

Brandrisker med hållbara byggnader

– en litteraturstudie

Charlotte Ekdahl | Avdelningen för brandteknik och
Avdelningen för konstruktionsteknik | LTH |
LUNDS UNIVERSITET



**Brandrisker med hållbara byggnader
- en litteraturstudie**

Charlotte Ekdahl

Lund 2021

Examensarbete

Titel: Brandrisker med hållbara byggnader - en litteraturstudie

Title: Fire hazards in green building – a literature review

Författare: Charlotte Ekdahl

Handledare: Margaret McNamee och Oskar Ranefjärd

Report 5630

ISRN: LUTVDG/TVBB--5630—SE

Antal sidor/Number of pages: 75

Illustrationer/Illustrations: s 19 NollCO₂ Manual 1.0, SBGC 2020. s 30 Martin Ek, publikation MSB1249 - februari 2019, MSB. Figurerna har använts med tillåtelse.

Sökord/Keywords

Hållbart byggande, hållbarhet, miljöpolitik, miljöcertifiering, livscykelanalys, brandrisk, solceller, energilagring, solcellsanläggning.

Abstract

The purpose of the report is to describe the development of green and environmentally friendly building solutions, and the awareness of fire safety when new materials and systems are chosen to make the buildings sustainable.

The paper describes methods of certifying sustainable buildings and discusses fire safety in green building solutions rewarded in certifications. It also describes and discusses roof-mounted photovoltaic systems and the fire hazards of them. Finally it provides suggestions of how to minimize and mitigate the fire safety hazards of sustainable solutions within the sector of building.

© Copyright: Division of Fire Safety Engineering, Faculty of Engineering, Lund University, Lund 2021

Avdelningen för Brandteknik, Lunds tekniska högskola, Lunds universitet, Lund 2021.

Brandteknik
Lunds tekniska högskola
Lunds universitet
Box 118
221 00 Lund

www.brand.lth.se
Telefon: 046 - 222 73 60

Division of Fire Safety Engineering
Faculty of Engineering
Lund University
P.O. Box 118
SE-221 00 Lund
Sweden

www.brand.lth.se
Telephone: +46 46 222 73 60

Förord

Detta examensarbete fullbordar 3,5 års studier på Brandingenjörsprogrammet och 3 års studier i Väg- och vattenbyggnad vid Lunds Tekniska Högskola. Arbetet är utfört vid avdelningen för brandteknik samt vid avdelningen för konstruktionsteknik.

Ett stort tack ska riktas till handledare Margaret McNamee vid avdelningen för brandteknik och till handledare Oskar Ranefjärd vid avdelningen för konstruktionsteknik för givande diskussioner och mycket bra input. Utan er hjälp hade detta arbete inte blivit vad det blev.

Tack till mina opponenter Lovisa Gustafsson och Hanna Sandström för värdefulla kommentarer och även till MSB och SGBC som har låtit mig använda deras illustrationer i rapporten.

Lund, november 2020

Charlotte Ekdahl

Sammanfattning

Sedan 1970-talet har olika handlingsprogram, protokoll, fördrag och avtal lett fram till Parisavtalet, vilket syftar till att hålla ökningen av jordens medeltemperatur under 2 grader. Bygg- och fastighetssektorn bidrog år 2017 till 19 % av Sveriges utsläpp av växthusgaser och begreppet hållbara byggnader är aktuellt inte minst i samband med olika miljöcertifieringar för byggnader där klimatsmarta val görs. Begreppet vilar i enlighet med Boverkets definition på de tre aspekterna ekologisk, ekonomisk och social hållbarhet men något som inte värderas för hållbarheten är säkerhet. Då faktorer för certifiering bedöms, kan premiering av miljövänliga material och lösningar leda till ökade risker för eller vid brand, något som för många certifieringar idag inte tas hänsyn till. Utvecklingen mot att sänka andelen utsläpp från bygg- och fastighetssektorn kan få till följd att brandriskerna ökar, om de inte beaktas.

I rapporten har ett antal gröna system och lösningar diskuterats utifrån hur de ökar riskerna och ett av dem har studerats mer i detalj. Detta system är solceller på tak och den fördjupade litteraturstudien visar att solcellsanläggningar kan bestå av många olika komponenter och vara uppbyggda på olika sätt i olika byggnader. Dessutom innebär en global marknad för produkter att kvalitén kan variera, vilket kan påverka brandrisk när produkten är i användning. Hur miljöeffektiv produktionen är gör skillnad för miljöpåverkan. Komplexiteten utgör också andra risker, exempelvis på så sätt att den kan fördröja insatser för Räddningstjänsten.

Det har konstaterats att för att ta hänsyn till säkerhet i samband med hållbart byggande, kan det behövas åtgärder och gärna i samband med certifiering, för vissa gröna lösningar. Arbete med att miljöcertifiera och minska miljöpåverkan, bör för att uppnå hållbara byggnader följas upp med att säkerställa att risker i samband med brand inte ökar eller blir onödigt stora.

Innehållsförteckning

1	Inledning.....	1
1.1	Bakgrund	1
1.1.1	Politisk miljöstyrning	1
1.1.2	En hållbar byggnad	3
1.2	Syfte och mål	4
1.3	Frågeställning	5
1.4	Avgränsningar	5
1.5	Rapportens disposition	5
2	Metod	7
3	Hållbara byggnader	9
3.1	Sweden Green Building Council	9
3.2	Certifieringar	9
3.3	Miljöbyggnad.....	10
3.4	Livscykelanalys	19
3.4.1	Inledning	19
3.4.2	NollCO₂, användning av LCA som certifieringsverktyg	20
4	Brandsäkerhet för hållbara byggnader	24
4.1	Utvändig isolering i yttervägg och isoleringsmaterial.....	25
4.2	Ljudisolering i driftstadiet	26
4.3	Skuggande konstruktioner i samband med stort dagsljusinsläpp	27
4.4	Skadliga ämnen i brandskydd och andra produkter.....	27
4.5	Minskande av gipsskivor	27
4.6	Gröna tak	28
4.7	Utvecklingen med mer öppna och luftiga byggnader.....	29
4.8	Solcellsanläggningar på tak	30
4.9	Fallstudie på solceller i samband med byggnad	30
4.9.1	Så fungerar solceller	32
4.9.2	Risker i samband med solceller	35
4.9.3	Exempel på Räddningstjänst-insatser i samband med solceller på tak	38
5	Analys och diskussion.....	40
6	Slutsats	44
6.1	Förslag för ökad säkerhet i samband med miljöpremierande lösningar	44
7	Fortsatta studier	45

8 Referenser..... 46

1 Inledning

1.1 Bakgrund

1.1.1 Politisk miljöstyrning

På 1970-talet hade, enligt Europeiska miljöbyrån (2020), forskning kring koldioxidutsläpp och miljöpåverkan fått medlemsländerna i Europeiska Unionen att förstå att det skulle krävas gemensamma och gränsöverskridande insatser för att vända utvecklingen med negativa klimatförändringar och EUs första miljöhandlingsprogram antogs. År 1987 undertecknades Montrealprotokollet i försök att minska utsläpp som bidrar till att skada ozonskiktet och begreppet hållbar utveckling fick betydelse när Amsterdamfördraget skrevs på 1997. Fördraget ledde till att hållbar utveckling blev ett av EUs formella mål och det följdes av flera nya typer av mål att förhålla sig till för att vända den negativa klimatutvecklingen. En ramkonvention om klimatförändringar som antogs av FN år 1992 och följdes av Kyotoavtalet 1997, innebar att länder förband sig till mål för minskade utsläpp. Omfattningen och de globala åtagandenivåerna från Kyotoavtalet höjdes när det idag aktuella Parisavtalet skrevs under 2015.

Parisavtalet

I december 2015 beslutades på klimatkonferensen i Paris om världens första universella klimatavtal. Avtalet är juridiskt bindande och i maj 2019 hade 185 länder av de 197 som är parter till klimatkonventionen, börjat implementera det nationellt. Det primära syftet med avtalet är att bidra till att hålla den globala temperaturökningen under 2 grader men med en strävan efter att inte överstiga en ökning på mer än 1,5 grad (Naturvårdsverket, 2020). För att kontinuerligt följa upp miljöarbetet runt om i världen beslutades det om att avstämningar ska hållas vart 5:e år, och även att arbetet ska trappas upp efter hand. Eftersom förutsättningarna för olika typer av miljöarbete varierar runt om i världen, ska stöd ges från industrialiserade länder till de mindre utvecklade. Detta för att gemensamt kunna upprätthålla och driva på arbetet för att klara temperaturmålet. I avtalet beskrivs att alla länder ska arbeta utifrån högsta förmåga, beroende på landets förutsättningar.

För att lyckas med arbetet är det viktigt att ha konkreta mål att agera efter och därför har Naturvårdsverket i artikeln *Nationellt beslutade klimatåtaganden under Parisavtalet* (2019b) presenterat förslag på olika sätt att sätta mål. De beskriver där att mål för att minska utsläpp kan vara *absoluta*, vilket innebär att målet sätts som en procentandel utifrån ett valt referensår. Mängden utsläpp för det aktuella året kan då räknas ut. För att tydligare se hela vägen fram till målet framför sig kan man välja att arbeta med *referensscenario*. Ett referensscenario visar en framtidstrend fram till då målet ska nås, baserad på antaganden. Målen för varje tidsperiod redovisas som en procentsats av slutmålet.

Ett tredje sätt att utforma mål på är det som kallas *intensitetsmål*. Ett intensitetsmål sätter utsläpp i förhållande till exempelvis befolkningsmängd eller BNP och det anges som en procentsats av utsläppsintensiteten det år målet ska nås. Det fjärde sättet att sätta upp mål för utsläppsminskningar som Naturvårdsverket beskriver, är *specifika åtgärder*. Specifika åtgärder anges med uppskattningar på hur stor utsläppsminskning de kommer leda till. För att se hur vägen fram mot mindre utsläpp kan se ut behövs även kvalitativa mål.

I ett försök att konkretisera innebörden i avtalet som beslutades under klimatkonferensen i Paris, insåg man enligt Naturskyddsföreningen (u.å.), att man var tvungen att vända sig till klimatforskningen för att förstå vad som krävs för att temperaturen inte ska öka 1,5 grad. Forskarna kom bland annat fram till att utsläppen måste halveras fram till 2030 och vid 2050 måste de vara nära noll. Temperaturen i atmosfären beror av den totala mängden växthusgaser och därför går utvecklingen inte att skjuta på framtiden. Det går alltså inte att förlita sig på framtida revolutionerande uppfinningar, utan utsläppen måste minska nu och kontinuerligt framåt. Forskarna menar också att fossila bränslen helt och hållet måste ersättas samt att vi måste göra förändringar på individnivå. De viktigaste förändringarna på individnivå menar de är att minska på konsumtion av matvaror från djurriket och att ändra våra vanor för transport.

Klimatmål

Som ett steg i Sveriges arbete för att minska klimatpåverkan och för att bidra till att Parisavtalet kan efterlevas, antog man år 2017 ett klimatpolitiskt ramverk. Naturvårdsverket (2019c) beskriver ramverket som omfattande och innefattar klimatmål som säger att Sverige senast år 2045 inte ska ha några nettoutsläpp av växthusgaser till atmosfären men också handlingsplaner, klimatredovisning och uppföljning. Det är utformat för att klara politiska förändringar och det antogs med bred majoritet i riksdagen.

För att nå det huvudsakliga målet på noll nettoutsläpp till atmosfären år 2045 har ett antal absoluta etappmål satts upp. År 2020 bör utsläppen exempelvis vara 40 % lägre än år 1990 och år 2030 bör de vara 63 % lägre än år 1990.

Då mängd utsläpp av växthusgaser beräknas finns undantag, till exempel utsläpp och upptag från markanvändning och skogsbruk.

Klimatdeklaration

En viktig del för att klara de klimatmål som beskrivits ovan är det svenska införandet av krav på klimatdeklaration för nya byggnader. Ett förslag till lag har enligt Boverket (2020a) EU-anmälts för att eventuella synpunkter från andra länder ska kunna lämnas. Förslaget innebär att det för nya byggnader, med några undantag, ska upprättas och kunna redovisas en handling för hur de påverkar miljön. Alla byggnader som kräver bygglov, förutom tillfälliga byggnader, industri och verkstad, vissa ekonomibygnader för exempelvis jordbruk, byggnader med mindre bruttoarea än 100 m² och byggnader som tillhör försvaret eller som är av betydelse för nationell säkerhet, ska ha en klimatdeklaration.

