

Energimyndighetens titel på projektet – svenska	
Mikronät med sandbatteri	
Energimyndighetens titel på projektet – engelska	
Microgrid with sand battery	
Universitet/högskola/företag	Avdelning/institution
K-mit AB	
Adress	
% Kindblad, Edelundavägen 14, 165 70 Hässelby	
Namn på projektledare	
Susanne Kindblad	
Namn på ev övriga projektdeltagare	
Pontus Kindblad + ett stort antal volontärer	
Nyckelord: 5-7 st	
Sandbatteri, Energilagring, Hållbar energi, Förnybara energikällor, Mikronät, Termisk energilagring, Miljövänlig batteriteknik	

## Förord

Projektet har till 66 % finansierats av Energimyndigheten och till 33 % av K-mit AB. K-mit är ett litet aktiebolag som sedan grundandet 2014 har varit inriktat på utveckling av digitala system och webbapplikationer. Under 2023 antog K-mit för första gången utmaningen att tillverka en fysisk produkt - en prototyp för ett sandbatteri inom ramen för innovationsprojektet ”Mikronät med sandbatteri” (KON 2023:1).

Kärnan i projektteamet har varit projektledaren Susanne Kindblad som har hållit ihop projektet tillsammans med Pontus Kindblad som har ansvarat för bland annat utformning och konstruktion av värmeväxlingssystemet.

Till projektet har även en referensgrupp av engagerade entusiaster knutits samt en fokusgrupp som har hjälpt projektteamet med framtagandet av en prioriteringslista över den högst prioriterade funktionaliteten i prototypen för webbapplikationen. I referensgruppen återfinns bland annat en elektroingenjör, flera elektriker med kompetens inom bl.a. starkström och solpaneler, ett par programmerare, en

byggprojektledare, en mark- och anläggningsexpert, en jurist och flera andra med ovärderliga kunskaper som har bidragit till projektets framgång.

## Innehållsförteckning

Sammanfattning.....	2
Summary.....	3
Inledning.....	4
Bakgrund och skäl till projektet ”Mikronät med sandbatteri”.....	5
Orientering inom området; problembakgrund.....	5
Vad behöver göras i energisystemet?.....	5
Samhällsbehov som ”Mikronät med sandbatteri” kan hjälpa till att tillgodose.....	6
Lite om kunskapsläget:.....	6
Syfte och hypoteser i projektet.....	7
Hur samhällets och marknadens behov i angrips projektet.....	7
Genomförande.....	8
Resultat.....	14
Diskussion och tolkning av resultaten.....	15
Framtidsperspektiv.....	16
Effekter i samhället.....	17
Sammanfattande synpunkter.....	17
Publikationslista.....	18
Referenser, källor.....	18
Bilagor.....	19

## Sammanfattning

Projektet "Mikronät med sandbatteri" adresserar det eskalerande behovet av hållbara energilagringssystem och distribuerade energisystem. I en tid av ökande klimatmedvetenhet och omvandling av energisektorn strävar detta projekt efter att utforska och demonstrera potentialen hos sandbatterier för termisk energilagring. Rapporten ger en ingående analys av målen, framstegen och resultaten från projektet, med fokus på att erbjuda en kostnadseffektiv och hållbar lösning för energilagring och distribution.

Initierat mot bakgrund av behovet av hållbara energilagringssystem, möter projektet utmaningar som rör materialval, kostnadseffektivitet och långsiktig hållbarhet. Sandbatterier erbjuder en lovande lösning genom användningen av vanliga och prisvärda material, vilket minimerar beroendet av sällsynta resurser.

Projektet syftar till att möta samhällsbehov genom att erbjuda pålitlig och långvarig energilagring. Genom att optimera teknologin förväntas vissa hushåll bli självförsörjande medan andra kan spara minst 50% i uppvärmningskostnader. Hypotesen är att förbättringar kan skapa en konkurrenskraftig och hållbar lösning.

Rapporten avslöjar tekniska framsteg och utmaningar under konstruktionsfasen samt strategiska beslut kring immateriella rättigheter. Prototypens utveckling har genererat insikter om energitäthet, uppvärmningstekniker och konstruktionsmetoder. Nästa steg inkluderar att öka energitätheten, optimera uppvärmningen och sänka produktionskostnaderna för att skapa en robust och konkurrenskraftig energilagringlösning som är attraktiv på marknaden.

Projektet förväntas möta samhällets växande behov av hållbar energilagring, minskade koldioxidutsläpp och förstärkt stabilitet i energisystemet. Med potential att bli en nyckelkomponent i hållbara energilösningar kan sandbatterier bidra till en omvandling av energilandskapet och öka samhällets motståndskraft mot kriser.

Denna rapport bjuder in läsaren att utforska och bidra till samtalet om innovation inom energilagringssektorn och hållbara energilösningar för framtiden. Genom att kombinera teknisk kompetens, forskning och strategisk planering strävar projektet efter att forma en mer hållbar energiframtid.

## Summary

The "Microgrid with Sand Battery" project addresses the escalating need for sustainable energy storage options and distributed energy systems. In an era of increasing climate awareness and transformation in the energy sector, this project aims to explore and demonstrate the potential of sand batteries for thermal energy storage. The report provides a comprehensive analysis of the goals, progress, and results of the project, focusing on offering a cost-effective and sustainable solution for energy storage and distribution.

Initiated against the backdrop of the demand for sustainable energy storage solutions, the project faces challenges related to material selection, cost-effectiveness, and long-term sustainability. Sand batteries offer a promising solution by utilising common and affordable materials, that minimises the dependence on rare resources.

The project aims to meet societal needs by providing reliable and long-lasting energy storage. By optimising the technology, it is expected that some households will become self-sufficient, while others can save at least 50% in heating costs. The hypothesis is that improvements can create a competitive and sustainable solution.

