



Elnätets balansering med hjälp av ackumulatorer

Oskar Granlund

Lärdomsprov

Energi- och miljöteknik

2025

Lärdomsprov

Oskar Granlund

Elnätets balansering med hjälp av ackumulatorer.

Yrkeshögskolan Arcada: Energi- och miljöteknik, 2025.

Uppdragsgivare:

Yrkeshögskolan Arcada

Sammandrag:

I den gröna omställningen mister elnätsleverantörer stora stabiliserande krafter i elnätet vilket får till stånd en ostabilare elmarknad än förut. Kolkraftverk läggs ner och den energin de har producerat behöver ersättas med miljövänligare sätt av elproduktion. Ofta innebär detta solpanelsparker eller vindkraftsparker. Bägge av dessa alternativ är starkt väderberoende vilket ökar risken för elbrist i nätet samtidigt som det kan förekomma överproduktion vid en annan tidpunkt. Det kommer alltså krävas en effektreserv för möjligtvis båda tillfällena och då med fokus på elbrist i detta arbete. Elbristen ligger i fokus på grund av att det är mer kritiskt än överproduktion eftersom en vindturbin exempelvis är rätt så lätt att stänga av. Då kan frågan ställas på följande vis. Kan elnätet balanseras med ackumulatorkraft? Det här arbetet närmar sig ämnet via hemackumulatorer. Ifall fastigheter själv kan optimera sin konsumtion kan det ge en balans i elnätet med en mindre påfrestning. Ackumulatorerna kan ladda då det finns kapacitet i nätet billigt och sedan mata fastigheten eller elnätet då utbudet på effekt är mindre i nätet. I det här arbetet undersöks vilka olika befintliga ackumulatortyper som finns på marknaden och vilka som möjligtvis redan finns i funktion. Informationen har i stort sett tagits från olika ackumulatörleverantörers nätsidor. Syftet med arbetet är att ge en bred överblick över vilka möjligheter det finns för utveckling av ackumulatorer som reservkraft och vad som kan lösas med ackumulatorkraft samt vad som kunde vara mer utmanande. Resultaten som presenteras i slutet av arbetet är i kort att man kunde lösa en del av problematiken med ackumulatorer delvis tack vare med utomordentlig responstid. Den andra sidan av resultatet är att det fortfarande kommer behövas andra balanserande krafter för att upprätthålla ett stabilt elnät delvis eftersom ackumulatorer inte fungerar optimalt i alla omständigheter.

Nyckelord:

Akkumulator

Optimering

Förbrukning

Buffring

Energi

Begränsningar

Degree Thesis

Oskar, Granlund

Elnätets balansering med hjälp av ackumulatorer.

Arcada University of Applied Sciences: Energi- och miljöteknik, 2025.

Commissioned by:

Arcada University of Applied Sciences

Abstract:

In the green transition, electricity grid providers are losing major stabilizing forces in the power grid, which is destabilizing the electricity market. Coal power plants are being decommissioned, and their previous power output to the electricity grid must be replaced, with more environmentally friendly means of electricity generation. This often leads to building solar farms or wind farms. Both options are highly dependent on weather conditions, which increases the risk of electricity shortages in the grid, while overproduction may occur at other times.

This means that a power reserve will be required equally for both scenarios, with a focus on electricity shortages in this study. The focus is put on shortages because they are more critical than overproduction—after all, a wind turbine, for example, is relatively easy to shut down. The question follows: Can the power grid be balanced with energy stored in batteries?

This study approaches the topic through home battery systems. In case that properties can optimize their own electricity consumption, it could help balancing the grid through less strain put on it during shortages or overproduction. Batteries can charge when there is excess capacity in the grid and the electricity is therefore cheap, and then power the property or the grid when the supply in the grid is low and prices are high.

This study examines various existing types of batteries available on the market and ones that already may be in use. The information has mostly been gathered from various battery providers' websites. The purpose of the study is to provide a broad overview of the opportunities for

development of batteries as backup power and what problems energy storage through batteries can solve, as well as what challenges may remain.

The results presented at the end of the study briefly conclude that part of the problem could be solved with batteries, thanks in part to their excellent response time. On the other hand, the study also finds that other stabilizing forces will still be needed to maintain a stable electrical grid, partly because batteries don't work optimally under all circumstances.

(Translated from Swedish by help from ChatGPT)

Keywords:

Battery

Optimizing

Consumption

Buffering

Energy

Limitations

Innehåll

Sammandrag:	
Abstract:	
Innehåll	
1 Inledning	6
2 Ackumulatortekniker	7
2.1 Traditionell och befintlig ackumulatorteknik och funktionsprincip	8
2.2 Nyare och konceptionella ackumulatortekniker	13
3 Olika Alternativ	14
3.1 TeraVoima och dess koncept.....	15
3.2 Batteribuffert.....	17
3.2.1 Elisas batteribuffert system	17
3.2.2 Andra företag som erbjuder batteribuffert	20
3.3 V2G-system.....	25
3.4 Jämförelse av alternativen	31
3.4.1 TeraVoima kontra Batteri-buffert kontra V2X	32
3.4.2 Ackumulatörer med solpanelmatning	35
4 Fallstudier och kalkyler	36
4.1 Funktion i egnahemshusområden	36
4.2 Funktion i bostadskomplex.....	40
4.3 Funktion hos företag	46
5 Sammanfattning	49
6 Källor	52

1 Inledning

I undersökningen som följer kommer det undersökas huruvida det finns möjlighet att balansera ett elnät med hjälp av olika ackumulatorteknologier som är tillgängliga idag.

Undersökningen kommer ha ett fokus på egnahemshus, möjligtvis ett egnahemshusområde, och höghus. Baskunskap om ackumulatörer kommer gås igenom och lite olika uppbyggnader på ackumulatörer.

I vår värld med en pågående grön omställning kommer behovet av lagrings teknologier för utsläppsfritt producerad el behövas alltmer och mer. Den nya elproduktionen med vind och solkraft är starkt väderberoende och el kan produceras i överflöd vid gynnsamma förhållanden medan under sämre förhållanden kan en brist på elenergi uppstå i nätet. Ett sådant här tillstånd är inte gynnsamt för vare sig förbrukare eller producenter. En strävan till kontinuitet är i bägge sidors intresse. På klarspråk betyder detta att förbrukaren behöver få köpa el när han/hon behöver det och producenten ska kunna leverera el när än det behövs. Då finns det två alternativ. Alternativ ett är att el ska kunna produceras då konsumtionen kräver det. Alternativ två är att el produceras då det är gynnsamt och lagras sedan för att användas då det konsumeras men inte kan produceras i tillräcklig utsträckning.

I den här undersökningen kommer lagring av el att undersökas. Den här undersökningen kommer att ha fokus på lagring av elenergi i olika ackumulatorapplikationer. Undersökningen kommer inte hävda att det är lösningen på problemet men inte heller att det inte är det. En täckande plan kräver högst antagligen en variation av lösningar för olika scenarion och lägen. Undersökningen kommer behandla vad som möjligtvis kunde lösas med ackumulatorteknologi för gemene man som elförbrukare i sitt hushåll då elnätet knävar eller har en positiv överbelastning med för mycket el. Då kommer det utredas ifall förbrukaren kan med hjälp av sin ackumulator bli en producent för att balansera elnätet eller om han kan lagra överlopps energi för ett senare tillfälle och då likaså balansera elnätet.

Undersökningen kommer att nå en slutsats i vilken det kommer presenteras vilket av ackumulator alternativen fungerar bäst i scenarierna som presenteras i undersökningen ”Fallstudier” del avsnitt.

ChatGPT har endast använts till förbättring av översättningar, och där ChatGPT används är det tydligt markerat. Källor som har använts finns tillgängliga i slutet av arbetet. Där kan inspirerade läsare gå och läsa mer om ämnet och kolla arbetets faktualitet, genuinitet, aktualitet, kvalitet och korrekthet.

2 Ackumulatortekniker

Akkumulatorer kan uppbyggas exempelvis med flera olika metaller och vätskor eller gel. Basen är att skapa en skillnad i spänning. Spänningen finns mellan den positivt laddade plus polen och den negativt laddade minuspolen. Basen är att elektroner rör sig från minus- till pluspol och är därmed en elektrisk ström med en viss styrka beroende på flöde. Det är en likström som kommer i arbetet att presenteras med den internationella förkortningen DC som härstammar från engelskans ”Direct Current” det vill säga likström. Om man nu vill använda den här lagrade strömmen i vårt växelströmsnät i hushåll eller elnät måste man växelrikta den först. Växelström kommer hänvisas till med den internationella förkortningen AC som härstammar från engelskans ”Alternating Current”.

I det här kapitlet kommer kemin i en ackumulator presenteras i sin korthet. Det kommer inte göras en djupgående analys av kemiska sammansättningar eller en slutledning för vilken ackumulatorteknik som är effektivast eller bäst. Det som kommer presenteras är en del äldre och en del nyare teknik inom ackumulatorer. Värt att påpeka att det bara kommer behandlas laddningsbara batterier och ackumulatorer. Eventuellt kan det förekomma en kort förklaring om alkaliska batterier för att se skillnaden mellan laddningsbara batterier och alkaliska batterier. Ifall i fråga är en ackumulator är det nästan exklusivt fråga om ett laddningsbart batteri i större skala.

2.1 Traditionell och befintlig ackumulatorteknik och funktionsprincip

En traditionell ackumulator som ett bilbatteri på 12 V i en bil med förbränningsmotor kan vara uppbyggd på olika vis men med samma bas. Olika ämnessammansättningar har olika fördelar och därmed är olika tekniker använda. Oftast är det ett blybatteri som används.

Baskunskap inom kemi hjälper oss förstå hur ett batteri fungerar. En ackumulator är i grund och botten en kemisk reaktion som genererar en elström. Ett företag som bryter ner batteritekniken i små delar som är enkla att begripa är (Batteries Inc., 2025). De primära och då mest centrala komponenterna i en ackumulator är en negativ pol (anod) och en positiv pol (katod) och en elektrolyt som medium för elektrokemiska reaktionerna mellan elektroderna (Batteries Inc., 2025). Litium, nickel och zink är exempel på ofta använda metaller i laddningsbara batterier, ackumulatörer samt alkaliska batterier (Batteries Inc., 2025). Valet av material spelar en stor roll i egenskaper på batteriet så som energilagringsskapacitet och urladdningshastighet (Batteries Inc., 2025). (Batteries Inc., 2025) skriver att vi vardagligt använder oss av batterier men sällan tänker på deras funktion. (Batteries Inc., 2025) kallar batterier för behållare som lagrar kemisk energi, färdig att omvandlas till elektrisk energi. Processen uppnås vid en interaktion mellan katod, anod och elektrolyt (Batteries Inc., 2025).

The anode and cathode, known as the battery's electrodes, play crucial roles. The anode (negative electrode) discharges electrons into the external circuit, while the cathode (positive electrode) accepts these electrons. In the middle, the electrolyte acts as a medium, facilitating the flow of ions. (Batteries Inc., 2025)

Blockcitaten ovan kunde översättas ungefär på följande sätt. Anoden och katoden kända som batteriets elektroder eller terminaler är i en central roll. Anoden (negativa polen) skjuter ut elektroner till den externa kretsen och katoden (positiva polen) tar emot elektronerna. Elektrolyten fungerar som ett medium som tillåter flödet av joner mellan terminalerna.

Det är i den här processen den kemiska energin konverteras till elektrisk energi. Här skriver (Batteries Inc., 2025) att olika batterityper uppbyggda med olika material, har olika egenskaper inom prestationsförmåga, livslängd och säkerhet. Som ett exempel ger

(Batteries Inc., 2025) litium-jon batterier som är populära och brett använda vid elektroniska apparater på grund av en hög energi densitet där litium fungerar som anod och ett annat varierande material som katod.

Processen kan enligt (Batteries Inc., 2025) brytas upp i fyra steg som är följande urladdning, flöde, uppladdning och ”gör det om”(repeat). I det första skeden sker en kemisk reaktion som frigör elektroner som kan röra på sig, i det andra steget flödar elektronerna från den negativa terminalen till den positiva terminalen och åstadkommer därmed det vi uppfattar som ström (Batteries Inc., 2025). I det tredje steget backas processen det vill säga att den kemiska processen upplöses och elektroner trycks tillbaka till den negativa terminalen (Batteries Inc., 2025). Det fjärde steget är helt enkelt att börja processen från början på nytt (Batteries Inc., 2025).

Vanligt använda material i katod och anod är enligt (Batteries Inc., 2025) litium, nickel eller zink. Vanliga elektrolyter är igen enligt (Batteries Inc., 2025) svavelsyra, kaliumoxid och litiumsalter. Katoden och anoden är separerad av en elektrolyt, denna substans tillåter ett flöde av joner mellan de två terminalerna (Batteries Inc., 2025).

Bly-syra batterier eller mer allmänt kallade bly-batterier eller ackumulatorer är en vanlig typ av ackumulator. Enligt (Batteries Inc., 2025) används blybatterier allmänt i bilar, lastbilar och motorcyklar. Vad som händer inne i batteriet är att blyplattorna reagerar med ett syra-baserat lösningsmedel som genererar elektricitet (Batteries Inc., 2025). (Batteries Inc., 2025) skriver att denna typ av batterier har gett våra fordon energi i ett drygt århundrade. Men dessa batterier har också sin svaghet med att de endast håller ett visst antal laddningscyklar (Batteries Inc., 2025). (Batteries Inc., 2025) skriver att nyckeln för att nå optimal prestanda är att säkert hantera och serva batteriet. Batteriet innehåller svavelsyra som är frätande och kan orsaka allvarliga brännskador om den kommer i kontakt med människan.

En annan lite äldre typ av batterier är NiCd, det vill säga Nickel-Kadmium batterier, har funnits sedan ungefär 1950-talet enligt (Batteries Inc., 2025). De har enligt (Batteries Inc., 2025) blivit kända för att vara durabla och pålitliga också i extrema förhållanden. (Batteries Inc., 2025) skriver att den kemiska processen i dessa batterier är enkel. När

man laddar upp batteriet reagerar kadmium och nickelhydroxid och bildar kadmiumhydroxid och nickel, när batteriet laddas ur är processen den exakta inversen (Batteries Inc., 2025). Batteritypen har dock en stor nackdel vilket är en minnesegenskap (Batteries Inc., 2025). (Batteries Inc., 2025) skriver att man måste fullt ladda ur ackumulatören och i ett sträck ladda upp den för att bibehålla den ursprungliga kapaciteten. Ifall det inte följs kommer batteriet nämligen ihåg att det inte laddats fullt senast och då laddas det inte full följande gång heller utan den totala laddningen blir exempelvis ett halvfullt batteri vilket givetvis betyder att den bara kan innehålla halva av den nominella energi kapaciteten (Batteries Inc., 2025). (Batteries Inc., 2025) förliknar processen med att människan inte skulle äta sin matportion till slut och som resultat av det skulle magsäcken krympa. En annan nackdel med den här typens batterier är att kadmium är toxiskt eller giftigt vilket betyder att man måste iaktta särskild försiktighet vid hantering av söndriga eller skadade batterier (Batteries Inc., 2025). Batterierna ska alltså vid slutet av sin livscykel hanteras och göras av med hjälp av professionell avfallshantering som kan kassera batterierna korrekt och säkert för omgivningen (Batteries Inc., 2025).

