Energilagringen från Energiestro i form av tre VOSS 50 kWh/50 kW kostar totalt 108 900 € och solpanelerna och kringutrustningen kostar 26 100 €.

Utöver dessa kostnader tillkommer även installationsarbete, vilket uppskattas bli ungefär 30 000 €. Totala investeringskostnaderna uppgår då till 629 000 € utan moms (440 000 € + 24 000 € + 108 900 € + 26 100 € + 30 000 € = 629 000 €).

3.7 Intäkter

Med en total såld gasmängd på 107,1 kg/dag landar den totala dagliga gasintäkten på 149,94 € ($107,1 \text{ kg/dag} * 1,4 \text{ €/dag} = 149,94 \text{ €}$).

De dagliga intäkterna från den sålda laddningsenergin (178,5 kWh) uppgår till 53,55 € ($178,5 \text{ kWh} * 0,3 \text{ €/kWh} = 53,55 \text{ €}$).

De totala dagliga intäkterna från både den sålda laddningsenergin och den sålda biogasen blir 203,49 €/dag ($53,55 \text{ €/dag} + 149,94 \text{ €/dag}$).

På årlig basis blir detta 74 273,85 €/år med moms ($365 * 203,49 \text{ €/dag} = 74 273,85 \text{ €}$) och 59 898,3 €/år utan moms ($74 273,85 \div 1,24 = 59 898,3$).

3.8 Årliga kostnader

De årliga kostnaderna utgörs till största delen av elkostnaderna, men även service och underhåll tillkommer. Det går endast att uppskatta hur mycket service- och underhållskostnader som uppstår, men i beräkningarna används 5 000 € för detta ändamål.

De årliga kostnaderna blir då med service- och underhållskostnader medräknade totalt 10 149,70 € ($5 149,7 \text{ € för el} + 5 000 \text{ € för service}$).

3.9 Återbetalningstid

Återbetalningstiden beräknas med hjälp av payback time-metoden enligt följande:

Investering ÷ (årliga intäkter – årliga kostnader) = återbetalningstid

629 000 € ÷ 49 748,6 € = 12,65 år

Med denna konfiguration skulle återbetalningstiden bli närmare 13 år. För att få ner återbetalningstiden krävs det antingen nedskärningar i de årliga kostnaderna eller i investeringskostnaderna. Investeringskostnaderna är svåra att få ned, då utbudet på leverantörer är mycket begränsat då det gäller gastankningsstationen, gascontainer och energilagring i svänghjul.

De årliga kostnaderna fås enklast ner genom att utöka solkraftverket. Om investeringen i solkraftverket skulle fördubblas, skulle solkraften täcka 88,2 % av det årliga energibehovet.

Enligt en simulering av ett dubbelt större solkraftverk skulle energibehovet täckas helt under månaderna april till augusti, (bilaga 6) vilket möjliggör försäljning av överloppsenergin.

Jeppo Kraft betalar 0,032 €/kWh (inklusive moms) för såld elenergi. Under tiden april till augusti blir den totala överloppsenergin (bilaga 5) som är möjlig att sälja totalt 27 511,83 kWh till priset av 1 109,35 € inklusive moms (27 511,83 kWh * 0,04 €/kWh = 1 109,35 €), 894,65 € utan moms. Resterande månader måste 40 225 kWh köpas till en total kostnad på 3921,98 € utan moms.

Den nya årliga elenergikostnaden blir då 3 027,35 € (3921,98 € - 894,65 € = 3 027,35 €), vilket är 2 122,35 € (5 149,7 € - 3 027,35 € = 2 122,35 €) mindre än med 50 kW solpaneler.

Med dubbelt så mycket solkraft ökar investeringen med 26 100 € medan de årliga kostnaderna sjunker med 2 122,35 €. Återbetalningstiden blir då enligt samma formel som tidigare följande:

$$655\,100\text{ €} \div 51\,870,95\text{ €} = 12,63\text{ år}$$

Återbetalningstiden sjunker med andra ord en aning och den negativa miljönverkan minskar tack vare att nästan 90 % av hela energibehovet kan täckas med egen produktion.

Om man helt lämnar bort solkraftverket och energilagringen kan man anta att installationskostnaderna sjunker till 10 000 €, underhållskostnaderna till 3 000 € och elkostnaderna stiger till 13 555,8 €. Investeringskostnaderna sjunker totalt sett till 474 000 € och de årliga kostnaderna landar på 16 555,2 €. Med samma intäkter på 59 898,3 € blir återbetalningstiden i så fall följande:

$$474\,000\text{ €} \div 43\,343,1\text{ €} = 10,95\text{ år}$$

Återbetalningstiden stiger med andra ord med nästan två år med energilagring och solkraft.