The report reveals technical advancements and challenges during the construction phase, along with strategic decisions regarding intellectual property. The

development of the prototype has yielded insights into energy density, heating techniques, and construction methods. The next steps involve increasing energy density, optimising heating, and reducing production costs to create a robust and competitive energy storage solution attractive to the market.

The project is expected to meet society's growing need for sustainable energy storage, reduce carbon dioxide emissions, and enhance the stability of the energy system. With the potential to become a key component in sustainable energy solutions, sand batteries can contribute to transforming the energy landscape and increasing societal resilience to crises.

This report invites readers to explore and contribute to the conversation about innovation in the energy storage sector and sustainable energy solutions for the future. By combining technical expertise, research, and strategic planning, the project aims to shape a more sustainable energy future.

## Inledning

I takt med den ökande efterfrågan på hållbara energilagringssystem och distribuerade energisystem har projektet "Mikronät med sandbatteri" initierats som ett svar på de utmaningar och möjligheter som omgärdar dagens energisektor. Den växande medvetenheten om klimatförändringar och behovet av att omforma energiproduktionen mot mer hållbara och effektiva metoder har drivit fram innovation inom energilagringssområdet.

Denna rapport presenterar en omfattande analys av projektets mål, framsteg och resultat, med särskild tonvikt på utvecklingen av "Mikronät med sandbatteri". Projektet, som har pågått under perioden 2023-06-01 - 2023-10-31, har syftat till att utforska och demonstrera potentialen hos denna innovativa teknologi för lagring av termisk energi i sand. Genom att integrera principer för mikronät och avancerad energilagring strävar projektet efter att erbjuda en kostnadseffektiv och hållbar lösning för energilagring och distribution.

Rapporten avtäckar de tekniska utmaningar och framsteg som har uppstått under konstruktionsfasen, de strategiska besluten kring immateriella rättigheter och patentskydd, samt en bedömning av projektets påverkan på samhället och energisektorn som helhet. Genom att kombinera ingenjörskonst, utveckling och strategisk planering syftar projektet till att bidra till en hållbarare energiframtid.

Vi inbjuder läsaren att följa med på denna resa genom att utforska detaljerna och insikterna som presenteras i denna rapport, och därigenom bidra till det pågående samtalet om innovation inom energisektorn och hållbara lösningar för framtiden.

## **Bakgrund och skäl till projektet "Mikronät med sandbatteri"**

Projektet "Mikronät med sandbatteri" initierades mot bakgrund av en växande medvetenhet om behovet av hållbara energilagringssystem. Den globala energikonsumtionen ökar stadigt, samtidigt som samhället söker efter mer miljövänliga alternativ för att möta dessa energibehov. I detta sammanhang är energilagring en central del av energisystemet och möjliggör användningen av förnybara energikällor som sol och vind, vilka kan vara intermittenta. Utmaningen vi står inför är att utveckla kostnadseffektiva och miljövänliga energilagringssystem för att stödja övergången till en hållbar energiframtid.

## **Orientering inom området; problembakgrund**

Inom området energilagring har det förekommit betydande forskning och utveckling på senare år. Flera teknologier har undersökts, såsom litiumjonbatterier och vätegaslagring. Trots detta finns det fortsatt stora utmaningar, särskilt när det gäller materialval, kostnadseffektivitet och långsiktig hållbarhet. Sandbatterier erbjuder potential att övervinna några av dessa utmaningar genom användningen av vanliga, billiga och rikligt förekommande material, som sand, luft och vatten. På så sätt minskas beroendet av sällsynta och dyra resurser.

Cirka 2/3 av en villas energiförbrukning går i genomsnitt åt till uppvärmning av inomhusluft och varmvatten. Denna el förbrukas i normalfallet när belastningen på det allmänna elnätet är som störst, vilket innebär topplaster för elproducenter med högre kostnader för konsumenterna som följd. Genom vår innovation kan energin lagras i form av värme i ett stort nedgrävt sandbatteri. Värmen kan sedan användas för uppvärmning av hus och varmvatten och på så sätt avlastas det allmänna elnätet samtidigt som kostnaden för elkonsumenterna sjunker. Dessutom laddas de traditionella batterierna av sol och/eller vind, eller från det allmänna elnätet när belastningen är som minst. Detta innebär att det allmänna elnätet avlastas och priset för el sjunker för konsumenterna på både kort och lång sikt.

## **Vad behöver göras i energisystemet?**

Vi står inför behovet att utveckla energilagringssystem som kan effektivisera användningen av förnybara energikällor och möjliggöra energiförsörjning under perioder när dessa källor inte är tillgängliga. Mikronät med sandbatterier kan vara en viktig komponent i detta sammanhang genom att erbjuda en skalbar och hållbar lösning för energilagring.

## **Samhällsbehov som ”Mikronät med sandbatteri” kan hjälpa till att tillgodose**

Projektet ”Mikronät med sandbatteri” syftar till att tillgodose flera samhällsbehov och marknadskrav. För det första kommer det att hjälpa till att möjliggöra en ökad användning av förnybar energi genom att erbjuda pålitlig och långvarig energilagring. Detta kan minska beroendet av fossila bränslen och minska koldioxidutsläppen. Dessutom kan det bidra till att stabilisera energiförsörjningen och minska sårbarheten i energisystemet.

Inom fem år kan mikronät med sandbatteri ha intagit en position som en etablerad lösning för hållbar och kostnadseffektiv lagring av termisk energi för uppvärmning i villor, radhus och olika typer av offentliga fastigheter och mindre samhällen. Detta kan leda till en betydande förändring av energilandskapet genom att minska behovet av konventionella energikällor och öka användningen av förnybara energiresurser. Mikronätet kan också bli en del av ett nätverk som fördelar överskottsenergi och skapar mer robusta och självförsörjande energisystem.

Sandbatteriet kan också integreras som en vital del av en krisberedskapsplan i våra kommuner för att säkerställa en pålitlig och hållbar energiförsörjning under extrema förhållanden, såsom strömavbrott orsakade av naturkatastrofer eller andra oväntade händelser. Genom att erbjuda en pålitlig energikälla i nödsituationer kan sandbatteriet bidra till att öka samhällets motståndskraft och minska sårbarheten vid kriser. Detta kan vara en betydande fördel för olika sektorer och samhällen.