Kravet börjar gälla den 1 januari 2022 och gäller då den som söker bygglov efter detta datum. En klimatdeklaration ska upprättas av byggherren och innefatta beräkningar av utsläpp av växthusgaser i byggskedet. Till år 2027 kommer kraven troligen utökas till gränsvärden att förhålla sig till. Till byggskedet räknas råvaruuttag, tillverkning, uppförande av byggnaden och transporter. Boverket ska upprätta databaser, register och vägledning för att underlätta processen och förhoppningen är att processen ska leda till ökad kunskap om klimatpåverkan och även till aktiva beslut om mer miljövänliga material och tillvägagångssätt vid byggnationer. Klimatdeklarationen kan ses som en kvalitativ del av en specifik åtgärd (Boverket, 2020a).

1.1.2 En hållbar byggnad

Enligt en sammanställning i rapporten *Utsläpp av växthusgaser från bygg- och fastighetssektorn*, som Boverket (2020b) låtit göra, uppgick bygg- och fastighetssektorns totala utsläpp av växthusgaser till motsvarande 19 % av Sveriges växthusgas-utsläpp år 2017, utan att räkna med miljöpåverkan av import.

Liksom i andra sektorer behövs det någon typ av medel för att minska utsläppen även där och något Boverket (2018) trycker hårt på är ett så kallat hållbart byggande. Begreppet *det hållbara byggandet* vilar på tre olika aspekter, vilka är ekologisk, ekonomisk och social hållbarhet. Inom den ekologiska delen ingår att effektivisera all användning av resurser. Detta gäller både naturresurser som vatten, energi och mark men även att andelen förnybara källor ska öka och att livscykelanalys (LCA) ska användas för att bedöma en byggnads miljöpåverkan. En närmare beskrivning av vad LCA är för något finns i kapitel 3.4.

Den ekonomiska aspekten trycker på att bostäder ska kunna byggas till rimliga kostnader utan att inkräkta på det miljöeffektiva förhållningssättet.

Sociala aspekter handlar till stor del om den upplevda miljön i en byggnad, med ljudnivåer, luftföroreningar, radonhalt och andra hälsoskadliga ämnen. Gröna miljöer är viktiga för både hälsa och trevnad. Utan att exemplifiera nämns även säkerhetsrisker som något som ska undvikas i en hållbar byggnad.

Att miljöcertifiera byggnader har under de senaste decennierna enligt Svensk Byggtjänst (2016) blivit ett sätt att visa att man tar miljöfrågan på allvar. Miljömärkta byggnader blir allt mer efterfrågat av fastighetsägare och slutanvändare, samtidigt som en certifiering har kommit att bli ett positivt sätt sticka ut ur mängden. En byggnads miljöcertifiering blir en garanti för att den lever upp till högt ställda miljökrav.

De tre aspekterna ekologi, ekonomi och social hållbarhet, har alltså kommit att bli de ben utvecklingen av en hållbar bygg- och fastighetssektor vilar på. Att bedöma hållbarhet på detta sätt kan tyckas heltäckande men vad händer om det skulle inträffa något där aspekterna sätts ur spel? Är byggnaden fortfarande hållbar om en brand eller olycka gör att den skadas, brinner ner eller ger upphov till miljöskadliga utsläpp? Utvecklingen att bygga hållbart bidrar till att tekniska lösningar och materialvals klimatpåverkan granskas och ändras eller byts ut, ibland kanske utan att dess brandtekniska funktion säkerställts eller utretts tillräckligt noggrant. Att ta hänsyn till brandsäkerheten då en hållbar byggnad ska byggas kan göra den *hållbar* även med hänsyn till säkerhetsrisker. Grunden för byggande är att följa lagkrav men även om brandskyddet är lagstadgat riskerar det att inte räcka till för att undvika förhöjda risker i samband med certifieringar och annat hållbart byggande.

I denna rapport kommer begreppet ”en hållbar byggnad” utgå från Boverkets definition om de tre aspekterna ekologi, ekonomi och social hållbarhet. Det kommer innefatta byggnader som miljöcertifierats men även andra byggnader med ambition att använda gröna och miljövänliga lösningar.

1.2 Syfte och mål

Syftet med rapporten är att beskriva utvecklingen med gröna och miljövänliga byggnader, och hur riskmedvetenheten för brand är då nya material och system väljs för att göra husen mer hållbara. Certifieringar som är vanliga i Sverige beskrivs och begreppet livscykelanalys förklaras. För att ytterligare belysa riskerna kommer solceller på tak att studeras särskilt och problematiken illustreras med exempel från verkligheten.

Målet är att sammanställa en övergripande bild av vad olika miljömärkningar för byggnader innebär. Målet är också att undersöka betydelsen av att inte ta hänsyn till brandsäkerhet i skedet då det bestäms om en byggnad uppfyller krav på hållbarhet eller inte, det vill säga utöver lagkrav vid den grundläggande brandprojekteringen. En djupare förståelse för vilka risker en hållbar lösning som solceller kan komma att leda till om en brand skulle uppstå, ska uppnås och svårigheterna för Räddningstjänst ska bli synliggjorda. Till sist ska förslag för hur brandsäkerhet vid hållbart byggande kan hanteras, läggas fram.

1.3 Frågeställning

Forskningsfrågan som ligger till grund för rapporten behandlar hanteringen av säkerhetsfrågor då samhället går mot att bygga bättre, och lyder: I hur stor utsträckning tas hänsyn till brandsäkerhet i samband med hållbart byggande, vad kan det få för följder och hur kan det göras bättre?

1.4 Avgränsningar

Rapporten berör miljöcertifieringar av byggnader i Sverige och begreppet för hållbarhet har utgångspunkt i hur Boverket har valt att definiera det. Då det diskuteras kring brandsäkerhet för gröna lösningar presenteras ett urval av material, system och sätt att bygga på. De är valda för att med aktuella gröna lösningar täcka in delar av indikatorerna, eller eventuella effekter av dem, i *Miljöbyggnad*, vilket är det vanligaste sättet att certifiera på. Urvalet är gjort utifrån vad som enligt aktuella nyhetsartiklar, litteratur och diskussion med handledare och forskare med erfarenhet inom ämnet, ansetts representativt. De presenterade gröna lösningarna i samband med risker vid brand, är alltså ett resultat av nu aktuella sätt att bygga mer miljövänligt på.

I samband med diskussionerna kommer en typ av mer miljövänligt system och dess risk för och vid brand att redogöras för mer detaljerat. Detta system är solceller på tak.

1.5 Rapportens disposition

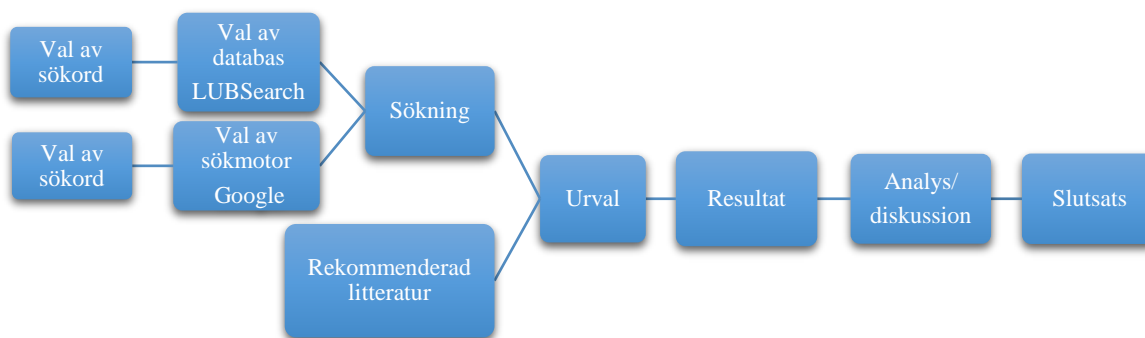
Rapporten inleder i kapitel 1 *Inledning*, med att förklara bakgrunden till rapporten, dess syfte och mål, frågeställning och avgränsningar. I kapitel 2, *Metod*, beskrivs i detalj hur arbetet har gått till väga med sökord, litteratursökning samt vidareökning i litteraturen. Det beskriver också hur urval av den har gått till. I Kapitel 3 och 4, *Hållbara byggnader* samt *Brandsäkerhet hos hållbara byggnader*, presenteras rapportens resultat, vilket är en sammanställning av analyserad litteratur. Kapitel 3, *Hållbara byggnader*, beskriver vad en hållbar byggnad är, några sätt att miljöcertifiera byggnader på i Sverige, en mer detaljerad genomgång av den i Sverige vanligaste certifieringen *Miljöbyggnad*, samt vad *Livscykelanalys* är och hur det används för certifieringen *NollCO₂*. I kapitel 4, *Brandsäkerhetsrisker hos hållbara byggnader*, problematiseras det kring ett antal gröna lösningar och system utifrån hur de skulle kunna påverka säkerheten kring brand, se Tabell 1.

Efter detta görs i avsnitt 4.9 en fallstudie på ett av dessa system, nämligen solceller på tak. Där presenteras i detalj hur solcellssystem kan vara uppbyggda, risker i samband med brand och några exempel på insatser i byggnader där det funnits solceller. I kapitel 5 *Analys och diskussion*, görs en analys av resultaten och det diskuteras hur utvecklingen av mer miljövänliga material, system och lösningar, med pådrivning av certifieringsmöjligheter, kan bidra till en lägre brandsäkerhet. Likaså diskuteras hur installation av solceller kan förändra riskbilden för brand i en byggnad.

Avslutningsvis presenteras i kapitlet några rekommendationer för att öka säkerheten. I kapitel 6, *Slutsats*, finns de slutsatser som har dragits från arbetet att läsa och i kapitel 7 finns förslag på vidare arbete.

2 Metod

I Figur 1 visas den metod som använts vid litteratursökning och för processen fram till rapportens slutsatser. Flödesschemat är gjort för att på ett överskådligt sätt visa processen och i vissa fall har moment upprepats i senare skeden.



Figur 1, Flödesschema för arbetsmetod

Till att börja med bestämdes sökorden, vilket gjordes med hjälp av brainstorming utifrån rapportens frågeställning och avgränsningar. De sökord och fraser som användes för att hitta litteratur var följande: hållbart byggande, hållbarhet, miljöpolitik, miljöcertifiering, livscykelanalys, brandrisk, solceller, energilagring, solcellsanläggning, green building, green solution och PV-system. Sökord som användes i litteraturen var bland annat: miljöbyggnad, hållbarhet, brand, Räddningstjänst, PV, fire och electricity.

Databasen LUBSearch användes för att få tillgång till Lunds Universitets samlade bibliotek med artiklar, rapporter, avhandlingar och böcker. Sökningarna gjordes under hösten 2020 och de databaser LUBSearch söker i finns listade i Bilaga 1. Sökmotorn Google användes då rapportens ämne krävde information från myndigheter och organisationer som Boverket, Folkhälsomyndigheten, MSB, Naturskyddsföreningen, Naturvårdsverket, NFPA och Sweden Green Building Council. Förutom den litteratur som sökning i LUBSearch och på Google ledde fram till, innehöll litteraturstudien även artiklar och rapporter som rekommenderats i samråd med handledare aktiva inom hållbart byggande och brandsäkerhet.

Urval av litteratur gjordes genom att läsa sammanfattningar för att få en bild av om materialet innehöll den sökta informationen. Även sökord användes för att få uppfattning huruvida materialet var relevant och skumläsning samt kriteriet att inte använda litteratur mer än 10 år gammal ledde till den information som rapportens resultat baserades på. 10 år valdes då det bedömdes kunna ge tillräckligt många sökträffar som fortfarande är aktuella i enlighet med ämnet. Endast resultat på svenska eller engelska användes. Då urvalet var gjort söktes det även vidare i denna litteraturs referenser för att utöka och inte missa relevant material. Urvalet för den nya litteraturen gick till på samma sätt som tidigare.

Efter att relevant material hittats, sammanställdes litteraturen till texter om hållbart byggande, certifiering och problematisering och diskussion kring brandrisker. Efter det gjordes en fallstudie på solcellsanläggningar, där uppbyggnaden av dem beskrevs, risker med dem diskuterades och exempel på insatser i samband med solceller togs upp. Litteraturen analyserades och diskuterades sedan, för att till sist leda fram till rapportens slutsatser och förslag på åtgärder.

3 Hållbara byggnader

I detta kapitel kommer Sweden Green Building Council, några sätt att miljöcertifiera byggnader i Sverige samt begreppet Livscykelanalys, att presenteras.