En till batterityp som används är NiMH vilket står för Nickel-metallhydrid (Batteries Inc., 2025). Till skillnad från Nickel-Kadmium ackumulatorerna har dessa inte på samma sätt ett minne (Batteries Inc., 2025). Nickel-metallhydrid ackumulatorer har en stor energidensitet vilket gör dem kompakta; de håller också att laddas många gånger om och är därmed rätt så miljövänliga (Batteries Inc., 2025). Den kemiska reaktionen här sker mellan nickelhydroxid och en metallhydrid (Batteries Inc., 2025).

Skillnaden i spänning mellan olika ackumulatorer beror helt på kemin i ackumulatören enligt (Batteries Inc., 2025). Som ett exempel ger (Batteries Inc., 2025) att en enskild cell i ett blybatteri har spänningen 2 volt medan en enskild litium jon cell har en spänning på ungefär 3.7 volt. När man sedan kopplar samman flera celler kommer man upp till den önskade spänningen. En ackumulator innehåller alltså flera enskilda celler som är sammankopplade till respektive terminal.

En annan websida som skriver om olika typer av batterier med för och nackdelar är (Epec, 2025). (Epec, 2025) har en bra tabell (tabell 1) över olika laddningsbara ackumulatorer som är infogad under.

Tabell 1 (Epec, 2025)

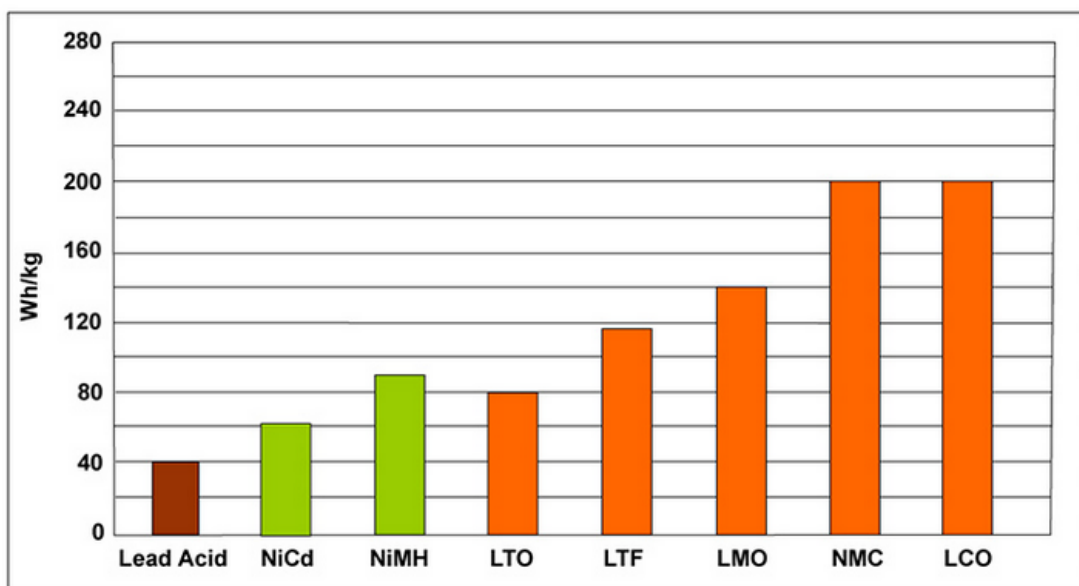
Rechargeable Battery Chemistries

Chemistry	Cell Voltage	Energy Density (MJ/kg)	Comments
NiCd	1.2	>0.14	<p>Inexpensive.</p> <p>High/low drain, moderate energy density.</p> <p>Can withstand very high discharge rates with virtually no loss of capacity.</p> <p>Moderate rate of self discharge.</p> <p>Reputed to suffer from memory effect (which is alleged to cause early failure).</p> <p>Environmental hazard due to Cadmium - use now virtually prohibited in Europe.</p>
Lead Acid	2.2	>0.14	<p>Moderately expensive.</p> <p>Moderate energy density.</p> <p>Moderate rate of self discharge.</p> <p>Higher discharge rates result in considerable loss of capacity.</p> <p>Does not suffer from memory effect.</p> <p>Environmental hazard due to Lead.</p> <p>Common use - Automobile batteries</p>
NiMH	1.2	>0.36	<p>Cheap.</p> <p>Not usable in higher drain devices.</p> <p>Traditional chemistry has high energy density, but also a high rate of self-discharge.</p> <p>Newer chemistry has low self-discharge rate, but also a ~25% lower energy density.</p> <p>Very heavy. Used in some cars.</p>

Lithium ion	3.6	>0.46	<p>Very expensive.</p> <p>Very high energy density.</p> <p>Not usually available in "common" battery sizes (but see RCR-V3 for a counter-example).</p> <p>Very common in laptop computers, moderate to high-end digital cameras and camcorders, and cellphones.</p> <p>Very low rate of self discharge.</p> <p>Volatile: Chance of explosion if short circuited, allowed to overheat, or not manufactured with rigorous quality standards.</p>
Lithium Cobalt Oxide (LiCoO₂)	3.6	>0.72	<p>High specific energy.</p> <p>Relatively short life span, Low thermal stability and limited load capabilities (specific power).</p> <p>Should not be charged and discharged at a current higher than its C-rating</p>
Lithium Iron Phosphate (LiFePO₄)	3.3	>0.32	<p>Good electrochemical performance with low resistance.</p> <p>High discharging current.</p> <p>Cold temperature reduces performance and elevated storage temperature shortens the service life.</p> <p>Limited "C-rate" of around 1C, which means they take a long time to charge.</p> <p>Excellent safety and long life span.</p> <p>Moderate specific energy and elevated self-discharge.</p>
Lithium Nickel Manganese Cobalt Oxide (LiNiMnCoO₂)	3.7	>0.54	<p>C-rate" of this chemistry can range from 1-5C.</p> <p>Higher energy density with lower cost, long cycle life.</p> <p>Can have either a high specific energy or high specific power, they cannot, however, have both properties.</p> <p>Very low self-heating rate.</p>
Lithium Manganese Oxide (LiMn₂O₄)	3.8	>0.36	<p>High thermal stability and enhanced safety, but the cycle and calendar life are limited.</p> <p>Low internal cell resistance enables fast charging and high-current discharging.</p> <p>Can be discharged at currents of 20–30A with moderate heat buildup.</p>
Lithium Titanate (Li₂TiO₃)	2.4	>0.23	<p>Expensive.</p> <p>Excels in safety, low-temperature performance.</p> <p>Long cycle life: > 3000-7000 cycles.</p> <p>Can be fast charged and delivers a high discharge current of 10C.</p> <p>Cycle count is said to be higher than that of a regular Li-ion.</p> <p>Thermal stability under high temperature is also better than other Li-ion systems.</p>

(Epec, 2025)har också en bra graf som beskriver de typiska effekten, i olika bly, nickel och litium baserade ackumulatorer, som är infogad här under (figur 1).

Typical specific energy of lead-, nickel-, and lithium-based batteries



LFP - Lithium Iron Phosphate
LCO - Lithium Cobalt Oxide
LMO - Lithium Magnesium Oxide
NMC - Lithium Nickel Manganese Cobalt Oxide
LTO - Lithium Titanate

Figur 1. En graf som visar Watt timmar per kilogram för olika bly, nickel och litium baserade batterier. (Epec, 2025)

2.2 Nyare och konceptionella ackumulatortekniker

En lite nyare typ av batterier är litium-jon ackumulatörer. Det är en vanligt använd typs batteri i våra modernare elapparater och populär tack vare sin höga energidensitet, långa livscykel och laddningsegenskaper (Batteries Inc., 2025). (Batteries Inc., 2025) skriver att batterierna är så effektiva på grund av den kemiska uppbyggnaden. (Batteries Inc., 2025) har listat olika saker som utgör grunden för batteriet i frågas funktionalitet. Allt bygger på den lätta och mycket reaktiva metallen litium, och det är litium-joner som rör på sig från den negativa terminalen till den positiva vid urladdning och vice versa vid uppladdning (Batteries Inc., 2025). Den positiva terminalen är oftast litiumkoltoxid och den negativa kol enligt (Batteries Inc., 2025). Elektrolyten, som tillåter flödet av joner mellan elektroderna, är enligt (Batteries Inc., 2025) oftast en litiumsalt i ett organiskt lösningsmedel.

(Batteries Inc., 2025) skriver också om fyra innovationer inom ackumulatortekniken som utvecklas hela tiden. Den första innovationen som nämns av (Batteries Inc., 2025) är så kallade solid-state-batterier det vill säga batterier med en fast elektrolyt, inte en vätska. Enligt (Batteries Inc., 2025) är de väldigt användbara till exempel i elbilar för att de har en större energidensitet än andra ackumulatörer med elektrolyten i vätskeform och de har en mindre risk för läckage och antändning. (Batteries Inc., 2025) skriver som andra innovation om litium-svavel batterier som de kallar en så kallad ”Game Changer”, vilket till svenska översatt kanske kunde betyda ungefär banbrytande. (Batteries Inc., 2025) skriver om att denna typ har en potential upp till fem gånger högre energidensitet jämfört med litium-jon batterier. Dessa batterier är ännu på en experimentell fas men det ser lovande ut för framtiden skriver (Batteries Inc., 2025). Som tredje och fjärde innovation skriver (Batteries Inc., 2025) om organiska respektive nano batterier. Som namnet säger så innehåller organiska batterier organiska sammansättningar som minskar behovet av gruvverksamhet och är miljövänligare (Batteries Inc., 2025). Angående nano batterierna så utnyttjas igen nanoteknologi för att förbättra prestandan liksom snabbare laddning längre livscykel och fel säkrare ackumulatörer (Batteries Inc., 2025).

3 Olika Alternativ

Aktörer som uppehåller elnätet strävar hela tiden för att uppehålla frekvensen på 50 Hz. Här kan leverantörer som inte har en egen produktion av el ha en chans att komma in på marknaden. Många stora företag har en fördel med att komma in på elmarknaden i och med att de har möjligheter för att investera ett större kapital för nya projekt. Som ett exempel kan tas TeraVoima och Elisa som inte har en produktion men kan ha en betydande roll i framtidens elmarknad med hjälp av ackumulator och så kallad mikroproduktion. Den främsta uppgiften på elmarknaden skulle inte vara att fungera som elproducenter men som en utjämnande kraft på ett mer miljövänligt sätt än nuförtiden. Nu för tiden används vid extremlåga reservkraftverk med fossila bränslen som exempelvis gas eller brännolja för att rädda elnätet från att falla. Dessa reservkraftverk skulle med hjälp av ackumulatorbaserad reservkraft kunna ha en mindre användningsgrad än för tillfället vilket skulle vara eftersträvänsvärt. En fördel som ackumulatorbaserad reservkraft kunde ha är en väldigt snabb respons då mera effekt behövs i nätet. Om kapaciteten i

ackumulatörer runtom Finland skulle räcka så kunde det eventuellt undvikas att vara tvungen att starta ett reservkraftverk. Dessa företag skulle utöka Finlands självförsörjning på elmarknaden och skulle stabilisera elnätet. Det skulle hända utan att någon skulle påverkas negativt av dem som redan finns på elmarknaden. Det skulle endast öka säkerheten på marknaden. Dessa företag skulle komma att förtjäna på utjämningen av nätet.

Olika alternativ för att lagra och använda el med hjälp av ackumulatörer finns i många olika variationer. Det har valts att i den här undersökningen ska tre olika alternativ undersökas närmare. Det första är ett intressant koncept utvecklat av TeraVoima som i sin korthet består av att man har all el till sitt hushåll via en ackumulator. Det kommer redas ut mer noggrant i följande underrubrik. Det andra alternativet som behandlas är en ackumulator som är parallellt med den konventionella elleveransen via elnätet. Denna typ är i praktiken en buffert teknik. Det tredje alternativet som behandlas handlar om att koppla elbilens ackumulator in i husets elnät via en dubbelriktad koppling som då går åt båda hållen, vilket betyder att man från samma uttag kan ladda upp bilens ackumulator men också vid behov urladda den och använda som matning till huset.

Alla dessa alternativ kommer behandlas noggrannare i detta kapitel. Det kommer också undersökas huruvida de kan fungera ihop med en solpanelsinstallation i hushållet. Solpanelskopplingen kommer behandlas mer i nästa kapitel.

3.1 TeraVoima och dess koncept

TeraVoima är ett finskt företag som planerar på att ändra på Finlands elmarknad (TeraVoima, 2024). TeraVoimas ”akkusätkösopimus” som enligt ChatGPT kunde översättas som ”batterielavtal” är vad de försöker sälja. Vad går det avtalet ut på då? Varför skulle det här löna sig i framtiden i stället för att ha ett konventionellt avtal med ett annat företag som säljer el?

Som redan namnet säger så handlar det om batteri el. (TeraVoima, 2024) Marknadsför sitt elavtal på följande vis, nämligen en stabil kostnad på el på 4c per kWh, inklusive

elenergi och överföringsavgift samt skatt. Därtill kommer en månatlig kostnad från 5€ uppåt per månad som betalas till TeraVoima som har en ackumulator på ett hyresavtal från en ackumulatortillverkare (TeraVoima, 2024). Den månatliga avgiften beror på elavtalets och ackumulatorns storlek. TeraVoima säljer elavtal i olika storlekar till olika behov. (TeraVoima, 2024)Marknadsför också elavtal till storförbrukare det vill säga stora lantbruk och företag. Det inkluderar givetvis en större månadsavgift eftersom ackumulatorstorleken, förbrukningen samt nätanslutningen växer.

Som ackumulator till hushåll använder TeraVoima ackumulatörer som bygger på litium-jon teknik och är väldigt säkra (TeraVoima, 2024). Hushålls ackumulatören ansluts till elnätet med en egen ackumulator ämnad nätanslutning. Den anslutningen ersätter den föregående elnätsanslutningen och kunden får i framtiden bara en räkning som skickas av TeraVoima, det vill säga att överföringsavgiften behöver inte mer betalas direkt av konsumenten. Det här är på grund av att konsumenten inte längre har ett avtal med elnätets ägare utan endast med TeraVoima (TeraVoima, 2024). TeraVoima har alltså en anslutning från elnätet till ackumulatören och konsumenten har från TeraVoimas ackumulator till hushållet (TeraVoima, 2024). Att inte ha en anslutning direkt till elnätet kan verka lite oroande för konsumenten, men enligt (TeraVoima, 2024) är ackumulatören planerad att alltid kunna mata tillräcklig effekt till hushållet. (TeraVoima, 2024) skriver också att man kan ladda elbilen med en åtskild effektmatning och att det då kan förverkligas kostnadseffektivt. (TeraVoima, 2024) nämner också att ackumulatorns buffert egenskap ersätter en dyr väderbeständig nätutbyggnad och hämtar kostnadseffektivitet i elleveranser.

TeraVoimas marknadsföring inkluderar ofta solpaneler. Enligt (TeraVoima, 2024) är det inte nödvändigt att ha solpaneler för att skaffa ett batterielavtal. Det kan trots det vara till en stor fördel för konsumenten att ha solpaneler i samband med batterielavtals systemet.

Om solpaneler kopplas till systemet är det möjligt i samband med när ackumulatören tas i bruk (TeraVoima, 2024). Om solpaneler redan finns i fastigheten i fråga skriver (TeraVoima, 2024) att det tas i beaktande vid installationen av ackumulator och de kan utnyttjas i systemet. (TeraVoima, 2024) påpekar också att om det är möjligt att utvidga

solpanels anläggningen kan de nya panelerna kopplas direkt till ackumulatören och kunden betalar då endast för panelerna och deras installation. Om det senare uppstår en situation där solpaneler ska installeras efter ackumulatören skriver (TeraVoima, 2024) att det sköts med kommunikation mellan solpanelsmontören och TeraVoimas elmontör. (TeraVoima, 2024) påpekar att det kan förekomma kostnader i samband med det beroende på fallet.