Marknadsmässigt öppnas möjligheter för tillverkning och distribution av sandbatterier, vilket kan generera ekonomiska fördelar, arbetstillfällen och potentiellt sett även svenska exportmöjligheter.

### **Lite om kunskapsläget:**

Kunskapsläget inom området sandbatterier är under utveckling. Tekniken att lagra värme i sand har testats i stor skala och med goda resultat av flera aktörer. Bland annat finns det svenska företaget ASES/Norconsult som har en patenterad lösning för lagring av värme från solfångare som lagras i stensmjöl under bottenplattan på nybyggda hus, samt det finländska företaget Polar Night Energy som har tagit fram en slags silo där uppvärmd sand lagras och där värmen omvandlas till fjärrvärme.

Vår innovation riktar sig, till skillnad från ovanstående aktörers, till villaägare som på egen hand, eller genom ett mikronät av grannar, vill investera i en hållbar och kostnadseffektiv lösning för uppvärmning och elförsörjning av sina redan befintliga hus. En alternativ och minst lika intressant målgrupp utgörs av offentliga byggnader som till exempel skolor och omsorgsboenden där sandbatteriet kan integreras som en del av en kommunal krisberedskapsplan. I

våra egna efterforskningar har vi inte lyckats hitta någon aktör på marknaden som erbjuder detta.

Samtidigt som tekniken att lagra värme i sand är känd sedan lång tid tillbaka finns det fortfarande mycket att kvar utforska och förbättra för att göra denna teknologi ännu mer effektiv i både en teknisk och en ekonomisk synvinkel. I vårt arbete med att ta fram en prototyp för sandbatteriet gjorde vi flera viktiga upptäckter som kan bidra till effektivisering och stora produktförbättringar.

## Syfte och hypoteser i projektet

Sandbatteriet syftar till att adressera flera samhälls- och marknadsbehov för att främja hållbar energilagring. Några av dessa behov inkluderar:

**Energilagring och tillgänglighet:** Sandbatteriet strävar efter att möta det växande behovet av effektiv energilagring. Det förväntas bidra till att förbättra tillgängligheten och lagringskapaciteten för förnybar energi, särskilt från sol- och/eller vindkraftkällor.

**Hållbar energilagring:** Projektet syftar till att främja hållbarhet genom att erbjuda en miljövänlig metod för energilagring. Genom att använda sand, ett överflödigt och hållbart material, förväntas sandbatteriet minska den miljömässiga påverkan jämfört med traditionella batteri-teknologier.

**Innovation och forskning:** Projektet syftar till att bidra till energiinnovation genom att introducera och testa en ny typ av energilagring. Det förväntas generera kunskap och insikter som kan vara användbara för framtida forskning och utveckling inom energisektorn.

## Hur samhällets och marknadens behov i angränsande projektet

Vi har fokuserat på att utveckla och testa en prototyp för sandbatteriet, med särskild uppmärksamhet på teknisk effektivitet och hållbarhetsaspekter. Genom att genomföra noggranna mätningar och analyser av temperaturer och lagringskapacitet strävar vi efter att bekräfta hypoteser och optimera teknologins prestanda. Vår hypotes är att vissa hushåll kommer att bli i det närmaste helt självförsörjande medan andra kommer att kunna spara minst 50 % i uppvärmningskostnader. Detta avgörs bland annat av storleken på sandbatteriet samt av uppvärmningsmetod i huset.

I arbetet med prototypen har vi undersökt olika uppvärmningstekniker, konstruktionsmetoder och isoleringstekniker. Detta har lett till ett antal värdefulla slutsatser som vi önskar omsätta i praktiken i ett uppföljande fullskaligt projekt. I

ett sådant projekt eftersträvar vi att öka energitätheten, effektivisera både uppvärmningen och uttaget av värme, samt sänka produktionskostnaderna för sandbatterier. Hypotesen är att genom att göra dessa förbättringar kan vi skapa en mycket robust, hållbar och konkurrenskraftig lösning för energilagring.

Sammanfattningsvis förväntas sandbatteriet, genom sin innovativa teknik, möta samhällets växande behov av hållbar energilagring och bidra till en mer hållbar och tillgänglig energiframtid.

## Huvudman, finansiering och tidsramar

Projektet "Mikronät men sandbatteri" drivs av K-mit AB (org.nr. 556981-1432) och finansieras till två tredjedelar av Energimyndigheten och till en tredjedel av K-mit AB. Projektet har pågått under perioden 1 juni till 31 oktober 2023. Det involverar ett tvärvetenskapligt team av medarbetare och volontärer med expertis inom materialvetenskap, elektrokemi och energilagringsteknik.

## Genomförande

### Arbetspaket 1 (0623-1023) - Projektledning

Projektledningen innefattade bl.a. planering, projektadministration och dokumentation under hela projekttiden. I projektledarens arbete ingick även att genomföra en marknadsanalys och att etablera samarbeten med tilltänkta kunder och andra intressenter.

Susanne Kindblad har haft rollen som projektledare i projektet. Hon har genomfört ovanstående arbetsuppgifter samt byggt och underhållit webbplatsen <https://sandbatteri.se>. I projektet tillämpades genomgående en agil projektledningsmetod som är lånad från K-mits tidigare arbete inom digital utveckling. Metodiken fokuserar på flexibilitet, samarbete och kontinuerlig förbättring i projektarbetet. Arbetsmetoden är iterativ och inkrementell, vilket har visat sig fungera väl i digitala projekt såväl som i detta fysiska projekt.