4 RESULTAT

Återbetalningstiden blir nästan två år längre om man tar i bruk solkraft på 50 eller 100 kW och energilagring på 150 kWh. Återbetalningstiden stiger då till 12,65 eller 12,63 år jämfört med 10,95 år för endast tankningsstation och laddningsstation. De årliga kostnaderna är dock betydligt lägre med solkraft och energilagring, vilket ger bättre resultat då investering väl är återbetald.

Skillnaden i återbetalningstid mellan 50 kW solkraft och 100 kW solkraft skiljer 0,02 år till 100 kW-anläggningens fördel. Det årliga energibehovet täcks då också med nästan 90 % (88,2 %) i jämförelse med 44,1 % för 50 kW-anläggningen. I kombination med energilagringen kan solkraften utnyttjas till högre grad än utan energilagring.

Energilagringen möjliggör också en betydligt mindre och därmed billigare elanslutning på 3x35 A istället för en effekttariffanslutning som tål minst 3x320 A. Den årliga inbesparingen tack vare detta uppgår till 7 589,5 € per år (se kapitel 2.5 Elkostnader)

Systemet med energilagring och solkraft kan med andra ord anses vara en vettig investering som skulle förse stationen för miljövänliga drivmedel med egenproducerad förnyelsebar energi.

5 SAMMANFATTNING

I den här rapporten undersöktes möjligheten och lönsamheten i att driva en biogastankningsstation och en elbilsladdningsstation med solceller i kombination med energilagring.

Syftet med arbetet var inte att undersöka en fristående lösning utan elanslutning, utan att skapa en bild av möjligheten att avlasta elnätet. Detta eftersom solkraften och energilagringen möjliggör en mindre, och därmed billigare elanslutning jämfört med en motsvarande konfiguration utan energilagring.

Efter att ha gjort de beräkningar som krävts för att ta reda på investeringskostnaderna, årliga kostnader och intäkter användes resultaten för att ta fram en återbetalningstid i dess enklaste form. Vid beräkning av återbetalningstid användes payback time-metoden, vilket inte tar i beaktande inflation, räntor eller dylikt.

Trots att återbetalningstiden inte sjunker nämnvärt vid en ökning av solkraften från 50 kW till 100 kW, kan det anses vara ett intressant alternativ med tanke på den höga självförsörjningsgraden.

Bästa sättet att garantera att återbetalningstiden sjunker och lönsamheten ökar är att placera stationen i närheten av konsumenter i behov av biogas för värmeproduktion.

Återbetalningstiden med 100 kW solkraft och 150 kWh energilagring blir nästan två år längre än utan dessa, men konfigurationens negativa miljöpåverkan sjunker och stationerna skulle förses med nästan 90 % av sitt årliga energibehov.

Konfigurationen skulle även möjliggöra en mycket liten elanslutning, därav mindre påverkan och belastning av elnätet, vilket var ett av målen med det hela. För att förhindra och minska på framtida problem som kan uppstå i samband med liknande stationer, är detta en möjlig lösning eller en del av en lösning.

Slutsatsen är därmed att miljöaspekterna är så pass attraktiva och att den långa förväntade livslängden på samtliga delar gör det till en vettig investering, speciellt med tanke på att bilar som drivs med dessa drivmedel kommer öka i antal snabbt de närmaste åren, vilket i sin tur förkortar återbetalningstiden. Stationerna skulle heller inte påverkas i samma grad av i framtiden eventuellt stigande elpriser.