Under den senaste tiden när solpaneler har blivit allt förmånligare har de allmänt installerats av egnahemshusägare. Då produktionen av el har överskridit fastighetens elbehov har det varit möjligt att sälja elenergi ut i elnätet. (TeraVoima, 2024) skriver att de inte jobbar på det sättet. Med TeraVoimas batterielavtal fungerar det lite annorlunda om el produceras mer än vad fastighetens elbehov är. Den överskridande energin lagras för senare användning skriver (TeraVoima, 2024) och ifall fastigheten producerar mer el än den förbrukar på årsnivå betalar kunden endast den månatliga avgiften (som beror på elanslutningen och ackumulatorstoreken). Ifall fastigheten inte på årsnivå producerar det vad den använder debiteras en avgift för den överskridande konsumtionen av elenergin (4c per kWh) (TeraVoima, 2024).

3.2 Batteribuffert

Batteribuffert är en annan typ av lösning där konsumenten inte förlitar sig totalt på ackumulator el. Det finns flera företag som erbjuder en sådan här lösning och den kan också utvecklas en själv.

3.2.1 Elisas batteribuffert system

Ett företag som erbjuder en så kallad hem-ackumulator är Elisa. Teknavis reporter Markus Lehtiniitty (Lehtiniitty, 2024) har skrivit en rapport om Elisas ackumulatorsystem och Elisa har på sin hemsida (Elisa Oyj, 2025) en del information.

(Lehtiniitty, 2024) har som rubrik i sin artikel ”Elisalta uusi Kotiakku-palvelu taasaamaan sähköhintapiikkejä tekoälyohjauksella” vilket på svenska skulle betyda ungefär att Elisa erbjuder en ny hem-ackumulator tjänst för att jämna ut elmarknadens priser med hjälp av AI (artificiell intelligens) -styrning. Det beskriver ganska bra vad

som behandlas i artikeln. Så vad går det hela ut på? (Lehtiniitty, 2024) skriver att den intelligenta styrningen av ackumulatörer och förbrukning i hemmen är en del av Elisäs virtuella kraftverks lösning. Elisäs hem-ackumulator tjänst kopplar hushållet till en del av Elisäs ackumulatorreserv som hämtar stabilitet i det riksomfattande elnätet i Finland (Lehtiniitty, 2024). Hushållet får också en ersättning för deltagandet i ackumulatorreserven menar (Lehtiniitty, 2024). Enligt (Lehtiniitty, 2024) har ca en tredjedel av hushållen i Finland ett avtal om börs-el och avtalstypen har blivit mycket vanligare de senaste åren. Med Elisäs intelligenta hem-ackumulator tjänst är idén att kunden får ackumulatorpaketet och programvaran med en ”avaimet käteen-periaate”, eller nyckelfärdig princip på svenska, med att betala en månads avgift. Hur den intelligenta styrningen av ackumulatören funkar är ganska enkelt. (Lehtiniitty, 2024) skriver att ackumulatören laddar ström från nätet när elen är billig och laddas ur när elen är dyr. Med andra ord så matar ackumulatören hushållet då elen är dyr med den billigt tidigare laddade elen och jämnar på så sätt ut priset. Elisäs paket inkluderar en 10-30 kWh ackumulator av märket Huawei, programvaran och en applikation med vilken man kan följa med hur ackumulatören jobbar skriver (Lehtiniitty, 2024). (Elisa Oyj, 2025) skriver att ackumulatorpaketet de säljer är Huawei Luna 2000-S1. Cellerna har tekniken LFP/LiFePO₄ vilket står för litiumjärnfosfat-batteri enligt (Huawei Technologies Co., Ltd., 2025). (Huawei Technologies Co., Ltd., 2025) skriver också att dessa celler har testats hårt och är ytterst pålitliga.

”Tämän tyypiselle palvelulle on selvästi tilausta, Elisän Kotiakku on herättänyt valtavasti kiinnostusta. Syyskuussa ensimmäiset Elisa Kotiakut on asennettu ja otettu käyttöön. Palvelua kehitetään edelleen ja saatavuutta laajennetaan vaiheittain”, kertoo Elisän tekoöly- ja erityisprojektien johtaja Jukka-Pekka Salmenkaita. (Lehtiniitty, 2024)

Här har (Lehtiniitty, 2024) ett citat av Jukka-Pekka Salmenkaita som leder Elisäs special- och AI kopplade projekt. Han säger i citatet att det verkar finnas intresse för den här typen av tjänst, att tjänsten fortfarande utvecklas och att de första paketen har installerats och i bruk tagits i september (Lehtiniitty, 2024).

(Lehtiniitty, 2024) skriver att hem-ackumulator tjänsten har varit tillgänglig i huvudstadsregionen och i och med en lyckad testperiod har Elisa planer på att utöka området och göra tjänsten tillgänglig i hela Nyland och Tammerforsregionen i oktober.

Kostnadmässigt har (Lehtiniitty, 2024) skrivit att Elisa har angett att priset per månad börjar från 38.99€ och varierar upp till 89.99€ beroende på ackumulatorns storlek. Avtalet görs för 120 månader med kredittransaktion (Lehtiniitty, 2024). Därtill skriver (Lehtiniitty, 2024) att det kommer en 1999€ installationsavgift och att man kan få 1500€ värt i hushållsavdrag på den.

Enligt (Elisa Oyj, 2025) , som eventuellt har uppdaterat prissättningen, så är kostnaden för paketet 52.99€-94,99€ per månad med 120 månaders kostnads- och räntefri kreditransaktion beroende på ackumulatorstorlek. Det finns också möjlighet för engångsbetalning enligt (Elisa Oyj, 2025). (Elisa Oyj, 2025) skriver en lämplig ackumulatorstorlek bestäms i samband med ett kartläggingsbesök. Det finns av (Elisa Oyj, 2025) publicerat en kalkyl över kostnader och inbesparingar med ett medelstort egnahemshus ca 150m² och en ackumulator på 21 kWh. Figur 2 nedan visar kalkylen.

Halpojen tuntien hyödyntäminen	+ 21,85 €/kk (vaihteluväli 0-86 €/kk vuodensajasta riippuen)
Akkureserviviyitys	+ 50 €/kk (arvio keskimääräisesti palkkiotasosta, taattu vuoden 2025 loppuun asti)
Aurinkopaneelien ylijäämän varastointi	+ 18 €/kk (riippuen paneelien tuotosta ja sähköhinnasta)
Hybridi-invertteri aurinkopaneelihankintaasi varten	+ 15 €/kk (olettaen 1800€ hankintahinnan ja 10v käyttöajan)
Laitteiston kustannus (21 kWh)	- 69,99 €/kk (120 kk luottokauppa)
Kokonaisvaikutus	= 29,86 €/kk Keskimäärin jäät voitolle

Figur 2. En kalkyl som framställer vinster och kostnader för ett ackumulatorsystem. (Elisa Oyj, 2025)

Ovan kan man då se att enligt (Elisa Oyj, 2025) blir det en vinst på 29,86€ per månad för kunden. (Elisa Oyj, 2025) har ställt vissa krav och har i beräkningen antagit att kunden har solpaneler. I beaktande bör tas att denna kalkyl inte nödvändigtvis är neutral eftersom den är tagen från Elisäs hemsida och kan därför vara uträknad i marknadsföringssyfte, men den kan vara riktgivande på hur mycket systemet kunde bringa inbesparingar.

3.2.1.1 Elisás ackumulatorsystem med solpaneler

Att ha solpaneler i egnahemshus blir allt vanligare skriver (Lehtiniitty, 2024). (Lehtiniitty, 2024) skriver att enligt energimyndighetens uppskattning växte den småskaliga produktionen år 2023 med ca 47 procent, jämfört med det föregående året, och ungefär 30 000 småhus lät installera solpaneler åt sig. (Lehtiniitty, 2024) skriver att om man har solpaneler kan de kopplas till Elisás ackumulator och den laddas då med sole-nergi på dagen, som sedan kan användas under morgon- och kvällstimmarna då börselen typiskt är dyrare. Från Elisás hemsida (Elisa Oyj, 2025) tilläggs att ackumulatorm laddas full under soliga dagar och således behöver man inte sälja den i nätet utan kan lagra den och använda den från ackumulatorm på molniga dagar då solpanelerna inte producerar energi. (Elisa Oyj, 2025) skriver också att det här ökar din självförsörjning inom elenergi. (Elisa Oyj, 2024) skriver att i deras ackumulatorsystem ingår det en hybrid-invertter vilket betyder att om kunden skaffar paneler efter hem-ackumulatorsyste- met kan panelerna skaffas utan invertter. (Elisa Oyj, 2024) har också gjort en exempel- kalkyl på 1800€ nytta som spritt över 10 år skulle bli ungefär 15€ per månad. (Elisa Oyj, 2024) marknadsför också för att installera paneler samtidigt med ackumulatorsy- stemet. (Elisa Oyj, 2024) skriver att företagen de anlitar vid montering av hem-ackumu- latorsystem också säljer solpaneler och att de i samband med kartlägningsbesöket kan ge en offert på en solpanelsinstallation till hushållet i fråga.

3.2.2 Andra företag som erbjuder batteribuffert

Det finns också en del andra företag som erbjuder batteribuffert system med och utan solpaneler. De är i stora drag identiska med Elisás system men små variationer i funkt- ion förekommer givetvis. Det förekommer delvis av patentrestriktioner och delvis av att de olika företagen måste hitta en egen väg att sälja sin produkt och kunna motivera var- för deras system ska väljas framför konkurrentens.

Ett exempel på ett annat företag är Energio (Energio Finland Oy, 2025). (Energio Finland Oy, 2025) har en modell de kallar ”Emaldo® kotiakku” vilket kunde översättas till Emaldo® hem-ackumulator. (Energio Finland Oy, 2025) skriver först på sin webb- plats att med deras ackumulator kan vinsten årligen vara 2000€-3000€. Den vinsten kan fås med balansering av elnätet skriver (Energio Finland Oy, 2025). (Energio Finland

Oy, 2025) Emaldo hem-ackumulator alternativ marknadsförs som hel automatiserat och intelligent. Förutom balansering av elnätet skriver (Energio Finland Oy, 2025) att Emaldo inkluderar Energenie® AI optimering, vilket ska betyda att ackumulator systemet köper börs el när det är billigt och buffrar upp det för användning när börs elen är dyr och hämtar inbesparingar på det viset. Ackumulatorm har också en egenskap att lära sig om hushållets förbrukningsprofil och kan då optimera inbesparingarna med att beakta olika omständigheter enligt (Energio Finland Oy, 2025). Den här varianten kan givetvis också kopplas ihop med ett solpanelssystem och intelligensen är byggd för att också beakta det (Energio Finland Oy, 2025). En viktig punkt för (Energio Finland Oy, 2025) verkar vara att de säljer systemet som 100% automatiserat.

(Energio Finland Oy, 2025) meddelar att de har en lämplig lösning för de flesta kunderna allt från småhus till husbolag och bondgårdar till företag med en notis för företag upp till 200A elanslutning.

När det kommer till balansering av elnätet har (Energio Finland Oy, 2025) lite öppnat upp vad det går ut på. (Energio Finland Oy, 2025) skriver att nätbolagen använder stora summor pengar på att hålla distributionsnätets frekvens vid 50Hz. Då det kväs mer energi i nätet kan de då matas från ackumulatorm ut i nätet och bolagen som ansvarar för elnätet betalar då en kompensation till ackumulator ägaren (Energio Finland Oy, 2025). Det är härifrån (Energio Finland Oy, 2025) marknadsför 2200€-3000€ inbesparingarna. (Energio Finland Oy, 2025) skriver att systemet har testats i samarbete med Fingrid och gjorts ett avtal där Emaldo® erbjuder en reservkraftstjänst som tagits i bruk i det finska elnätet 1.10.2024. (Energio Finland Oy, 2025) påpekar att Emaldo® Grid Rewards-betalningarna baserar sig på de senaste 24 månadernas inkomster men att det finns en möjlighet för fluktuering från de anmälda inkomsterna eftersom balanseringen av nätet utgår på en utbud-efterfrågan struktur.

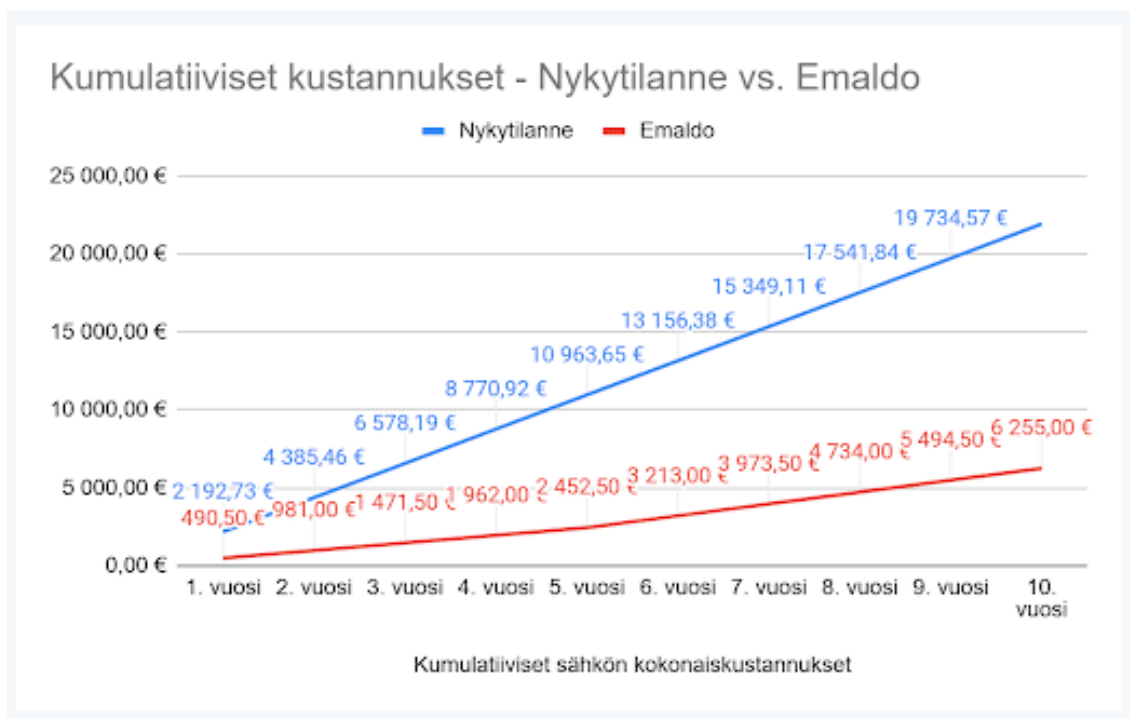
Ett annat exempel på ett annat företag är Wirmax (Wirmax, 2024), och ett tredje är Seron (Seron Oy, 2025).

