

## 1 PERSONUPPGIFTER

### 1.1 Huvudsökande

#### Sökande

##### Förnamn

Michael

##### Efternamn

Försth

##### Akademisk titel

Professor

##### Tjänstetitel

Forskningschef

##### Genus

Man

##### Födelsedatum

1970-03-20

##### Telefon

010-5165233

##### Mobiltelefon

070-5160684

##### E-post

michael.forsth@ri.se

#### Organisation

##### Organisationsnamn

RISE Research Institutes of Sweden

##### Org. Nummer

556464-6874

##### Hemsida

www.ri.se

##### Institution

Safety

##### Gatu/Boxadress

RISE Research Institutes of Sweden  
Box 857

##### Post nr

50115

##### Postort

BORÅS

### 1.2 Firmatecknare/ansvarig

##### Förnamn

Tommy

##### Efternamn

Hertzberg

##### Tjänstetitel

Enhetschef

### 1.3 Projektlezare

#### Projektlezare är:

Den Huvudsökande

CV - Projektlezare

Max 2 sidor

2017-09-27 17:10:03

Sidor: 2 91,7 kb

## 2. PROJEKTINFORMATION

### 2.1 Ansökningstyp

Ansökan avser

Nytt Projekt

### 2.2 Problemområden

1. Värdering av brandskyddsåtgärder
2. Samspelet mellan människa, teknik, organisation och samhälle
3. Brandskydd i byggnadsverk
4. Brandskydda i transportmedel
5. Aktiva brandskyddssystem
6. Brandsskydd och risker i industriell verksamhet
7. Brand och miljö

### 2.3 Projektid

Periodens startdatum

2018-01-01

Periodens slutdatum

2019-03-31

Sökta medel

1 000 000

### 2.4 Återrapporteringar

Underlag för infoblad på svenska och engelska

Slutrapport

Planerade seminarium, specificera

Workshop februari 2019

Planerade vetenskapliga artiklar, specificera

Bygg och teknik - en artikel, Ny Teknik - en artikel, översiktsartikel i peer-review

Annan

Annan

### 2.5 Projektinformation

Projekttitel

Innovativa elsystem i byggnader - konsekvenser för brandsäkerhet

Projektbeskrivning (max 1000 tecken)

Just nu är många olika nya innovativa elsystem aktuella att införas i byggnader. Det finns därför ett tydligt behov av att brandsäkerheten beaktas ur ett holistiskt perspektiv för att försäkra en säker och smidig introduktion och användning av dessa nya system, för att därmed bidra till det hållbara samhället.

Syftet med detta projekt är att, genom litteratur- och intervjustudier, genomföra en förstudie för att identifiera potentiella brandsäkerhetsproblem vid införandet av innovativa elsystem i byggnader, och i möjligaste mån identifiera lösningar för dessa problem.

Projektet utgör en grund för fortsatta forskningsinsatser och avsikten är att detta övergripande projekt sammanställer tillgänglig kunskap och kunskapsläge samt initierar nya projekt. Upplägget är därmed likartat det tidigare Brandforsk-projektet om anlagd brand där en förstudie identifierade forskningsfrågor vilket resulterade i ett större projekt med en bredare finansiering som spin-off.

## 3. MEDSÖKANDE / SAMARBETSPARTNERS

Förnamn

Patrick

Efternamn

Van Hees

Universitet / Organisation

Lunds tekniska högskola

Funktion

Professor

E-post

patrick.van\_hees@brand.lth.se

CV - Medsökande

Max 2 sidor

2017-09-27 17:27:03

Sidor: 2 83,6 kb

Förnamn

Alexandra

Efternamn

Byström

Universitet / Organisation

Luleå tekniska universitet

Funktion

Biträdande universitetslektor

E-post

alexandra.bystrom@ltu.se

CV - Medsökande

Max 2 sidor

2017-09-29 10:20:06

Sidor: 2 71,8 kb

Förnamn

Petra

Efternamn

Andersson

Universitet / Organisation

RISE Research Institutes of Sweden

Funktion

Forskare/gruppchef

E-post

petra.andersson@ri.se

CV - Medsökande

Max 2 sidor

2017-09-28 07:01:23

Sidor: 2 88,7 kb



## 7. EXAMENSARBETE

Lägg till eventuella examensarbeten, dock minst två.

**Titel**

Litteratur- och intervjustudie avseende brandsäkerhet och ny lokal småskalig elproduktion

**Syfte**

Bidra i projektet och därmed ge mer tid åt forskarna för mer fördjupade studier.

**Handledare** **Antal studenter**

Alexandra Byström 2

**Kort problembeskrivning**

Nya system för elproduktion i byggnader baseras bland annat på installation av solceller på tak och fasader. Studenterna kommer att genomföra valda delar av litteratur- och intervjustudien som ingår i det större Brandforsk-projektet.

**Kommentarer (ex behov av ytterligare samverkans partners)**

**Titel**

Litteratur- och intervjustudie avseende brandsäkerhet och ny lokal lagring av energi

**Syfte**

Bidra i projektet och därmed ge mer tid åt forskarna för mer fördjupade studier.

**Handledare** **Antal studenter**

Petra Andersson 2

**Kort problembeskrivning**

Under senare år har lagring av elenergi i batterier uppmärksammats mer och mer, bland annat som ett sätt att dygnsutjämna effektkravet på elnätet. Studenterna kommer att genomföra valda delar av litteratur- och intervjustudien som ingår i det större Brandforsk-projektet.