KÄLLOR

- /1/ Jeppo Biogas, 2020, Tillgänglig: <https://jeppobiogas.fi/sv/>. Hämtad: 29.04.2020.
- /2/ Liikennefakta. 2020. *Liikennekäytössä olevat henkilöautot käyttövoimittain*. Tillgänglig: https://www.liikennefakta.fi/ymparisto/henkiloautot/liikennekaytossa_olevat_kayttovoimittain) Hämtad: 28.04.2020
- /3/ Autotie. 2020. *Ladattavat- ja kaasuautojot jo yli 17% osuudella kaikista uusien henkilöautojen ensirekisteröinneistä 1-2/2020*. Tillgänglig: https://www.autotie.fi/tien-sivusta/sahkoautoileva-motoristi/ladattavat_ja_kasuautojot_osuus_tammi_helmikuu_2020. Hämtad: 27.04.2020
- /4/ Traficom. 2020. *Konverteringsstöd*. Tillgänglig: <https://www.traficom.fi/sv/vara-tjanster/konverteringsstod->. Hämtad: 27.04.2020.
- /5/ Kaasuautoilijat. 2020. *Kaasuasemat*. Tillgänglig: https://www.google.com/maps/d/viewer?mid=1pbnHU_8pwXMh1LWkglmwAyep-BYs&shorturl=1&ll=61.40005781981944%2C24.858525354190192&z=7. Hämtad: 27.04.2020.
- /6/ Energiestro. 2019. *Innovations*. Tillgänglig: <http://www.energiestro.net/technology/>) Hämtad: 29.04.2020.
- /7/ Kapp, Henri. 2020. ABB. Mejlkontakt: 06.03.2020.
- /8/ Malmberg. 2020. *From biogas to pure energy!* Tillgänglig: <https://www.malmberg.se/en-us/What-we-do/Biogas/Biogas-upgrading>. Hämtad: 29.04.2020.
- /9/ Snellman. 2018. *Korvasimme öljyn biokaasulla*. Tillgänglig: <https://snellman.fi/fi/meidan-tapamme/snellman-korvasi-oljyn-biokaasulla/>. Hämtad: 29.04.2020.
- /10/ Finlands officiella statistik. 2019. *El- och värmeproduktion*. Tillgänglig: https://www.stat.fi/til/salatu/index_sv.html. Hämtad: 10.05.2020
- /11/ Aurinkovirta. 2019. *Invertteri*. Tillgänglig: <http://www.aurinkovirta.fi/aurinkosahko/aurinkovoimala/invertteri/>. Hämtad: 27.04.2020.

- /12/ Gennesaux, André. 2020. Energiestro. Mejlkontakt: 25.03.2020.
- /13/ Aurinkopaneelikauppa. 2020a. 3 305 W aurinkopaneeli, täysmusta. Tillgänglig: <https://www.aurinkopaneelikauppa.fi/300W-aurinkopaneeli>. Hämtad: 27.04.2020
- /14/ Aurinkopaneelikauppa. 2020b. Musta Schletter aurinkopaneelin päätykiinnike. Tillgänglig: https://www.aurinkopaneelikauppa.fi/epages/aurinkopaneelikauppa.sf/fi_FI/?ObjectPath=/Shops/20120903-11092-142553-1/Products/03S07B. Hämtad: 27.04.2020
- /15/ Aurinkopaneelikauppa. 2020c. Musta Schletter aurinkopaneelin keskikiinnike. Tillgänglig: https://www.aurinkopaneelikauppa.fi/epages/aurinkopaneelikauppa.sf/fi_FI/?ObjectPath=/Shops/20120903-11092-142553-1/Products/03S06B. Hämtad: 27.04.2020.
- /16/ Aurinkopaneelikauppa. 2020d. Aurinkopaneelikaapeli 6mm² x 100m. Tillgänglig: https://www.aurinkopaneelikauppa.fi/epages/aurinkopaneelikauppa.sf/fi_FI/?ObjectPath=/Shops/20120903-11092-142553-1/Products/08023. Hämtad: 27.04.2020.

BILAGOR

Bilaga 1. Smarter mobility (ABB, 2019)



PRODUCT LEAFLET

Smarter Mobility

Terra 54 multi-standard DC charging station



Terra 54 is the successor of Terra 53, the best sold 50 kW DC charging station in Europe and North America. Supporting increasing EV battery capacities, Terra 54 enables continuous charging at full 50 kW at 150 – 500 V, while 150 – 920 V is supported by Terra 54HV.

Terra 54 supports CCS, CHAdeMO and AC functionality, and introduces ingenious new connector holders. It complies with all relevant international standards, including the EMC Class B norm, required for safe operation on residential, office, retail and petrol station locations. The new cabinet design provides improved ergonomics and serviceability. All chargers come with integrated Connected Services, allowing remote monitoring, diagnostics, statistics, and software upgrades.

Terra 54 is ideally suited for highway rest stops and petrol stations, as well as for retail and office locations, car dealerships, fleet applications, etc. Depending on the customer needs, it supports the industry standards based fast charging technology with a tailored combination of CCS and CHAdeMO, as well as AC charging. Besides the CE certified charger series, ABB also offers versions for North American (UL), China (GB), Australia (RCM), and the Russian Customs Union (EAC).

Terra 54 has the highest uptime due to redundancy on power and communication. All ABB chargers come with Internet based Connected Services to allow customers to easily connect their chargers to different software systems like back-offices, payment platforms or smart grid energy systems. This enables remote assistance, tailored diagnostic trouble shooting and repair, and remote updates and upgrades. A reliable, secure, cost efficient and future proof connectivity solution, based on open industry interfaces.