3.1 Sweden Green Building Council

Sweden Green Building Council (SGBC), är en ideell förening som år 2009 grundades av 13 svenska organisationer. De grundande organisationerna består av Akademiska hus, DTZ, Fastighetsägarna Sverige, Husvärden, IVL, NCC, Malmö Stad, SEB, Skanska, Stockholm Stad, Sweco, Vasakronan och White Arkitekter. SGBC är medlem i den internationella icke-vinstdrivande organisationen World Green Building Council, vilka samlar organisationer som SGBC världen över.

Den svenska organisationen arbetar för att på olika sätt driva utvecklingen av grönare och mer hållbart byggande framåt. De vill dels agera opinionsbildare och verka för nytänkande lagstiftning men även sprida medvetenhet och kunskap till branschen genom miljöcertifieringar, kurser och konferenser. Att miljöcertifiera byggnader har blivit en del i utvecklingen för att skapa ett hållbart samhälle (SGBC, 2020e).

3.2 Certifieringar

De vanligaste miljöcertifieringarna som idag används i Sverige är enligt SGBC (2019), *Miljöbyggnad*, *BREEAM-SE*, *LEED*, *Green Building* och *NollCO₂*. Certifieringarna skiljer sig en del mellan varandra men den absolut vanligaste är Miljöbyggnad. Vid certifiering i enlighet med *Miljöbyggnad* kontrolleras 16 olika indikatorer och huvudsakligt fokus är på energianvändning, inomhusmiljö och material. *BREEAM-SE* är en internationell certifiering som har anpassats till svenska förhållanden och lagstiftningar. Vid bedömning enligt *BREEAM-SE* är parametrar som energianvändning, inomhusklimat och avstånd till kollektivtrafik av extra vikt. Att märkningen är internationell innebär att den är speciellt applicerbar för de som önskar bygga ett hus som är miljömässigt internationellt jämförbart. Även *LEED* är en globalt erkänd miljöcertifiering som har anpassats för den svenska marknaden. I artikeln *Vad är LEED?* kan man läsa att *LEED* skapades av den amerikanska motsvarigheten till SGBC, U.S Green Building Council, första gången år 1998 och består av sju mål som bedöms och sedan viktas till att gynna några av dem extra. De mål som gynnas extra är exempelvis *Att minska globala miljöförändringar, att förbättra individens hälsa och välbefinnande* samt *Att skydda och återställa vattenresurser* (SGBC, u.å.).

SGBC (2019), beskriver vidare att *Green Building* är en certifiering som endast behandlar energieffektivisering. Den innebär att energianvändningen i den aktuella byggnaden ska vara 25 % lägre än vad som föreskrivs för en ny byggnad i BBR, eller så ska den sänkas med 25 % jämfört med vad förbrukningen var tidigare.

NollCO₂ är en certifiering som lanserades under arbetet med denna rapport (hösten 2020), och där Lidl's butik i Visby i ett pilotprojekt blev den första att certifieras. Den kommer att representera en påbyggnadscertifiering till någon av de ovan nämnda certifieringarna framtagna av SGBC. *NollCO₂* går i enlighet med det svenska klimatmålet ut på att med hjälp av livscykelanalys skapa byggnader med nettonollutsläpp och beskrivs därför mer i detalj under avsnitt 3.4 om livscykelanalys. Certifieringen driver branschen till att se över koldioxidutsläppen för varje val av material och tillvägagångsätt, genom livscykelanalyser och för att nå målet behöver flera åtgärder sättas in.

Sweden Green Building Council (2020a), beskriver att av de här nämnda miljöcertifieringarna för hus är *Miljöbyggnad* den som flest byggnader bär. Just nu finns det i Sverige 1671 byggnader som är Miljöbyggnad-certifierade, 342 Green Building-certifierade, 290 LEED-certifierade och 73 BREEAM-certifierade. Den vanligaste certifieringen *Miljöbyggnad* står för ca 70 % av de ovan nämnda och kommer att beskrivas närmare i kapitel 3.3 nedan.

3.3 Miljöbyggnad

Miljöbyggnad är den idag vanligaste miljöcertifieringen för byggnader i Sverige och kommer i detta kapitel att beskrivas i detalj. All information under kapitel 3.3 är om inte annat anges hämtat från SGBC *Manual nybyggnad* (2020d), version 3.1 för nya byggnader och från SGBC *Manual befintlig byggnad* (2020c), version 3.1 för befintliga byggnader. Certifieringen är utvecklad för den svenska marknaden och verifiering görs alltid oberoende av en tredje part. Alla beräkningar och projekthandlingar granskas av specialister och efter utfärdat certifikat ska upprätthållen miljöprestanda redovisas till SGBC vart 5:e år. Utfärdande av bevis för *Miljöbyggnad* kan göras för både ny och befintlig byggnad och består av totalt 16 indikatorer som bedöms och sedan leder till ett helhetsbetyg. Betygsskalan består av det lägre betyget Brons, Silver och det högsta betyget, Guld. En byggnad definieras som ny om den varit i drift i mindre än fem år och har det gått mer än fem år definieras den som befintlig.

För ny- och ombyggnation görs först en preliminär certifiering med underlag från primärt projekteringen. Denna kontroll innefattar granskning av ritningar, beräkningar och andra dokument och går ut på att se till att byggnaden kan komma att leva upp till det betyg som byggherren sökt för. Om så är fallet erhålls en preliminär certifiering och en plakett. Senast 3 år efter att byggnaden satts i drift ska en verifiering som säkerställer att byggnaden lever upp till det betyg den fått vid den preliminära certifieringen, göras.

Vid verifieringen är det vanligt att underlaget för preliminär certifiering endast behöver kompletteras med exempelvis verifikat av glas- och fönsteregenskaper och mätprotokoll.

Ett betyg kan både höjas eller sänkas från det preliminära men om verifiering inte sker inom 3 år eller om betyget på någon indikator inte når upp till Brons, dras certifikatet tillbaka. För befintliga byggnader gäller att de certifieras direkt, utan någon preliminär fas.

Under byggnadens livstid ska återrapportering ske vart 5:e år. Det ska då kontrolleras att prestandan från certifieringen upprätthålls.

Certifieringen kan göras för de flesta typer av byggnader och enligt Sweden Green Building Councils artikel *Certifierade byggnader* (2020a), är ungefär 65 % av idag certifierade byggnader flerfamiljshus. De näst vanligaste typerna består av kontor, skolor, förskolor, byggnader för handel och övriga byggnader. Totalt sett är drygt 80 % nybyggnationer och av de certifierade byggnaderna har 75 % uppnått betygsnivå Silver, 14 % Brons och 11 % Guld.

För att en byggnad ska kunna certifieras med *Miljöbyggnad* ska det finnas utrymmen som avses vara uppvärmda. Det ska också finnas rum som är menade att vistas i minst en kortare tid. Exempel på rum där man vistas kortare tid är mötesrum, restaurang, väntrum, matsal eller allmänna lokaler. De byggnadstyper som kan certifieras redovisas i punktlistan nedan och är hämtade från *SGBC Manual nybyggnad* (2020d), version 3.1 för nya byggnader och från *SGBC Manual befintlig byggnad* (2020c), version 3.1 för befintliga byggnader. Både nya och befintliga byggnader kan enligt nedan certifieras.

- Bostadshus
- Kontor, handelslokal, restaurang, hotell, skola, förskola, vårdlokal, idrottsarena, hall etc.
- Byggnader med blandad verksamhet

Indikatorer

Indikatorerna är för nybyggnad 15 stycken. Indikatorerna för befintlig byggnad är istället 13 stycken men där det till skillnad från en ny byggnad tillkommit *Sanering av farliga ämnen*. Nedan kommer indikatorerna beskrivas och den huvudsakliga fokusen kommer ligga på innebörden av dem. För exakta gränsvärden hänvisas till *Manual för Miljöbyggnad 3.1, Nybyggnad* och *Manual för Miljöbyggnad 3.1, Befintlig Byggnad*.

För ett antal av indikatorerna används så kallat *kritiskt rum* vid bedömning. Dessa indikatorer är 2. *Solvärmelast*, 9. *Termiskt klimat vinter*, 10. *Termiskt klimat sommar* och 11. *Dagsljus*. Det innebär att vid bedömning och betygsättning gäller det rum som uppvisar lägst prestanda för aktuell indikator som ska utgöra grund för vidare betygsättning.

Indikatorerna kommer här att listas, för att sedan beskrivas närmare nedan.

1. Värmeeffektbehov
2. Solvärmelast
3. Energianvändning
4. Andel förnybar energi
5. Ljud
6. Radon
7. Ventilation
8. Fuktsäkerhet
9. Termiskt klimat vinter
10. Termiskt klimat sommar
11. Dagsljus
12. Legionella
13. Loggbok med byggvaror
14. Utfasning av farliga ämnen
15. Stommen och grundens påverkan
16. Sanering av farliga ämnen

1. Värmeeffektbehov

Syftet med indikatorn *Värmeeffektbehov* är att byggnader med lågt värmeeffektbehov ska premieras. Indikatorn innefattar värmeförluster på grund av värmetransmission, ventilation och luftläckage för de delar av byggnaden som avses värmas upp och bedöms i enhet W/m^2 , där de ska fördelas på byggnadens totala omslutningsarea, A_{om} . I dessa termer tas hänsyn till byggnadsdelars U-värden, köldbryggor, ventilationsflöde och luftläckage på grund av tryckskillnad mellan inom- och utomhus. Värmetillskott från sol, internlast och tappvarmvattenberedning inkluderas inte. Den dimensionerande vinter-utetemperatur (DVUT) för aktuell ort används och på så sätt går byggnader runt om i landet att relatera till samma gränsvärden för olika betyg.

För befintliga byggnader kan värmeeffektbehovet bestämmas genom antingen beräkning enligt ovan eller genom mätning. Eftersom det kan vara svårt att fastställa U-värden på befintliga byggnader finns tabeller med tidstypiska värden för olika byggnadsdelar att tillgå.

2. Solvärmelast

Syftet är att premiera nya och befintliga byggnader med begränsad övertemperatur och begränsat effektbehov för komfortkyla under sommarhalvåret. Indikatorn mäts genom ett så kallat solvärmelasttal, med enhet W/m^2 golvarea och där solvärmelast är den värme som genom instrålning genom fönster värmer upp ett rum. Vid beräkning ska area för fönster som sitter i fasad och vetter mot väster, söder och öster räknas in, tillsammans med ett antal egenskapsrelaterade värden. Det är den kritiska solvärmelasten som utgör grund för vidare bedömning. För befintliga fönster finns schablonvärden att tillgå om produktblad eller märkning inte finns tillgängligt.

3. Energianvändning

Byggnader med låg energianvändning gynnas vid certifiering enligt *Miljöbyggnad*. För denna indikator bedöms energianvändning i förhållande till inomhustemperaturen och vad kraven i gällande BBR säger. För nya byggnader beräknas den framtida åtgången för att vid verifiering sedan jämföras med mätningar på faktisk användning. För befintliga byggnader mäts åtgången och energiklass-skalan A-G enligt Energideklarationen används för bedömning av betyg. Tillförd energi från exempelvis solceller ska redovisas för indikatorn.

Något som också ligger till grund för betyg för både nya och befintliga byggnader är hur förvaltningsrutinerna ser ut. Rutinerna ska innebära regelbunden mätning, uppföljning och analys av hur energianvändningen ser ut. För betyget Brons krävs detta minst en gång om året och för betygen Silver och Guld minst en gång per månad.

4. Andel förnybar energi

Syftet med indikatorn *Andel förnybar energi* är att gynna byggnader där man ansträngt sig för att använda, efterfråga och tillföra energi med förnybart ursprung. Det som bedöms är andelen förnybar energi baserat på byggnadens totala energianvändning per år, där energin delas in i kategorier efter ursprung. Den första kategorin inkluderar förnybar flödande energi, vilket kan vara solenergi från solfångare eller solceller, vind- och vattenenergi eller spillvärme som outnyttjad skulle gå förlorad. Den andra kategorin är förnybar energi som till exempel biomassa och bränsle med organiskt ursprung. Den tredje kategorin inkluderar energi som inte är förnybar. Det kan vara energi med ursprung i kärnkraft, olja, kol, torv eller i naturgas. Det kan även vara bränsle med fossilt ursprung eller där ursprunget är okänt.

Något som också påverkar betyget är om den förnybara flödande energin är lokalt genererad och används i byggnaden eller lokalt i området. Exempel på dessa kan vara energi från solfångare och solceller eller vind- och vattenenergi.

