



FÖRDJUPNINGSRAPPORT #3

Energilagring

En översikt av tekniker, system och användningsområden för energilagring



HÅLLBAR UTVECKLING VÄST

Hållbar Utveckling Väst är det regionala energi- och hållbarhetskontoret i Västra Götaland. Vi driver nätverk och projekt tillsammans med offentliga organisationer och näringsliv. Vi samordnar kommunernas energi- och klimatrådgivare, samlar ett kommunnätverk för hållbar utveckling och stöttar energieffektivisering i företag. www.hallbarutvecklingvast.se



Hållbar Utveckling Väst 2018. Detta verk är licensierat enligt *Creative Commons Erkännande-Dela Lika 4.0 Internationell licens*.
Fritt att kopiera och sprida – ange källa.

Informationen i detta material är författad av Alvin Hilmersson, Hållbar Utveckling Väst.

SOL I VÄST DRIVS AV HÅLLBAR UTVECKLING VÄST MED STÖD FRÅN LÄNSSTYRELSEN VÄSTRA GÖTALAND, ENERGIMYNDIGHETEN, VÄSTRA GÖTALANDSREGIONEN OCH FASTIGHETSÄGARNA GFR.



LÄNSSTYRELSEN
VÄSTRA GÖTALANDS LÄN



Introduktion

Energilagring är ett samlingsnamn för olika sätt att lagra energi. Det är en teknik som kan användas för att optimera både elproduktion och elanvändning. Med hjälp av ett energilager kan potentiell överproduktion från exempelvis en solcellsanläggning användas för att undvika höga eltariffer. Med rätt förutsättningar kan energilagring även vara ett sätt att helt separera sin fastighet från elnätet, s.k. off grid.

Nya tekniska lösningar och fler aktörer på marknaden leder till pressade priser och ökade möjligheter för potentiella investerare. Intresset för energilagring har därför ökat markant de senaste åren och är nu ett teknikområde som rör sig snabbt framåt.

Syftet med denna rapport är att ge en översiktlig bild av energilagring som investering med fokus på teknik, mervärden, säkerhet och ekonomi. Nivån på innehållet är därför generell och ambitionen är inte att vara heltäckande. Fokusområdet i rapporten är energilagring i form av batterier och bränsleceller. Eftersom den tekniska utvecklingen på området och även marknadsutvecklingen går snabbt framåt kan denna publikation inom en relativt snar framtiden vara daterad. Men det är en överblick av läget i skrivande stund, hösten 2018. För den som vill ha mer information samt fördjupa sin kunskap och förståelse hänvisar vi till andra informationskällor, till exempel leverantörer av energilagringssystem.

FÖLJ PROJEKTET
OCH HITTA
FLER DELAR AV
STUDIEMATERIALET PÅ
www.solivast.nu



INNEHÅLL

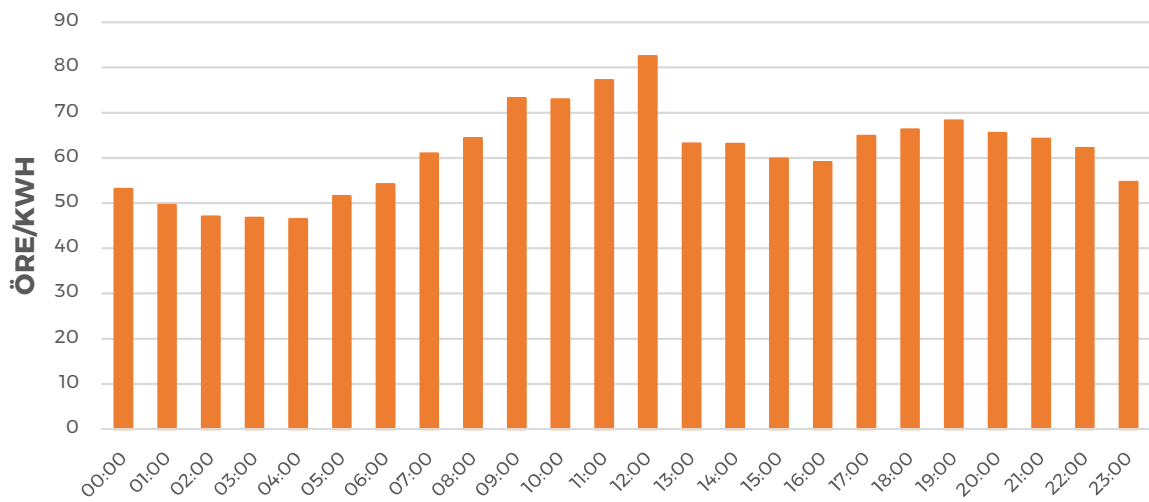
Introduktion.....	3	Energilagringstekniker	6
Varför energilagring?	4	Batterier	6
Optimering	4	Vätgas och bränsleceller	6
Effekttoppskapning.....	4	Smarta elnät.....	8
Självständighet.....	5	Ekonomi.....	8
Teknikutveckling.....	5	Risikanalys.....	9
Nytta för elnätet.....	6	Investera i säkerhet.....	9
		Se till hela systemet	9