Main features

- 50 kW DC fast charger supporting CCS, CHAdeMO and Type 2 AC charging (optional)
- 22 or 43 kW AC cable, or 22 kW AC socket (optional)
- Designed to deliver full output power continuously, and reliably over lifetime
- IEC 61000 EMC Class B certified for industrial and residential areas (including petrol stations, retail outlets, offices, etc.)
- Future proof connection via open industry standards, including remote uptime monitoring and assistance, updates and upgrades
- Daylight readable touchscreen display
- Graphic visualization of charging progress
- RFID authorization
- Robust all weather stainless steel enclosure
- Quick and easy installation

Applications

- Highway petrol / service stations
- Metropolitan / urban areas
- Commercial fleet operators
- EV infrastructure operators and service providers

Outlet specifications	C (default)	J (option)	G (option)	T (option)
Charging standard	CCS	CHAdeMO 2.0	Type 2 cable	Type 2 socket
Maximum output power	50 kW	50 kW	22 or 43 kW	22 kW
Output voltage Terra 54	150 - 500 V _{DC}	150 - 500 V _{DC}	400 V +/- 10%	400 V +/- 10%
Output voltage Terra 54HV	150 - 920 V _{DC}	150 - 500 V _{DC}	400 V +/- 10%	400 V +/- 10%
Maximum output current	125 A _{DC}	125 A _{DC}	63 A	32 A
Connector/socket type	CCS 2 / IEC 62196 Mode-4	CHAdeMO 2.0 / JEVS G105	IEC62196 Mode-3 Type-2	IEC62196 Mode-3 Type 2
Cable length	3.9 m	3.9 m	3.9 m	-

New features Terra 54

- Charging batteries at 150 – 500 V (Terra 54), or at 150 – 920 V (Terra 54HV)
- New ingenious connector holders, for easier handling and more stable holding
- Optional CCV or Nayax payment terminal, suited for an increasing number of countries
- Prepared for options like MID metering, integration with building management systems, cable management, etc.

Possible configurations

Terra 54 is available in the following configurations, all with CCS cable from left, and CHAdeMO cable (optional) from right side:

- Terra 54 CJG: CCS, CHAdeMO and (22 or) 43 kW AC connector
- Terra 54 CJT: CCS, CHAdeMO and 22 kW AC socket
- Terra 54 CJ: CCS and CHAdeMO
- Terra 54 CT: CCS and 22 kW AC socket



Possible configurations (from left to right): Terra 54 CT, Terra 54 CJ, Terra 54 CJT, Terra 54 CJG with optional payment terminal (not shown, amongst other, Terra 54 CG, Terra 54 CJ UL, and Terra 63 GB for Chinese market).

Further optional features

- Customized branding possibilities, including customizable user interface
- Parking bay occupancy detection
- PIN code authorization
- Site load management, for one or more chargers, to avoid expensive grid upgrades
- Web tools for statistics and access management
- Integration with back-offices, payment platforms and smart grid energy systems

General specifications

Charging sessions	1 DC session 1 DC & 1 AC session (G & T models)
Efficiency	94 % at nominal output power
EMC emission	IEC 61000-6-3 Class B - Residential
EMC immunity	IEC 61000-6-2 Industrial
Environment of use	Indoor / outdoor
Protection rating	IP54, IK10 (cabinet), IK8 (screen)
Operating temperature	-35 °C to +55 °C (de-rating characteristics apply)
Dimensions (D x W x H)	780 mm x 565 mm x 1900 mm
Mass	350 kg

Grid Interface

Input AC power connection	3 Phases + Neutral + PE
Input voltage range	400 VAC +/- 10 % (50 Hz or 60 Hz)
Max. rated input current & power (@ 50 Hz)	C, CJ : 80 A, 55 kVA CT, CJT : 112 A, 77 kVA CJG, CG : 143 A, 98 kVA
Power factor (full load)	> 0.96
THD in all operating points	< 4.5 %
Operating Noise level	< 60 dBA

User & Network Interfaces

Screen	7" touchscreen
RFID system	ISO/IEC 14443A/B, ISO/IEC 15393
Network connection	Cellular modem: GSM / 3G / 4G LAN: 10/100 Base-T Ethernet
Communication protocol	Open Charger Point Protocol (OCPP) 1.6 (and previous versions)

Options

Local payments	Credit Cards and NFC (including Apple Pay) reader
Power meter	DC & AC certified meters
Cable management system	Charger prepared for CMS installation system

For more information please contact:

ABB EV Infrastructure

Heertjeslaan 6
2629 JG, Delft
The Netherlands
Phone: +31 88 4404610
E-mail: info.evci@nl.abb.com

abb.com/evcharging

Bilaga 2. Kompressorns kapacitet (Jeppo Biogas, 2020)

4. Compressor & Capacity

We base our proposal on **1 pcs.** of the compressor solution from J.A.Becker of type SVB1300/300-NG1, providing a total peak capacity of $\approx 150 \text{ Nm}^3/\text{h}$, alternatively expressed as a station capacity 2 tons evenly spread over 20 h ($\approx 100 \text{ kgs/h}$).