För att nå betyg Guld vid certifiering av *Miljöbyggnad* måste mer än 80 % av den använda energin i byggnaden vara förnybar samt att minst 5 % av den förnybara energin måste vara förnybar flödande lokalt producerad och även användas lokalt. Detta innebär att för att kunna nå högsta betyg för indikatorn *Andel förnybar energi* måste minst 5 % av den använda energin komma från lokalt genererad energi från solenergi, vind- och vattenenergi eller spillvärme. Eventuella solceller eller solfångare verifieras med foto eller relationshandlingar. För befintliga byggnader gäller samma krav som ovan alternativt att minst 95 % av den använda energin är förnybar.

Som jämförelse gäller att för betyget Brons måste mer än 50 % av använd energi vara förnybar. Klimatkompensering av energi bedöms inte.

5. Ljud

Syftet med ljudindikatorn är att de som bygger och förvaltar för en god ljudmiljö ska premieras för det. Kraven varierar beroende på om den aktuella verksamheten består av bostad eller annan lokal. Gemensamt är att bedömningen baseras på fyra akustiska parametrar samt förvaltningsrutiner för kontroll av god ljudmiljö. För bostäder tillkommer kravnivåer i BBR och för lokaler ska en ljudsakkunnig avgöra vilka krav som ska uppfyllas baserat på liknande verksamheter. All ljudbedömning ska ske vid den tidpunkt som anses mest kritisk samt för det mest kritiska rummet för varje parameter.

Parametrar som bedöms är *Ljudtrycksnivå inomhus från installationer, luftljudsisolering, stegljudsnivå och ljudtrycksnivå inomhus från yttre källor*.

6. Radon

Syftet med indikatorn *Radon* är att vid certifiering gynna de byggnader som verkar för att hålla radonhalten inomhus låg. Det som bedöms är radonhalten inomhus i enhet Bq/m³, att byggnadsmaterial inte bidrar till att förhöja halten samt förvaltningsrutiner.

Radonhalten i en byggnad mäts enligt Strålsäkerhetsmyndighetens anvisningar och det är det högsta värdet som uppmätts som ska redovisas. För vissa typer av lokaler, som till exempel skolor och förskolor, ska även Folkhälsomyndighetens anvisningar för utplacering av mätare följas.

För nya byggnader gäller att inläckande markluft som är radonförorenad ska begränsas genom utformningen av grundens konstruktion. Enligt Strålsäkerhetsmyndigheten (2017), kan radon i byggnader komma från tre olika typer av källor, vilka är mark, byggnadsmaterial och/eller vatten.

7. Ventilation

För att byggnader ska kunna klassas med certifieringen *Miljöbyggnad* ska ventilationen i dem vara god. Det som bedöms för denna indikator är exempelvis luftkvalitet i form av koldioxidhalt, donplaceringar och förvaltning. För att nå högsta betyg för indikatorn kan en enkätundersökning av brukarna göras, samtidigt som krav på frånluftsflöden uppfylls. Undersökningen går till på så sätt att ett förbestämt frågeunderlag besvaras av personer som stadigvarande befunnit sig i de aktuella lokalerna och resultatet sammanställs. För att vid verifiering få betyget Guld ska minst 80 % av de svarande vara nöjda enligt enkäten.

8. Fuktsäkerhet

Fuktsäkerhet är en indikator som syftar till att skador på grund av fukt och vatten ska undvikas. Fuktsäkerhetsarbete behöver fortgå under hela byggprocessen och speciellt de konstruktionsdelar som anses vara extra riskutsatta ska kontrolleras. Samma sak gäller för befintliga byggnader, där en gedigen genomgång avseende fukt- och vattenskador ska göras. Exempel på extra fuktutsatta konstruktionsdelar är krypgrunder, platta på mark med ovanpåliggande isolering, ventilerade vindar och ytskikt i våtrum.

Betygsgrunderna för certifiering lägger för nya byggnader stor vikt på att fuktsakkunnig deltar i projektet och att fuktsäkerhet genomsyrar alla skeden av uppförandet. För befintliga byggnader bedöms förutom eventuella fuktskador, även förekomst av dokument och intyg relaterade till våtrum. Förvaltningsrutiner för att på sikt motverka problem med inomhusmiljö ska finnas.

9. Termiskt klimat vinter

Det termiska klimatet inuti en byggnad under vintertid är svårt att reglera för att göra alla personer i den nöjda. Den aktuella indikatorn syftar till att premiera de byggnader vars brukare där en stor andel är nöjda med temperaturen inomhus. Man räknar med att inte kunna tillfredsställa alla och ett vanligt mått på detta är PPD, vilket står för Predicted Percentage Dissatisfied eller förväntad andel missnöjda. För att uppnå kraven för olika betygssteg kan PPD beräknas genom datorbaserat simuleringsprogram. Detta görs genom att beräkna en operativ temperatur i en viss punkt i ett rum, vanligen 1,0 m innanför det största fönstrets mittpunkt och mellan 0,6 och 1,7 m över golvet.

Den operativa temperaturen bestäms enligt Boverket (2017), som medelvärdet av lufttemperaturen och medelstrålningstemperaturen från omgivande ytor och beskriver på ett bättre sätt den upplevda temperaturen i ett rum.

PPD ska redovisas för lokalt DVUT. Även förvaltningsrutiner ska redovisas och för betyget Guld ska en godkänd enkät med svar från brukare eller mätning av inomhusklimat under vinter uppvisas.

10. Termiskt klimat sommar

Termiskt klimat sommar baseras på PPD för en kritisk sommardag, alternativt på bedömning av betyg för indikator 2. *Solvärmelast* och förvaltningsrutiner. För PPD gäller samma sak som för indikator *Termiskt klimat vinter*, att en viss andel av brukarna i byggnaden måste vara nöjda med inneklimatet men under en varm och solig sommardag istället. I de fall det finns rum där indikatorn inte är motiverad att använda kan den med motivering undantas. Exempel på sådana rum kan vara där hög fysisk aktivitet ska utföras eller rum med stora interna laster.

Förvaltningsrutiner kan inkludera vädringsmöjligheter, mätning av temperaturer och rutiner för hantering av eventuella klagomål.

11. Dagsljus

Syftet med indikatorn *Dagsljus* är att gynna de byggnader där det finns god tillgång till dagsljus. Tillgång till dagsljus kan i princip bedömas på tre olika sätt. Dessa är genom att räkna mängd fönsterarea i förhållande till golvarea, genom simuleringar eller genom att använda något som kallas *Andel utblicksarea*. *Utblicksarean* definieras enkelt uttryckt som den golvarea där man på 1,5 meters höjd över golvet kan se ut genom ett fönster tillräckligt mycket. Denna area relateras sedan till total golvarea. De tre sätten är olika tillämpbara beroende på typ av lokal. För att uppnå betyg Guld för bostäder krävs simulering.

Dagsljus för kritiska rum på olika våningsplan är det som ska ingå i underlag för betyg.

12. Legionella

Syftet med indikatorn *Legionella* är att minska risk för tillväxt och spridning av bakterien i både nya och befintliga byggnader. Legionella sprids genom tappvattensystem och för att hindra det ska systemet utformas för att hålla lämpliga temperaturer samt hålla uppehållstider korta. För att kunna certifieras är lägsta kravet att allt varmvatten alltid ska hålla minst 50°C, stillastående varmvatten i varmvattenberedare och ackumulatortank ska hålla minst 60°C och kallvatten som varit stillastående i 8 timmar får vara högst 24°C. Dessutom ska det finnas rutiner för regelbunden kontroll av legionellabakterier.

Enligt Folkhälsomyndigheten (2018), kan inandning av vatten i aerosolform där legionellabakterier finns, leda till lunginflammation och det är framförallt personer med nedsatt immunförsvar som drabbas. Dödligheten är mellan 5 och 20 % och bakterierna tillväxer främst i vatten med temperatur på mellan 20 och 45°C.

För betyg Silver och Guld krävs en riskvärdering för att hitta de verksamheter där brukarna kan antas vara extra känsliga. Exempel på sådana verksamheter kan vara sjukhus, sport- och simhallar samt vissa boenden för äldre.

13. Loggbok med byggvaror

En loggbok med väl dokumenterade inbyggda varor ska finnas och den ska innehålla byggvaror från både byggtid och under förvaltningsskede. Syftet är att främja eftertanke om alternativa produkter och miljövänliga val. Loggbok behövs inte vid certifiering av befintlig byggnad.

14. Utfasning av farliga ämnen

Syftet med indikatorn *Utfasning av farliga ämnen* är att premiera byggnader som byggs med så få farliga ämnen som möjligt. I grunden ska definitionen av kemisk produkt följa den europeiska kemikalielagstiftningen REACH och byggvaror med ämnen som finns listat i denna ska i byggnaden endast förekomma i mindre omfattning. För högre betyg i *Miljöbyggnad* ska till exempel hormonstörande ämnen och emissioner finnas i liten omfattning och alternativ till produkten ska ha undersökts.

Denna indikator tillämpas inte vid certifiering av befintlig byggnad.

15. Stommen och grundens klimatpåverkan

För byggnadens stomme och grund ska klimatpåverkan i form av $\text{CO}_2/\text{m}^2\text{A}_{\text{temp}}$ redovisas. För att uppnå det lägsta betyget ska livscykel faserna A1, A2 och A3 redovisas, där A1 omfattar påverkan från utvinning och transport av råvara, A2 omfattar tillverkning och A3 omfattar förpackning. För högre betyg ska även livscykel fas A4, transport från tillverkare till byggarbetsplats, redovisas och klimatpåverkan ska vara lägre.

Indikatorn *Stommen och grundens klimatpåverkan* tillämpas endast vid certifiering av ny byggnad.

16. Sanering av farliga ämnen

Då en befintlig byggnad ska certifieras bedöms förekomst av farliga ämnen i den. Uppmätta värden jämförs med gränsvärden och redovisas, alternativt att påträffade farliga ämnen har sanerats och dokumenterats. För högre betyg får det till exempel inte förekomma någon PCB, asbest, bly eller kvicksilver i byggnaden.

Betygsgrunder

Betyget Brons innebär för nybyggda hus att byggnaden lever upp till minst myndighetskrav, BBR och byggpraxis. För befintliga byggnader innebär Brons att den lever upp till Arbetsmiljöverket och Folkhälsomyndighetens krav, samt motsvarar Miljöbalkens egenkontroll för byggnadsförvaltning.

Betyget Silver innebär en högre prestanda och ambitionsnivå än Brons.

Guld innebär bland annat att klara högt ställda krav och gränsvärden och för det behövs enligt manualen i princip bästa möjliga prestanda med den teknik som finns kommersiellt tillgänglig.

Vid bedömnings används de fem betygsnivåerna för rum, indikator, aspekt, område och byggnad, där betygen aggregeras för att få ett betyg för hela byggnaden. I de fall flera rum har bedömts för en indikator, kan indikatorbetyget höjas ett steg från det lägsta betyget som ett rum har fått om minst hälften av den totala bedömda rumsarean har ett högre betyg. För att gå från indikatorbetyg till aspektbetyg, väljs det indikatorbetyg som är lägst. Från aspektbetyg till områdesbetyg utgår det från det lägsta aspektbetyget men där områdesbetyget får höjas ett steg om minst hälften av aspektbetygen är högre än det lägsta. Byggnadsbetyget utgår sedan från det lägsta områdesbetyget. För att nå betyg Guld för en byggnad innebär detta att inget indikatorbetyg kan vara sämre än Silver.

3.4 Livscykelanalys

3.4.1 Inledning

I enlighet med den klimatdeklaration som efter den 1 januari 2022 enligt lag ska tas fram för alla nya byggnader (Boverket 2020a), samt klimatmålet som säger att vi i Sverige ska bygga klimatneutralt innan år 2045, är begreppet livscykelanalys (LCA) allt viktigare. En LCA kan göras för flera olika typer av påverkan, som till exempel klimatpåverkan, marknära ozon eller försurning men vanligast är att man fokuserar på en. Med standarden SS-EN 15978:201 fås riktlinjer och beräkningsmetoder för att göra en LCA för en byggnad. Generellt sett görs en LCA i fyra steg och dessa är: *Definiera mål och omfattning*, *Inventera*, *Bedöm miljöpåverkan* och *Tolka resultat*. Byggnadens livscykel delas in i de tre huvudsakliga skedena (som brukar betecknas skede A-C) *Byggskede (produktskede och byggproduktionsskede)*, *Användningsskede* och *Slutskede*. De tre skedena brukar sedan delas in i moduler som beskriver en process i cykeln. Indelning i moduler gör resultatet överskådligt och det blir också lättare att jämföra klimatpåverkan från olika processer med varandra. Ett fjärde skede, skede D, *Påverkan utanför livscykeln*, är illustrerad för att visa att det finns processer i samband med uppförandet av en byggnad som har påverkan på klimatet men som inte räknas in i livscykelanalysen (Boverket, 2019c).