**Kommentarer (ex behov av ytterligare samverkans partners)**

**Titel**

Litteratur- och intervjustudie avseende brandsäkerhet och eldistribution i framtidens byggnader

**Syfte**

Bidra i projektet och därmed ge mer tid åt forskarna för mer fördjupade studier.

**Handledare** **Antal studenter**

Patrick Van Hees 2

**Kort problembeskrivning**

Eldistributionen i framtidens byggnader förväntas till viss del baseras på likström, DC, som på flera sätt är annorlunda jämfört med AC med hänsyn till personsäkerhet och brandsäkerhet. Studenterna kommer att genomföra valda delar av litteratur- och intervjustudien som ingår i det större projektet.

**Kommentarer (ex behov av ytterligare samverkans partners)**

# Projektbeskrivning: Innovativa elsystem i byggnader - konsekvenser för brandsäkerhet

## 1 Syfte och mål

Syftet med detta projekt är att, genom litteratur- och intervjustudier, genomföra en förstudie för att identifiera potentiella brandsäkerhetsproblem vid införandet av innovativa elsystem i byggnader. Målet är att finna de bästa tillgängliga lösningarna, eller, om lösningar saknas eller är undermåliga, att definiera forskningsplaner för att utveckla sådana lösningar. Genom uppfyllnad av detta mål kan införande av ny hållbar teknologi genomföras säkrare och med färre problem än om projektet inte genomförts.

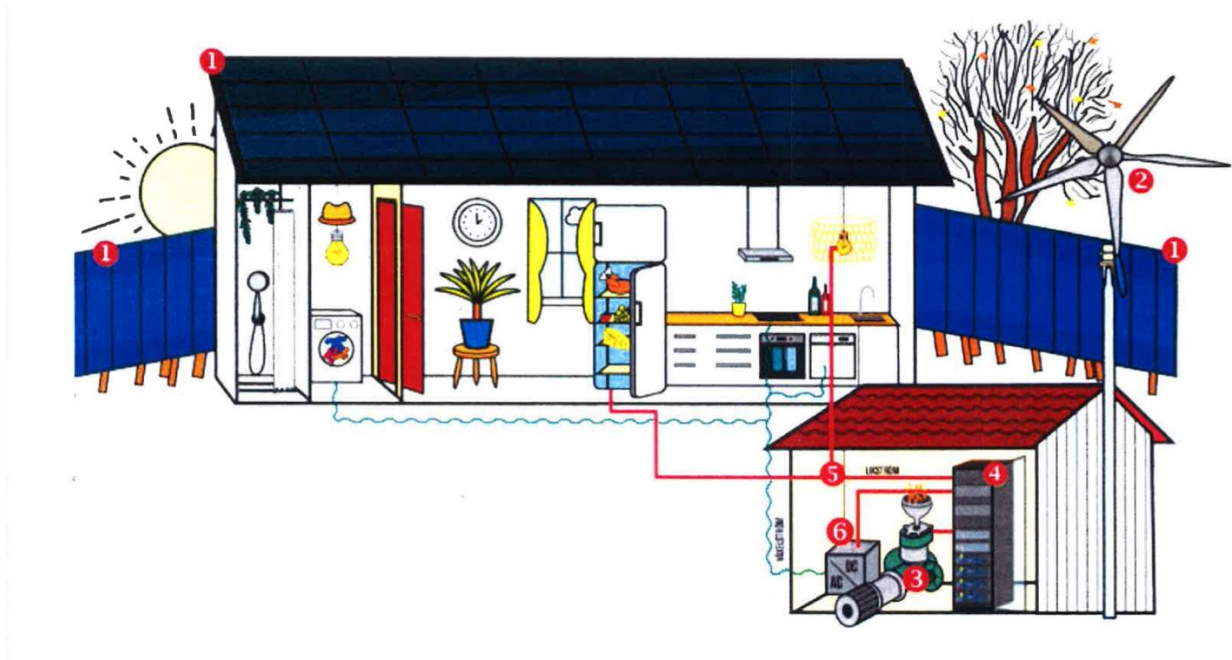
Projektet utgör en grund för fortsatta forskningsinsatser och avsikten är att detta övergripande projekt sammanställer tillgänglig kunskap och kunskapsläge samt initierar nya projekt. Upplägget är därmed likartat det tidigare Brandforsk-projektet om anlagd brand där en förstudie [1] identifierade forskningsfrågor vilket resulterade i ett större projekt med en bredare finansiering som spin-off.

## 2 Bakgrund

Det finns en ökande trend att använda nya innovativa system för elförsörjning i byggnader, såväl vad gäller bostäder som kommersiella byggnader och industrilokaler. Innovationerna handlar huvudsakligen om:

1. lokal elproduktion (t.ex. solceller, vindkraft, stirlingmotorer),
2. lokal lagring (t.ex. batterier, vätgasceller), och
3. eldistribution i byggnader (lågspänningssystem, DC)

Dessa innovationer är fokuserade på energibesparing genom att minska förluster och öka effektiviteten, så att byggnader kan vara delvis självförsörjande vad gäller el [2, 3], se även Figur 1. På grund av fokuseringen på energieffektivitet finns risken att andra aspekter, som t.ex. brandsäkerhet, inte blir prioriterat för de olika delarna i elsystemet. Möjliga brandrisker beskrivs nedan för de tre olika delarna i de nya elsystemen.