(Wirmax, 2024) håller inte på endast med ackumulator och elteknik utan också mycket annan husteknik liksom lvi, automation och säkerhet. Det här ger företaget en fördel

eftersom de kan beakta olika system med bättre expertis än andra konkurrenter som enbart håller på med el. (Wirmax, 2024) säljer samma bas ackumulatorsystem som Energio det vill säga Emaldo. (Wirmax, 2024) marknadsför på sin webbsida ackumulatorsystemet främst med solpanelskoppling oavsett om det är befintligt eller om det krävs en installation av det. (Wirmax, 2024) erbjuder ackumulatörer i områden Nyland, Egentliga Tavastland, Birkaland och Mellersta Finland. (Wirmax, 2024) skriver att det finns en stor efterfrågan på solkraft- och ackumulatorsystem samtidigt som de säger att flera väntar på prissänkning av systemen. En springande punkt i (Wirmax, 2024) försäljning är reservkraftsmöjligheten som kortar av tillbakabetalningstiden på systemet eftersom det hämtar ytterligare inkomster utöver de privata inbesparingarna. En till sak (Wirmax, 2024) betonar är att man är säker från elavbrott eftersom ackumulatören kan hålla elapparatur i hushållet på trots att elnätet har ett avbrott. (Wirmax, 2024) är lite mer ödmjuka i sin marknadsföring om årsinkomster gällande reservkraftsmarkanden och skriver att man kan tjäna upp till mellan 1500€-2600€ med att gå med i reservkraftsmarknaden. Eftersom (Wirmax, 2024) använder Emaldo har de från Fingrid fått en uppskattning om att kapacitetsbehovet inom reservkraft kommer under de följande 5 åren kommer växa med 134%. De årliga inkomsternas medelvärde har under de senaste åren varit 2200€ vilket ger ca 183€ månatligen anger (Wirmax, 2024). (Wirmax, 2024) betonar att Emaldo har fungerat länge i Sverige och Danmark och att vinsten där har motsvarat estimaten bra. (Wirmax, 2024) nämner också att reservkrafts marknadsaktören är Emaldo och inte konsumenten, och varför Emaldo är bättre än konkurrenternas alternativ anger de en invertter med 200%-420% större urladdningseffekt än jämförelsebara alternativ, och att Emaldo betalar ut en större del av vinsten till konsumenten.

(Wirmax, 2024) Har en graf över en kalkyl på inbesparingarna med Emaldo jämförelsevis utan ackumulatorsolkraftsystem. Kalkylen bygger på ett egnahemshus med en årlig elförbrukning på 13 500 kWh, en solkraftsanläggning med en effekt på 7 kWp -10 kWp och en ackumulator på 15,3 kWh (Wirmax, 2024). 5,1 kWh av ackumulatorns kapacitet reserveras för reservkraft och 10,2 kWh till hushållets eget bruk (Wirmax, 2024). Tack vare ackumulatörerna skriver (Wirmax, 2024) att elförbrukningen i hushållet kan sjunka till en nivå på 11 500 kWh på årsbasis, och minska elpriset med 4c per kWh vilket skulle ge inbesparingar på 792€ årligen i elens totala kostnader. När härtill adderas reservkrafts vinsten kan man komma upp till mellan 2300€-3400€ årsavkastning

(Wirmax, 2024). I grafen i figur 3 nedan kan ses hur ackumulatorsystemet inverkar på de totala kostnaderna i relation till ett läge utan ackumulator (Wirmax, 2024). Ackumulatorer kan installeras i större utsträckning enligt säkringsstorlek i hushållet och då ökar reservkraftsavgastningen, ackumulatorsystemet kan utvidgas också senare (Wirmax, 2024).



Figur 3. En framställning av hur kostnaderna utvecklas under 10 års tid med och utan ackumulatorinstallation. (Wirmax, 2024)

(Wirmax, 2024) erbjuder också ackumulator lösningar för företag och husbolag och säger att det lätt går att koppla samman flera ackumulatorer. Det är speciellt lönsamt då fastigheten redan har en solkraftpark och producerar mer solenergi än vad de förbrukar skriver (Wirmax, 2024).

Det tredje företaget (Seron Oy, 2025) fokuserar starkast på egnahemshus. Till skillnad från de andra alternativen är (Seron Oy, 2025) inte kopplat till något reservkrafts nätverk. Det ger kunden möjlighet att utnyttja hela ackumulatorns kapacitet till eget bruk. (Seron Oy, 2025) skriver att när elpriset stiger är det allt fler som bestämmer sig för att skaffa en ackumulator hem. (Seron Oy, 2025) säljer också solpaneler och marknadsför därför starkt sin ackumulator kopplat till solenergi. Ackumulatören kan också använda sig av billigare börs el då det är möjligt och mata ut den i huset då elen på börsen är

dyrare (Seron Oy, 2025). När elen är dyr så används elen från ackumulatortill fastighetens behov eller säljs till ett gott pris ut i nätet enligt (Seron Oy, 2025). Elbolaget ersätter kunden för nätutmatade elen på en minskning i elräkningen. (Seron Oy, 2025) skriver att man skaffar inkomster med hjälp av elens prisvariationer. (Seron Oy, 2025) Marknadsför också det att ackumulatorerna tillverkas i Finland vilket betyder att ifall konsumenten behöver hjälp kan man få det på finska vilket kan vara en tröskelfråga för många. Att ackumulatorerna tillverkas i Finland är också viktigt för många konsumenter eftersom det hämtar arbetsplatser till den finska arbetsmarknaden. Tilläggsutrustningen skaffar (Seron Oy, 2025) utomlands ifrån. (Seron Oy, 2025) skriver att ackumulatortillverkan är självstyrd angående upp- och urladdning och beaktar börsens så kallade spot-pris. Spot-priset bestäms på den nordiska elbörsen timme för timme och (Seron Oy, 2025) ackumulator beaktar det ett dygn framåt. (Seron Oy, 2025) skriver att ackumulatortillverkan också fungerar med ett så kallat fast-priselavtal. Det betyder då att ackumulatortillverkan laddas med den fastställda prisets el men kan sälja elen till börspris och bringa in vinst åt konsumenten på elräkningen på det viset. (Seron Oy, 2025) säljer och installerar sina inhemska ackumulatortillverkare i hela Finland. (Seron Oy, 2025) skriver att det är vettigt att producera sin egen el och att man med solpaneler kan uppnå en produktion upp till mellan 30%-40% av den årliga förbrukningen. Man kan med hjälp av ackumulatortillverkan uppnå flexibilitet i sin egen produktion och inte sälja el när det är som billigast utan köra in energin i ackumulatortillverkan och sälja när det är dyrare och enligt (Seron Oy, 2025) kan man då täcka till och med 50% av fastighetens elförbrukning. (Seron Oy, 2025) skriver också om fördelar med deras ackumulatortillverkare och några av dem är att införskaffningspriset genast läggs till på fastighetens värde, ackumulatortillverkan kan tas med när man flyttar och fastigheten blir lättare att sälja då el- och överföringsräkningarna samt elskatten är 50% mindre. Den först och sist nämnda funkar givetvis inte om man tar med sig ackumulatortillverkan när man flyttar. Solpaneler kopplat till ackumulatortillverkan är en lättskött kombination menar (Seron Oy, 2025). (Seron Oy, 2025) ger ett livslängds estimat på solpanelerna upp till 40 år och menar att de inte behöver renoveras eller skötas utan att de klarar sig själv på taken det vill säga att de tål snö-lasten rengörs av regn och börjar producera el på våren så snabbt solen smälter snön som ligger på dem efter vintern. (Seron Oy, 2025) erbjuder all planering och installation av solpaneler och ackumulatortillverkare och använder sig av marknadens mest kvalitativa finska och europeiska produkter. Varför kunden ska välja deras ackumulatortillverkarsystem har de listat upp bland annat ett fast pris på installationen

av solpaneler och ackumulator som fixeras redan i avtalsskedet, lång och vältäckande garanti på alla installerade komponenter och att installationen utförs med ”nycklarna i handen” -principen från planering till uppbyggnad och installation och för kunden är det endast att utnyttja systemet. (Seron Oy, 2025) erbjuder också en plan på avbetalning av systemet som kan gå upp till 10 års tid. (Seron Oy, 2025) gör också avgiftsfria kartläggningar var de berättar mer om deras solpaneler och ackumulatörer, funktionsprincipen och ger ett estimat på potentialen för fastighetens solpanels elproduktion. En detalj i (Seron Oy, 2025) marknadsföring är att de har nämnt att den välkända ishockey landslagscoachen Jukka Jalonen har skaffat deras ackumulatörsystem.

Det finns också flera företag som helt enkels säljer ackumulatörer för ändamålet men ingen programvara eller annat tillhörande. Eventuellt kan de också sälja solpaneler. Dessa ackumulatortillverkare är riktade till företag som vill köpa ackumulatörer till sitt system och till konsumenter som själv vill bygga upp ett eget skräddarsytt system åt sig i sitt hushåll. De finns ett brett sortiment med olika modeller och storlekar och finns ofta något som passar alla olika ändamål.

3.3 V2G-system

Under den senaste tiden har det hänt mycket på elektrifieringsfronten. Det allmänna budskapet i de dominerande medierna är att allting ska elektrifieras. Det är ett vidomgripande problem att lösa. Det kommer kräva enorma satsningar både tekniskt och ekonomiskt. En stor ökning i elproduktionskapacitet kommer också krävas. Fokus ligger för tillfället på trafiken. Det kan bero på att tekniken där redan är befintlig och marknaden är stor. Det är trots det här ett enormt projekt eftersom det inte är bara att få alla att byta till elbil utan hela elnätet måste revideras för den stora ökningen i konsumtion. Vid elektrifieringen av trafiken så kommer den del av fossil energi vi idag använder för tankning av bilen behöva ersättas med en ekvivalent mängd elenergi för att ersätta den kraft som bilen behöver för att röra sig från plats A till plats B.

När en elbil tillverkas så behöver den i grund och botten en ackumulator och en (el)motor, som skiljer den från en bil med förbränningsmotor. De andra delarna är i långt sett ganska lika (Motiva Oy, 2025).

Ifall saken undersöks från en vinkel av att balansera elnätet kan konklusionen vara följande. Ifall en satsning görs på att balansera elnätet med ackumulatorer finns det några möjligheter. En skild ackumulator i hushållet som är kapabel att mata elnätet med en viss effekt och hämtar därmed en stabilisering. En ackumulator som befinner sig som ett mellanstycke mellan när och fastighet som kan mata åt båda hållen enligt behov. En ackumulator är alltså nödvändig i varje fall vid balansering av elnätet med den här tekniken. Elbilen innehåller som tidigare konstaterat en relativt kraftfull ackumulator som enbart används då bilen är i användning. Om man kunde använda energin i den ackumulatortorn skulle ett system med två ackumulatorer kunna undvikas. Det blir givetvis dyrare och går åt mer naturresurser för två ackumulatorer än om man kunde klara sig med en. I mån av möjlighet kunde elbilen kopplas med en dubbelriktad koppling vilket skulle betyda att ackumulatortorn kunde laddas via uttaget men att den också kunde mata el i nätet eller till huset vid behov. Det skulle givetvis kräva en hel del intelligens på både bilsidan och uttagets sida för att optimalt kunna reglera laddningsnivån i bilen. Det kräver också en god planering eftersom bilen måste kunna använda bilen vid behov och då måste det finnas en möjlighet för användaren att mata in ett schema för när bilen behöver användas det vill säga när bör bilen vara fulladdad och när kan systemet användas som buffert vilket betyder att ackumulatortorn i bilen kan mata fastigheten eller nätet. Här är dock en parameter som skapar en viss osäkerhet då det kan komma oväntade händelser som kräver användning av bil som då kan ställa till det om bilens ackumulator är tom och det finns ett behov av att använda den.

Om det ändå fokuseras på den tekniska biten i möjligheten att använda elbilens ackumulator som buffert och då ignorerar för stunden livets oförutsägbarhet, kan ämnet behandlas rent tekniskt och på ett professionellt plan. En elbils ackumulator är i storlek enligt (Motiva Oy, 2025) något mellan 20 kWh ända upp till 95 kWh. Givetvis kan det köras längre utan laddning med en större ackumulator med större kapacitet men den tar samtidigt också längre att ladda upp den. Nämnvärt är det att jämfört med de tidigare diskuterade hemackumulatorsystemen kan en elbil ha en ackumulator med avsevärt större kapacitet än en normal hem-ackumulator vilket betyder att en elbil kunde fungera ganska bra ihop med en fastighet och elnätskoppling. Nämnvärt är också att en ackumulators livslängd räknas oftast i laddningscykler och om elbilens ackumulator jobbar mycket

mot fastigheten och nätet kommer det också att slita på den en del men det kan förmodligen ofta täckas med inbesparingarna man kunde få.

(Ivarsson, 2024) har en ganska artikel på ganska allmän nivå om vad som utvecklas, vad som finns och var strävan eller målet ligger. (Ivarsson, 2024) skriver om V2X (vehicle to everything) som han menar är ett samlingsnamn för bland annat V2H (vehicle to home), V2B (vehicle to building) och V2G (vehicle to grid). (Ivarsson, 2024) skriver också att designen hittills har gått ut på att endast köra ner elenergi i bil ackumulatormen nu så håller en utveckling på att ske för att det ska vara möjligt att köra elen åt andra hållet också. Smart laddning som anpassar effekten i förhållandet till elnätets belastning säger (Ivarsson, 2024) är ett steg på vägen. Om hårdvara skriver (Ivarsson, 2024) att antingen laddaranslutningen måste stöda V2X som då innehåller växelriktare och likriktare eller också kan bilen stöda V2X med samma krav. Om mjukvara skriver (Ivarsson, 2024) att det behövs för att byta ut data mellan bil och laddare och som exempel ges tariff- och debiteringsinformation samt annan nödvändig teknisk data.

(Ivarsson, 2024) Skriver om den väderberoende förnybara energin som ställer krav på ett fungerande lagringssystem. Här påpekar (Ivarsson, 2024) att elbilarnas ackumulatorer är i särklass när kostnadseffektiviteten tas i beaktande eftersom det inte kräver märkbara extra kostnader i hårdvara. (Ivarsson, 2024) skriver att för ett fungerande system måste både laddare och bil ha en beredskap för V2X. (Ivarsson, 2024) Skriver också att det finns en ISO standard för laddstationen (ISO 15118–20). Det finns ännu inte några affärsmodeller för behovet trots att tekniken är här menar (Ivarsson, 2024). Vad som finns enligt (Ivarsson, 2024) är pilotstudier och projekt och han är hoppfull om att det ska inom en överskådlig framtid bli verklighet för allmänheten. (Ivarsson, 2024) skriver att företag och bostadsrättsföreningar kunde dra nytta av parkerade bilar med att balansera sitt effektuttag. Svenska bostadsrättsföreningar kan jämföras med husbolag i Finland enligt Chat GPT. Chat GPT säger att ägandeformen skiljer sig något mellan Finland och Sverige, men koncepten är liknade både juridiskt och funktionellt. Det som (Ivarsson, 2024) ännu skriver att fattas är ett incitament av bilägaren att låta sin elbil användas för ändamålet. Enligt (Ivarsson, 2024) är innovativa affärsmodeller och avtal nyckeln till ett fungerande system. Enligt (Ivarsson, 2024) kommer inte alla bitar för en fungerande lösning finnas här förrän år 2025 och han föreslår att tills det kunde en tidstyrd laddning användas. Det finns nu redan biltillverkare som har adapters på ett 220V uttag som kan

användas vid parkering och camping skriver (Ivarsson, 2024). Som tidigare påpekat påpekar också (Ivarsson, 2024) att en utmaning med elbilar ackumulator buffertanvändning, är att inte påverka bilisten. Det vill säga att man måste ha tillräcklig laddning i batteriet för resan man ska göra med bil (Ivarsson, 2024).