Varför energilagring?

Det finns olika anledningar till att investera i energilagringssystem. Det kan vara en fråga om ekonomisk vinning i form av optimering och effekttoppskapning eller så kan det finnas intresse för tekniken och en vilja att vara självständig. Flera olika faktorer kan vara avgörande för hur relevant energilagring är och vilken typ av lösning som är optimal för den specifika fastigheten.

Optimering

En orsak till ett intresse för energilagring kan vara att det finns en etablerad anläggning för elproduktion på eller i anslutning till sin fastighet. Energilagring kan då öppna upp för en möjlighet att i större utsträckning själv utnyttja producerad el. Överproduktion av el som annars skulle ha sålts tillbaka till elnätet kan istället lagras i fastigheten för att användas när elproduktionen är låg eller icke-existerande. Den lagrade elenergin kan också användas de tider på dygnet då elpriset är högre, för att minska elkostnader. Ett energilager kan också användas även om det inte finns en egen elproduktion. El kan då köpas från elnätet när det är som billigast, lagras och sedan användas vid behov då elpriset är som högst.



Figur 1. Elpriset kan variera kraftigt över dygnet, här ett exempel från 30:e juni 2018. (<https://www.vattenfall.se/elavtal/elpriser/rorligt-elpris/timpris-pa-elborsen/>)

Effekttoppskapning

Det finns generellt två olika typer av elnätsabonnemang: *säkringsabonnemang* och *effektbonnemang*. Storleken på huvudsäkringens avgör typ och kostnadsstruktur för elnätskostnaderna i fastigheten. Ett effektabonnemang innebär att en fast avgift läggs på abonnemanget baserat

på den högsta uppnådda effekten, vanligtvis på en månad eller på ett år. I praktiken innebär det att en kund får en påläggsavgift på sin årliga eller månatliga abonnemangskostnad utifrån den enskilda timme då förbrukningen varit som högst.

Det som styr elpriserna är till stor del utbud och efterfrågan. För bostäder är elförbrukningen i regel högre under morgon/förmiddag och eftermiddag/kväll än vad den är mitt på dagen. Då är enbart solceller oftast inte en tillräcklig lösning för att minska dessa effekttoppar. Solceller är som bekant mest produktiva mitt på dagen när solen står högt på himlen, något som sällan matchar elanvändningen. För fastigheter som inhyser kontor eller industriverksamhet kan solceller i större utsträckning matcha förbrukningen, men då enbart när anläggningen producerar el. Det räcker att anläggningen är lågproducerande under en timme då förbrukningen är hög för att det ska vara just den timmen som sätter priset för månaden eller hela året.

Ett väl optimerat energilagringssystem kan programmeras så att el sparas till de tillfällen då behovet av effekt är som högst. El kan då hämtas från energilagret istället för elnätet, effekttopparna kapas och höjda effekttariffer undviks.

Självständighet

Utöver den ekonomiska vinsten kan det också finnas ett egenvärde i energilagring som koncept. Det ökar användarens oberoende från elbolagen och ger en känsla av självständighet. Det kan också, med anpassad teknik, ge en ökad säkerhet mot elavbrott och fel på elnätet.