Figur 1 Exempel på en självförsörjande villa (anpassad från [2]) 1. solpaneler, 2. vindkraft, 3. pelletsbrännare med stirlingmotor, 4. batterilager, 5. likströmnät för belysning, fläktar, kylskåp. 6. växelriktare för växelström till spis, tvätt etc.

## 2.1 Elproduktion

Nya system för elproduktion i byggnader baseras bland annat på installation av solceller på tak och fasader. Beroende på byggnad och typ av byggprodukter kan mängden av brännbart material t.ex. på tak och fasader öka väsentligt. Kunskapen om växelverkan mellan solceller och byggprodukter som t.ex. isolering, fasadmateriell och takmaterial är begränsad och studier har initierats [4] för att undersöka möjliga brandrisker. Dessutom kan solceller utgöra en risk vid släckinsats eftersom de typiskt är spänningssatta till 400 VDC så länge det är ljus på dem. Andra produktionssystem som kan vara en del av egen elförsörjning i byggnader är vindkraftverk och här behövs också ses över hur brandrisker relateras till byggnaden. Riskerna är framförallt kopplade till de brännbara materialen i vindkraftverk (smöroljor, eventuella transformatorer med olja, plastdelar i konstruktioner etc) [5]. Som komplement till solceller och vindkraftverk kan även stirlingmotorer användas [2, 3]. Detta är en värmemotor där förbränningen inte sker i cylindrarna som på en förbränningsmotor. Istället drivs cylindrarna av ett arbetsmedium som värms upp genom extern förbränning. Stirlingmotorn är mycket tyst eftersom förbränningen sker kontinuerligt, till skillnad från en explosionsmotor. Stirlingmotorer introducerades på u-båtar [6] men har nu även blivit populärt i samband med lokal elförsörjning. Någon form av uppvärmning, t.ex. från en pelletsbrännare, behövs för att köra en stirlingmotor. Mer information behövs för att veta om introduktion av kombinationen brännare och motor leder till ökade brandrisker. Eftersom en förbränningsinstallation installeras i huset leder det till extra brandtekniska åtgärder på samma sätt som förbränningsinstallationer för t.ex. uppvärmning (pelletskaamin, pelletspanna, etc). Dessutom tillkommer en motor som behöver luft eller kemisk bunden syrgas. Slutligen har även bränsleceller diskuterats som innovation för alternativ småskalig elproduktion.

## 2.2 Ellagring

Decentraliseringen av elproduktion har även sin motsvarighet vad gäller lagring av elektrisk energi. Den konventionella storskaliga elproduktionen har traditionellt ansetts kräva att all producerad elenergi omedelbart konsumeras. Under senare år har dock lagring av elenergi i batterier uppmärksammats mer och mer, bland annat som ett sätt att dygnsutjämna effektkravet på elnätet<sup>1</sup>, vilket blir av allt större intresse i och med introduktion av småskalig, och intermittent, elproduktion [7].

Storskalig användning av batterier i byggnader är en mycket stor säkerhetsutmaning, framförallt vad gäller bostäder. Idag är litium-jon batterier den absolut mest förekommande batteritypen<sup>2</sup>. Dessa batterier har utgjort en säkerhetsutmaning ända sedan de introducerades av Sony 1991 [8]. Exempel på utmaningar är [9]:

DC högspänning. Spänningar på upp till 1500 VDC kan förekomma vilket utgör en betydligt större personfara än de 230 VAC som används idag.

Ljusbåge. Den höga likspänningen ökar faran med ljusbågar. Dessa kan innehålla mer energi än i dagens AC-system, vara svårare att bryta jämfört med dagens AC-system, samt kan även vara explosiva med utkastande av förångad metall (som kan leda till nya ljusbågar).

Brand. Så kallad thermal runaway (termisk rusning) kan orsakas av mekanisk, elektrisk eller termisk åverkan, eller inre kortslutningar beroende på tillverkningsfel eller åldring. Vid thermal runaway stiger temperaturen hastigt vilket kan leda till brand.

Brännbara gaser. Även om batterierna inte antänder direkt vid en thermal runaway så kan brännbara gaser frigöras i sådan omfattning att en explosiv gasblandning uppstår. Om en antändningskälla anbringas gasblandningen sker en explosion.

Toxiska gaser. Gaserna som frigörs vid thermal runaway, såväl med som utan medföljande brand, är toxiska vilket utgör en stor utmaning för säkerheten i framförallt bostäder. Exempel på gaser som frigörs är HF, CO, NO, SO<sub>2</sub> och HCl.

Dessa utgör inte bara individuella faror utan växelverkan mellan dessa kan utgöra en fara i sig. Exempelvis har explosioner skett då batteribränder har släckts, vilket senare resulterade i en explosion i de emitterade, men ej förbrända, brännbara gaserna. Diskussioner om batterier i byggnader, och då främst bostäder, har gått relativt varma internationellt det senaste året. Exempelvis pågår en debatt i Australien om huruvida det överhuvudtaget ska vara tillåtet att ha denna typ av batterienergilagring i bostäder, eller om det skall föreskrivas att batterierna placeras i en separat byggnad [10, 11]. I ett danskt examensarbete görs en riskanalys med avseende på solcellsuppladdade batterier i ett garage med dörr till en bostad.