Image 6 - NG1 compressor installation



Medium: natural gas

<u>inlet pressure</u>	<u>free gas delivery</u>	<u>working pressure</u>
1,0 bar(g)	150 m³/h	300 bar

Pressure stages: 4

Cylinders: 4

Electric motor: 40 kW, 400V/690V/50Hz, IP55, Exe

Power consumption: 0,25 kWh/Nm³

Revolution: 1.500 1/min

Oil filling: approx. 14,5 liters

Outlet temperature: approx. 10°C above ambient temperature

Sound level: 98 dB(A) (at 1 m distance)

One compressor will give a total capacity of $\approx 2\text{t}$ per day when spread over 20 hours.

- Main power supply $\approx 160 \text{ Amp}$, to be connected on plinth for main switch

Bilaga 3. Jeppo Krafts eltariffer

JEPPO KRAFT ANDELSLAG

tel. 06-7888700 fax 06-7888749

e-mail info@jeppokraft.fi

Eltariffer gällande fr.o.m. 01.07.2018 tillsvidare på andelslagets distributionsområde.

Innehåller mervärdesskatt 24 %, elskatt samt lokal-, region- och stamnätens kostnader.

NORMALTARIFF

			Elkraft	Elskatt	Distribution	Totalt	
Grundavgift	1x25 A	Eurl/år	30,55		91,08	121,63	
Grundavgift	3x25 A	Eurl/år	40,73		135,24	175,97	
Grundavgift	3x35 A	Eurl/år	48,88		219,12	268,00	
Grundavgift	3x63 A	Eurl/år	73,32		490,32	564,24	
Grundavgift	3x100 A	Eurl/år	109,97		861,96	971,93	
Grundavgift	3x125 A	Eurl/år	164,96		1187,40	1352,36	
Grundavgift	3x160 A	Eurl/år	244,39		1746,00	1990,39	
Grundavgift	3x200 A	Eurl/år	366,58		2445,36	2811,94	
Energipris	medlem	o/k/wh	5,30	2,794	4,00	12,09	skattekl. 1
			5,30	0,872	4,00	10,17	skattekl. 2
Energipris	ej medlem	o/k/wh	6,00	2,794	4,00	12,79	skattekl. 1
			6,00	0,872	4,00	10,87	skattekl. 2

2-TIDSTARIFF

			Elkraft	Elskatt	Distribution	Totalt	
Grundavgift	3x25 A	Eurl/år	73,32		269,16	342,48	
Grundavgift	3x35 A	Eurl/år	91,65		414,00	505,65	
Grundavgift	3x63 A	Eurl/år	134,41		795,48	929,89	
Grundavgift	3x100 A	Eurl/år	213,84		1401,48	1615,32	
Grundavgift	3x125 A	Eurl/år	293,26		1833,24	2126,50	
Grundavgift	3x160 A	Eurl/år	415,46		2582,64	2998,10	
Grundavgift	3x200 A	Eurl/år	604,86		3888,24	4493,10	
Energipris dag	medlem	o/k/wh	5,30	2,794	3,52	11,61	skattekl. 1
			5,30	0,872	3,52	9,69	skattekl. 2
Energipris dag	ej medlem	o/k/wh	6,00	2,794	3,52	12,31	skattekl. 1
			6,00	0,872	3,52	10,39	skattekl. 2
Energipris natt	medlem	o/k/wh	3,99	2,794	2,56	9,34	skattekl. 1
			3,99	0,872	2,56	7,42	skattekl. 2
Energipris natt	ej medlem	o/k/wh	4,69	2,794	2,56	10,04	skattekl. 1
			4,69	0,872	2,56	8,12	skattekl. 2

EFFEKTARIFF Lågspänning 400 V

			Elkraft	Elskatt	Distribution	Totalt	
Grundavgift		Eurl/år	152,74		551,52	704,26	
Effektavgift		Eurl/kw, år	13,20		28,77	41,97	
Reakt. eff. avgift		Eurl/VAr, år			66,12	66,12	
Energipris dag		o/k/wh	5,25	2,794	3,05	11,09	skattekl. 1
			5,25	0,872	3,05	9,17	skattekl. 2
Energipris natt		o/k/wh	5,25	2,794	2,34	10,38	skattekl. 1
			5,25	0,872	2,34	8,46	skattekl. 2

EFFEKTARIFF Högspänning 20 kV

			Elkraft	Elskatt	Distribution	Totalt	
Grundavgift		Eurl/år	152,74		3034,20	3186,94	
Effektavgift		Eurl/kw, år	13,20		21,96	35,16	
Reakt. eff. avgift		Eurl/VAr, år			66,12	66,12	
Energipris dag		o/k/wh	5,25	0,872	2,43	8,55	skattekl. 2
Energipris natt		o/k/wh	5,25	0,872	1,82	7,94	skattekl. 2