Om det finns en önskan att ta det till nästa nivå går det att helt frånkoppla sig från elnätet med hjälp av energilagring och bli "off grid". Fastigheter som är off grid undgår helt elnätsavtal och elavgifter till nätägare och elbolag. Med tanke på den relativt billiga el och det stabila elnät vi har i Sverige, i kombination med den höga investeringskostnaden, är fastigheter som är off grid fortfarande väldigt ovanligt i Sverige.

Teknikutveckling

Även om energilagring har funnits länge (kraftverksdammar är ett exempel på energilagring) så är småskaliga lösningar för fastigheter fortfarande en relativt ny teknik. Energilagring i mindre skala består idag oftast av någon form av batterier eller i vissa fall av vätgaslager med tillhörande bränsleceller. Att idag investera i energilagring är därför ett sätt att aktivt bidra till att utvecklingen drivs framåt. En ökad efterfrågan leder till ett ökat utbud och fler tillverkare och leverantörer på marknaden. Detta leder i sin tur till pressade priser och förbättrad teknik. Energilagringsbranschen har stor potential och befinner sig ungefär i samma position som solcellsbranschen gjorde för några år sedan, med avseende på teknikutveckling och lönsamhet. Energilagring är intressant för många tekniska produkter. Den parallella utvecklingen av energilagringsbehovet för solceller och elbilar kommer att driva på utvecklingen ytterligare.



HELT OFF GRID MED VÄTGASLAGRING

Hans-Olof Nilsson, Göteborg, har tillsammans med hustrun Birgitta bott i ett hus med vätgaslagring i tre år - helt bortkopplade från elnätet.

- Vi funderade på att ändra vårt boende och gick på flera föredrag om smarta hus. Men när man frågade om man kunde titta på ett sånt hus var standardsvaret att "det finns inte - men man kan bygga så". Då blev det som en trigger, att jag ska bygga det där huset som alla snackar om men ingen gör, säger Hans-Olof Nilsson.



Läs mer på <http://www.solivast.nu/index.php/news/vatgaslagring-flyttar-solenergin-mellan-artiderna/>

Nytta för elnätet

Ytterligare en fördel med att investera i energilagring är synlig om man vidgar perspektivet och ser på elnätet som helhet. Med lokal energilagring kan belastningen på elnätet komma att bli mer balanserad över dygnets timmar. Tillsammans med solexproduktion kan energilagring också hjälpa till att hålla nere påfrestningarna på det lokala elnätet. Vid överproduktion kan elen gå till energilagring i anslutning till anläggningen istället för att gå ut på elnätet och riskera överbelastning.

Energilagringstekniker

BATTERIER

- + Bättre anpassat för småskalig lagring
- + Etablerade leverantörer och installatörer

BRÄNSLECELLER

- + Större lagringskapacitet per yta
- + Möjlighet till säsongslagring

Batterier

Det finns olika typer av batterier som nyttjar olika material och tekniker, den sort som dock kommit att dominera marknaden är litium-jonbatteriet (LIB). Batteriet i din mobiltelefon, bärbara datorer och kamera är alla LIB, och det är också den mest använda batteritypen i nyproducerade elbilar.

Just elbilar är en av orsakerna till att priserna på batterilagring för hem och fastigheter minskat så pass mycket de senaste åren. Fordonsindustrin har drivit på utvecklingen för att få batterier med större lagringskapacitet, längre livslängd och bättre säkerhet. Den ständiga utvecklingen av elbilar överförs på övriga batteri-marknader och pressar priserna.

LIB har många fördelar gentemot andra batteritekniker. De har bland annat en hög energidensitet, vilket innebär att det går att lagra mycket energi i en liten volym, dessutom har de hög urladdningshastighet vilket ger en högre effektutveckling. Energiförlusterna är låga, bara 10–20% jämfört med traditionella blysyrbatterier (ett vanligt bilbatteri kan exempelvis ha upp till 40%). En nackdel med den höga energidensiteten i LIB är dock att det medför ökade risker (något vi kommer gå in mer på under ett senare avsnitt). Det är dock viktigt att poängtera att även inom familjen litium-jonbatterier finns det flera olika varianter med varierande grad av energidensitet, livslängd, kostnad och säkerhet.