Projektet har kontinuerligt delats upp i mindre, hanterbara delar, och varje del har utvecklats i korta cykler (sprintar) där teamet kan reagera på förändringar snabbt. En slutsats från projektet är att agil projektledning är särskilt lämplig för projekt där kraven är komplexa, föränderliga och svåra att förutsäga från början. Genom att främja samarbete och anpassning hjälper agil metodik team att leverera värde på ett effektivt sätt.

### Arbetspaket 2 (0623-0723) - Patenterbarhetsbedömning

Patentkonsulten Zack Amir på Patentest AB anlätades för att hjälpa projektteamet med en utredning kring möjligheterna till patentering av konceptet "Mikronät med



sandbatteri”. I detta projektmål ingick även att genomföra en nyhetsgranskning samt att utreda FTO (Freedom to Operate).

Arbetet med patenterbarhetsutredningen utmynnade i en rapport, se bilaga ”Patent search report”. Denna rapport låg till grund för projektteamets beslut att för närvarande avstå från att inlämna en egen patentansökan, med tanke på att konceptet att lagra värme i sand är känt sedan lång tid tillbaka. Möjligheten att ompröva detta beslut diskuteras för framtiden, och om beslutet ändras kommer en framtida patentansökan att fokusera på tekniken för införsel och uttag av termisk energi i sandbatteriet.

Rapportens huvudpunkter inkluderar också att innovationens möjligheter till Freedom to Operate (FTO) bedöms som goda. Det finns dock två pågående patentansökningar som potentiellt kan utgöra hinder i framtiden om de godkänns. Vår patentkonsult bedömer att sannolikheten för godkännande av någon av dessa ansökningar är låg, men vi håller fortlöpande uppsikt över situationen och är beredda att hantera eventuella konsekvenser om någon av ansökningarna beviljas.

### **Arbetspaket 3 (0623-0823) - Produktion av MVP, sandbatteri**

Teamet utvecklade och producerade framgångsrikt en Minimum Viable Product för sandbatteriet. Denna prototyp hade som syfte att fastställa att uppvärmningstekniken fungerar som beräknat. Värmeväxlingstekniken konstruerades, testades, justerades och validerades framgångsrikt.

Denna fas hade som mål att verifiera att uppvärmningstekniken fungerade enligt projektets beräkningar och krav. Inledande resultat och prestandadata samlades in och analyserades för att bedöma effektiviteten och prestandan hos sandbatteriet. Denna data var avgörande för att förstå hur väl systemet behöll och frigjorde termisk energi. Tre veckor efter att projektet hade avslutats såg sig teamet dock tvingat att avbryta uppvärmningen av sandbatteriet. Detta beslut motiverades av stigande elpriser, vilket gjorde den fortsatta uppvärmningsverksamheten ekonomiskt omöjlig.

Konstruktionstiden för sandbatteriet sträckte sig längre än den ursprungliga tidsramen, samtidigt som materialkostnaderna översteg de inledande budgetförväntningarna. Dessa avvikelser uppstod huvudsakligen på grund av att konstruktionens komplexitet visade sig vara mer omfattande än vad som kunde förutses när budgeten och projektplanen fastställdes. Under konstruktionsfasen stötte projektteamet även på tekniska utmaningar som krävde omedelbara justeringar, vilket förlängde tidsåtgången. Dessa utmaningar inkluderade att hantera oväntade konstruktionsproblem, lång leveranstid för isoleringsmaterial och vissa elektroniska komponenter samt fler systemoptimeringssprintar än vad projektteamet ursprungligen hade förutsett.

Trots dessa utmaningar lade arbetspaketet grunden för att förstå funktionaliteten hos sandbatteriets uppvärmningsteknik och gav värdefulla insikter för framtida utveckling. Den lyckade produktionen av en MVP markerade ett betydande steg mot att demonstrera genomförbarheten hos sandbatterikonceptet.

Pontus Kindblad ansvarade för design och konstruktion av värmeväxlingssystemet och fläktsystemet. Till sin hjälp hade han flera volontärer och bland dem vill vi särskilt lyfta fram Marcus Nordgren som är utbildad elektriker och mycket kunnig inom konstruktionsteknik och uppvärmningsteknik. Susanne Kindblad ansvarade för konstruktionen av själva sandbatteriet, inklusive isoleringstekniker och uppbyggnad av sandbatteriets olika behållare. Till sin hjälp hade hon också fler volontärer och vi vill särskilt lyfta fram Patrik Heinonen och Iulian Lobont som båda besitter byggkunskaper och fysisk styrka som var till stor hjälp i projektet.

För detta arbetspaket tillämpades en kombination av agila och iterativa projektmetoder. Teamet använde sig av principer från Scrum och Kanban för att organisera och hantera arbetsflödet. Detta inkluderade att bilda tvärfunktionella team, planera sprintar och att regelbundet genomföra avstämningsmöten för att utvärdera framsteg och justera arbetet. Genom att dela upp projektet i mindre, hanterbara (inkrementella) delar har teamet fokuserat på att bygga och validera varje del separat. Detta har möjliggjort snabba justeringar baserat på feedback.

I arbetet med att bygga en MVP har teamet använt sig av en typ av prototyputveckling där prototypen kontinuerligt har testats och utvärderats för att snabbt iterera över design och funktionalitet. Detta har främjat möjligheterna att identifiera och lösa problem i tidiga skeden och därigenom ökat sannolikheten för att leverera en framgångsrik MVP. Teamet har även skapat tydliga återkopplingsmekanismer för att integrera feedback från användare och teammedlemmar. Detta säkerställer att produktens utveckling är inriktad på verkliga behov och att eventuella problem identifieras och åtgärdas omedelbart.

Genom att kombinera agila och iterativa metoder har teamet snabbt kunnat anpassa sig till förändringar, reagera på upptäckter under produktionsfasen och effektivt justera riktningen beroende på löpande resultat och feedback. Denna metodik har visat sig vara lika effektiv arbetet med fysisk produktutveckling och prototyper som i digital utveckling. I båda fallen är flexibilitet och snabb anpassning är avgörande och då är agila och iterativa metoder mycket användbara.