Bilaga 4. Simuleringsresultat 50 kW solkraft. (Solar Arena 2020)



Solar Arena Laskuriesimerkki

SOLAR-ARENA.COM

Aurinkoenergiälaskelma

Aurinkosähköpaneelit (tuotetut kilowattitunnit ja säästöprosentti annetusta kokonaiskulutuksesta)

Laskennassa käytetyt yhteiset tiedot	
Paikkakunta/Koordinaatit, Ympäristö	Uusikarlepyy, Maaseutu
Ilmoitettu Sähkön Kulutus Rakennuksessa (kWh)	108000

Tuote	Paneelien/Keräimien Määrä (kpl)	Kallistuskulma (0-90°)	Varjostuserroin (%)	Suuntaus
Aurinkosähköpaneeli 305W	164	42	0	0 (Etelä)

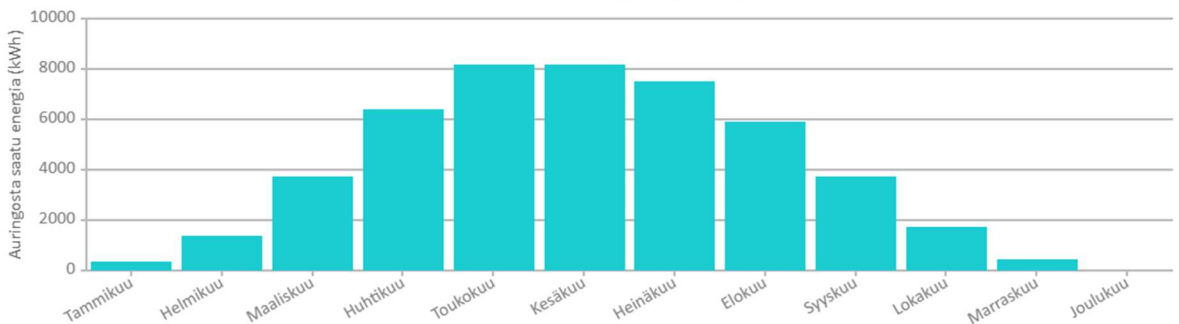
Tuotettu Energia (kWh)

Tam	Hel	Maa	Huh	Tou	Kes	Hei	Elo	Syy	Lok	Mar	Jou	Vuodessa Yhteensä
366.9	1380.3	3734.3	6406.1	8198.9	8188.2	7530.7	5930.9	3742.2	1721.4	424.9	0.4	47625.2

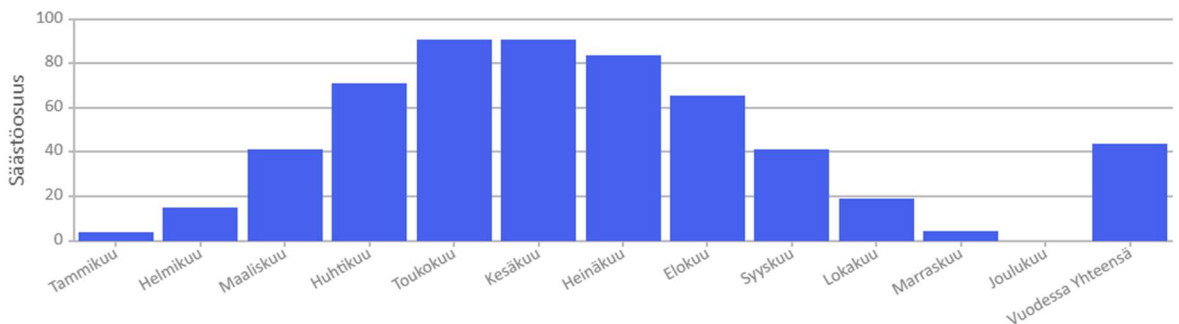
Säästöt (%)

Tam	Hel	Maa	Huh	Tou	Kes	Hei	Elo	Syy	Lok	Mar	Jou	Vuodessa Yhteensä
4.1	15.3	41.5	71.2	91.1	91	83.7	65.9	41.6	19.1	4.7	0	44.1

Tuotettu Energia (kWh)



Säästöt (%)



Bilaga 5. Tankningsstationens skyddsavstånd. Suunnitteluohje maa- ja biokaasun Tankkausasemille, kap. 4. (Tukes, 2018)



Tankkausaseman suojaetäisyydet

Suojaetäisyyksiä määritettäessä tankkausasemat jaetaan seuraaviin ryhmiin asemaan kytketyn kaasun paineen mukaan:

Ryhmä I Tulopaine 16 bar tai suurempi

Ryhmä II Tulopaine pienempi kuin 16 bar. Ryhmä jaetaan alaryhmiin kaasuvaramon vesitilavuuden (litraa) mukaisesti:

II.1 $V > 4000$

II.2 $V \leq 4000$

4.1. Etäisyydet rakennuksiin

Ulkopuoliset rakennukset jaetaan ryhmiin maakaasuasetuksen liitteen I mukaan seuraavasti:

Ryhmä A Kokoon tumiseen tarkoitettut rakennukset, kuten hotelli, sairaala, koulu, elokuvateatteri tai suurmyymälä. Ryhmään kuuluvat myös asuinkerrostalot sekä räjähteitä käsittelevät laitokset (ei liikennepolttonesteitä myyvät jakeluasemat).

Ryhmä B Asuinhuoneistot (omakotitalo, rivitalo), työpaikkahuoneistot ja muut kuin asumiseen tarkoitettut rakennukset, missä ihmisiä säännöllisesti oleskelee. Tähän ryhmään kuuluvat myös jakeluaseman rakennukset, joiden yhteydessä tankkausasema sijaitsee.

Tankkausasema tulee sijoittaa siten, että taulukon 1 mukaiset suojaetäisyydet muihin rakennuksiin täyttyvät. Etäisyys lasketaan kaasuvaramosta ja kompressorisyksikön suojarakennuksesta.

8

Tankkausaseman suojaetäisyydet rakennuksiin metreinä

Tankkausasema Ryhmä	Rakennukset Ryhmä A	Rakennukset Ryhmä B
I	50	25
II.1	25	25
II.2	10 *)	5 *)

Taulukko 1

*) Ryhmän II.2 kaasuvaramo on jaettava kahteen samansuuruiseen osaan, jos kaasuvaramon vesitilavuus on välillä $2500 < V \leq 4000$ litraa. Kaasuvaramot eristetään toisistaan vähintään 100 mm:n vahvuisella teräsbetoniseinällä tai vastaavalla palamattomalla rakennusosalla. Muutoin aseman suojaetäisyyksiin sovelletaan ryhmän II.1 sääntöä.

Tankkausaseman kaasuvaramo ja kompressorisyksikkö suojarakennuksineen tulee sijoittaa tontille siten, että tontin rajaan on vähintään 4 metriä. Ex-luokiteltu alue ei saa ulottua tontinrajan ulkopuolelle.

4.2. Etäisyydet sähköjohtoon

Ryhmään I kuuluvan tankkausaseman vaakasuora etäisyys vähintään 110 kV avojohtoon tulee olla vähintään 100 m. Ryhmään II kuuluvan aseman minimietäisyys vähintään 110 kV avojohtoon on 30 m (edellyttäen, että kaasu tuodaan asemalle muoviputkella). Asemaa ei saa sijoittaa suoraan avojohtoon alle riippumatta johdon jännitteestä.

9



4.3. Etäisyydet muihin kohteisiin

Kaasuvaraston ja kompressoriyksikön minimietäisyydet muihin kohteisiin on määritelty taulukossa 2.

Tankkausaseman suojaetäisyydet kohteisiin metreinä

Maantie *)		*) Etäisyys maantien ajoradan tai, jos ajoratoja on useampia, lähimmän ajoradan keskilinjaan
moottori- ja moottoriliikennetiet	50	
valta- ja kantatiet	30	
seutu- ja yhdystiet	20	
Katu **)	8	***) Etäisyys ajoväylän tai kevyen liikenteen väylän reunaan
Kevyen liikenteen väylä **)	5	**) Etäisyys raitteen keskilinjaan
Rautatie ***)		
pääraide	50	
sivuraide	5	