”Ett sätt att lösa detta är att begränsa urladdningen så att den aldrig understiger 70-90 procent av bilens batterikapacitet, samtidigt som man låter elbilsägaren styra sådant som avresetid och planerad körsträcka mer mera. (sic*)” (Ivarsson, 2024)

Enligt (Ivarsson, 2024) är det stora problemet i nuläget att man inte kan sälja elen från elbilens ackumulator fastän man har möjlighet att ta ut den. (Ivarsson, 2024) skriver att affärsmodell, betalningsmodell och incitament för bilägare fattas.

En annan som skriver om ämnet är (Ellevio AB, 2024). (Ellevio AB, 2024) börjar med att ta itu med V2G tekniken och skriver att när framtidens elnät behöver avlastas så kan man använda elbilens ackumulator som en strömkälla. (Ellevio AB, 2024) Det finns utmaningar men elbilsägaren kan tjäna på att sälja elbilens ackumulator el som en kompensation i sin elräkning eller som direkta inkomster (Ellevio AB, 2024). Nyckeln samt problematiken här är den gröna omställningen med förnybar energi som samtidigt borde åstadkomma en större elproduktion och ett elnät som klarar av att leverera den större effekten som krävs enligt (Ellevio AB, 2024). (Ellevio AB, 2024) skriver om en flexibel konsumtion samt produktion av både företag och privatpersoner och ger elbilar en status som flexresurs.

(Ellevio AB, 2024) skriver att med hjälp av V2G tekniken blir bilens så mycket mer än en bil, framför allt blir det en flyttbar flexresurs. Utmaningarna med systemet är enligt (Ellevio AB, 2024) att bilen måste klara av dubbelriktning och det måste också laddboxen, (Ellevio AB, 2024) skriver att det är än så länge ganska ovanligt att systemen klarar dubbelriktningen. (Ellevio AB, 2024) skriver också att regelverket kring V2G är oklart och om det ska vara knutet till bilen eller till en specifik mätare. (Ellevio AB, 2024) skriver att de tror att en tillräcklig ekonomisk kompensation och en viss enkelhet räcker till för att få fart på utvecklingen inom området. (Ellevio AB, 2024) skriver att man kunde mata ut el i nätet vid högt pris från elbilsackumulatören och ladda ackumulatören vid lågt pris. Ett el abonnemang är inget problem enligt (Ellevio AB, 2024) utan

lösningen finns redan och den behöver bara skrivas in i det befintliga konsumtionsabonnemanget som en tilläggsdel för att uppnå ett produktions-konsumtionsabonnemang som till exempel mikroproducenter redan har. (Ellevio AB, 2024) skriver liksom andra om pilotprojekt, de har också nämnt att en dubbelriktad laddbox inte skulle vara nämnvärt dyrare än en enkelriktad. Största problemen ligger i ett samarbete mellan fordonstillverkare, elnätsoperatörer och regeringar samt batterigarantin enligt (Ellevio AB, 2024). Vad som krävs för en bredare implementering av V2G, som är mest intressant för (Ellevio AB, 2024), är en tydlig regelram och standardisering (Ellevio AB, 2024). (Ellevio AB, 2024) skriver att V2H är först ut eftersom det är ett enklare system som inte kräver förändringar i abonnemang och mätning. (Ellevio AB, 2024) påpekar också att elbils ackumulatören är en flexresurs som kan glömmas bort och har en stor potential. Som exempel ger (Ellevio AB, 2024) att en elbilsackumulator kan ha en kapacitet mellan 50 kWh upp till 100 kWh som är mycket mer jämfört med en ackumulator på 10 kWh som är vanligt vid solcellsinstallationer. (Ellevio AB, 2024) påpekar att V2G-tekniken ligger några år i framtiden och att den nutida tekniken inte nödvändigtvis kan konverteras att hantera V2X och att det bästa är om hårdvaran säljs som V2X-ready och då bara behöver en mjukvaruuppdatering för att kunna hantera det.

Ett företag som marknadsför sin laddare är (ABB, u.d.). (ABB, u.d.) skriver att de säljer en dubbelriktad laddare som lämpar sig för V2G-teknik. (ABB, u.d.) skriver att det finns ett behov för elbils ackumulatorbaserad reservkraft eftersom den nya gröna energiproduktionen nu och då fungerar sporadiskt. (ABB, u.d.) tror på att det kommer finnas ett behov och en efterfrågan på den här tekniken då elnätet behöver stabilitet och konsumenten kan få en vinst på det.

En nätsida som berättar lite om hur tekniken på olika sätt kan utnyttjas i V2G är Elektrobit, som har en artikel skriven av Abhay Barnard Britto (Product Marketing Manager) och Kevin Krannich (Former Marketing Communications Apprentice), (Britto, u.d.). (Britto, u.d.) skriver att elbilar och V2G blir allt viktigare i vardagliga livet och de är miljövänliga men lägger större och större press på elnätets effektleverans och därmed stabilitet. (Britto, u.d.) ställer frågan, vad om alla ska ladda sin elbil på samma gång? En möjlighet är elnätets överbelastning och därmed en kollaps i eldistributionen, (Britto, u.d.). (Britto, u.d.) skriver att risken för en utbudsbrist är speciellt aktuell om solen inte

skiner och det inte blåser när människor kommer hem från jobbet och pluggar i sin elbil för laddning. För att maximera nyttan av förnybar energi ska ett system utvecklas som tillåter elbilen att ladda när det finns effekt i nätet och urladda då elnätet håller på att knäa enligt (Britto, u.d.). (Britto, u.d.) skriver att V2G enkelt förklarar går ut på att jämna ut piken det vill säga att ackumulatören laddar då det finns ett överflöd av energi i nätet och att ackumulatören kör ut effekt då det finns för lite. (Britto, u.d.) skriver att potentialen finns eftersom elbilarna sitter kopplade stilla i sina laddare största delen av tiden och kunde då undertiden jobba med elnätet. Vad kommer till konsumentens behov skriver (Britto, u.d.) att det skulle krävas en mjukvara för elbilens användare skulle kunna meddela när han/hon behöver elbilen och när den ska vara laddad. (Britto, u.d.) skriver att det har estimerats att det år 2030 kommer finnas 200 miljoner elbilar som då kunde kopplas samman till "en stor ackumulatör" för att jämna ut eldistributionsnätet. Ett begrepp som (Britto, u.d.) förklarar är V1G som uppfattas som smart laddning är att bilen laddar då energin är billig och varierar hastighet och effekt enligt nätets tillstånd, det är en enkelriktad process till skillnad från V2G som är dubbelriktad. (Britto, u.d.) skriver också att biltillverkare snabbt håller på att elektrifiera hela sitt utbud. Det kommer enligt (Britto, u.d.) att förbättra hur vi kan producera, ta till vara och använda grön energi och kommer sporra en utsläppsfri bilanvändning.

(The Mobility House GmbH, 2025) har på sin websida en del info om V2G. Lika de tidigare skriver också (The Mobility House GmbH, 2025) att ägaren av elbilen kan få finansiella ersättningar med att använda elbilens ackumulatör som ett mobilt energilagrar eller ett mobilt "elkraftverk". Med "elkraftverk" menar (The Mobility House GmbH, 2025) att bilen kan mata ut el i nätet för stabilisering, inte att bilen skulle generera el som ett rent kraftverk.

(The Mobility House GmbH, 2025) skriver att det i framtiden för att både uppnå klimatmål och ett stabilt nät kommer behövas ett intelligent elnät med vilket menas att energi lagras temporärt och används vid behov. Enligt (The Mobility House GmbH, 2025) är det här V2G kommer in som ett flexibelt energilagrar eftersom elbilar för det mesta står kopplade till laddare och inte använder den energi som är lagrad i ackumulatorerna. För att uppnå den fulla potentialen har elbilarna en fördel med ett decentraliserat nätverk som flexibelt reagerar på sekunder med den fluktuerande sol- och vindkraften skriver

(The Mobility House GmbH, 2025). Om fördelar och användningsändamål skriver (The Mobility House GmbH, 2025) allt som redan nämnts och som en ny sak V2L som står för Vehicle to Load, med vilket menas att man kan använda elbilens ackumulator som strömkälla för extern apparatur via ett uttag. Det är kanske mest praktiskt i camping-sammanhang.

Givetvis har alla V2G en alternativ solpanelskoppling vilket då betyder att ackumulatortorn kan laddas med principiellt kostnadsfri el och sedan sälja den ut i nätet till börspris. Det är också rekommenderat att koppla in ett solpanelssystem i V2X system.

Akkumulatortypen som elbilar använder bygger oftast på Litium-jon teknik. Enligt (EvEnergi, u.d.) används LCO(Litium-koboltoxid), LMO(Litium-maganoxid), LFP(Litium-järn-fosfat), NMC(Litium-nickel-mangan-koboltoxid), NCA(Litium-nickel-kobolt- aluminiumoxid), LTO(Litium-titanium-oxid).

3.4 Jämförelse av alternativen

Vid ett skede när en konsument har ett intresse att installera någon sort av ackumulatortorn eller solpaneler kan det ofta bli svårt att välja rätt. Delvis kan det bero på att konsumenten inte känner till vad för alternativ denne har och delvis på att kunskapen om hur systemen fungerar kan kännas otillräcklig. I det här fallet är kunden mycket beroende av leverantörens information. Att vara beroende av leverantörens information är inte alltid fördelaktigt för konsumenten eftersom leverantörerna givetvis vill sälja sin egen produkt och inte hjälpa konkurrenterna sälja sina. Det kan i sin tur leda till en förvrängd bild av produkten eftersom alla leverantörer inte meddelar vilka nackdelar deras system har gentemot en konkurrents system. Möjligheten att fråga efter olika offerter och själv göra en evaluering av vilket system som skulle gynna en själv mest går givetvis att göra men för att nå önskat resultat måste konsumenten ha en viss baskunskap inom hur elnätet och det egna husets elnät fungerar. Exempelvis så är det bra att veta var den egna konsumtionen ligger och vilken tid på dygnet behoven av elkraft ligger. Ett annat alternativ är att hyra en oberoende konsult men det tycker de flesta konsumenter är dyrt och onödigt eftersom många anser sig veta tillräckligt. Det som konsulten eventuellt kunde hjälpa till med är den långsiktiga planeringen som en enskild

konsument lätt kan glömma vid en jämförelse av offerter. I nästa stycke kommer de ovan behandlade tre alternativen att behandlas möjligast objektivt för att få en möjligast täckande bild av hur den bästa nyttan kunde uppnås för både konsument samt elnät.

3.4.1 TeraVoima kontra Batteri-buffert kontra V2X

För att påminna oss om de olika alternativen var TeraVoima en leverantör som erbjuder en ackumulatorer utan elanslutning utan fastigheten använder sig endast av praktiskt taget lagrad energi i ackumulatorn. Den lagrade energin kan då laddas in i ackumulatorn via förmånligare börs-el eller gratis sol-el. Batteribufferten igen jobbar smidigt, och ofta intelligent, parallellt med elnätet i fastigheten. Samma princip gäller här i uppladdning av ackumulatorn men skillnaden är att ackumulatorns kapacitet behöver inte användas direkt utan konsumenten kan också lagra elen och undertiden använda nät-el och när det är dyrt antingen sälja eller själv få ytterligare vinst då elen är som dyrast. Som tredje alternativ presenterades en lösning med V2X. Den skiljer sig från de övriga alternativen på så vis att konsumenten inte har en ackumulator fastinstallerad i fastigheten utan elbilens ackumulator är mobil vilket har både för- och nackdelar.

Givet är också att inget av dessa system är uteslutande utan systemen kan användas parallellt med varandra. En sådan variant är kanske mest sannolik i framtiden eftersom bilindustrin för tillfället är hårt på väg mot en elektrifiering av deras bilpark eller urval. I denna undersökning kommer dock alternativen främst behandlas enskilt det vill säga var och sitt system för sig med en möjlig solpanelskoppling.

TeraVoimas koncept går ut på att de löser in kundens elanslutning och kopplar det till kundens ackumulator (TeraVoima, 2024). Kunden behöver inte solpaneler för att ha ett ackumulator-el avtal med TeraVoima (TeraVoima, 2024). Det skulle dock vara gynnsamt för båda parterna. Med TeraVoimas ackumulator-el avtal kan el inte säljas till nätet och inga inkomster kommer därifrån (TeraVoima, 2024). Idéen med TeraVoimas avtal är enligt dem själva (TeraVoima, 2024) att de erbjuder el för ett fast pris på 4 cent per kWh och skyddar konsumenten från elavbrott och fluktueringarna i priset på el i börser. Där till om konsumenten har solpaneler och producerar el räknas produktionen på årsnivå (TeraVoima, 2024). Ifall konsumenten producerar mer el än denne använder

behöver konsumenten inte betala annat än månadsavgiften åt TeraVoima (TeraVoima, 2024). Det betyder alltså att man kan använda den el man producerar under året själv och betalar endast månadsavgiften och ett fast pris på den eventuella övergående mängden el som måste köpas från nätet (TeraVoima, 2024). Det är alltså i grund och botten ett billigare alternativ jämfört med ett konventionellt elavtal som gynnar konsumenten speciellt bra om det finns en möjlighet att ha solpaneler installerade. Givetvis måste det gynna företaget TeraVoima också. Ett antagande är att TeraVoima gör vinst på att vara en stabiliserande kraft i elnätet och får då en ersättning av andra aktörer som har med nätet att göra. Fördelen här för konsumenten är alltså att elen går att buffra kort sagt. Kunden kan följa med sin TeraVoima ackumulators funktion via en web-portal och en applikation men styrning och administration sköts helt av TeraVoima (TeraVoima, 2024).

För att jämföra TeraVoimas lösning med en annan så väljs (Elisa Oyj, 2025) och (Energio Finland Oy, 2025) :s lösningar som liknar varandra i hänseende att de är koplade parallellt med nätet. Stora skillnaderna mellan TeraVoimas och exempelvis Elisäs och Energios lösningar är att kunden själv kan kontrollera ackumulatören bättre. Visserligen är Elisäs och Energios ackumulatorernas funktion automatiserad till en hög grad men möjlighet att ha kontroll över den kan kännas som ett säkrare alternativ för en osäker kund. En annan skillnad är att det inte finns någon månadsavgift eftersom kunden i princip köper systemet av leverantören i fallet Elisa och Energio, och via det äger den. (TeraVoima, 2024) fungerar igen med den principen att företaget hyr helt eller delvis ackumulatören av en ackumulatortillverkare med ett avtal av leasing-princip. Till skillnad från TeraVoima så erbjuder inte Elisa och Energio ett fast pris på el. (Elisa Oyj, 2025) och (Energio Finland Oy, 2025) erbjuder nog en större stabilitet i elpriset än elbörsen men funktionen där är att ackumulatören laddas upp när börs-elen är billigare och kan urladdas då börs-elen är dyr vilket i sin tur ger ett lägre genomsnittligt elpris. Det som eventuellt är nyckeln till att Elisäs eller Energios ackumulatorsystem kunde vara mer lönsamt än TeraVoimas är att kunden själv kan jobba mot nätet. Då betalar aktörer på elmarknaden en ersättning direkt åt kunden som äger ackumulatören. I (Elisa Oyj, 2025) fall så förutsätter försäljningen åt nätet att kunden är delaktig i Elisäs ackumulatorreserv. Åt kunden betalas då månatligen en ersättning ett estimat av (Elisa Oyj, 2025) är 50€ per månad i genomsnitt, garanterat till året 2025:s slut. Här skiljer sig (Elisa Oyj,

2025) och (Energio Finland Oy, 2025). (Energio Finland Oy, 2025) erbjuder nämligen sitt Emaldo ackumulatorsystem som ett exempel. Ifall kunden har (Energio Finland Oy, 2025) ackumulatorsystemet Emaldo så är systemet tillräckligt intelligent för att sälja reservkraft själv och då gör den det i samarbete med Fingrid. Här får kunden en ersättning direkt på sitt konto som ligger enligt (Energio Finland Oy, 2025) på en nivå mellan 2200€-3000€ årligen. Här är alltså kunden och elnätet i en relation utan mellanhänder till skillnad från Elisa och TeraVoima. En annan liten fördel till de andra är att enligt (Energio Finland Oy, 2025) är deras Emaldo en ackumulator som lär sig och anpassar sig där efter specifikt till kundens behov. Den köper börs-el billigt och använder sin reserv mot elnätet och enligt behov till hushållet. Detta är givetvis en teknisk intelligens som går att tillämpa till andra system också men Emaldo har det färdigt inbyggt. Givetvis kan nyttan av systemet maximeras med hjälp av solpanelsinstallation. (Energio Finland Oy, 2025) marknadsför att de passar ihop med alla inverterar som redan finns på marknaden. Det betyder att det inte kommer några extra kostnader för att koppla ackumulatortill solpanelerna förutom installationskostnader.