Vätgas och bränsleceller

Vätgas är, precis som elektricitet, en energibärare. Med en bränslecell kan vätgasens kemiska energi omvandlas till elektricitet. Man kan se en bränslecell som en generator som producerar el och där vätgasen utgör bränslet.

Bränsleceller är en beprövad teknik, den första bränslecellen konstruerades redan år 1838. Vätgas och bränsleceller var på frammarsch för ett antal år sedan inom fordonsindustrin men hamnade sedan i skymundan i och med att elbilar blev ett mer attraktivt alternativ. I dag börjar dock bränsleceller återigen bli ett alternativ för såväl energilagringssystem som för fordonstillverkare. Precis som med batterier för stationär energilagring så utvecklas även marknaden och tekniken för

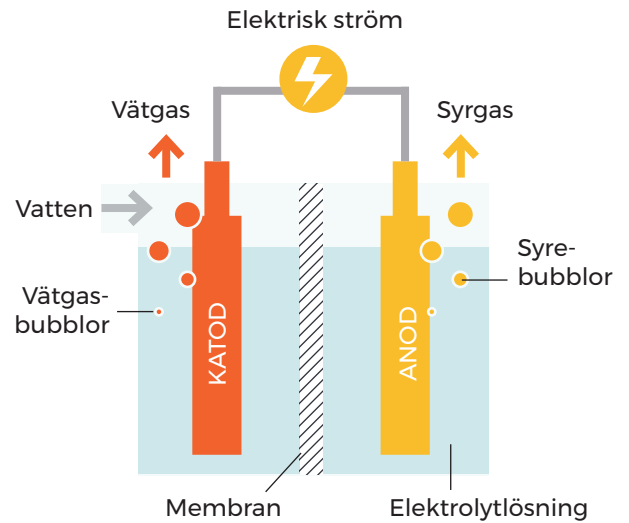
energilagring i form av vätgas och bränsleceller huvudsakligen inom fordonsindustrin.

Vätgas är inte det enda bränslet för bränsleceller, men det är det absolut vanligaste. Bränsleceller finns även de i många olika former och tekniker, där de vanligaste är protonväxlingsmembranbränsleceller, PEMFCs (Proton Exchange Membrane Fuel Cells). Det finns även syrabaserade bränsleceller och högttemperatursbränsleceller som exempelvis smältkarbonatbränsleceller, MCFCs (Molten Carbonate Fuel Cells).

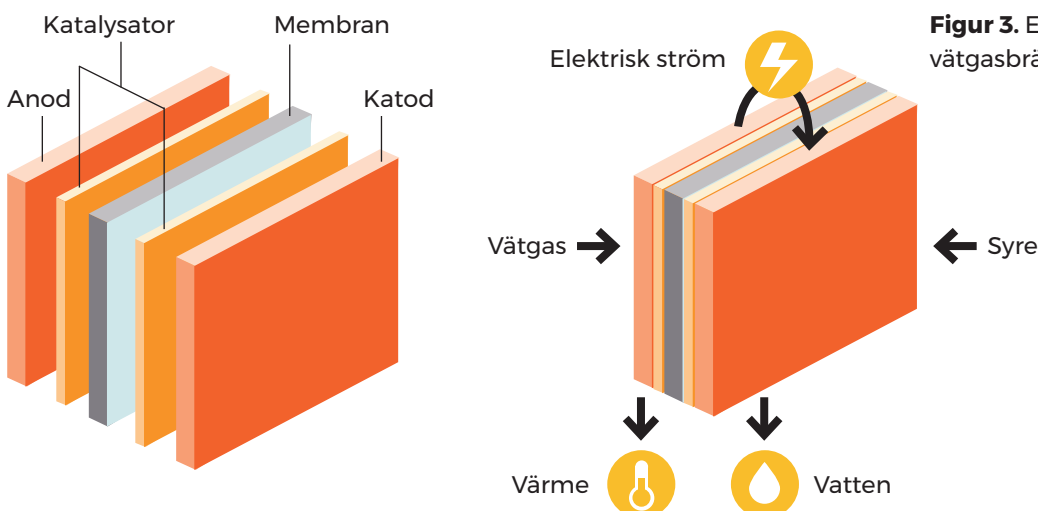
I Sverige är bränsleceller och vätgas i dagsläget inte vanligt som energilagring, men där det finns används oftast solet för att på plats producera vätgasen. I dessa fall används en elektrolysör, en apparat som via elektrolys producerar vätgas med enbart vatten som råvara.