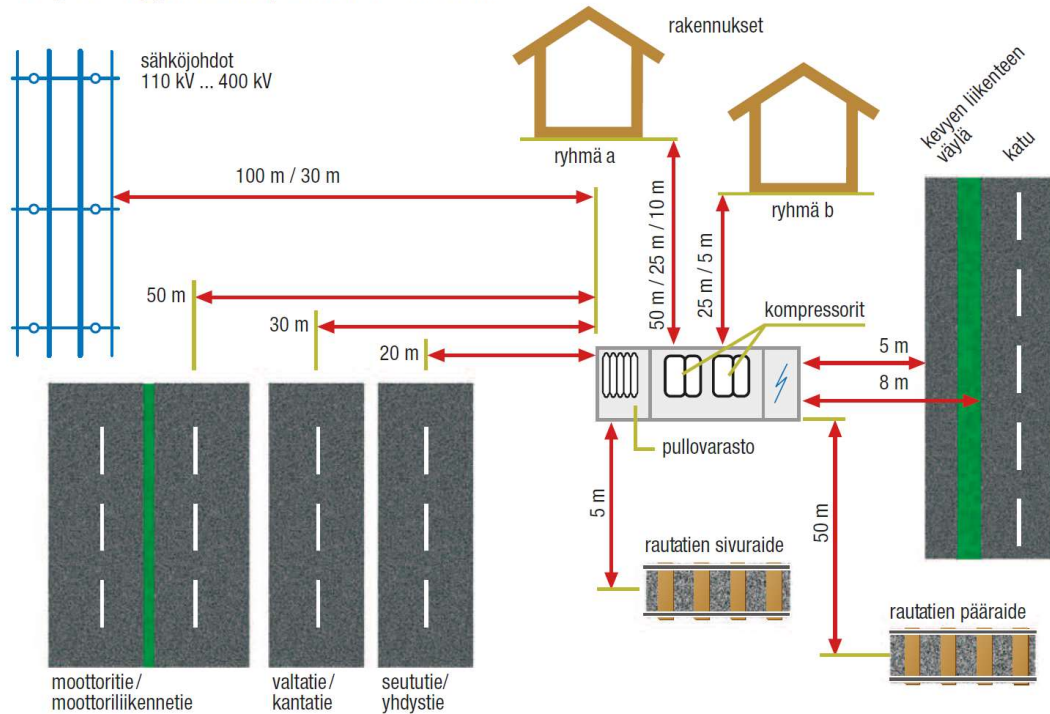
Taulukko 2

4.4. Jakelumittarin etäisyydet

Jakelumittari tulee sijoittaa vähintään 5 metrin päähän jakeluaseman rakennuksista ja ajoneuvojen pysäköintiin varatuista alueista. Jakelumittarin etäisyys tontin rajaan on vähintään 4 metriä ja jakeluaseman ulkopuolisiin rakennuksiin vähintään 8 metriä.

10

Suojaetäisyydet ulkopuolisiin kohteisiin



11

Bilaga 6. Simuleringsresultat 100 kW solkraft. Solar Arena 2020



Solar Arena Laskuriesimerkki

SOLAR-ARENA.com

Aurinkoenergiälaskelma

Aurinkosähköpaneelit (tuotetut kilowattitunnit ja säästöprosentti annetusta kokonaiskulutuksesta)

Laskennassa käytetyt yhteiset tiedot	
Paikkakunta/Koordinaatit, Ympäristö	Uusikarlepyy, Maaseutu
Ilmoitettu Sähkön Kulutus Rakennuksessa (kWh)	108000

Tuote	Paneelien/Keräimien Määrä (kpl)	Kallistuskulma (0-90°)	Varjostuserroin (%)	Suuntaus
Aurinkosähköpaneeli 305W	328	42	0	0 (Etelä)

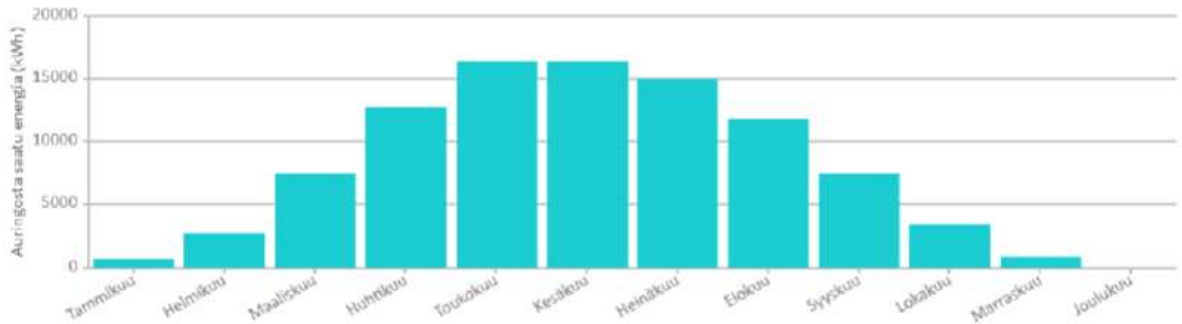
Tuotettu Energia (kWh)

Tam	Hel	Maa	Huh	Tou	Kes	Hei	Elo	Syy	Lok	Mar	Jou	Vuodessa Yhteensä
733.9	2760.5	7468.6	12812.1	16397.7	16376.4	15061.4	11861.9	7484.4	3442.9	849.8	0.9	95250.5

Säästöt (%)

Tam	Hel	Maa	Huh	Tou	Kes	Hei	Elo	Syy	Lok	Mar	Jou	Vuodessa Yhteensä
8.2	30.7	83	142.4	182.2	182	167.3	131.8	83.2	38.3	9.4	0	88.2

Tuotettu Energia (kWh)



Säästöt (%)