#### **Arbetspaket 4 (0923-1023) - Produktion av MVP, webbapplikation**

I detta arbetspaket fokuserades arbetet på att utveckla en mycket enkel prototyp för den webbapplikation som ska byggas i syfte att överblicka och styra den termiska energin i sandbatteriet. En fokusgrupp togs till hjälp för att prioritera vilka funktioner som skulle finnas med i denna prototyp. En första iteration av ett

användargränssnittet för applikationen skapades och en databasstruktur har satts upp för insamling och analys av data från sandbatteriet.

Inom ramen för detta arbetspaket fattades de inledande besluten kring vilka specifika värden som skulle visas i webbapplikationen. Det inkluderade identifiering och fastställande av de viktigaste mätvärdena för användarna.

En viktig del av arbetspaketet var att bestämma hur de valda värdena skulle visualiseras i webbapplikationen. Resultatet av arbetspaketet redovisas i bilagan ”Specifikation för webbapplikation”.

Arbetspaketet markerar en framgångsrik milstolpe i att påbörja utvecklingen av webbapplikationen och skapandet av dess grundstruktur. Genom att fokusera på att definiera och visualisera de värden som har bedömts som viktigast har projektet skapat en väg framåt för att bygga en användarvänlig och informativ webbapplikation.

Framåtblickande kommer insikterna från prototypen och besluten om värden och visualisering att vägleda det fortsatta arbetet med att förbättra och bygga ut webbapplikationen för att möta användarnas behov och förväntningar.

Susanne Kindblad ansvarade för detta arbetspaket. Till sin hjälp hade hon Pontus Kindblad som är en erfaren systemarkitekt inom digital systemutveckling. Värdefulla synpunkter och förslag insamlades från projektets fokusgrupp som bestod av följande personer; Ingela Andreasson (kvinna, 64 år), Rodrigo Araya (man, 48 år), Karin Hanson (kvinna, 51 år), Stefan Johansson (man, 57 år), Cecilia Melin (kvinna, 46 år), Marcus Nordgren (man, 30 år), Walter Kindblad (man, 25 år), Tilde Strandberg (kvinna, 24 år).

Pontus Kindblad ansvarade för databasstruktur och insamling av data kring temperatur och fukt i sandbatteriet. Den arbetsmetodik som användes var en kombination av agila och iterativa metoder utifrån vad som har beskrivits under punkten ”Arbetspaket 3 (0623-0823) - Produktion av MVP, sandbatteri”.

### **Arbetspaket 5 (0823-0923) - Marknadsanalys och framtagande av affärsplan**

I detta arbetspaket genomfördes en noggrann marknadsanalys och de första stegen mot en affärsplan togs för att definiera och vägleda marknadsstrategin för "Mikronät med sandbatteri". I marknadsanalysen ingick att klargöra marknadspotentialen för "Mikronät med sandbatteri". Detta innefattade identifiering av målgrupper, konkurrentanalys samt bedömning av potentiella affärsmöjligheter och hinder. Resultatet av arbetspaketet redovisas i bilagan ”Marknadsanalys: Mikronät med sandbatteri”

En strukturerad affärsplan påbörjades, inklusive mål, strategier och handlingsplaner. Affärsplanen syftar till att fungera som en övergripande guide för hur företaget ska nå sina mål och förverkliga sin vision på marknaden.

Affärsplanen har dock inte färdigställts då diskussioner just nu förs med flera olika intressenter som kan komma att påverka affärsplanen på ett mycket genomgripande sätt. Bland dessa intressenter finns två olika investerare samt en svensk kommun som har visat intresse för att anlita K-mit för produktion av sandbatterier för kommunens räkning. Vi anser att samtliga dessa intressenter har potential att påverka K-mits affärsplan på ett genomgripande sätt, vilket är skälet till att arbetet med affärsplanen har satts på paus i väntan på att ett eller flera av dessa planerade samarbeten ska träda ikraft.

Arbetspaketet har spelat en central roll i att förstå marknaden, konkurrenssituationen och de strategiska riktlinjerna för att introducera och etablera "Mikronät med sandbatteri" på marknaden. En stark affärsplan är avgörande för att skapa förtroende hos intressenter och investerare samt för att navigera framgångsrikt i den kommersiella sfären. Genom att tydligt definiera marknadsstrategin positionerar sig projektet för framgångsrik implementering och acceptans på marknaden.

I arbetet med marknadsanalysen användes en kombination av kvantitativa och kvalitativa undersökningsmetoder inklusive SWOT-analys för att identifiera interna och externa faktorer som kan påverka produkten på marknaden, konkurrentanalys där sandbatteriets huvudsakliga konkurrenter kartlades, målgruppsanalys som inkluderade en kartläggning av målgruppernas beteenden, preferenser och behov samt trendanalys där trender inom energisektorn utreddes.

Genom att kombinera dessa metoder togs en omfattande bild av marknadspotentialen fram, vilken kommer att ligga till grund för en robust marknadsstrategi för "Mikronät med sandbatteri". Projektledaren Susanne Kindblad ansvarade för detta arbetspaket.

#### **Arbetspaket 6 (0823-0923) - Framtagande av IP-strategi**

I detta arbetspaket fokuserades arbetet på att utveckla en IP-strategi för "Mikronät med sandbatteri" baserat på resultaten från patenterbarhetsbedömningen. Resultatet från detta arbete redovisas i bilagan "IP-strategi: Mikronät med sandbatteri".

Genomförandet av en noggrann patenterbarhetsbedömning bidrog till att identifiera och bedöma de tekniska aspekterna av "Mikronät med sandbatteri" som kan vara föremål för en senare patentansökan. Samarbetet med en konsult inom immaterialrätt möjliggjorde en professionell och specialiserad bedömning av resultaten från patenterbarhetsbedömningen. Detta steg var avgörande för att förstå den rättsliga och strategiska kontexten för immateriella rättigheter.