---

<sup>1</sup> I samband med elproduktion används även andra metoder för lagring av energin i den producerade elen, t.ex. så power-to-gas, pumpning av vatten, eller luftkomprimering [Jarnut 2017]. Sådan icke-elektrisk energilagring behandlas dock inte i denna ansökan.

<sup>2</sup> Även andra typer av batterier än litium-jon batterier kan komma ifråga för energilagring i byggnader, såsom t.ex. bly, nickel-kadmium, zink-brom och vanadiumbatterier.

Slutsatsen i den studien är att det specifika studerade systemet inte medför någon förhöjd brandrisk. Trots detta pekar ändå författaren ut de toxiska gaserna som ett speciellt hot som uppstår i och med installation av ett sådant system, men påpekar att, *om säkerhetssystemen fungerar*, mängden emitterade toxiska gaser inte är livshotande. Problemet med toxicitet poängterades i en nyligen publicerad studie i Nature, Scientific Reports [12] samt har även lyfts fram som ett specifikt problem för räddningstjänsten [13].

Det finns även system där batterierna i fordon används som back-up för byggnader under natten, med batterierna kvar i fordonet. Ett möjligt användningsområde för batterier som inte längre uppfyller prestandakraven för att användas i fordon (t.ex. krav på energi- och effekttäthet) är att installera dem i byggnader, där t.ex. viktkraven är små eller obefintliga. Detta är förmodligen lovvärt vad gäller att etablera en så cirkulär ekonomi som möjligt, men det reser samtidigt frågetecken om statusen för de batterier som installeras i byggnader.

### 2.3 Eldistribution

Eftersom t.ex. solceller producerar likström och eftersom energin förvaras i batterier har en ny trend skapats där elen matas via ett DC-nätverk för t.ex. lampor, kylskåp, fläktar, etc. [14, 15]. Elektriska installationer är redan en välkänd orsak till bränder och all erfarenhet baseras idag på AC-teknik [16]. DC är på flera sätt annorlunda jämfört med AC med hänsyn till personsäkerhet och brandsäkerhet eftersom spänningen inte går genom noll. Detta leder till att kortslutningar inte kan avbrytas lika enkelt som med AC och kan dessutom skapa mer energirika ljusbågar (se ovan). Om man eventuellt använder lägre DC-spänningar så behövs större tvärsnittareor av koppar i kablarna. Detta kan leda till större brandrisk genom överbelastning (dålig dimensionering pga. okunskap) eller genom att det finns mer plastmaterial (större diametrar). En annan brandrisk kopplad till el är läckströmmar som i dagsläget förhindras genom jordfelsbrytare. Dock finns det lite information om hur bra de fungerar för DC-spänning. Även kunskapen om hur eventuella renoveringar (blandning av AC och DC) påverkar brandrisken är begränsad.

### 2.4 Sammanfattning

På grund av introduktion av flera nya innovativa elsystem för byggnader finns ett tydligt behov av att brandsäkerheten i ett tidigt stadium (nu) beaktas ur ett holistiskt perspektiv för att försäkra en säker användning av dessa nya system, för att därmed snabbt och problemfritt kunna införa den nya teknologin. Vad gäller riskhantering så har användandet av traditionella kvantitativa metoder såsom t.ex. PRA (Probabilistic Risk Analysis) ifrågasatts pga. komplexiteten i denna typ av system och att data till stora delar saknas vad gäller t.ex. felfrekvens hos ingående komponenter. Som alternativ har en mer kvalitativ riskhantering föreslagits [9] som mer fokuserar på möjliga fel i växelverkan mellan delar i komplexa socio-tekniska system (metoden kallas STAMP, System-Theoretic Accident Model and Process).

## 3 Metod

Projektet kommer att genomföras genom litteraturstudier av vetenskapliga artiklar och andra lämpliga källor, samt via intervjustudier och samverkan med nyckelpersoner inom området.



### 3.1 Genomförande

Projektet kommer att genomföras under ledning av RISE Fire Research, Lunds tekniska högskola (LTH), och Luleå tekniska universitet (LTU). Studien kommer dock att bygga på involverandet av andra parter i de intervjuer och fördjupningsstudier som kommer att ligga till grund för en stor del av studien, såsom t.ex. brandkonsulter, byggbranschen, myndigheter, räddningstjänst, batteriforskare och lab, samt slutanvändare såsom elinstallatörer, se även Tabell 1.

Exempel på frågeställningar som kommer att behandlas är

1. Vilken typ av lokal produktion, energilagring och eldistribution inom byggnader kommer att dominera utbyggnaden de närmaste 20 åren och på längre sikt?
2. Vilka nya risker och problem eller förbättringar mot dagens situation utgör den framtida lokala produktionen, lagringen och distributionen. Studien kommer att kartlägga i vilken mån information finns tillgänglig framförallt avseende
  - a. risk för självantändning
  - b. antändningsfrekvens
  - c. risk för antändning från annat första brinnande objekt
  - d. värmeutveckling vid brand
  - e. rökutveckling vid brand, inkl. de toxiska och sura (förstörande) egenskaperna hos brandröken
  - f. explosionsrisk
3. Vilka nya utmaningar ställs räddningstjänsten inför pga. de nya produktions-, lagrings- och distributionsmetoderna?
4. Vad finns det för olika lösningar för att motverka problemen och utmaningarna?