Sedan finns det ännu V2X system som det lönar sig att jämföra dessa system med. Den stora skillnaden här är kanske att man inte behöver en fast ackumulatorinstallation trots att det kunde ge en större vinst med tiden, men ett ackumulatorsystem är alltid en extra investering trots att många marknadsför den som en snabbt tillbaka betalande investering. Fördelen med V2X jämfört med andra är att ifall en elbil finns till förfogande finns det redan en rätt så kraftig ackumulator i den som kan kopplas till en fastighets elsystem. Andra fördelen är att ackumulatortill är mobil. Ett exempel på en fördel med en mobil lösning är att den inte är bunden till fastigheten som i ofta är fallet med de andra. Den enda investeringen som krävs här är relativt liten. Det är ett laddningsuttag som jobbar åt båda hållen det vill säga in och ut ur ackumulatortill. Detta är ofta smart att kombinera med en del intelligens som eventuellt kan lära sig när att ladda och när att ladda ur. Uttaget kan också kopplas så att ägaren av bilen kan använda den lagrade energin i fastigheten och kunden kan också göra ett elavtal med elbolaget om att vara en reservkrafts källa för elnätet. Den här typen av system är ännu ganska långt i barnaskor eftersom elbilens användning ställer till med en del problem. Den vanliga konsumenten vill gärna äta upp kakan och ha den kvar som det brukar sägas. Det betyder i sin korthet att elbilens ackumulator gärna kunde användas som buffert till både fastighet och nät

men samtidigt finns det ett behov för en laddning i elbilen så att det går att ta sig från plats a till plats b då det behövs. För att system av den här typen ska fungera smidigt krävs en del planering och en del möda av konsumenten ett meddela när han/hon ska använda bilen och när den kan användas som buffert. Detta kunde eventuellt bäst fungera under nattetid ifall konsumenten med säkerhet vet att denne inte kommer ha ett behov för bilen under nattetid. Det finns alltså en liten problematik här med tiden kommer utvisa ifall det finns en möjlighet för det här systemet. En kombination av detta system med ett annat ackumulatorsystem skulle säkert fungera rätt smidigt men det skulle orsaka en hel del till kostnader för konsumenten. En kombination av V2X är redan i användning idag nämligen att ladda elbilen med sol-el. Detta har dock oftast förverkligats endast enkelriktat det vill säga att det finns en möjlighet att ladda bilen med sol-el men inte utnyttja energin till annat. Här kunde det då finnas en möjlighet att bara byta ut laddporten/laddboxen till en dubbelriktad och då skulle systemet eventuellt vara mycket mer användbart för konsumenten med en relativt liten investering. Ett företag som redan säljer dubbelriktade laddboxar är (ABB, u.d.).

3.4.2 Ackumulatorer med solpanelmatning

Alla ovannämnda ackumulatoralternativ fungerar utan solpaneler enligt källorna. TeraVoima, Elisa och Energio har utan solpaneler en princip på att fungera utan solpaneler. Principen där går ut på att elen köps och laddas i ackumulatorn när det är billigt på börserna och säljs eller används då det är dyrare el på marknaden. Elpriset följer i regel ganska långt samma princip som alla annan marknad med efterfrågan och utbud. Det vill säga att när efterfrågan är stor och utbudet mindre stiger priser och vice versa sjunker i det inverterade förhållandet. Detta kan lätt åskådliggöras veckovis för den allmänna börsanvändaren med hjälp av börs-elens prissättning. Man kan lätt se att priset i de flesta fall stiger i Finland på lördag kväll mellan klockslagen 18.00 och 22.00. Detta beror på att lördagen för många är en Bastukväll och när många slår på sin elektriska bastukamin för att bada bastu samtidigt är efterfrågan stor och priset är då högre.

Det är vid sådana här tillfällen en ackumulator utan solpaneler kunde vara till stor nytta eftersom de kunde ladda billigt och mata ut el till exempelvis då bastun och på det viset jämna ut elpriset till en lägre nivå.

Om fastigheten i fråga då har en solpanelsinstallation, kunde det bli ytterligare förmånligt att bada bastu på lördag kväll. Då kunde nämligen ackumulatören laddas upp med praktiskt taget gratis el under en solig dag och sedan mata ut det till bastun. Det här gäller givetvis inte endast bastun utan många andra ändamål också men bastun är ett bra exempel eftersom det är en stor och känd elförbrukare som finns i många hushåll. Det är orsaken varför rapporten använder bastun som exempel.

Solpanelerna är producenter av gratis el efter att de har betalat in installationskostnaderna och eventuellt underhåll. Det är en orsak varför rapporten hänvisar till solpanelsproducerad el som ”praktiskt taget gratis el”. Alla ovannämnda system liksom TeraVoima, Elisa och Energio har en möjlighet till solpanelskoppling och marknadsför sig också så. I källorna finns mera frågor på FQA (Frequently asked questions) avdelningen frågor om systemet går att installera utan solpaneler och svaren har varit jakande. Det är givetvis ett mer täckande och förmånligare system för kunden att ha solpaneler också fastän investeringen är märkbart större från början. Det nyttjar också leverantören att ha en del småproduktion hos sina kunder eftersom de då kan ha ett större samarbete med andra aktörer på elmarknaden när de också kan erbjuda en del produktion och behöver inte enbart spela med den el som redan finns på marknaden av storproducenterna.

4 Fallstudier och kalkyler

I det här kapitlet kommer undersökningen fokusera på hur dessa ackumulatörer kunde fungera i olika förhållanden. Hur stor inverkan de kunde ha på olika fastighetstyper och vilken storlek av ackumulatör som skulle passa bäst var. Här kommer solpanelsinstallationer inkluderas parallellt med ackumulatörer med tanken att det förmodligen är den allmännaste lösningen. Behandlingen av ackumulatörer och solpaneler skilt från varandra kommer också behandlas kort. En del grundläggande kalkyler kommer utföras för att backa upp teorin.

4.1 Funktion i egnahemshusområden

Enklast är kanske att tänka sig en installation i ett egnahemshus. Det beror på att det är ett allmänt boende sätt i Finland. Det är också vanligt att den som bor i huset äger det vilket gör det enklare att utföra en installation, eftersom lov för installationen kan direkt

planeras med den som beställer ackumulatören. Om det görs en beställning till ett egna-hemshus i ett område som omfattar flera hus kan det löna sig att försöka få med så många som möjligt i planen eftersom en massabeställning kan bli billigare för både kund och leverantör. Reservkraftsmässigt är ett område också mycket kraftigare än enskilda hus.

Som exempel för kalkylen kommer det användas ett ca 150 m² hus som är en rätt så normal husstorlek i nu för tidens Finland. Huset kommer ha en antingen jordvärmepump eller direkt elvärme som källa för uppvärmning av vatten och värme i fastigheten. Effektförbrukningen i fastigheten mäts på årsnivå. Enligt (Konsumenternas energimarknadsbyrå, 2025), (Lumme Energia, u.d.) och (Stockfleth, 2023) är en normal förbrukning i en villa eller egna-hemshus mellan 5000kWh och 20 000kWh årligen beroende på uppvärmningsform. Enligt (Stockfleth, 2023) går det åt redan 10 000kWh för uppvärmningen av fastigheten på ett år i en fastighet med direkt elvärme. Resten av förbrukningen uppstår av andra elapparater så som bastu och varmvatten skriver (Stockfleth, 2023). (Lumme Energia, u.d.) skriver att en fastighet på 100 m² som bebos av en fyrapersoners familj har en elförbrukning på ungefär 5000kWh per år med fjärrvärme. Elförbrukningen skulle stiga ungefär fyrfaldigt med direkt el skriver (Lumme Energia, u.d.). Elförbrukningen går också att minska med energieffektiva uppvärmningsalternativ som med en jordvärmepump eller luftvärmepump vilka kan minska elförbrukningen med 50-75% och 30-40% i respektive fall, jämfört med direkt elvärme, enligt (Lumme Energia, u.d.). (Konsumenternas energimarknadsbyrå, 2025) skriver likaså att den normala elförbrukningen för en villa med eluppvärmning är ca 20 000kWh årligen och ifall ett annat system för uppvärmning och varmvatten kan elkonsumtionen minska till ca 5000kWh per år.

Ifall kalkyler på föregående information utförs så kan man se att en ackumulator med intelligens angående börs-el priser och en eventuell solpanelskoppling kunde hjälpa till med att jämna ut förbrukningen gentemot nätet och hämta en del inbesparingar för konsumenten.

Första kalkylen visas i figur 4 under. Den har utförts med TI-Nspire CX CAS kalkylatorn, med ett antagande på en 20 000kWh elförbrukning årligen.

<u>20000</u>	<u>5000</u>
52	13
<u>20000</u>	384.615384615
52	
<u>20000</u>	<u>4000</u>
365	73
<u>20000</u>	54.7945205479
365	

Figur 4. En kalkyl som visar den genomsnittliga förbrukningen per vecka och per dag på basen av en 20 000 kWh årsförbrukning.

Här kan då ses hur stor den genomsnittliga veckoförbrukningen är och hur stor den genomsnittliga dygnsförbrukningen är. Som exempel här kan tas (Elisa Oyj, 2025) som har en kalkyl som presenterats tidigare på ett egnahemshus på 150 m². I (Elisa Oyj, 2025) kalkylen fanns det en 21 kWh ackumulator. Förutsatt att ackumulatorn är laddad till full kapacitet och att konsumenten har tillgång till hela effekten kunde ca 38% av dygnsbehovet täckas med enbart ackumulatorkraft. Ifall ackumulatorn skulle vara fullt laddad med sol-el skulle det synas på elräkningen som en lika stor procentuell minskning av köpt el. Detta är givetvis inte möjligt på grund av olika omständigheter som i Finland kan vara på vinter då man inte kan utnyttja solpanelerna. Molniga dagar förekommer också och då är inte solpanelerna lika effektiva som en molnfri dag. Trots det kunde ackumulatorn givetvis använda sig av exempelvis billigare natt-el som kunde användas under dagen då energipriserna i genomsnitt är högre och då hämta en inbesparing år konsumenten.

Näst så har det utförts en kalkyl över en fastighet med en uppskattad energiförbrukning på 5000kWh årligen. Ifall det är fråga om samma fastighet som i den tidigare kalkylen så är det enligt (Konsumenternas energimarknadsbyrå, 2025) så att fastigheten nu har ett annat värme och varmvattensystem. Det kan exempelvis handla om fjärrvärme enligt (Konsumenternas energimarknadsbyrå, 2025). Ett skärmlapp (figur 5) över kalkylen kan ses nedan.

<u>5000</u>	<u>1250</u>
52	13
<u>5000</u>	96.1538461538
52	
<u>5000</u>	<u>1000</u>
365	73
<u>5000</u>	13.698630137
365	

Figur 5. En kalkyl som visar den genomsnittliga vecko- och dygnsförbrukningen med en årsförbrukning på 5000 kWh.

Kalkyleringen är utförd på exakt samma sätt men tack vare den mindre elförbrukningen kunde nu ackumulatören stå för ca 150% av energibehovet per dygn. Det här betyder alltså på klarspråk att denna fastighet kunde köras på enbart på ackumulatorkraft i ett och ett halvt dygn. Förutsättningarna är givetvis att ackumulatören är densamma (21kWh) och att hela kapaciteten är i kundens besittning. Det är alltså med andra ord inte alltid en täckande lösning att skaffa en ackumulator ifall konsumtionen är stor utan nyttan kan för kunden ökas med ett snålare system.

Vid granskning av ett bostads område eller kvarter lönar det sig att ta i beaktande somliga omständigheter. Beroende på områdets ålder kan diversiteten på husen vara väldigt stor. En annan sak som kan ha en betydelse är detaljplanen för området, detaljplan är en term i stadsplanering. På finka är ordet "aluekaava" eller "kaavoitus" det ordet som här ersätts med detaljplan. På ett bostads område kunde det vara till fördel att ett större antal skulle ha en ackumulator. Ifall alla på ett område hade en ackumulator kunde det eventuellt utvecklas ett system för att ackumulatorerna kunde diskutera med varandra, på ett sätt där kunderna antingen kunde sälja el till varandra eller där effekten kunde jämnas ut där det behövs. Ifall alla behöver el samtidigt skulle det givetvis inte fungera. Då det kunde fungera skulle ett exempel vara att om någon behöver elbil nästa dag till jobbet och någon annan jobbar distans, börs-elen är dyr kunde den som jobbar distans sälja el från sin ackumulator eller elbil till ett billigare pris för den som behöver det i den mån av möjlighet för att inte själv gå på minus. Solpanels installationer kan vara lite mer

komplikerat på ett bostadsområde med en strikt detaljplan. Detaljplanen bestämmer i stort sätt hur fastigheterna på området ska se ut, ett exempel på vad detaljplanen kan bestämma är färgen fastigheterna ska vara målade i. Det leder till att ifall detaljplanen är strikt så kunde solpaneler inte installeras hur som helst eftersom fastigheterna på området ska se rätt så lika ut. Det leder till att så gått som alla borde installera solpaneler åt sig inom en viss bestämd tidsram eller alternativt att ingen gör det. Var på fastigheterna solpaneler kan installeras kan också vara förutbestämt och var ackumulatör kunde placeras kan också vara en detalj som måste planeras. När nya områden planeras kan sådant här bättre tas i beaktande men på befintliga områden skulle det krävas en del möten mellan kunder och leverantörer samt staden och eventuella bosättare som inte vill delta i ett solpanels- och/eller ackumulatörprojekt. Möjligheter finns men det krävs en del samspel av grannar leverantörer och kommunen, samt ett utveckling av systemen för att få det hela att fungera på ett önskvärt och rättvist sätt.