Utvecklingen av en IP-strategi innebar att fatta strategiska beslut om hur skydd och nyttiggörande av immateriella tillgångar ska utformas. Detta inkluderade beslut om vilka delar av tekniken som skulle publiceras öppet på webbplatsen <https://sandbatteri.se> och vilka delar som ska skyddas för att de senare kan bli

föremål för en patentansökan. Strategin inkluderar också en plan för att övervaka och eventuellt söka patent på dessa aspekter i framtiden.

IP-strategin inkluderar även en riskbedömning och strategier för att hantera eventuella hinder, konkurrens och potentiella kränkningar av immateriella rättigheter. Detta hjälper till att minimera risken för förluster och maximera möjligheterna för "Mikronät med sandbatteri".

Eftersom beslutet var att inte söka patent på konceptet sandbatteri valdes istället strategin att öppet kommunicera nyheter kring utvecklingen av sandbatteriet på webbplatsen <https://sandbatteri.se>. Detta är en kommunikationsstrategi som syftar till att vara öppen med innovationen och samtidigt skydda kritiska delar av teknologin. Intresset för webbplatsen har varit oväntat stort. Över 5000 personer har besökt webbplatsen och drygt 20 av dem har tagit kontakt via webbplatsens kontaktformulär.

Projektteamet har prioriterat de delar av teknologin som är mest kritiska för affärsframgång och gjort överväganden kring vilken typ av immateriellt skydd som är mest lämplig. IP-strategin innefattar även en riskbedömning i syfte att förstå potentiella hot och utmaningar i samband med immateriell äganderätt och för att utveckla strategier för att hantera dessa risker.

Sammanfattningsvis har detta arbetspaket varit framgångsrikt genom framtagandet av en välgrundad och skraddarsydd IP-strategi för "Mikronät med sandbatteri." En effektiv IP-strategi är av central betydelse för att säkerställa långsiktig konkurrenskraft och skydd av investeringar i forskning och utveckling.

Den metod som användes för att utveckla en strategi för immateriella rättigheter (IP) för "Mikronät med sandbatteri," var en kombination av juridisk expertis, teknisk förståelse och marknadskänedom. Patenterbarhetsbedömningen låg till grund för att utvärdera vilka delar av teknologin som är möjliga att patentera. Detta innefattade en teknisk genomgång av innovationen och en juridisk analys för att bedöma möjligheten att erhålla patent. Tekniska experter har involverats i projektet för att förstå teknologins unika aspekter för att därigenom identifiera de delar som kan vara innovativa och därmed möjliga att patentera. Projektteamet har även samarbetat med juridiska experter inom immaterialrätt för att få insikter om det aktuella patenträttsliga landskapet, de senaste förändringarna i lagstiftningen och för att utforma en strategi som passar företagets behov.

Marknadsanalysen har integrerats för att identifiera hur immateriella rättigheter kan användas strategiskt på marknaden. På så sätt har projektteamet fått förståelse konkurrenssituationen och kundbehoven, och utifrån dessa insikter har IP-strategin utformats.

Genom att kombinera dessa element har en IP-strategi som tar hänsyn till tekniska, juridiska och marknadsmässiga aspekter tagits fram. Det är en holistisk

metod som hjälper till att maximera värdet av immateriella tillgångar och minimera riskerna på lång sikt.

Projektledaren Susanne Kindblad ansvarade för detta arbetspaket. Till sin hjälp hade hon bolagsjuristen Stefan Johansson som delade med sig av sina kunskaper pro bono, samt av patentkonsulten Zack Amir på Patentest AB.

## Resultat

Projektet "Mikronät med sandbatteri" har framgångsrikt nått flera positiva resultat. Utvecklingen och produktionen av en Minimum Viable Product (MVP) för sandbatteriet bekräftade att uppvärmningstekniken fungerar som förväntat. Den konstruerade och testade prototypen visade sig vara framgångsrik i att övervinna tekniska utmaningar och validerades med framgång. Dock hann projektteamet inte inhämta så mycket data kring temperatur, uppvärmningshastighet, isoleringsvärden och fukthalt som man hade förväntat sig. Anledningen till detta var att produktionen av prototypen krävde fler utvecklingsiterationer och därmed blev produktionstiden längre än förväntat.

Patenterbarhetsutredningen stärkte projektets immateriella tillgångar, och positiva resultat från Freedom to Operate-undersökningen banar väg för fortsatt produktion och vidareutveckling.

Framtagandet av en MVP för webbapplikationen som ska styra tillförsel och uttag av termiska energi ut sandbatteriet markerar en framgångsrik milstolpe i att påbörja utvecklingen av webbapplikationen och skapandet av dess grundstruktur. Genom att fokusera på att definiera och visualisera viktiga värden har projektet skapat en väg framåt för att bygga en användarvänlig och informativ webbapplikation.

Arbetet med att skapa en marknadsanalys har spelat en central roll i att förstå marknaden, konkurrenssituationen och de strategiska riktlinjerna för att introducera och etablera "Mikronät med sandbatteri" på marknaden. Utvecklingen av en IP-strategi innebar att viktiga strategiska beslut fattades om hur skydd och nyttiggörande av immateriella tillgångar ska utformas.

Sammanfattningsvis har projektet etablerat en lovande grund för implementeringen av sandbatteriteknologin, med betydande möjligheter att forma framtidens hållbara energilösningar.

## Diskussion och tolkning av resultaten

Resultaten från projektet "Mikronät med sandbatteri" visar på betydande framsteg inom området termisk energilagring. Dessa framsteg har potential att spela en viktig roll i utvecklingen av ett hållbart energisystem.

Teknologin och resultaten som har framkommit från projektet kan vara väsentliga för att överbrygga några av de kritiska utmaningar som det traditionella energisystemet står inför. Till exempel kan den termiska lagringen av energi i sandbatteriet bidra till ökad energilagring, jämnare distribution av förnybar energi och minskad sårbarhet för variationer i tillgänglighet.