Studien kommer inte enbart att identifiera problem utan kommer även i viss mån att identifiera de förbättringar som de nya systemen innebär. Även möjliga lösningar och förslag på ny forskning och teknikutveckling t.ex. inom BMS (battery management system) och olika typer av sensorer identifieras i möjligaste mån.

Projektet har ett brett anslag. I början av projektet kommer dock en avgränsning att ske efter en inledande enkät och litteraturstudie om vilka olika system som bedöms införas. Avgränsningen görs till de delar som anses vara mest relevanta och akuta, i syfte att dessa delar skall studeras tillräckligt djupgående.

### 3.2 Resultatspridning

Resultaten från projektet kommer att spridas enligt följande plan:

- febr 2019      Workshop, förslagsvis i Brandskyddsföreningens lokaler i Stockholm
- maj 2019      Intern arbetsrapport med all data i relativt oförädlad form, t.ex. transkriptioner av intervjuer etc.
- juni 2019      Manuskript skickas till Ny Teknik
- juni 2019      Manuskript för översiktsartikel skickas till lämplig peer-review tidskrift, med nästan allt material bifogat som så kallat "complementary material". (Information som bör anonymiseras men som svårigen kan anonymiseras, eller konfidentiell information, publiceras förstås inte.)
- juni 2019      Kortfattat populärvetenskaplig slutrapport som refererar till övriga leverabler från projektet.

En viktig del av resultatspridningen kommer också att vara genom ansökningarna till de fortsättningsprojekt som kommer att föreslås som resultat av den gap-analys som görs för att identifiera brister och avsaknad av effektiva brandsäkerhetslösningar.

### 3.3 Projektorganisation

Projektet kommer att genomföras under ledning av RISE Fire Research, Lunds tekniska högskola, och Luleå tekniska universitet, med Michael Försth vid RISE Fire Research som huvudprojektledare. I tillägg kommer även övriga parter att delta, framförallt som intervjurespondenter (som även kan genomföra fördjupningsstudier) och som medlemmar i referensgrupp. Övriga parter kommer framförallt att väljas bland de som anges i Tabell 1. Observera att inga av dessa övriga parter har tillfrågats ännu. Detta görs först om projektet beviljas.

Tabell 1. Övriga parter (dvs exkluderande RISE, LTH, LTU) som kommer att beredas plats i projektet

- Brandkonsulter
- Byggföretag
- Boverket
- Elinstallatörer
- Certifieringsorgan
- MSB
- Räddningstjänst
- Elsäkerhetsverket
- Brandskyddsföreningen/Brandforsk
- Energimyndigheten
- Energibolag
- Batteriindustri
- Kristina Mjörnell som företrädare för SIP Viable Cities<sup>3</sup>
- Företrädare för Bygginnovationen, SBUF, Sveriges Bygguniversitet, m.fl.

De sista två kommer framförallt att kontaktas för att förankra forskningsfältet och förbereda för finansiering av fortsättningsprojekt. En separat budget finns för dessa övriga parter, se avsnitt 6.

För att uppnå en optimal matchning mellan kompetenser och arbetsuppgifter kommer projektet att genomföras av samverkan mellan huvudparterna RISE, LTH och LTU. Inom varje tillämpningsområde (produktion, lagring, distribution) kommer personer från varje huvudpart att delta. Projektet kommer tidigt ha ett fysiskt möte i Borås med deltagare från huvudparterna (se namn på genomförare i Tabell 2) samt referensgrupp. Ytterligare ett fysiskt möte kommer att hållas i samband med en workshop som kommer att genomföras under februari 2019. Arbetet inom tillämpningsområdena (produktion, lagring, distribution) kommer att koordineras av respektive områdesledare som kommer att organisera arbetsmöten via Skype minst en gång per månad. I den mån budgeten tillåter kommer också gästbesök att göras mellan huvudparterna inom de olika tillämpningsområdena. Intervjuer med övriga parter kommer huvudsakligen att genomföras under andra hösten/vintern 2018/2019, men dessa parter kommer också att bidra genom deltagande i referensgrupp, under intervjuförberedelserna och närhelst det anses ändamålsenligt. Två referensgruppsmöten kommer att arrangeras; i början och mitten av projektet. Deltagande i referensgruppen utgör inte dock grund för ersättning från potten på 80 kkr (se budget i avsnitt 6). Denna pott skall främst användas för ersättning till intervjurespondenter som vill bidra med fördjupningstudier.