Enligt rapporten *Minskad klimatpåverkan från nybyggda flerbostadshus* (Erlandsson et al, 2018), är ett viktigt val i livscykelanalysen att i tidigt skede bestämma om man ska använda sig av så kallad *bokförings-* eller *konsekvensmetodik*, där det förstnämnda svarar på frågan ”Vilken miljöpåverkan är förknippad med denna produkt?” och det sistnämnda svarar på frågan ”Vad skulle hända om...?”. Standarden för att göra LCA för en byggnad, bygger oftast på *bokföringsmetodiken*.

Syftet med ovan nämnd rapport var att genom LCA beräkna klimatpåverkan (kg CO₂ e/m²) för ett referenshus men med fem olika konstruktionslösningar. Studien gjordes för att kunna jämföra klimatpåverkan av olika materialval i bärande element men genom livscykelanalyserna fann man även att det fanns förhållandevis enkla lösningar som kunde minska klimatpåverkan oavsett stommaterial. Exempel på dessa är att använda sig av klimatförbättrad betong, optimera energianvändning under byggskedet, att välja det klimatmässigt bästa alternativet för material som används mycket och att öka kompetensen om klimatpåverkan för alla som är inblandade i processen, inte minst ansvariga för inköp. Rapporten visade på att trämaterial bidrog till ett mer klimatsmart byggande, jämfört med stål och betong (Erlandsson et al, 2018).

En livscykelanalys kan alltså göras i fler syften än för att minska klimatpåverkan och erhålla certifiering för ett specifikt projekt. Metoden kan ge en överskådlighet för var krafttag för att hitta alternativa material eller lösningar kan ge störst effekt för att minska påverkan på miljön, en kunskap som annars kan vara svår att skaffa sig. LCA kan även, som i stycket ovan beskrivits, jämföra exempelvis påverkan av valet av en byggnads stommaterial under hela livstiden.

En generell kunskap som skulle kunna komma till användning vid flera projekteringstillfällen framöver och även leda till nya, liknande studier som kan bidra med mer kunskap om klimatpåverkan inom branschen.

3.4.2 NollCO₂, användning av LCA som certifieringsverktyg

NollCO₂ är enligt *Manual 1.0* (SGBC, 2020b), som tidigare beskrivits en påbyggnadscertifiering till exempelvis *Miljöbyggnad*. Den bygger på livscykelanalys, lanserades den 22 september 2020 och har kommit till i enlighet med den svenska regeringens ambition att Sverige senast år 2045 ska ha nettonoll utsläpp av växthusgaser. I *NollCO₂* likställs nettonoll klimatpåverkan med begreppet *klimatneutral* och certifieringen följer två huvudsakliga spår. Det ena innebär att sätta gränsvärden för klimatpåverkan av byggnadens byggnadsmaterial, byggprocesser och energianvändning. Det andra spåret innebär att minska klimatpåverkan utanför projektets systemgräns, för att kompensera för projektets utsläpp efter att arbete för att minska dem har gjorts. Enligt manualen går det idag inte att bygga utan någon klimatpåverkan eftersom de processer som används för att tillverka byggmaterial fortfarande har inslag av fossil energiframställning. All information om *NollCO₂* i kapitel 3.4.2 är hämtad från *Manual 1.0* (SGBC, 2020b).

Certifieringsprocessen

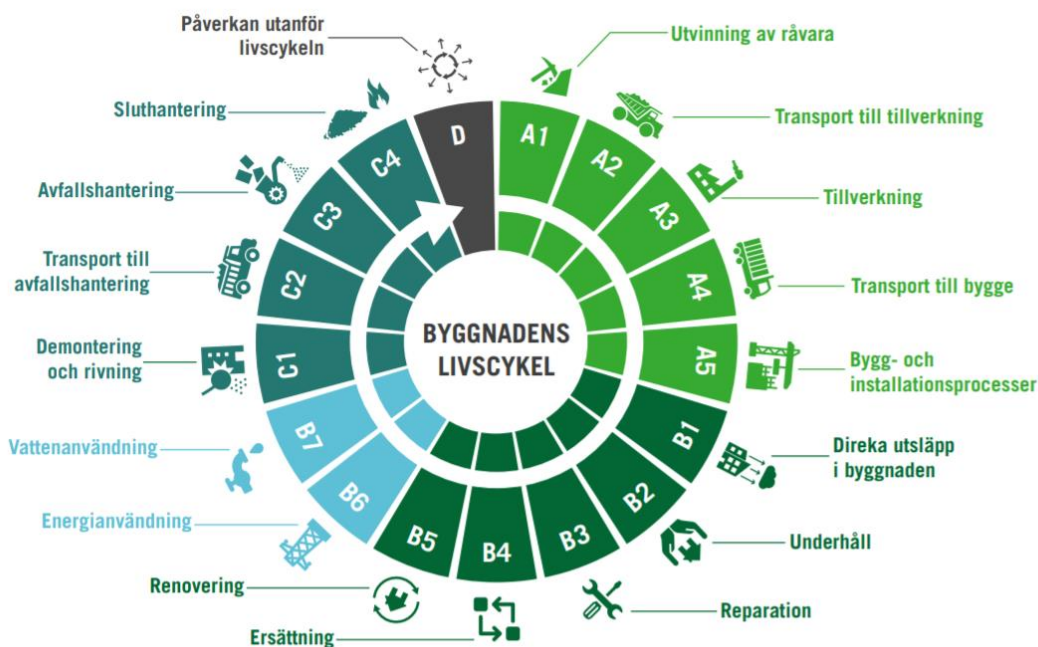
De verksamhetstyper för vilka certifieringen kan appliceras är exempelvis flerbostadshus, kontorsbyggnader, äldreboenden och kombinationer av verksamhetstyper. Anmälan om registrering av småhus tas emot efter diskussion med SGBC och de har för avsikt att fler verksamhetstyper ska tillkomma. De byggnadstyper som går att certifiera är friliggande nybyggnad samt tillbyggnad. Tillbyggnader kan certifieras i de fall där mätning av tillbyggnadens energi- och vattenanvändning kan särskiljas från den befintliga. Varken den friliggande nybyggnaden eller tillbyggnaden får ha varit i drift i mer än fem år vid ansökan om preliminär certifiering. I likhet med certifiering av *Miljöbyggnad* består certifieringsprocessen av registrering, preliminär certifiering, verifiering och återrapportering. Vid registrering lämnas uppgifter om projektet in och vid godkänd registrering erhålls sedan ett baseline-värde, gränsvärde och verktyg för redovisning. Skillnaden på baseline och gränsvärde är här att baselinevärdet är ett typvärde för klimatpåverkan för samma typ av byggnad men med projektspecifika ingångsvärden, medan gränsvärdet är den gräns för klimatpåverkan som utifrån baseline satts för projektet. Baseline och gränsvärde redovisas i enhet kgCO₂e/m² BTA, vilket är mängd koldioxid-ekvivalent per bruttoarea. Bruttoarean definieras som summan av alla våningsplans area, begränsat av ytterväggarnas utsida.

Vid den preliminära certifieringen ska det redovisas att projektet kommer att uppfylla kriterierna. Oftast sker detta när projektering av byggnaden är klar och om kriterierna uppfylls erhålls en preliminär certifiering och ett certifikat. Denna är giltig i tre år efter att byggnaden tagits i drift. Om byggnaden vid avstämning i drift uppfyller kriterierna, blir den verifierad och godkänd. Först då erhålls certifiering i *NollCO₂* och en plakett att sätta på byggnaden. Fem år efter certifieringen krävs godkänd återrapportering för att fortsatt vara certifierad.

Vid återrapportering kontrolleras det att de indikatorer som berörs fortfarande uppfyller kriterierna och återrapportering ska göras vart 5:e år under en period av 50 år eller till dess att byggnaden inte längre är i bruk. I certifieringen finns ett antal indikatorer som är indelade i tre kategorier, vilka är *Bas*, *Klimatpåverkan* och *Klimatåtgärder*. Alla indikatorer ska uppfyllas för att byggnaden ska certifieras.

Systemgränser

Då en livscykelanalys görs, förenklar det mycket om livscykeln kan delas in i mindre enheter. För NollCO₂ används standarden SS-EN 15978:2011 för beräkning av klimatpåverkan av en byggnad. Standarden delar upp livscykeln i skeden, A-D, och skedena delas i sin tur upp i mindre moduler, se Figur 1 nedan. Modulerna A1-A3 kallas för produktskede och A4-A5 kallas för byggskede. Skedena består av följande:



Figur 2, Byggnadens livscykel (SGBC, 2020)

Klimatpåverkan utanför systemgränsen, modul D, inkluderas inte i *NollCO₂*.

Den yttre fysiska gränsen för byggnaden är enligt standarden gränsen mot omgivningen, vilket får till följd att exempelvis balkonger och andra utskjutande delar på byggnaden räknas in, medan anläggningsarbete inte gör det. Även inom systemgränserna finns exempel på delar som inte behöver räknas in i den totala påverkan. Några av dessa är spikar, skruv, skärmtak, fasadstegar och ramper. En del större system som kan finnas i en byggnad är också av oklar anledning undantagna.

Flera av de undantagna systemen är kopplade till brandsäkerhet och exempel på dessa är system för vattendimma, skumsläckning och gassläckning, brandpostsystem och stigaledningar, samt brandgaskontrollsystem.

Fasadbeklädnad, isolering, gipsskivor, akustikskivor, fogmaterial, sprinklersystem och invändiga ytskikt som exempelvis färg, är exempel på brandskyddsrelaterade komponenter vars klimatpåverkan ska redovisas för certifiering.

All köpt energi, den energi som produceras av system som är fast monterade i byggnaden och även energi producerad av system som är fast monterade på eller intill byggnaden, ska redovisas i modul B6, *Energianvändning*. Den energiproducerande teknik som är integrerad i ett fast monterat material i byggnaden men har annan funktion än energiproducerande, ska redovisas i modulerna A1-A3, *Utvinning av råvara, transport till tillverkning* och *Tillverkning*, men även till modul B6, *Energianvändning*. Exempel på sådan teknik kan vara solceller integrerad i takpannor eller fönsterglas.

Indikatorer

Indikatorerna delas in i de tre kategorierna *Bas*, *Klimatpåverkan* och *Klimatåtgärder*, vilka beskrivs nedan.

I kategorin *Bas* ingår indikatorerna *Tilläggs-certifiering* och *Lagkrav kemi, virke och trävaror*.

Indikatorn *Tilläggs-certifiering* innebär att projektet ska ha en certifiering för hållbara byggnader med tillhörande minimivå på betyg, för att kunna erhålla *NollCO₂*. För *Miljöbyggnad* innebär kravet att byggnaden planeras erhålla minst betyg Silver och registreringsbevis för detta ska redovisas. Vid återrapportering intygas att Silver eller högre har erhållits, samt att det inte har återkallats.

Indikatorn *Lagkrav, kemi och trävaror* syftar till att bidra till att byggvaror inte bara har låg påverkan på klimatet, utan även att de uppfyller lagkrav för kemiska produkter och att virke och trävaror är lagligt avverkade.

I kategorin *Klimatpåverkan* ingår indikatorerna *Bygghet A1-A3*, *Byggproduktion A4-A5*, *Användning av byggnad B1-B5*, *Byggnadens energianvändning B6*, *Vattenanvändning B7* och *Slutskede C1-C4*.

För indikatorn *Bygghet A1-A3* görs för certifiering beräkning och bedömning för om de ingående byggheternas klimatpåverkan är mindre än projektets gränsvärde. På samma sätt bedöms för *Byggproduktion A4-A5* påverkan från transport av bygghet och bygghetsutrustning samt byggprocesser på bygghetsplatsen och för *Användning av byggnad B1-B5* bedöms påverkan av att under beräkningsperioden 50 år ersätta bygghet eller att bygga om. För *Byggnadens energianvändning B6*, *Vattenanvändning B7* och för *Slutskede C1-C4* bedöms energianvändning och energiprestanda, årlig vattenanvändning respektive klimatpåverkan av exempelvis demontering, avfallshantering och sluthantering. Vid beräkning av energianvändning ska även eventuellt producerad energi redovisas.