Arbetet med att ta fram prototypen för sandbatteriet innebar att ett flertal tekniska hinder behövde övervinnas, framför allt gällande konstruktionsteknik, isoleringsteknik och konstruktion av ett värmeväxlingssystem som ska tåla temperaturer på över 600 °C. Även mark- och anläggningsarbetet visade sig vara mer utmanande och tidskrävande än vad projektteamet hade förväntat sig.

Eftersom projektteamet hade begränsad erfarenhet inom ovanstående områden krävdes ett flertal iterationer för att uppnå de resultat som efterfrågades. Detta innebar att både den ursprungliga projektbudgeten och tidsramarna överskreds något. Dock kunde projektteamet hålla både den övergripande tidsramen och projektets samlade budget.

Vi ser inte att det faktum att fler iterationer krävdes för att uppnå projektmålen påverkar möjligheten att kommersialisera lösningen. Projektteamet har tagit lärdom av de hinder som behövde övervinnas och avser att förbättra processerna kring produktion och installation av sandbatterier ytterligare innan det är dags att lansera produkten på marknaden. En detaljerad beräkning av produktions- och installationskostnaderna för ett fullskaligt sandbatteri har inte ingått i detta projekt, utan planeras i ett uppföljande projekt där en fullskalig implementation av ett sandbatteri och upprättande av en affärsplan planeras.

Projektet syftade till bland annat till att bevisa att sandbatterier kan spara minst 50% av konsumenternas kostnader för uppvärmning. Detta syfte har uppnåtts genom framtagandet av prototypen där vi kan fastställa att ett sandbatteri av tillräcklig storlek kan göra ett eller flera med hushåll helt självförsörjande när det gäller uppvärmning. Ett mindre sandbatteri kan följaktligen försörja hushållen till en viss del. Om sandbatteriet kompletteras med solpaneler och/eller vindkraftverk samt med traditionella batterier för kortvarig lagring av el kan ett hushåll eller ett kluster av hushåll bli helt självförsörjande när det gäller el.

Ett annat syfte med projektet var att säkerställa att efterfrågan på sandbatterier är tillräckligt stor. Projektets marknadsanalys ger goda indikationer på att så är fallet, men konsumentpriset för produktion och installation av sandbatterier är avgörande för att kunna göra uttalanden om efterfrågan. Konsumentpriset har ännu inte kunnat beräknas och därför kan vi inte säga att vi har uppnått projektmålet att säkerställa efterfrågan på sandbatterier. Det vi dock kan säga med säkerhet är att intresset är stort och detta talar för att en tillräckligt stor efterfrågan kommer att finnas på marknaden, förutsatt att priset på sandbatterier är attraktivt.

För att ytterligare integrera och optimera de framsteg som har gjorts i projektet ”Mikronät med sandbatteri” bör nästa steg bli att fokusera på framtagandet av en fullskalig installation av mikronät med sandbatteri i samarbete med en potentiell kund. Denna installation kan tjäna som ett demonstrationsprojekt för kunder och andra intressenter. I samband med konstruktionen av det fullskaliga mikronätet med sandbatteri bör också arbetet med optimering av teknologins prestanda fortgå, i syfte att förbättra teknologin maximalt samt att eventuellt ansöka om ett patent av denna teknik i ett senare skede.

## **Framtidsperspektiv**

Sandbatterier kan spela en viktig roll i förnybara energisystem, särskilt genom att komplettera och förbättra lagringskapaciteten för energi från sol- och vindkällor. Detta kan bidra till att lösa intermittensproblemen med förnybar energi.

Teknologin kan också komma att tillämpas internationellt, särskilt i områden där det finns stora sol- och vindresurser. Detta kan gynna samhällen utan tillgång till pålitlig elektricitet och stärka energioberoendet i olika regioner.

I nästa steg kan produktionen skalas upp och teknologin kommersialiseras för att göra den tillgänglig på en bredare marknad. Detta kan minska produktionskostnaderna och öka teknologins acceptans.

Vår marknadsanalys visar att intresset är stort bland konsumenter för kostnadsbesparande investeringar på energiområdet. Till exempel har intresset för att installera solpaneler på villatak ökat kraftigt de senaste åren. Genom att installera ett mikronät med sandbatteri kommer konsumenternas kostnadsbesparing bli betydligt större då el som produceras under sommarmånaderna lagras i sandbatteriet i form av värme som kan tas ut och nyttjas under vintern.

Kontinuerlig forskning och utveckling kommer sannolikt att leda till teknologiska förbättringar inom sandbatteriteknologin. Det kan inkludera ökad



lagringskapacitet, förbättrad effektivitet vid införsel och uttag av termisk energi i sandbatteriet.

Framtiden kan också innebära samarbete och partnerskap med andra företag, forskningsinstitutioner och kommuner för att ytterligare utveckla och implementera sandbatteriteknologin.

Genom utbildning och informationskampanjer kan sandbatteriteknologin vinna ökad medvetenhet och acceptans bland allmänheten och beslutsfattare, vilket kan påskynda dess implementering.

Genom att beakta dessa aspekter och strategier kan sandbatteriteknologin forma en hållbar och pålitlig framtid för energilagring och bidra till övergången till förnybara energikällor.

## **Effekter i samhället**

Projektet förväntas inte bara ha tekniska framsteg utan också positiva effekter i samhället. Dessa inkluderar minskade koldioxidutsläpp, förbättrad energitillgänglighet, sänkta energikostnader och skapande av gröna arbetstillfällen.

Sandbatterier kan även integreras som en vital del av en krisberedskapsplan i våra kommuner för att säkerställa en pålitlig och hållbar energiförsörjning under extrema förhållanden, som strömavbrott orsakade av naturkatastrofer eller andra oväntade händelser. Genom att erbjuda en pålitlig energikälla i nödsituationer kan sandbatteriet bidra till att öka samhällets motståndskraft och minska sårbarheten vid kriser. Detta kan vara en betydande fördel för olika sektorer och samhällen.