---

<sup>3</sup> SIP = Strategiskt innovationsprogram, <http://viablecities.com/>

Tabell 2. Forskningsutförare hos huvudparterna (RISE, LTH och LTU)

	Lokal Produktion	Lagring	Distribution
RISE	Deltagare Max Rosengren, Lotta Vylund	<u>områdesledare</u> Petra Andersson  Deltagare Anders Lönnermark, Michael Försth, Fredrik Larsson, Max Rosengren	Deltagare Max Rosengren
LTH	Deltagare Marcus Runefors	Deltagare Marcus Runefors	<u>områdesledare</u> Patrick Van Hees  Deltagare Marcus Runefors
LTU	<u>områdesledare</u> Alexandra Byström  Deltagare Joakim Sandström	Deltagare Alexandra Byström	Deltagare Alexandra Byström

En kort beskrivning av de personer som är tänkta att arbeta i projektet från huvudparterna ges nedan:

#### Michael Försth

Michael kommer att vara huvudprojektledare samt delta i forskningen inom området lagring. Han har arbetat vid RISE Fire Research sedan 2006 och är sedan 2014 forskningschef där, samt är sedan 2014 också professor på deltid vid avdelningen för byggkonstruktion och brand vid Luleå tekniska universitet. Michael har bland annat bedrivit forskning inom växelverkan mellan elektriska urladdningar och flammor [17-19], inom transformatorbränder [20-22], samt inom toxiska brandgaser [23-27]. Han har också varit aktiv inom provning, standardisering och till viss del forskning om kablars brandegenskaper [28-33]. Se även bifogat CV.

#### Alexandra Byström

Alexandra kommer att leda arbetet inom lokal elproduktion. Alexandra disputerade i mars 2017 och arbetar nu som biträdande lektor på Luleå tekniska universitet. Hennes doktorsavhandling behandlade värmeöverföring och branddynamik i slutna utrymmen med tonvikt på värmeöverföring mellan gaser och utsatta konstruktioner, med huvudfokus på temperaturutveckling vid brand i slutna utrymmen. Alexandra har en norsk masterexamen i Ingeniørdesign från 2009 och är fokuserad på att lösa och förstå komplexa

ingenjörproblem, framförallt inom mekanik och materialteknik, med hjälp av metoder från tillämpad matematik, teknisk-vetenskapliga beräkningar och teknisk design. Se även bifogat CV.

#### Petra Andersson

Petra kommer att leda arbetet inom lagring. Petra disputerade i Brandteknik 1997 och arbetar sedan 1998 på RISE Fire Research. En stor del av Petras forskning har under senare år inkluderat brandsäkerhet för Li-jon batterier, se urval av publikationer i bifogat CV. Petra är även projektledare för det nu pågående MSB finansierade projektet om bostadsbränder.

#### Patrick van Hees

Patrick kommer att leda forskningen inom distributionsdelen. Patrick är avdelningschef och professor på Lunds tekniska högskola och har tidigare en civilingenjörsexamen inom el och har jobbat med en hel del forskningsprojekt relaterade till el som t.ex. kablar och kärnkraftsäkerhet.

#### Marcus Runefors

Marcus jobbar nu inom bostadsbrandprojektet och har erfarenhet inom olycksutredningar. Han är adjunkt på Lunds tekniska högskola med en 50% forskningstjänst som doktorand. Han har gjort omfattande barriäranalyser inom projektet om bostadsbränder.

#### Max Rosengren

Max kommer att delta i alla tre områdena. Max arbetar på RISE Fire Research sedan 2016 inom områden såsom utbildning, riskbedömning och lithium-ion batterier. Hans arbete inkluderar att vara projektledare för projekt med släckförsök av lithium-ion batterier. Max har en bakgrund som elsäkerhetsansvarig på Volvo Bussar.

#### Anders Lönnermark

Anders är forskare sedan 1995 vid RISE Fire Research och disputerade i brandteknik 2005. Sedan 2013 är han adjungerad professor vid Mälardalens högskola.

#### Fredrik Larsson

Fredrik kommer att delta i arbete inom område lagring. Fredrik disputerade i Li-jon batterisäkerhet 2017 med avhandlingen: "Lithium-ion Battery Safety - Assessment by Abuse Testing, Fluoride Gas Emissions and Fire Propagation". Före doktorandprojektet arbetade Fredrik med batterirelaterade frågor med fokus på säkerhet i olika industriella el/hybrid-fordonsprojekt i Sverige och i Tyskland.

#### Lotta Vylund

Lotta Vylund är civilingenjör i riskhantering och brandingenjör med påbyggnadsåret för räddningstjänst. Hon har forskat inom taktik och metodik vid räddningsinsatser och medverkat bland annat i "Risker med nya

energibärare i undermarksanläggningar" samt arbetet med brandskydd hos räddningstjänsten. I projektet kommer hon främst arbeta med risker för räddningstjänsten kopplat till området lagring.

Joakim Sandström

Joakim är doktorand vid Luleå tekniska universitet inom brandutsatta bärande konstruktioner. Han arbetar parallellt som brandkonsult inom byggsektorn på Brandskyddslaget.

exjobbare

Flera exjobbare kommer att involveras i projektet, såväl vad gäller litteraturstudie som vad gäller intervjuer.

### 3.4 Tidplan

Projektet planeras att genomföras under perioden 2018-04-01 till och med 2019-06-30, med den huvudsakliga resultatspridningen i februari och juni 2019. Tidplanen visas schematiskt i Tabell 3.

Tabell 3. Tidplan

Arbetspaket	2018			2019	
	K2 (kvartal 2)	K3	K4	K1	K2
produktion	brainstorming, avgränsning, enkät	litteraturstudie		workshop	
		intervjuförberedelse	Intervjuer		
lagring	brainstorming, avgränsning, enkät	litteraturstudie			
		intervjuförberedelse	intervjuer		
distribution	brainstorming, avgränsning, enkät	litteraturstudie			
		intervjuförberedelse	intervjuer		
konsolidering, publicering					

Projektet börjar med intern brainstorming samt enkät och vid behov inledande intervjuer och litteraturstudie för att se vilka områden det är som kommer att dominera. Efter diskussioner i referensgruppen om resultatet från detta bestäms sedan vilka områden som ska ingå och sedan följer litteraturstudier, djupare intervjuer och fördjupningsstudier.