Vikt läggs även vid livscykelns klimatpåverkan för energiproduktionen, vilket till exempel innebär att om byggnaden har solceller på taket, ska påverkan från dessa räknas med. I de fall en korrekt framtagen EPD, vilket är en specifik klimatdeklaration för produkten, saknas, används fastställda klimatdata som manualen tillhandahåller. För solenergi som inte är integrerad i annan byggdel är den klimatpåverkan 41 kgCO_{2e}/MWh.

I kategorin *Klimatåtgärder* ingår indikatorn *Nettonoll balans*. Det är för denna indikator den slutliga balansen för att uppnå ett klimatneutralt projekt görs och klimatpåverkan av byggnadens livscykel balanseras till ett årligt nettonoll med de klimatåtgärder som görs. Livscykel faserna B4-B7 ska balanseras med åtgärder från det att byggnaden sätts i drift och faserna A1-A5 och C1-C4 ska balanseras med åtgärder senast år 2045. Exempel på klimatåtgärder som kan göras för att nå balansen är att on- eller offsite leverera förnybar el till ett specifikt anslutet elnät eller genom ett av SGBC godkänt program, verka för att undvika, minska eller binda utsläpp av växthusgaser.

4 Brandsäkerhet för hållbara byggnader

Då utvecklingen mot mer miljövänliga och hållbara byggnader går framåt innebär det att även utvecklingen av tekniska system och olika typer av lösningar för att möta kraven på miljömedvetenhet, gör detsamma. Av olika anledningar kan den ofta snabba utvecklingen av nya system och ny teknik innebära att det inte fungerar som tänkt, eller att oväntade säkerhetskomplikationer uppstår. Ibland går inte heller klimatförbättringen och brandsäkerheten hand i hand och detta är något man måste vara medveten om när man ska bygga eller byta ut något i en byggnad (McNamee M. och Meacham B, 2020).

Här nedan kommer några system och lösningar att problematiseras utifrån kontexten att de blir en del av en byggnad i enlighet med klimatmål och miljöcertifiering men att risk för, eller vid brand blir förhöjd. Erforderlig data för incidenter och brand i byggnader för olika typer av miljöpremierande system och lösningar finns inte eftersom de incidentrapporter Räddningstjänsten skriver utifrån mall från MSB, inte är baserade på något sätt att redovisa sådana detaljer. De gröna lösningarna presenteras och diskuteras istället utifrån de certifieringsindikatorer vilka kan komma att ha störst inverkan på brandsäkerhet i en byggnad. De gröna lösningarna och systemen är ett urval för sätt att uppnå högre betyg för olika indikatorer, samtidigt som de bedöms kunna innebära högre risk för och vid brand. Då hållbar energiproduktion är en viktig del av en hållbar byggnad och antalet solcellsanläggningar i Sverige ökar, samtidigt som det skett flertalet bränder i sådana anläggningar, kommer en fördjupad studie på brandsäkerhet för solceller att göras. I Tabell 1 nedan, illustreras kopplingen mellan indikatorer i Miljöbyggnad, NollCO₂ och klimatdeklaration med de system och lösningar som problematiseras. De gröna lösningarna och systemen valdes för att täcka in de indikatorer som kan leda till påverkan på brandskyddet.

Tabell 1, samband mellan miljöpremiering och gröna system och lösningar

1. Värmeeffektbehov	Isolering, gröna tak
2. Solvärmelast	Skuggande konstruktioner
3. Energianvändning	Isolering, gröna tak
4. Andel förnybar energi	Solceller
5. Ljud	Ljudisolering
6. Radon	
7. Ventilation	Luftiga byggnader
8. Fuktsäkerhet	Isolering
9. Termiskt klimat vinter	Isolering, gröna tak
10. Termiskt klimat sommar	Isolering, gröna tak, skuggande konstruktioner
11. Dagsljus	Skuggande konstruktioner, luftiga byggnader
12. Legionella	
13. Loggbok med byggvaror	
14. Utfasning av farliga ämnen	Skadliga ämnen
15. Stommen och grundens påverkan	
16. Sanering av farliga ämnen	Skadliga ämnen
NollCO2	Minskande av gipsskivor
Klimatdeklaration	

Aspekter som kan diskuteras i samband med brandsäkerhet är förhöjd risk för brand, toxicitet, flam- och rökspridning samt svårigheter i samband med insats.

4.1 Utvändig isolering i yttervägg och isoleringsmaterial

Ur fukt-och energisynpunkt är en yttervägg med isolering utvändigt bättre än invändigt eftersom det minskar köldbryggor och bidrar till att öka fuktsäkerheten då temperaturen utvändigt blir högre (Bärtås, 2013). Brännbara material utvändigt kan dock bidra till en ökad brandrisk, särskilt i kombination med ventilerade fasader. Då skapas det en luftficka innanför fasaden, vilken kan agera som en skorsten vid brand och därmed innebära svårt förvärrade konsekvenser eftersom branden får gott om syre och lättare kan sprida sig. Att fasaden är ventilerad kan även i sig innebära en förhöjd risk (van Hees et al, 2020).

För att minska energianvändningen och miljöpåverkan, samt för att öka den säljbara boytan har branschen drivits till att utveckla den så kallade högpresterande isoleringen. I artikeln *Möjligheter med högpresterande isolering* (AMA, 2012) går det att läsa att i jämförelse med exempelvis traditionell mineralull som har en värmekonduktivitet på 0,036 – 0,038 W/mK, har de två högpresterande cellplastmaterialen PUR och PIR en värmekonduktivitet på 0,023 – 0,027 W/mK. PUR står för polyuretan och PIR för polyisocyanurat och de tillverkas genom en reaktion av främst alkoholen polyol och ämnet difenylmetan-diisocyanat (MDI).

PIR sägs vara en förbättring av PUR, där bland annat andelen för respektive ämne skiljer sig och reaktionen sker vid en högre temperatur.

Almgren (2020) belyser i artikeln *Brandrisker för olika typer av brännbara isolermaterial i tak och fasad – långt ifrån svartvitt*, att det för brandsäkerheten är viktigt att granska materialets beteende vid brand. PIR och PUR är båda brännbara hårdplaster, vilket betyder att de i motsats till termoplaster vilka smälter och droppar, ”förkolnar” och bildar ett skyddande skikt. PUR har däremot en tendens att krympa undan, vilket bör kunna leda till att bakomliggande material exponeras. Almgren menar att skydd i form av inbyggnad spelar stor roll för brandförloppet och att oskyddad cellplast är förknippad med stora risker. Hårdplaster avger energi snabbt, vilket kan leda till snabba brandförlopp men vid labbtester har det visat sig att då den infallande strålningen på materialet försvunnit, har PIR-isoleringen självslocknat.

Vid den uppmärksammade branden vid Grenfell Tower i London år 2017, omkom totalt 72 personer när det klockan ett på natten började brinna i en av lägenheterna i 23-våningshuset (BBC, 2019). Almgren (2020) fortsätter i artikeln med att beskriva att det vid branden i Grenfell Tower inte var det aktuella isoleringsmaterialet, PIR, som var det stora problemet. I tester har det visat sig att fasadskivan i aluminium och polyeten bidrog till brandspridningen men det var även ett stort antal andra brister i brandskyddet som bidrog till de förödande konsekvenserna.

Branden med PIR inblandat har inneburit ett steg tillbaka i användningen av högpresterande isoleringsmaterial och även om produkterna går i linje med energibesparing, minskad materialåtgång och är tillåtna, behöver de testas utifrån flera aspekter och även i samband med exempelvis andra material och i fasadlösningar.

4.2 Ljudisolering i driftstadiet

I samband med ljudkrav i byggnader är ljudisolering något som kan utgöra problem om det installeras utan eftertanke. Nya byggnader är idag effektiva på så sätt att de stänger ute mycket ljud, även mellan till exempel lägenheter eller olika verksamheter. Då ljud utifrån försvinner i stor skala kan de interiöra ljuden som samtal, ventilationssystem och kyl/frys dock kännas mer påtagliga och problemen kvarstår. Ett sätt att dämpa ljud är att låta sätta upp ljudabsorberande så kallade akustikpaneler, vilka finns att köpa i otaliga material och som är mer eller mindre brandtåliga. Vad som kan vara problematiskt med dessa är då de lösa plattorna tillkommer i driftskedet och inte varit del av projektering. Risken att brännbar ljudabsorbering sätts upp i tak eller på väggar under driftskedet där inga brännbara material får finnas, ökar då. Konsekvenserna vid brand kan då bli betydligt värre för de utrymmande.

4.3 Skuggande konstruktioner i samband med stort dagsljusinsläpp

Vid miljöcertifiering av byggnader premierar exempelvis *Miljöbyggnad* de byggnader som har god tillgång till dagsljus och det har även blivit mer populärt att bygga med stora fönsterpartier. Det stora ljusinsläppet kan leda till att markiser eller annat som inte nödvändigtvis varit med i den ursprungliga planeringen installeras. Material i markiser eller andra lösningar som monteras på fasad, kan ge ökad risk för snabba brandförlopp utan att det gjorts någon vidare bedömning av sakkunnig för det (McNamee M. och Meacham B, 2020).

Utanpåliggande konstruktioner kan också leda till tillgänglighetsproblem för Räddningstjänsten om de exempelvis behöver använda sig av höjdfordon eller bärbar stege för att släcka eller rädda.

4.4 Skadliga ämnen i brandskydd och andra produkter

Enligt indikatorer 14. *Utfasning av farliga ämnen* och 16. *Sanering av farliga ämnen*, ska förekomst av olika farliga ämnen minskas under gränsvärden eller helt saneras för att kunna uppnå certifiering i *Miljöbyggnad*. Vissa flamskyddsmedel är förbjudna men många är vanligt förekommande i allt från möbler och textilier till elektrisk utrustning och är nödvändigt för att hindra spridning av brand (Naturvårdsverket, 2019a).

Kunskapen och utvecklingen av mindre skadliga produkter går ständigt framåt men de flamskyddande egenskaperna måste bestå. Användning av återvunna produkter och återvunnen plast är miljövänligt på så sätt att de inte bidrar till att nya produkter och plaster behöver tillverkas. Istället kan de innehålla skadliga ämnen som man när de tillverkades inte var medveten om, eller som idag är förbjudna vid nyproduktion. EU tillåter för återvunnen plast högre värden av exempelvis hormonstörande ämnen, vilka har påvisats även i Sverige (Sveriges Konsumenter, 2018). Risken att exempelvis nödvändigt flamskyddsmedel undviks, finns också.

4.5 Minskande av gipsskivor

Gipsskivor är något som används relativt mycket eftersom de har många fördelar. De är lätta att hantera, billiga, utgör bra ytskikt på väggar och de har på grund av det höga energiinnehållet bra brandmotstånd och kan med fördel användas i brandcellsgräns.

Då det blir obligatoriskt att deklarerat miljöpåverkan för alla byggnadsmaterial som används, är det tänkbart att det kommer driva utvecklingen bort från gipsmaterial eftersom det blir premierande att använda material med mindre miljöpåverkan. I samband med det riskerar man att alternativen inte har samma brandtekniska motstånd. Tack vare de många fördelarna används gipsskivor idag även där brandmotståndet de medför inte är kravställt. Skulle gipsskivorna successivt bytas ut mot en annan typ av skiva, riskerar brandskyddet att bli sämre i många byggnader. Detta på grund av att de inte längre kommer finnas där brandmotståndet inte är krav och där de utgör del i exempelvis brandcellsgräns, finns risken att ett nytt material som inte funnits med och prövats någon längre tid, ersätter.

En farhåga med att de energikrävande gipsskivorna fasas ut i samband med att mer miljövänliga alternativ premieras, är alltså att den totala mängden material som saktar ner en brand minskas. Risken är också att nya material, trots godkända tester, inte fungerar lika bra som de tidigare om det skulle börja brinna i byggnaden. En jämförelse kan göras med typgodkända enstegstätade fasader, en metod vilken tidigare användes flitigt men där Högsta domstolen (NJA 2015 s. 110) våren 2015 fastslog att konstruktionen medfört betydande risker. Domen innebar alltså att en tidigare typgodkänd konstruktionslösning retroaktivt dömdes ut som olämplig efter att problem dykt upp efter hand.

4.6 Gröna tak

Gröna tak har i stadsmiljöer kommit att bli något som kan ses allt oftare och de kan vara utformade på många olika sätt och bestå av många typer av växter. Att använda sig av växtlighet på tak bidrar med flera fördelar, så som mer grönytor och ökad fotosyntes, regnvattenhantering och ökad isolering men det är också viktigt att ha kunskap om brandskyddslagstiftning om man vill anlägga ett grönt tak. I Boverkets artikel *Gröna tak* (2019b), beskrivs det att de gröna taken ska uppfylla krav i Plan- och bygglagen, Plan- och byggförordningen, Boverkets byggregler och krav i Boverkets konstruktionsregler.