4.2 Funktion i bostadskomplex

Att installera någon form av ackumulatör lösning i bostadskomplex är också en möjlighet. Med bostadskomplex i den här undersökningen menas främst höghus, radhus och möjliga kombinationer av dem. Främst kommer här undersökas Fastigheter med ett flertal lägenheter, parhus kommer inte behandlas här eftersom de är rätt så lika förbrukningsmässigt som villor. Det finns ett antal särdrag som skiljer parhus från egnahemshus men tekniskt sett är de rätt så lika. Det resulterar i att det inte är väsentligt att undersöka dem skilt. Bostadskomplex däremot fungerar på ett annat sätt. Fastigheten har oftast en och samma värmekälla som genererar värme och varmvatten som sedan körs ut till alla lägenheter i komplexet. I denna undersökning kommer både hyreslägenheter samt ägo lägenheter behandlas. Bägge typer kommer behandlas samtidigt eftersom skillnaderna är finansiella och juridiska inte tekniska. Tekniskt sett är båda typer av lägenheter detsamma. I en hyreslägenhet är skillnaden den att bostadsväderlaget ingår i hyran och betalas av hyresvärden åt husbolaget, medan en ägo lägenhets endast betalar bostadsväderlag skilt.

I ett bostadskomplex är det ofta fråga om en större klassens fastighet. Det i sig själv ökar redan på effektbehovet. Elanslutningen sköts av husbolaget medan residenterna i

fastigheten själv kan välja vilken elleverantör de anlitar för sin egen bostads elförsörjning. Här stöter man på det första problemet med en ackumulatorinstallation, nämligen olika elleverantörer har lite olika praxis angående ackumulatörer och det skulle inte vara vettigt eller säkert att ha en ackumulator skilt i varje lägenhet. Det som kunde fungera är en stor ackumulator i husbolagets ägo med en valfri anslutning för residenterna i fastigheten. Det andra dilemmat är kostnaderna för ett ackumulatorsystem. Ifall husbolaget skulle välja att ta ett ackumulatorsystem skulle kostnaden högst antagligen täckas med lån som sedan skulle betalas bort med bostadsväderlagets höjning. Det här skulle inte vara jämlikt för dem som inte nyttjas av ackumulatorsystemet utan de som inte är intresserade vore också tvungna att betala.

Trots problemen finns det några olika möjligheter hur ett ackumulatorsystem kunde installeras i ett bostadskomplex. Det första alternativet skulle kunna vara att en ackumulator installerades på husbolagets kostnad och endast användes till centralvärmen och vattenuppvärmning. Ackumulator kraft kunde också användas under vintern till bilarnas föruppvärmning då det behövs. I det här fallet är det husbolaget som nyttjas av systemet. Det här skulle endast fungera om fastigheten har någon annan form av uppvärmning än fjärrvärme. Vid fjärrvärmeuppvärmning är åtgången på el mycket mindre.

Ett annat intressant alternativ är givetvis elbilar som blir allt vanligare och praktiskt taget kan användas som mobila ackumulatörer. I det här fallet borde kopplingen gå åt det hållet att den som äger en elbil kan använda ackumulatören till sitt eget elbehov i sin lägenhet. Det andra alternativet skulle vara att personen i fråga kunde överlåta husbolaget att använda elbilens ackumulator mot en viss ersättning. Ifall tillräckligt många äger en elbil kan det bli en väldigt kraftfull reservkraftkälla förutsatt att ackumulatörerna kan användas centraliserat av till exempel husbolaget.

I frågan med solpaneler och husbolag beror det en hel del på fastighetstypen i fråga. Ifall fastigheten i fråga är ett typiskt höghus så är mängden solpaneler ganska begränsad eftersom takytan inte är så stor. Ifall det igen gäller ett radhus är möjligheterna helt andra nämligen takytan där är ofta stor vilket ger möjlighet till att installera en hel del solpaneler på taket och få ut en rejäl effekt och en rätt så stor produktion. Visserligen finns den också möjlighet att installera panelerna vertikalt på till exempel ett höghus

men verkningsgraden lider en del om panelerna inte är riktade mot solen. Därtill måste detaljplanen kollas ifall den tillåter dessa installationsformer.

Hur elförbrukningen kalkyleras i ett radhus eller höghus beror ganska mycket på vilken form av uppvärmningssätt fastigheten har installerat. Ofta är det fjärrvärme men också jordvärme och direkt el används. Oljevärme har kraftigt frångåtts under det senaste decenniet men det finns ännu fastigheter som använder sig av värmeolja för uppvärmning av lägenheter och varmvatten. Kalkyler kommer att utföras här på följande kriterier.

Kalkylen kommer omfatta ett helt bostadskomplex men basera sig på enskilda bostäders elförbrukning. Olika uppvärmningssätt kommer beaktas var och för sig. Kalkylen kommer vara starkt generaliserande eftersom skillnaden i förbrukning, från lägenhet till lägenhet kan vara stor. Detta leder till att toleranserna kommer vara större än i ett genomsnittligt egnahemshus, som kalkylerades tidigare. Kalkylen som följer kommer alltså vara mer riktgivande inte exakt.

Faktorer som inverkar på förbrukningen i en lägenhet är storlek på lägenheten, mängden bosatta människor i lägenheten och uppvärmningssätt av lägenheten. Skillnaden mellan förbrukning i radhusboenden och höghusboenden av samma storlek är marginell enligt (Lumme Energia, u.d.). Enligt (Lumme Energia, u.d.) har en höghus en rums lägenhet en förbrukning på 1500kWh – 2500kWh per år, med ett annat värmesystem än direkt el. I en höghus två rums lägenhet ligger förbrukningen igen på 2000kWh – 3000kWh per år med en anmärkning på att ju fler det bor i lägenheten desto mer el förbrukas; ifall en ensamboende bor i en två rums lägenhet motsvarar förbrukningen sannolikt en rums lägenhetens skriver (Lumme Energia, u.d.). Som exempel här nu kommer tas ett sedvanligt höghus med sex våningar och sex bostäder per våning. Hälften kommer räknas som två rums bostäder och av den resterande hälften kommer 50% att vara en rums bostäder och resterande tre rums bostäder. Förbrukningen i en två rums lägenhet kommer räknas som 2500kWh per år, en en rums lägenhet 2000kWh per år och en tre rums 3500kWh per år. Kalkylen är utförd på kalkylatorn TI-Nspire CX CAS. Visas i figur 7 nedan.

6 · 6	36
<u>36</u>	18
2	
<u>18</u>	9
2	
18 · 2500	45000
9 · 2000	18000
9 · 3500	31500
45000+18000+31500	94500
<u>94500</u>	<u>18900</u>
365	73
<u>18900</u>	258.904109589
73	

Figur 6. I kalkylen ovan beräknas mängden lägenheter i olika storlekar med olika förbrukning och adderas sedan till en årsförbrukning. Efter det beräknas en genomsnittlig dygnsförbrukning för alla lägenheter sammanlagt.

Här kan ses att den genomsnittliga dygnsförbrukningen på hela höghuset är ca 259kWh per dygn. En lägenhets genomsnittliga dygns förbrukning fås genom att dela den totala dygnsförbrukningen med antalet bostäder. Det blir ca 7kWh per dygn per lägenhet med en tolerans åt båda hållen. Detta betyder att ifall husbolaget skulle låta installera en 200kWh ackumulator kunde höghusets invånare klara sig ca 77% av dygnet på bara ackumulatorkraft. Uppvärmningen räknas inte här med.

Ifall samma kalkyl utförs med lägenheter i ett radhus med direkt elvärme blir värdena en hel del annorlunda. En lägenhet som bebos av en tre personers familj förbrukar ca 4000kWh per år och elvärmens ökar effektbehovet med 12000kWh per år enligt (Vaasan Sähkö, 2025). Det skulle tillsammans bli ett effektbehov på 16000kWh per år. För att förlikna kalkylerna räknas det med ett radhuskomplex med 36 lägenheter. Det finns då 18 stycken lägenheter som är en rums lägenheter med ensam boende som då förbrukar ca 2000kWh, nio lägenheter med två rum med en förbrukning på ca 2500kWh och nio till med den ovannämnda förbrukningen på ca 4000kWh. Här till bör adderas elvärmeeffektbehovet. Elvärmeeffektbehovet sjunker inte så radikalt från bostad till bostad men här räknas med en rums lägenheten med 10000kWh för värme medan två rums

lägenheten liknas med tre persons lägenheten med värmeeffekt på 12000kWh årligen. Kalkylen presenteras nedan som figur 7.

<u>200</u>	0.772486772487
258.90410958904	
18· 12000	216000
9· 14500	130500
9· 16000	144000
216000+130500+144000	490500
<u>490500</u>	<u>98100</u>
365	73
<u>490500</u>	1343.83561644
365	
<u>1343.8356164384</u>	37.3287671233
36	

Figur 7. En kalkyl över ett radhuskomplex med elvärme där alla bostäder förbrukning först adderas till en gemensam årsförbrukning. Efter det räknas det ut en genomsnittlig dygnsförbrukning för hela komplexet samt för varje enskild lägenhet.

Här kan då ses att elförbrukningen både för bostadskomplex och per lägenhet har ökat markant. Redan förbrukningen per bostad på dygnsnivå skulle kräva en större ackumulator än ett egnahemshus med till exempel jordvärme, på 150 kvadratmeter. Ifall man tänker sig att radhuskomplexet skulle bestå av tre separata radhus, skulle förbrukningen per hus var 12 gånger den enskilda lägenhetens genomsnittliga förbrukning, vilket ger ett effektbehov på ca 448kWh per dygn. Då skulle en ackumulator på 200kWh endast räcka till för att täcka förbrukningen för ungefär 45% av dygnsförbrukningen för en tredjedel av lägenheterna.

Eftersom effekterna i det föregående exemplet blir så massiva skulle det för att göra någon nytta för bolag och residerter krävas flera större ackumulatörer. Det skulle bli en mycket dyr investering med eventuellt lång tillbakabetalningstid. Nyttan kunde utökas märkbart med en solpanelsinstallation som kunde vara rätt så effektiv tack vare radhusets stora takyta. Givetvis skulle detta medföra ytterligare stora kostnader men kunde

samtidigt förkorta tillbakabetalningstiden och öka eventuella vinster som kunde fås för en märkbar resurs för elnätsbalansering vid behov.

En märkbar mindre inverkan för husbolaget kunde vara att skaffa dubbelriktade laddboxar för elbilar. Elbilar har som välkänd gaska stora ackumulatörer som eventuellt kunde i viss mån användas för att balansera effektförbrukningen i hushållen. Det kunde hämta en del tvister om vem som skulle få dra nytta av systemet. Vem skulle få ersättning för att bilens ackumulator kan användas för hushållets effektförbruknings ändamål. Trots det en option värd att evaluera i ett tillfälle där husbolaget söker efter lösningar för att sänka energikostnaderna. Det kunde speciellt vara lösnande i ett höghus eftersom arealen som möjliggör solpanelsinstallationer oftast inte är väldigt stor. En snabb kalkylering i flytande text kunde ge en snabb uppfattning om hur många elbilar det kunde krävas för att tillföra en tillräcklig mängd effekt till en tredjedel av lägenheterna under ett dygn. En normal elbils ackumulator kan ha en kapacitet allt från 20kWh upp till 95kWh beroende på räckvidd enligt (Motiva Oy, 2025). Om förutsättningen då är att kunna köra en lite längre sträcka med bilen behövs en större klassens ackumulator. I framtiden kommer förmodligen elbilarnas ackumulatörer utvecklas till att hålla en större kapacitet för en längre räckvidd. I fallet tidigare kan det räknas med att de flesta som investerar i en elbil vill ha en respektabel räckvidd vilket betyder att ackumulatören skulle höra till den större klassen. Som exempel kan då tas att en genomsnittlig parkerad elbil på radhusets gård har en ackumulator med effekten 80kWh. Ifall ackumulatören har denna kapacitet skulle det behövas knappa 6 elbilar för att försörja en tredjedel av radhuset för ett dygn. För hela komplexet 18. Av 36 lägenheter kan det räknas med att det finns människor som inte har bil och familjer som har två bilar vilket kunde leda till ett resultat på 36 parkerade bilar. Då skulle endast hälften behöva användas för att försörja hela komplexet under ett dygn eller allas kapacitet användas endast till 50%. Det som bör iakttas i denna kalkyl att det räknas med ett idealläge där alla som har en bil skulle ha en elbil med stor ackumulator vilket är långt från dagens bilpark i radhusboenden. Trots det blir elbilar vanligare hela tiden och i något skede kommer förmodligen också rad- och höghus ha en bilpark med hälften elbilar som åtminstone kunde jämna ut effekt piken och på det sättet hämta en inbesparing till den som äger systemet. Ifall effektpiken i fastigheter jämnas ut stabiliserar det också elnätet samtidigt eftersom det minskar belastningen under högkonsumtions klockslag.

4.3 Funktion hos företag

För att behandla alla de vanligaste typerna av elkonsumenter för att undersökningen ska ge en möjligast täckande bild kommer också företag att behandlas kort i undersökningen. Företag har en mycket stor diversitet vad gäller effektkonsumtion. Här lönar det sig att skilja åt industri och andra företag. En del kan producera el och en del förbrukar en stor mängd. Somliga företag har enbart stora kontor som fungerar rätt så likt ett större egnahemshus medan andra har stora maskiner som kräver enorma effekter vid start och drift. Att driva ett företag av klassen stor elkonsument är i praktiken svårt med endast ackumulatorkraft, detta gäller främst industrin. Det kräver effekter i en sådan klass att ackumulatören borde vara mycket stor och kunna leverera en stor effekt på en gång. En viss del går att sköta med kondensatorer men inte allt. En solig sommardag kunde en del processer eventuellt skötas via en eller flera ackumulatörer kopplade till solpaneler men det finns fortfarande en del som inte funkar. Företag har ändå ofta en bättre möjlighet att investera mer förmögenhet än privatpersoner. Många företag och industrier har stora hall-utrymmen med stor takareal och därför goda möjligheter att producera en hel del el själva med hjälp av solpaneler.

Kontorsbyggnader igen har bättre möjligheter eftersom konsumtionen där är mycket mer måttlig med tanke på dagens ackumulatorteknologi. Företag samlar också många bilister till samma plats samma tid på dagen. Här kunde det finnas en möjlighet för en koncentrerad reservkraft dagtid ifall det gäller elbilar som vanligtvis endast står i laddning under dagen. Elbilsackumulatörerna kunde också användas för en kraft att jämna ut el piken då en maskin startar eller dylikt. Företaget kunde då i vissa fall exempelvis erbjuda en bilförmån för de som annars inte kan skaffa en elbil och betala en viss ersättning till dem som tillåter att ackumulatören används till företagets elkonsumtion. De som på egen bekostnad skaffar en elbil skulle givetvis måste få en större ersättning. Ett annat alternativ är att ersättning skulle betalas endast åt egenbekostade bilar och det skulle ingå i företagets leasing-, bilförmånsavtal att bilens ackumulatör kan användas till företagets elkonsumtion. Företaget borde trots det se till att alla elbilars ackumulatörer har tillräcklig laddning för att arbetarna ska kunna komma hem då de behöver.

Det finns också företag som idag ännu fungerar åtminstone delvis med exempelvis diesel- eller gaskraft. Ett allmänt område kunde vara byggindustrins grävmaskiner som ett exempel och andra maskiner via en generator då det inte ännu finns en elanslutning på bygget.