## **Sammanfattande synpunkter**

Sammanfattningsvis indikerar resultaten och deras tolkning från projektet "Mikronät med sandbatteri" att teknologin har potential att bli en betydande aktör i övergången till ett hållbart energisystem. Genom att fortsätta investera i och förbättra denna teknologi kan vi möjliggöra övergången till ett mer hållbart och pålitligt energisystem och samtidigt skapa positiv påverkan i samhället. Det är avgörande att fortsätta stödja och integrera innovationer såsom sandbatteriet för att skapa en hållbar energiframtid.

## Publikationslista

Arbetet med konstruktionen av prototypen för sandbatteriet har löpande publicerats på webbplatsen <https://sandbatteri.se>

## Referenser, källor

Arnesen, S., Broberg, D., Hansen, N., Nordström, D., Odratt, M., Tu, V., *Strategies for Intellectual Property in Transformative Industries*, Chalmers University of Technology, 2021, <https://odr.chalmers.se/server/api/core/bitstreams/aa7e85f9-185f-4f7e-90ed-ddf0844d2abc/content>, besökt 2023-10-21

Bergdahl, U., Gabrielsson, A. & Lehtmet, M., *Gropmagasin för värmelagring - En förstudie*, december 1993, <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1300332/FULLTEXT01.pdf>, besökt 2023-07-21

Dahlqvist, P., Erlström, M., Gustafsson, M., Mellqvist, C. & Schwarz, G., *Geologisk information användbar för bedömning och design av geoenergianläggningar – en översikt*, SGU-rapport 2015:24, Sveriges Geologiska Undersökning, <https://resource.sgu.se/produkter/sgurapp/s1524-rapport.pdf>, besökt 2023-08-01

Elsäkerhetsverket, *Informationsbehov och elsäkerhetskrav rörande små- och storskalig energilagring av el*, 2016, <https://www.elsakerhetsverket.se/globalassets/publikationer/rapporter/elsak-rapport-informationsbehov-och-elsakerhetskrav-vid-energilagring-av-el.pdf>, besökt 2023-07-25

Gebremedhin, A. & Zinko, H., *Säsongvärmelager i kraftvärmesystem*, Svensk Fjärrvärme AB 2008, <https://energiforskmedia.blob.core.windows.net/media/1181/saesongsvaermelager-i-kraftvaermesystem-fjaerrsyrnsrapport-2008-1.pdf>, besökt 2023-07-31

Gehlin, S., Svenskt Geoenergicentrum, *Guide för geoenergi*, 2017, <https://skr.se/download/18.3c9f9e1e17db3f33e521fbc/1639421715007/7585-572-1.pdf>, besökt 2023-07-12

Holgersson, J., Räftegård, O., Nimali Gunasekara, S. & Scharff, R., *Teknoekonomisk jämförelse av olika tekniker för termiska lager i fjärrvärmenät*, Energiforsk augusti 2019, <https://energiforsk.se/media/26771/teknokonomisk-jamforelse-av-olika-tekniker-for-termiska-lager-energiforskrapport-2019-598.pdf>, besökt 2023-10-01

IVA, *Energilagring – Teknik för lagring av el*, augusti 2015, <https://www.iva.se/contentassets/5d1389a0301f4cb09aa3061bb0f5045e/201508-iva-vagvael-ellagring.pdf>, besökt 2023-07-12

Mattsson, E., Lindblom, E. & Emilsson, E., *Miljöeffekter av elnät och energilagring En förstudie av nyckelkomponenter i ett framtida fossilfritt energisystem*, Januari 2021, <https://www.ivl.se/download/18.2f05652c1775c6085c018c2/1613114321946/C573.pdf>, besökt 2023-07-12

Power Circle, *Lokal energilagring eller traditionella nätförstärkningar? Slutrapport till Energimyndigheten*, 2020-05-01, <https://powercircle.org/wp-content/uploads/2020/06/Slutrapport.pdf>, besökt 2023-07-13

Salman, H., EKS Consulting, *Värmelagring Delrapport i projektet "Energiomställning för lokal ekonomisk utveckling"* 2014-12-17, [https://energikontornorr.se/wp-content/uploads/2017/02/varmelagring\\_hs.pdf](https://energikontornorr.se/wp-content/uploads/2017/02/varmelagring_hs.pdf), besökt 2023-07-08

Svenska Kraftnät, *Lagring av el – omvärldsanalys*, Svk 2022/2773, 2022-11-30, <https://www.svk.se/siteassets/om-oss/rapporter/2022/rapport-ru-energilager.pdf>, besökt 2023-08-15

Sweco, *En avgörande förändring: Energilagring i framtiden*, maj 2021, <https://www.sweco.se/wp-content/uploads/sites/3/2021/03/2019-5-Energilagring.pdf>, besökt 2023-07-08

Westerlund, A., *Termisk energilagring som uppvärmningsmetod i byggnader: en metaanalys av forskningen*, Examensarbete Distribuerade energisystem 2018, [https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/159400/Westerlund\\_Anders.pdf;jsessionid=36F031D2A89D166D1C7BDF0A9434CCFA?sequence=1](https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/159400/Westerlund_Anders.pdf;jsessionid=36F031D2A89D166D1C7BDF0A9434CCFA?sequence=1), besökt 2023-10-01

## Bilagor

- Administrativ bilaga "Slutrapport Mikronät med sandbatteri, adminbilaga, KÄNSLIG INFORMATION
- Bilaga till slutrapport, kommersialisering: Mikronät med sandbatteri, KÄNSLIG INFORMATION
- Marknadsanalys: Mikronät med sandbatteri, KÄNSLIG INFORMATION
- IP-strategi: Mikronät med sandbatteri, KÄNSLIG INFORMATION
- Specifikation, webbapplikation: Mikronät med sandbatteri, KÄNSLIG INFORMATION
- Patent Search Report: Mikronät med sandbatteri, KÄNSLIG INFORMATION