Eftersom funktion och typ av växtlighet ställer krav på till exempel bjälklag, dränering och tekniska lösningar, kan det vara betydligt mer komplicerat att anlägga ett grönt tak på befintligt tak än att besluta om det tidigt i en projektering.

I Boverkets byggregler (BBR) kapitel 5 hanteras gröna tak på samma sätt som andra taktäckningsmaterial och i föreskriften anges att ”Taktäckningen på byggnader ska utformas så att antändning försvåras, brandspridning begränsas samt att den endast kan ge ett begränsat bidrag till branden”. I skriften *Brandskyddskrav för taktäckning och gröna tak*, som getts ut av Boverket (2019a), beskrivs att kraven syftar till att försvåra antändning av taktäckningen samt att kontinuerlig brandspridning längs taket ska begränsas. Kraven på taktäckning är viktiga för att hindra spridning mellan byggnader och beroende på brandteknisk byggnadsklass kan kraven se olika ut. Vid provning testas en provkropp med dimensionerna 400x1000 mm och täckmaterialet testas för ett standardunderlag åt gången och vid eventuell klassning gäller den endast för täckning tillsammans med det testade underlaget. Vid testning har det visat sig att vissa så kallade sedumtak (fetbladiga växter som kan hålla mycket vatten) klarar den lägsta klassning, B_{ROOF}(t2), som är tillåten på vissa byggnader men att många andra typer av växtligheter ofta har svårt att klara kraven på att försvåra antändning och begränsa brandspridning. Det kan vara viktigt att tänka på att en liten provkropp med växtlighet inte fullgott representerar eller har samma egenskaper som en större yta, speciellt då testmetoden syftar till att klassificera mer eller mindre kontinuerliga och homogena material. Om man genom analytisk dimensionering kan visa att de allmänna råden i BRR uppfylls, kan andra typer av lösningar användas.

Förutom den brandtekniska klassningen av gröna tak, kan andra typer av brandrelaterade problem uppstå. Enligt rapporten *Bridging the gap: fire safety and green buildings* av Tidwell J och Murphy J. J (2010), bör man vid lastberäkningar anta att växter och jord är vattenmättade. Ett grönt tak kan med andra ord öka belastningen betydligt, vilket kan leda till förtidig kollaps vid brand om det inte tagits hänsyn till vid dimensionering, eller om det gröna taket utan eftertanke adderas till en befintlig byggnad.

Tillgängligheten för Räddningstjänst vid insats behöver också bedömas och de behöver med sin utrustning kunna nå exempelvis glaspartier, skorstenar och takinstallationer. Att ha i åtanke är också att håltagning av tak kan försvåras av grön taktäckning och att den lägre brandklassningen inte innebär att täckningen är obrännbar (Boverket, 2019a). Sektionering av den gröna anläggningen kan därför vara en idé för att undvika brandspridning över större delar av taket, potentiellt i samband med att tillgänglighet till andra installationer säkerställs.

4.7 Utvecklingen med mer öppna och luftiga byggnader

Om man jämför med för ett tiotal år tillbaka, har det blivit populärt att bygga luftigt med öppna planlösningar, färre avdelande väggar och gärna rum med stora volymer och högt i tak. Färre väggar leder till effektivare ljusinsläpp och en luftig byggnad skulle således gynnas enligt indikatorn *Dagsljus*, för certifiering enligt *Miljöbyggnad*. Enligt rapporten *Bridging the gap: fire safety and green buildings* av Tidwell J och Murphy J. J (2010), finns det många fördelar med att bygga luftigt. Några exempel på fördelarna är att det naturliga dagsljuset utnyttjas bättre, byggnaden värms upp eller kyls av mer effektivt eftersom luftens cirkulation hindras i mindre utsträckning samt att det kan kännas mer behagligt att vistas i utrymmen med stor yta och takhöjd. Utformningen kan också ha en baksida om det skulle bryta ut en brand. En byggnad med öppna ytor och färre rum och dörrar innebär att det finns större volym luft, och därmed syre, tillgängligt för branden. Öppna byggnader med större volymer ökar också kraven på ventilationssystemet (Rydberg L och Sigvardsson M, 2017).

Författarna skriver att eftersom de flesta bränder i byggnader är ventilationskontrollerade men med stora volymer luft har branden större möjlighet att kunna sprida sig, dels på grund av större mängd syre tillgängligt och dels på grund av bristen på avskiljande väggar.

Ytterligare en aspekt är att stora öppna rum och atrier typiskt kräver större spännvidder på bärande balkar, vilket ökar risken för kollaps och därmed skador vid brand (Tidwell och Murphy, 2010).

4.8 Solcellsanläggningar på tak

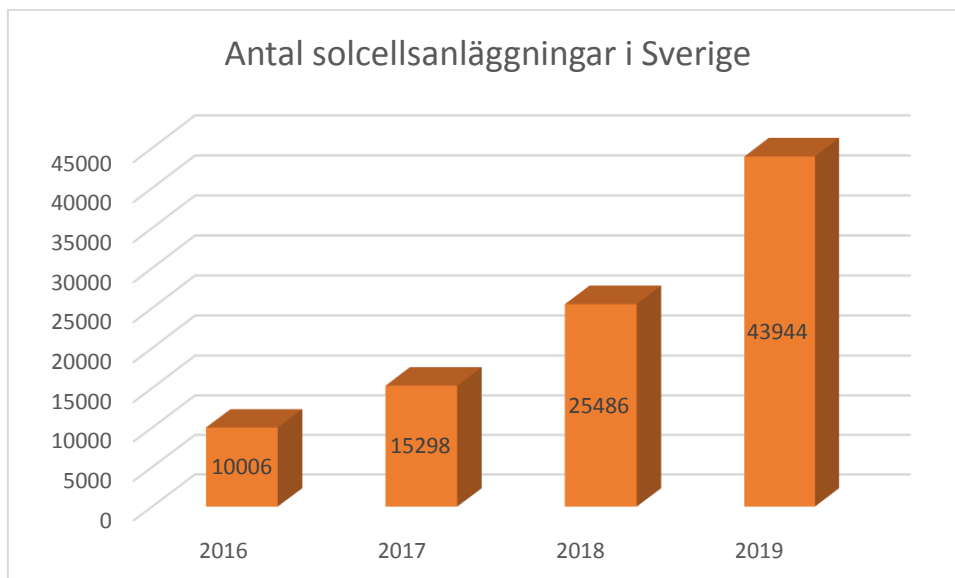
Som beskrivits i indikatorn *Energianvändning* för certifiering enligt *Miljöbyggnad* gynnas byggnader med solceller, eftersom de bidrar till ett minskat behov av köpt energi.

Enligt en kartläggning av risker vid räddningsinsats i samband med brand i solcellsanläggning (MSB, 2014), finns flera aspekter att ta hänsyn till om det skulle brinna i eller i samband med solceller. Den ökande takten av de elektricitetalstrande systemen innebär att antalet bränder och incidenter med insats av Räddningstjänst troligtvis kommer öka. De risker som nämns i rapporten är i korthet personskada till följd av strömgenomgång och fallande delar, egendomsskador till följd av branduppkomst, samt försvårade frånkopplingsmöjligheter vilket exempelvis kan fördröja insatser. I en nyare vägledning för operativ metodik vid insats där det finns solceller (MSB, 2019), nämns även att i de fall ett batteri för att lagra den alstrade energin finns, kan en brand i detta ge upphov till mycket giftig rök och försvåra insatsen betydligt.

Då användningen av solceller ökar och det finns flertalet exempel på bränder i sådana anläggningar, har just solceller valts för en fördjupad fallstudie för att diskutera kopplingen mellan hållbart byggande och brandsäkerhet. En detaljerad beskrivning av risker i samband med solceller finns därför att läsa i kapitel 4.9.2. Där ges även exempel på verkliga insatser för brand i byggnader med solceller.

4.9 Fallstudie på solceller i samband med byggnad

Under de senaste 10 åren har det statliga stödet till personer och aktörer som installerat solceller minskat från cirka 55 % år 2011 till 20 % år 2020. Hur främjandet av solceller kommer se ut framöver är inte fastställt men från och med år 2021 förväntas det istället tillkomma ett skatteavdrag på 15 %. Att stödet kontinuerligt har minskat har varit en del i planen att tekniken med tiden förbättras och att priserna sjunker. Solceller ska då vara en god investering även utan subventionering (HemSol, 2020). Förutom det statliga finansiella stödet har även certifieringar av byggnader, vilka premierar den förnybara energin, skapat incitament till att installera solcellsanläggningar. För *Miljöbyggnad* premieras de under indikatorn *Andel förnybar energi*. I figuren nedan visas hur antalet nätanslutna solcellsanläggningar i Sverige, enligt Energimyndigheten (2020) har ökat under de senaste åren. På 3 år, från 2016 till och med 2019, har ökningen varit 340 %.



Figur 3, Solcellsanläggningar i Sverige

Som ovan beskrivits har antalet solcellsanläggningar snabbt ökat under de senaste åren och med tanke på den gröna utvecklingen och ett troligt fortsatt ekonomiskt stöd till den som vill installera solceller, kommer trenden troligtvis hålla i sig.

Den lagstiftning som är mest aktuell för brandsäkerheten i samband med solcellsanläggningar är Elsäkerhetslagen (2016:732), vilken bland annat anger att det är köparens eget ansvar att se till att företaget som anlitas för elinstallationen är registrerat för rätt verksamhetstyp i Elsäkerhetsverkets register. Reglerna syftar till att installationsarbeten för el ska utföras korrekt, av rätt person och vara säkra. När elinstallationsarbetet är färdigt övergår ansvaret för den fortsatta säkerheten samt för drift och underhåll till ägaren (Energimyndigheten, 2019b). Ett stort ansvar för säkerheten läggs alltså på den som låter installera solceller men utöver lagkraven finns information och rekommendationer tillgängliga hos många räddningstjänster. Utöver krav på elsäkerhet finns även regler för exempelvis underhåll, elförsäljning, byggregler och avveckling (Energimyndigheten, 2019a).

Solceller installerade på tak kan vara utformade och fungera på flera sätt men gemensamt är att det är komplexa system med många komponenter, vilka är placerade på olika ställen i byggnaden. I detta avsnitt kommer komponenterna som krävs för att kunna tillgodogöra sig energin från solens strålar beskrivas. Det kommer även beskrivas vilka risker dessa komponenter kan utgöra i samband med brand, samt vad som är viktigt att ha i åtanke vid installation och kontinuerliga driftsrutiner för att minska brandriskerna med solcellssystemet. Räddningstjänstens metodik vid insats i en byggnad kan kraftigt påverkas om det finns solceller närvarande och att veta hur man då ska agera kan bli avgörande för en lyckad insats. Avslutningsvis kommer ett antal fall med insats i byggnad där det funnits solceller att presenteras.

4.9.1 Så fungerar solceller

De mest primära delarna för att kunna använda solenergi är solcellerna. En enhet med solceller bildar en modul, och de sammankopplade modulerna bildar en solcellspanel. För att kunna använda likströmmen som ljuset omvandlas till i modulerna, används en växelriktare. Likströmmen transporteras till växelriktaren, där den omvandlas till växelström. Ibland används även ett batteri för att kunna lagra överskott av energi till tillfällena då tillgången inte är tillräcklig. Systemet är integrerat i byggnadens övriga elektriska ledningar och ett solcellssystem kommer normalt upp i maximalt 1000 volt (Wills et al, 2014).