## 4 Förväntat resultat och praktisk användning

Syftet med projektet är att möjliggöra snabb och säker införande av innovativa och smarta elsystem i byggnader. De nya systemen för produktion, lagring och distribution av el i byggnader kommer att identifieras och systematiseras. Potentiella brandsäkerhetsproblem

för dessa system, och även brandsäkerhetsproblem som kan uppstå pga. växelverkan mellan systemen, kommer genom gap-analys att identifieras, liksom eventuella existerande eller uppenbara lösningar på dessa problem. Brandsäkerhetsproblemen inkluderar både risk för uppkomst av brand, brandspridning, konsekvenser av branden (toxicitet etc.) samt räddnings- och släckaspekter.

Resultatet kan vara av olika natur:

1. Lösningar på problem kan identifieras alternativt att de nya systemen utgör en mindre risk än de gamla. Dessa resultat kommer att kunna komma samhället till gagn direkt och förbättra brandsäkerheten.
2. Det finns inga identifierade lösningar, eller de identifierade lösningarna är undermåliga. Dessa resultat kommer att resultera i initierandet av nationella eller internationella forskningsprogram om introduktion av nya innovativa system. Kontakter för att finna finansiering för denna forskning kommer att etableras redan under projektets gång genom involverandet av möjliga finansiärer.

Begreppet "lösning" används i en relativt abstrakt mening ovan. Lösningar kan röra sig om vitt skilda områden såsom installationsföreskrifter, släcktaktik för batterier i slutna utrymmen, detektion av toxiska gaser, och frånkopplingsrutiner för solceller innan släckinsats, exempelvis.

Målgruppen för arbetet är mycket bred. Målgruppen sammanfaller till stora delar med de övriga parter som kommer att bjudas in att delta i projektarbetet, se Tabell 1.

## 5 Påverkan på myndigheters/organisationers regler, bestämmelser m.m.

Projektet förväntas leda till resultat som skulle kunna användas till ändringar av Boverkets och Elsäkerhetsverkets föreskrifter.

## 6 Budget.

Kostnaderna för projektets budgeteras enligt följande:

RISE	320 kkr
LTH	240 kkr
LTU	160 kkr
Övriga	80 kkr
<b>Totalt</b>	<b>800 kkr</b>

Hela beloppet 800 kkr söks från Brandforsk.

Vad gäller posten "Övriga" så kommer den att användas för att vid behov betala ersättning till övriga parter, företrädesvis bland de som anges i Tabell 1. Sådan ersättning kan till exempel bli aktuellt för att övriga parter ska kunna göra fördjupningsstudier inom valda områden. Om inte hela summan 80 kkr utnyttjas för övriga så rekvideras aldrig dessa. Om mer pengar behövs för övriga parter så kommer kostnaden att fördelas bland huvudparterna

enligt nyckeln RISE/LTH/LTU = 320/240/160. Det vill säga, om tillskott till övriga behövs på exempelvis 90 kkr så bistår RISE med 40 kkr, LTH med 30 kkr och LTU med 20 kkr från sina projektbudgetar för detta ändamål.

## Referenser

- [1] Simonson, M., *Anlagd brand – ett stort samhällsproblem*, BRANDFORSK förstudie, SP Arbetsrapport 2007:21. 2007, SP Brandteknik: Borås.
- [2] Fredelius, A., *Huset ska drivas av sol och stirlingmotor*. Ny Teknik, (2017-01-04).
- [3] von Schultz, C., *Så funkar huset utan sladd*. Elteknik och installation, (2017-01-02).
- [4] Steeman Kristensen, J., G. Jomaas, and B. Merci. *Underneath Photovoltaic Arrays on Flat Roofs*. in *Fire and Materials conference 2017*. 2017. San Francisco.
- [5] Uadiale, S., E. Urbán, R. Carvel, D. Lange, and G. Rein, *Overview of Problems and Solutions in Fire Protection Engineering of Wind Turbines*. Fire Safety Science 2014. **11**: p. 983-995.
- [6] Karlsson, E. and D. Vinberg, *Strukturellt brandskydd på marina farkoster – Analytisk dimensionering av brandsektioneringar samt utvärdering av flexibla brandtätningar genom viktat urval*, LTH report 5311. 2009, LTH.
- [7] Jarnut, M., S. Werminiński, and B. Waśkiewicz, *Comparative analysis of selected energy storage technologies for prosumer-owned microgrids*. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2017. **74**: p. 925-937.
- [8] Reddy, T. and D. Linden, *Linden's Handbook of Batteries*. 4 ed. 2011: McGrawHill.
- [9] Rosewater, D. and A. Williams, *Analyzing system safety in lithium-ion grid energy storage*. Journal of Power Sources, 2015. **300**: p. 460-471.
- [10] Vorrath, S. *Standards Australia renews threat of home battery storage ban*. 2017; Available from: <http://reneweconomy.com.au/standards-australia-renews-threat-of-home-battery-storage-ban-43719/>.
- [11] Parkinson, G. *The new standard that could kill the home battery storage market*. 2017; Available from: <http://reneweconomy.com.au/the-new-standard-that-could-kill-the-home-battery-storage-market-93609/>.
- [12] Larsson, F., P. Andersson, P. Blomqvist, and B.-E. Mellander, *Toxic fluoride gas emissions from lithium-ion battery fires*. Scientific Reports, 2017. **7**(1): p. 10018.
- [13] *Vätefluorid och fluorvätesyra*. 2017; Available from: <https://www.utkiken.net/forum/dokumentarkiv/arbetsmiljö-afs-arbete-arbetstid/operativa-risker/46842-vätefluorid-och-fluorvätesyra>.
- [14] Taufik, T., *The DC House project: An alternate solution for rural electrification*, in *Global Humanitarian Technology Conference (GHTC)*. 2014, IEEE Transactions.
- [15] *Low-Voltage Bipolar-Type DC Microgrid for Super High Quality Distribution*. IEEE Transactions on Power Electronics, Power Electronics, 2010(12): p. 3066.
- [16] Babrauskas, V., *Research on Electrical Fires: The State of the Art*. Fire Safety Science, 2008. **9**: p. 3-18.
- [17] Ochoterena, R. and M. Försth, *Pilot spark energy in the cone calorimeter: a source of measurement uncertainties*. Fire & Materials, 2014. **38**(7): p. 760.
- [18] Ochoterena, R., M. Försth, E. Mattias, and L. Anders, *Measuring breakdown voltage for objectively detecting ignition in fire research*. Measurement Science and Technology, 2013. **24**(10): p. 105802.