Vätgasen som produceras lagras under högt tryck i trycksäkra tankar i väntan på att användas i bränslecellen. När bränslecellen ska producera el tillförs vätgas och syrgas eller luft. Här kan syrgasen från elektrolysen användas men det går också bra med vanlig luft. När bränslecellen ska producera el tillförs vätgas och syrgas eller luft. De starka kemiska bindningarna i vätgasen bryts sönder med hjälp av syrgasen, eller syret i luften, och frigör elektrisk energi. De enda restprodukterna är vatten och värme och man kan därför ha bränslecellen inomhus utan fara för ansamling av giftiga gaser. Värmen som produceras kan även den tas till vara och utnyttjas till uppvärmning.

Då energilagring i form av bränsleceller och vätgaslager ännu är ovanligt i Sverige är det svårt att ange en generell prisbild eller att hitta leverantörer av kompletta lösningar. Är man intresserad av att använda sig av den här tekniken idag får man därför vara beredd på en relativt hög investeringskostnad samt att man kan komma att få hämta delar från olika leverantörer. Den största fördelen med bränsleceller gent-



Figur 2. En bild över hur elektrolys kan se ut. Med vatten som råvara och fossilfri el som bränsle blir de enda produkterna vätgas och syrgas.



Figur 3. En skiss över hur en vätgasbränslecell fungerar.



Smarta nät. I Köpenhamn har Nissan tillsammans med Enel och Nuve installerat en park med vehicle-to-grid-bilar som används av elbolaget i stadsdelen Frederiksberg. Ett smart nät där elbilarna fungerar som energireserver och laddas när elpriset är som lägst.

(BILD: NISSAN EUROPE)

och genom att använda energiintensiv utrustning när elpriset är som lägst på dygnet. Ett smart elnät, eller Smart Grid, bygger på digitalisering och informationsutbyte mellan användare och producent. Ju mer utrustning som använder el som är ansluten till det smarta nätet desto mer effektivt blir det. Med ett styrsystem kan exempelvis en elbil automatiskt påbörja sin laddning när solesproduktionen är som högst eller så kan en tvättmaskin automatiskt aktiveras när elpriset är som lägst.

Ett smart elnät i kombination med energilagring ger optimala förhållanden för att minimera sin elkostnad, speciellt med avseende på elnätsbolagens effekttariffer. El kan laddas in i energilagret då det lokala elsystemet har låg belastning och när belastningen går upp kan elen tas från energilagret istället för från nätet.

emot batterier som energilager i en fastighet är att kapaciteten är mycket högre i ett bränslecellssystem. Det går att lagra mer energi i en mindre volym än med motsvarande batterilager och detta ger möjlighet att spara energi på årsbasis: från sommarmånaderna till vintermånaderna.

Smarta elnät

Ett alternativ till att lagra el är att använda den på rätt ställe vid rätt tillfälle. På så sätt minskar man istället elkostnaden genom att optimera användningen av el som produceras lokalt (minimera överproduktion)

Ekonomi

Lönsamheten för energilagring kan variera väldigt mycket beroende på vilka behov som finns, hur elanvändningen ser ut, om det finns en anläggning för att producera egen el och hur stor denna är samt vilket elbolag och elnätsbolag man har avtal med. Beroende på dessa faktorer kan det vara mer eller mindre (och ibland inte alls) lönsamt att investera i ett energilager. Med tanke på dagens relativt låga elpriser och den relativt dyra investeringskostnaden så är ett energilager i dagsläget därför mest lönsamt om syftet är att minska höga kostnader för effekttoppar.