Att få dessa fortfarande med konventionell teknologi fungerande maskiner med i elektrifieringen kommer vara utmanande. För att elektrifiera den här branschen skulle det behövas mobila ackumulatörer. En del till alla handhållna maskiner som funkar med el vilket kunde fixas med exempelvis en ackumulatör på ett bilsläp. Att elektrifiera exempelvis grävmaskiner skulle vara svårare. Det första dilemma är att ackumulatörerna borde vara väldigt effektiva eftersom en grävmaskin kräver en hel del effekt. Det andra dilemma är att ackumulatörerna borde vara utbytbara. Med utbytbara menas att man kunde byta ut den inom 10 minuter. Då kunde man ha ett ackumulatörpaket på annan ort i laddning och ett i grävmaskinen. När paketet i grävmaskinen är slut så kunde man helt enkelt byta om till det laddade och föra det tomma för att laddas för att kunna byta igen. Ifall arbetarna på bygget hade elbiler kunde man eventuellt utnyttja de ackumulatörerna till belysning och små effektuttag som till exempel vinkelslipmaskiner. Här finns trots det redan en lösning med ackumulatör drivna vinkelslipmaskiner men exempelvis för att ladda vinkelslipmaskinens eller bormaskinens ackumulatörer kunde elbilsackumulatören lämna sig. Inom byggbranschen kommer det ännu krävas många innovationer för att få ett fungerande system och därför kommer den att lämnas ytterom kalkyleringen i det här skedet. Där ligger tekniken ännu i barnaskor så att säga.

En kalkyl är mer möjlig att göra för ett kontor och ett industriföretag. De har olika behov och två kalkyler kommer att utföras skilt för att visa hur det kunde lösas med ackumulatörkraft. Hypotesen här är att kontoret kunde drivas med ackumulatör medan industrin endast kunde jämna ut sin elkonsumtion med ackumulatörer det vill säga jämna ut effekt piken.

Den första kalkylen kommer gälla lokaler och deras elförbrukning. Enligt (Fortum, 2025) är snittförbrukningen för kontor hos deras företagskunder 19 350 kWh per år. Det betyder att det finns kontor som förbrukar mer och mindre men i kalkylen kan snittvärdet användas. Figur 8 under visar kalkylen för kontorssnittförbrukningen.

<u>19350</u>	<u>3870</u>
365	73
<u>19350</u>	53.0136986301
365	

Figur 8. Här framställs en kalkyl som visar den genomsnittliga dygnsförbrukningen på basen av en årsförbrukning.

I kalkylen ovan kan man då se att dygnsförbrukningen är mycket måttlig. En elbilsackumulator på 70kWh skulle räka till för att täcka ca 132% av dygnsförbrukningen. Det betyder att med en större medelklassens ackumulator kopplad till solpaneler kunde förbrukningen väl täckas och jämnas ut. Ifall det skulle finnas flera elbilar parkerade och kopplade till dubbelriktade laddboxar kunde elbilarna också laddas med sol-el under dagen. Här kunde företaget också erbjuda en reservkraft åt nätet och de som parkerar sin elbil där och tillåter användningen för reservkraft ändamål kunde då få en monetär ersättning.

Den andra kalkylen kommer gälla industrier som förbrukar avsevärt mera än lokaler. Enligt (Fortum, 2025) är stora elförbrukare exempelvis industrier, köpcentrum och bygg- och fastighetsbolag. (Fortum, 2025) skriver att en stor elförbrukning är 500–30 000 MWh per år, ifall den potentiella kunden vill kolla på möjliga elavtal ska han/hon välja ifall företaget är litet, mellanstort eller stort. Här har (Fortum, 2025) lagt ut valmöjligheterna på ett litet med förbrukningen upp till 50 000 kWh per år, ett mellanstort med förbrukningen upp till 100 000 kWh per år och ett stort som överskrider 100 000 kWh per år. Här kommer det utföras två kalkyler nämligen en med ett medelstort företag som förbrukar 90 000 kWh per år och en stor förbrukare som förbrukar 15 250 MWh per år. Kalkylerna är ordnade enligt mindre förbrukningen först större efter. Båda kalkylerna utförs med enheten kWh för att bättre skildra hur stor skillnad det kan finnas mellan olika företag. Kan ses i figur 9 och figur 10 under.

<u>90000</u>	<u>18000</u>
365	73
<u>90000</u>	246.575342466
365	

Figur 9. En kalkyl över ett medelstort företags dygnsförbrukning på basen av en årsförbrukning.

Här kan det ses att i ett medelstort företag är dygnsförbrukningen ca 247kWh. Det är en mängd som ackumulatörer och solpaneler kunde täcka. Det skulle exempelvis krävas knappa 4 elbilar med en 70kWh ackumulator för att täcka dygnsbehovet för företaget. Ifall de flesta som jobbar på ett medelstort företag hade en elbil som låg i företagets förfogande kunde elbehovet väl jämnas ut och täckas. I figur 10 under kan ses vad resultatet för ett stort företag skulle vara.

<u>15250000</u>	<u>3050000</u>
365	73
<u>15250000</u>	<u>41780.8219178</u>
365	

Figur 10. En kalkyl över ett stort företags dygnsförbrukning på basen av en årsförbrukning.

Här kan det ses att med en stor elförbrukare skulle det krävas en rätt så extrem mängd ackumulatörer för att täcka det stora behovet på en dygnskonsumtion på ca 41 781 kWh. I elbilmått som använts tidigare skulle det krävas knappa 597 elbilar för att täcka effektbehovet. Detta i sig själv bevisar redan att dygnsbehovet är så stort att det skulle krävas en eller flera mycket stora ackumulatörer som inte i praktiken kan konstrueras med dagens teknik. Här lönar det sig först och främst att endast tänka på utjämning av effektpikar då det eventuellt kunde vara möjligt med delvis parkerade elbilar, fastinstallerade ackumulatörer och en eventuell solpanelskoppling i mån av möjlighet.

5 Sammanfattning

Vad blir då slutsatsen av denna undersökning? Vad är möjligheterna? Hur effektivt är det? Kommer scenarierna tidigare presenterats förverkligas? Vad kan denna undersökning hjälpa till med? Är det trovärdigt? Hur kommer elnäten påverkas? Vad är i fastighetsägarnas intresse gentemot nätet?

Svaren på dessa frågor är inte helt självklara. Vissa av dem har inte ett svar ännu men det kommer svaras, debatteras och spekuleras över olika möjliga slutsummor. Den här

undersökningen närmar sig elnätsbalanseringen via ett perspektiv som är rätt så lätt för gemene man att begripa. Det undersöks och kalkyleras via vanliga fastighetstyper och via det kan dras slutsatser hur mycket av kapacitet elnätet kan balanseras med.

Akkumulatorer erbjuder med dagens teknologi en stor potential för privatpersoner och företag som driver sin business på det området. Att stabilisera elnätet handlar inte bara om elproducenternas och Fingrids styrning. Det handlar inte heller om hur mycket el som matas i nätet. Som den här undersökningen visar är det stort beroende också av konsumtionen. Elnätet mår bra av en stabilitet. Med ackumulatorer kan stabiliteten ökas när den gröna omställningen gör produktionen mer fluktuerande. Elnätets balans beräknas med en konsumtion till produktions balans. Det finns en bestämd kapacitet i produktionsväg och ifall konsumtionspikarna kunde elimineras eller minimeras med ackumulatorkraft skulle påfrestningen på produktionssidan inte bli lika alvarlig. En jämnare konsumtion skulle också bidra till att kalkyleringarna kunde förutspå behovet säkrare och bättre. Det i sin tur kunde leda till en förmånligare prissättning för förbrukare. Det här kräver givetvis att väldigt många har ackumulatorer och att elförsörjningen går att styra koordinerat mellan olika områden. Med det menas att ifall ett område har en solig dag med många ackumulatorer och solpaneler kunde den lagrade elen som inte småproducenterna själva behöver styras till andra ackumulator fastigheter där det har varit molnigt och där konsumtionen är större än vad elnätet naturligt kan erbjuda. Ju fler som har en ackumulator desto effektivare är systemet. Det är orsaken till att ackumulator investering behöver göras möjligast lönsamt för konsumenten för att så många som möjligt ska skaffa en sådan och gå med i balanseringen av elnätet.

För att ackumulatorer ska fungera optimalt och möjligast effektivt, behöver säkert alla sätt som i denna undersökning nämnts att användningar och kopplingar av ackumulatorer till nätet att behövas; och möjligtvis utökas till sätt som inte behandlats i undersökningen. Olika kopplingar fungerar också olika bra i olika förhållanden som tidigare visat. Fastinstallerade ackumulatorer fungerar särskilt bra i egnahemshus och egnahemshusområden medan den mobila kraften i elbilsackumulatorer kunde fungera smartare på företagssidan. Dag- och nattetid skulle elbilsackumulatorerna eventuellt mata nätet medan fastinstallerade kunde ladda då och mata när det krävs mest i hushållen. Elbilsackumulatoranvändningen kräver en viss planering eftersom ackumulatören kan användas

tidvis som reservkraft men måste också ha en tillräcklig kapacitet då bilen ska förflyttas från plats A till plats B och gärna också en tillräcklig kapacitet vid oförväntade händelser som kräver att bilen ska kunna förflyttas.

Som tidigare skrivet så kommer ackumulatörer högst sannolikt endast vara en del av energipaletten i fråga om balansering. Det kommer finnas andra sätt som kommer behövas för att balansera större effektfluktuationer i elnätet så som vattenkraft och reservkraftverk. I många fall kommer ackumulatörerna kunna jämna ut mindre störningar och ha en utmärkt responstid då det behövs. Vid fallet av en effektkris i nätet kommer ackumulatörer högst sannolikt spela en stor roll med att ge mera speltid för att få igång reservkraftverk och vattenkraft för att jämna ut det större behovet vid en gravare falls kris. Denna undersökning har trots det visat att ackumulatörer inte är något bara för att pressa ner elpriset för konsumenten utan de kan också samtidigt spela en betydande roll i det inhemska elnätet som en balanserande kraft. För de som funderar om ett sådant här ackumulatörsystem lönar sig privat eller för dem som utvecklar systemen kan det sägas att fortsatt utveckling är lönande för bägge parter eftersom intressen på båda hållen fylls. Mycket kan ännu utvecklas men till en början kan ackumulatörsystemen åtminstone vara en nyttig grej för konsumenter samt elnätsägare och elproducenter.

6 Källor

ABB, u.d. *ABB*. [Online]

Available at: <https://global.abb/group/en/technology/did-you-know/abb-s-vehicle-to-grid-technology>

[Använd 26 Februari 2025].

Batteries Inc., 2025. *Batteries Inc.*. [Online]

Available at: https://batteriesinc.net/battery-chemistry-explained/?srsltid=AfmBOooKpoRE0INAj_0Vn5syucb8cmZWTVE0u0E6PJheB2fS2-qVBRHH

[Använd 3 Mars 2025].

Britto, A. B. K. K., u.d. *Elektrobit*. [Online]

Available at: <https://www.elektrobit.com/blog/vehicle-to-grid-technology/>

[Använd 26 Februari 2025].

Elisa Oyj, 2024. *Elisa*. [Online]

Available at: <https://elisa.fi/kotiakku/aurinkopaneelit/>

[Använd 19 Februari 2025].

Elisa Oyj, 2025. *Elisa*. [Online]

Available at: <https://elisa.fi/kotiakku/>

[Använd 18 Februari 2025].

Ellevio AB, 2024. *Ellevio*. [Online]

Available at: <https://www.ellevio.se/nyheter/elbil-laddning/alla-pratar-om-v2x-v2h-v2g-men-vad-betyder-det/>

[Använd 25 Februari 2025].

Energio Finland Oy, 2025. *Energio*. [Online]

Available at: https://energio.fi/wp/emaldo-kotiakku/?srsltid=AfmBOoq6rGrFX6h-H1W9yJ_8wurvpmoNE6ZtbqjOee_pmsDnrJocB0mX

[Använd 19 Februari 2025].

Epec, 2025. *Epec*. [Online]

Available at: <https://www.epectec.com/batteries/chemistry/>

[Använd 5 Mars 2025].

EvEnergi, u.d. *EvEnergi*. [Online]

Available at: <https://www.evenergi.com/ev-basics-ev-batteries/>

[Använd 6 Mars 2025].

Fortum, 2025. *Energieffektivisering på kontoret*. [Online]

Available at: <https://www.fortum.com/se/el/foretag/radgivning/energieffektivisering/pa-kontoret>

[Använd 2 April 2025].

Fortum, 2025. *Stor elförbrukning*. [Online]
Available at: <https://www.fortum.com/se/el/foretag/elavtal/energibehov/stor-elforbrukning>
[Använd 2 April 2025].

Huawei Technologies Co., Ltd., 2025. *Huawei*. [Online]
Available at: <https://solar.huawei.com/en/products/LUNA2000-7-14-21-S1>
[Använd 6 Mars 2025].

Ivarsson, M., 2024. *Möndal Energi*. [Online]
Available at: <https://www.molndalenergi.se/foretag/kunskap/v2x-vehicle-to-everything-elbilen-som-batteri>
[Använd 25 Februari 2025].

Konsumenternas energimarknadsbyrå, 2025. *Normal elförbrukning och elkostnad för villa*. [Online]
Available at: <https://www.energimarknadsbyran.se/el/dina-avtal-och-kostnader/elkostnader/elforbrukning/normal-elforbrukning-och-elkostnad-for-villa/>
[Använd 25 Mars 2025].

Lehtiniitty, M., 2024. *Teknavi*. [Online]
Available at: <https://teknavi.fi/digi/uutinen-digi/elisalta-uusi-kotiakku-palvelutasaamaan-sahkon-hintapiikkeja-tekoalyohjauksella/>
[Använd 18 Februari 2025].

Lumme Energia, u.d. *Kuinka paljon sähköä kuluu kerrostaloyksiossä?*. [Online]
Available at: <https://www.lumme-energia.fi/blogi/kuinka-paljon-sahkoa-kuluu-kerrostalossa>
[Använd 31 Mars 2025].

Lumme Energia, u.d. *Kuinka paljon sähköä kuluu rivitalossa?*. [Online]
Available at: <https://www.lumme-energia.fi/blogi/kuinka-paljon-sahkoa-kuluu-rivitalossa>
[Använd 31 Mars 2025].

Lumme Energia, u.d. *Omakotitalon sähkönkulutus ja eri laitteiden sähkönkulutukset*. [Online]
Available at: <https://www.lumme-energia.fi/blogi/sahkon-kulutus-omakotitalossa>
[Använd 25 Mars 2025].

Motiva Oy, 2025. *Motiva*. [Online]
Available at:
<https://www.motiva.fi/ratkaisut/kestava-liikenne-ja-liikkuminen/valitse-auto-viisaasti/ajoneuvotekniikka/moottoritekniikka/sahkoautot>
[Använd 24 Februari 2025].

Seron Oy, 2025. *Seron*. [Online]
Available at: <https://seron.fi/akusto-omakotitaloon/>
[Använd 20 Februari 2025].

Stockfleth, M., 2023. *Virrankuluttaja*. [Online]
Available at: <https://virrankuluttaja.fi/blog/omakotitalon-sahkonkulutus/>
[Använd 25 Mars 2025].

TeraVoima, 2024. *TERAVOIMA*. [Online]
Available at: <http://www.teravoima.fi/>
[Haettu 13 Februari 2025].

The Mobility House GmbH, 2025. *The Mobility House Solutions*. [Online]
Available at: https://www.mobilityhouse.com/int_en/vehicle-to-grid
[Använd 27 Februari 2025].

Vaasan Sähkö, 2025. *Elförbrukningen i radhus*. [Online]
Available at: <https://www.vaasansahko.fi/sv/energitips-sv/elforbrukningen-i-radhus/>
[Använd 31 Mars 2025].

Wirmax, 2024. *Wirmax Talotekniikka*. [Online]
Available at: <https://wirmax.fi/kotiakku/>
[Använd 20 Februari 2025].