- [19] Försth, M. and A. Larsson, *Ion current measurements as a tool for ignition detection in the cone calorimeter*. Fire and Materials, 2010. **34**(8): p. 421-428.
- [20] Lindström, J. and M. Försth, *Fire Test of Profile Plank for Transformer Pit Fire Protection*. Fire Technology, 2016. **52**(2): p. 309-319.
- [21] Hammarström, R. and M. Försth, *Brandrisker i transformatorer och reläverksamhet med support, Elforsk rapport P31025*. 2008, Elforsk.
- [22] Lindström, J. and M. Försth, *Fire testing for transformer pit fire protection, Transformers Magazine*. 2014.
- [23] Sun, Z., M. Försth, Z.S. Li, B. Li, and M. Aldén *Mid-infrared polarization spectroscopy: a tool for in situ measurements of toxic gases in smoke laden environments*. Fire and Materials, 2011. **35**: p. 527-537.
- [24] Li, Z., Z. Sun, B. Li, M. Aldén, and M. Försth, *Spatially resolved trace detection of HCl in flames with mid-infrared polarization spectroscopy*. Optics Letters, 2008. **33**(16): p. 1836-1838.
- [25] Sun, Z., M. Försth, Z. Li, and M. Aldén *In Situ Measurements of HCN in a Tube Furnace with Infrared Polarization Spectroscopy*. Fire Safety Science 10: 279-291. 10.3801/IAFSS.FSS.10-279. 2012.
- [26] Sun, Z., M. Försth, Z. Li, B. Li, and M. Aldén *In situ detection of HCN and HCl as products from burning polymers with spatially resolved mid-infrared polarization spectroscopy (IRPS)*. 4th European Combustion Meeting. 2009. Vienna.
- [27] Li, Z., Z. Sun, B. Li, M. Aldén, and M. Försth, *Detection of HCl in a Premixed H<sub>2</sub>/O<sub>2</sub>/Ar Flame Seeded with CHCl<sub>3</sub> Using Mid-IR Polarization Spectroscopy*, in *Laser Applications to Chemical, Security and Environmental Analysis*. 2008, Optical Society of America: St. Petersburg, U.S.A.
- [28] Witkowski, A., B. Girdin, M. Försth, F. Hewitt, G. Fontaine, S. Duquesne, S. Bourbignot, and T.R. Hull, *Development of an Anaerobic Pyrolysis Model for Fire Retardant Cable Sheathing Materials*. Polymer degradation and stability, 2015. **113**: p. 208-217.
- [29] Bertrand, G., L. Delineau, M. Försth, F. Hewitt, A. Witkowski, R. Hull, G. Fontaine, S. Duquesne, and Bourbigot, *Small scale tests and numerical modelling of fire performance for electrical cable*, in *Fire and Material*. 2015, San Francisco.
- [30] Sundström, B., P. Johansson, M. Försth, S. Grayson, and T. Journeaux. *Prediction of fire classification of cables – Extended Application of test data*. Interflam 2010 Conference. 2010. Nottingham.
- [31] Johansson, R., J. Post, and M. Försth, *Extended field of application (EXAP) for reaction-to-fire Euro-classification of optical fibre cables*, SP report 2015:32, SP Technical Research Institute of Sweden, Borås.
- [32] Steen-Hansen, A., K. Storesund, M. Försth, M. Strömgren, A.D. Jensen, and D. Bluhme, *Conditions for Nordic harmonisation of fire classification of cables*, NBL Report No. NBL A13111. 2013.
- [33] Journeaux, T., B. Sundström, P. Johansson, M. Försth, S. Grayson, S. Gregory, S. Kumar, H. Breulet, S. Messa, R. Lehrer, M. Kobilsek, H.D. Leppert, and N. Abbot, *CEMAC – CE-marking of cables*, SP Report 2010:27, SP Fire Research: Borås.