Utöver ovan nämnda faktorer så är även val av leverantör en betydande faktor. Det finns i dagsläget inte något stort utbud av leverantörer av batterilager, jämfört med exempelvis leverantörer av solceller, men marknaden växer och nu ger sig även vissa elbolag in på marknaden och levererar egna lösningar. Priserna varierar och det är svårt att säga exakt vad ett system kostar, dessutom kan installation av systemet vara olika krävande beroende på fastighet. Gemensamt för de flesta leverantörer är dock att lösningarna ofta är modulära, vilket innebär att storleken på lagret kan anpassas efter kundens behov. En bränslecellsanläggning är dock, som nämntes tidigare, vanligtvis ett dyrare system än batterilager räknat i kronor per lagringskapacitet i kWh (kr/kWh).

Risikanalyt

Både batterier och vätgaslager innefattar teknik och material som kan vara farliga om de inte hanteras på rätt sätt eller om olyckan är framme. Vissa Litium-jonbatterier är näst intill omöjliga att släcka om de väl börjat brinna och vätgas är av naturen väldigt explosivt. Tekniken för energilagring är så pass ny att tillsynsmyndigheter och räddningstjänst inte hunnit med i utvecklingen. Det finns i dagsläget varken nationella eller internationella riktlinjer för vilka säkerhetsåtgärder som ska vidtas eller vilka krav som ska uppfyllas vid installation av energilager. Det kan dock finnas lokala bestämmelser beroende på var i landet man befinner sig. Finns intresse av att investera i ett energilager bör man därför höra av sig till sitt lokala elnätbolag och den lokala räddningstjänsten innan man påbörjar projektet.



Investera i säkerhet

Oavsett vad det finns för lokala bestämmelser kan det vara klokt att investera i säkerhet. Det kan exempelvis vara en god idé att bygga in batterier och vätgaslager i ett brandsäkert rum, som utgör en så kallad brandcell. Både energilager i form av batterier och vätgaslager med bränsleceller innefattar hantering av brandfarliga delar. Den höga energidensiteten i batterier utgör en risk och en batteribrand kan vara väldigt svår, i vissa fall omöjlig, att släcka. Vätgas i sig är brandfarligt och i kombination med syrgas bildas en explosiv gas. Att ha sitt vätgaslager i en separat byggnad är ett sätt att ytterligare öka säkerheten. Finns vätgasproduktion lokalt bör det finnas vätgasdetektorer som automatiskt stänger av systemet om en läcka uppstår. Med säkerhetsaspekten i åtanke och även att installation av energilager innefattar elinstallation, är det viktigt att använda sig av erfarna och erkända installatörer samt leverantörer.

Se till hela systemet

Man bör också ha i åtanke, speciellt vid installation av bränsleceller och vätgassystem, att apparater som var för sig klassas som säkra inte nödvändigtvis behöver betyda att ett system med flera sådana delar är säkert som helhet.

Det är viktigt att känna till riskerna och det faktum att det är ny och i vissa fall relativt obeprövad teknik. För den försiktige kan det finnas ett värde i att vänta på tydliga besked och riktlinjer från myndigheter. Riskerna till trots bör detta inte avskräcka den som är intresserad av tekniken. Hanteras utrustningen på ett korrekt sätt av erfarna och kunniga installatörer så är risken för att något ska gå fel väldigt liten.

FÖLJ PROJEKTET
OCH HITTA
FLER DELAR AV
STUDIEMATERIALET PÅ
www.solivast.nu





SOL I VÄST DRIVS AV HÅLLBAR UTVECKLING VÄST OCH FINANSIERAS AV LÄNSSTYRELSEN VÄSTRA GÖTALAND, ENERGIMYNDIGHETEN, VÄSTRA GÖTALANDSREGIONEN OCH FASTIGHETSÄGARNA GFR.



SOL VÄST

www.solivast.nu

Fredrik Bergman, projektledare | Hållbar Utveckling Väst | 0702-11 05 47 | fredrik.bergman@huv.nu

Amar Đelilović, projektledare | Hållbar Utveckling Väst | 0760-81 26 63 | amar.delilovic@huv.nu

Alvin Hilmersson, projektmedarbetare | Hållbar Utveckling Väst | 0707-53 81 43 | alvin.hilmersson@huv.nu