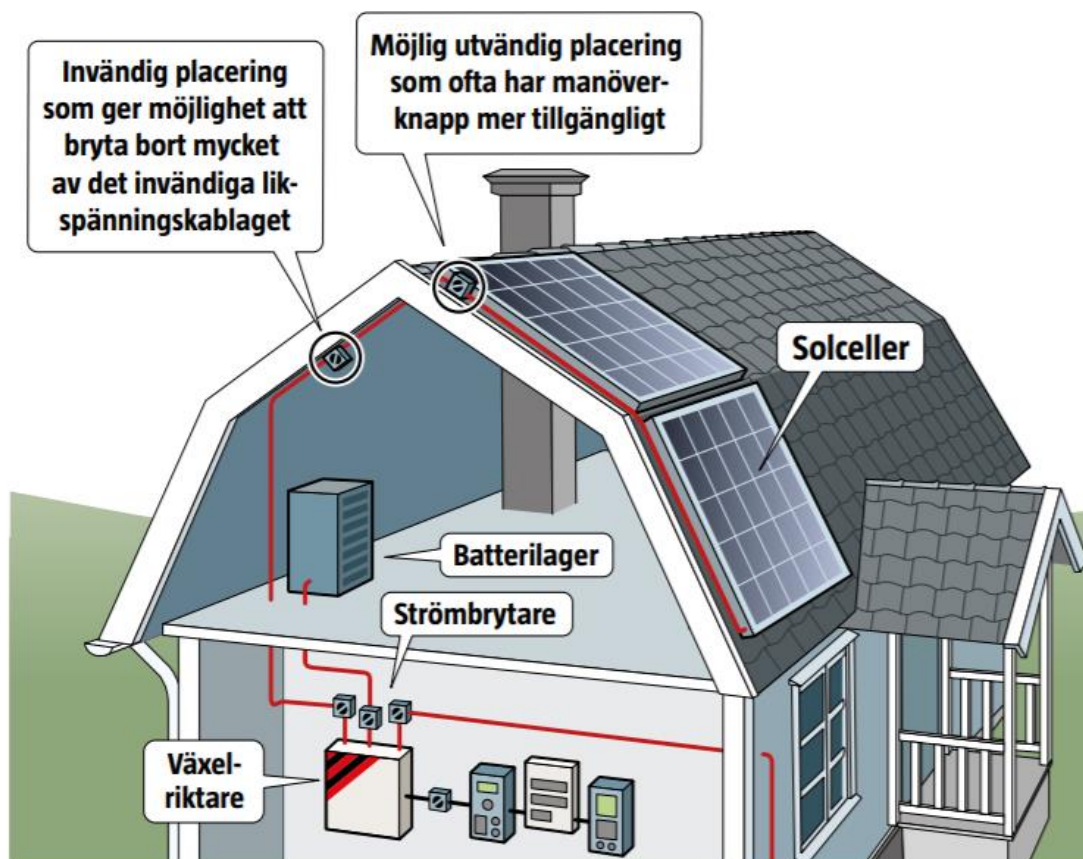
Enligt vägledningen *Operativ metodik vid insatser där det finns solcellsanläggningar* (MSB, 2019) är det viktigt att kunna känna igen solcellsmoduler för att veta hur man ska agera om en incident skulle ske. Vid första anblick kan de uppfattas som solfångare men skillnaden är viktig. Båda systemen installeras på tak men i solfångarna cirkuleras vatten och de är inte elektriskt anslutna utan syftar endast till att producera varmvatten. Ofta kan man genom glaset på solfångarna se vattenledningarna och man kan också leta efter rör från dem som går vidare in i byggnaden. Enligt rapporten förändras utseendet på systemen kontinuerligt, vilket gör att berörda personer inom exempelvis Räddningstjänst bör hålla sig uppdaterade för att kunna särskilja solfångare från solceller.

Komponenter

Vägledningen (MSB, 2019) beskriver att själva solcellen är den del som solljuset ska träffa för att energin ska kunna tas tillvara som elektricitet. Flera solceller sitter ihop i en modul, vilka ofta är sammankopplade till andra moduler i seriekoppling och denna sträng med moduler kallas tillsammans för solcellspanelen. All panel kan vara seriekopplad i en sträng eller så kan installationen bestå av flera separata, seriekopplade moduler. Klassiska solcellsmoduler ser ut ungefär som mörka glasrutor utplacerade på tak i en viss vinkel och riktning mot solen men det utvecklas hela tiden nya typer, som till exempel solceller som är integrerade i takpannor. Från solcellspanelen går det likströmskablar vidare till växelriktaren, där den omvandlas till växelström. Enligt Elsäkerhetsverket (2015) kopplas strängarna från olika paneler samman i en kopplingslåda om det finns mer än en sträng. I kopplingslådan finns överspänningsskydd, spärrdioder och säkringar.

Växelström är vad både resterande elnät i byggnader och det allmänna elnätet bygger på (MSB, 2019; SVK, 2019). Strömkretsen mellan växelriktare och paneler är sluten så länge växelriktaren har ström från det vanliga elnätet men även om strömmen bryts på båda sidor om den, kan kablar vara strömförande i upp till flera minuter efter. Det finns inga regler för var växelriktaren ska placeras men för småhus är den ofta installerad nära inkommande el. I andra fall kan den vara placerad utomhus eller i en annan byggnad.

För att stänga av strömmen finns flera olika typer av brytare, vilka fungerar på olika sätt. Samma typ av brytare kan kallas för olika saker och tvärtom så kan också olika typer av brytare kallas för samma sak, det finns ingen standard för hur de ska fungera eller benämnas (MSB, 2019). Funktioner för olika brytare kommer här att beskrivas. Brytare för växelriktaren har Elsäkerhetsverket (2015), valt att benämna AC-brytare respektive DC-brytare, eftersom de sitter på vardera sidan om den och alltså bryter växelström respektive likström. Om dessa bryter kan ingen kvardröjande spänning finnas i likströmskablar mellan moduler och växelriktare och de är därför inte längre strömförande. Bryter endast inkommande ström till växelriktaren (AC-brytare), kan likströmskablar fortfarande vara strömförande. Trots att brytare ska finnas på båda sidor kan de vara svåra att lokalisera eftersom det inte regleras var de ska vara. Brytaren för likström skulle kunna sitta intill växelriktaren, intill solcellspanelen eller någonstans däremellan, se Figur 4 nedan. För att frångilja solcellsmodulerna från övriga installationen kan det finnas en knapp som ibland kallas *nödstopp* eller *brandmansbrytare* men exakt vad denna gör kan skilja från system till system. Brytaren sitter på likströmskablar och även efter att den aktiverats kommer det finnas spänning kvar mellan solcellerna och brytaren. Det kan även finnas kvar spänning mellan brytaren och växelriktaren i upp till några minuter efter att sedan växelriktaren stängts av, något som är viktigt att komma ihåg. Det finns också en typ av brytare som bryter strömmen på likströmskablar om strömmen som försörjer växelriktaren försvinner. Denna variant är lättare att handskas med men den kräver information om var brytaren sitter. En lösning kan också vara att genom en huvudavstängning stänga av all inkommande el från det allmänna nätet. I de flesta fall stänger detta av växelriktaren och kretsen med solcellsmodulerna bryts men inte alltid (MSB, 2019).



Figur 4, Olika ställen att placera brytare på (Martin Ek, 2019)

Om man vill kunna lagra överskott av energi till exempelvis dagar då solen inte skiner, kan man använda ett batterilager. Enligt vägledningen *Operativ metodik vid insatser där det finns solcellsanläggningar* utgiven av MSB (2019), kan batterier som används bestå av kasserade bilbatterier från elbilar. Batterierna är då inte förstörda eller förbrukade, utan har slutat att användas på grund av den minskade lagringskapaciteten.

Lagringskapaciteten kan däremot vara fullt tillräcklig för andra ändamål. Då batteriet i byggnaden är av samma typ som finns i elbilar, litiumjon-batterier, finns även samma elektriska och kemiska risker som vid en incident med elbil. Mer om risker med denna typ av batteri finns att läsa i kapitel 4.9.2.

Olika system

De system som kommer presenteras här är *Solcellsmoduler utan intelligens*, *solcellsmoduler med optimerare* och *system som fungerar även utan yttre nät*. Det finns även ett system där växelriktaren sitter i direkt anslutning till solcellsmodulen. Kabeln med likriktad ström mellan paneler och växelriktare, som ofta går en lång väg genom byggnaden, är då betydligt kortare. Detta system är än så länge ovanligt och utvecklingen gör att nya lösningar förmodligen kommer finnas framöver (MSB, 2019).

Med *solcellsmoduler utan intelligens* menas sådana moduler som är sammankopplade med varandra och även med växelriktaren med hjälp av likströmskablage. Det är idag på detta sätt de flesta system är installerade och om ingen särskild brytare finns, ska alla moduler, växelriktare och likströmskablage betraktas som strömförande.

Solcellsmoduler med optimerare innebär att det på varje modul finns en modulkontroll, vilken gör att det lättare går att stänga av modulen och även att det vid avstängning inte längre finns spänning i kablarna mellan modul och växelriktare. Optimerare finns inte på alla moduler och det finns inte heller något speciellt kännetecken för dessa paneler.

De flesta byggnader med solceller är anslutna till det allmänna elnätet, vilket gör att de skulle kunna leverera energi ut till det. Vid strömavbrott ska solcellssystemet, i byggnader som är anslutna till det allmänna elnätet, sluta producera elektricitet. Solcellerna kommer dock fortsätta producera spänning till växelriktaren. Ett *system som fungerar även utan yttre nät* ska kunna fortsätta producera elektricitet till byggnaden även när strömmen i det allmänna elnätet försvinner. Vid installation av ett sådant system ska det säkerställas att ström inte kan gå bakvägen ut i ett spänningslöst elnät (MSB, 2019).

4.9.2 Risker i samband med solceller

Om det skulle brinna i eller i anslutning till en byggnad med solcellspaneler, finns risken att insatsen drar ut på tiden mer än den annars skulle, vilket kan få flera konsekvenser. Det är viktigt att ha i åtanke att riskerna som presenteras här, förmodligen kommer ändras över tid.

Enligt en inhämtning av data över incidenter i svenska solcellsanläggningar, utförd av RISE (2019), skedde det år 2018 53 kända tillbud i solcellsanläggningar i Sverige. Siffran motsvarar incidenter i 2,1 promille av anläggningarna och RISE menar att Sveriges nivå är jämförbar med de för andra länder. Statistiken bygger på inhämtad data från 25-30 olika källor, detta eftersom det saknas en central plats där denna typ av incidenter sammanställs. Inhämtningen RISE gjorde bygger på enkäter och begreppet incident fick en bred betydelse, där till exempel både elrelaterade olyckor och skador på byggnad i samband med solcellsanläggning, innefattas. Enligt underlaget skedde 2018 fyra incidenter som kategoriserats som brand, vilket skulle motsvara brand i 0,16 promille av anläggningarna det året. Enligt rapporten menar MSB att det förhållandevis lilla antalet incidenter i solcellsanläggningar är orsaken till att det ännu inte förs någon heltäckande statistik. De tror dock att solcellsrelaterad statistik kommer finnas så småningom (RISE, 2019).

Elektricitet

Enligt NFPA (2016) gör den ökade mängden elektronik, kablage och elektriska kopplingar att risken för att det någonstans ska uppstå ett elektriskt fel, vilket kan orsaka brand, att risken ökar då man väljer att installera solceller. Elektriska fel är den vanligaste anledningen till brand i byggnad i samband med solceller (NFPA, 2014).

För att undvika att skadas i samband med spänningssatta kablar och föremål, ska man undvika att bli del av den slutna kretsen. Om det inte finns någon brytare ska alla solcellsmoduler, växelriktare och likströmskablar mellan dem alltid betraktas som strömförande. Ofta sitter växelriktaren inne i byggnaden, vilket innebär att det kan finnas relativt många meter strömförande kabel att ta hänsyn till och även om någon typ av avstängning gjorts, kan kablarna bli strömförande igen av exempelvis brand eller överslag (MSB, 2019).

Även om det endast går ström i likströmskablarna då solcellerna fångar upp ljus, betyder inte det att de inte kan vara strömförande när solen har gått ner. Enligt MSB och NFPA är risken som störst på dagen men solceller kan producera spänning även med ljus från till exempel brand eller belysningsmast på utryckningsfordon (MSB, 2019; NFPA, 2014; NFPA, 2016). Solceller ska inte ses som inaktiva på natten men risken kan vara lägre.

Brandsläckning

Vid brandsläckning i samband med spänningssatta delar där det finns solceller, kan man förutsätta att systemet i det normala fallet inte når upp över 1000 volt. Eftersom släckvatten leder ström och släckstrålen kan utgöra del i en sluten krets, har generella säkerhetsavstånd beroende av främst ledningsförmåga för släckmedlet tagits fram av MSB (2019). Säkerhetsavstånden anger att då man använder sötvatten med sluten stråle ska man aldrig befinna sig närmre än 10 meter, för sötvatten med spridd stråle gäller 3 meter, för pulver 1,5 meter och för koldioxid 1,5 meter. Skum eller saltvatten ska enligt dessa rekommendationer aldrig användas. Säkerhetsavstånden är desamma till vanligt elsystem som till solcellssystem men en viktig skillnad är att det inte sitter några säkringar eller jordfelsbrytare på det senare.

Vatten i form av släckstrålar, pölar eller blöta kläder kan i samband med elektricitet öka riskerna vid insats. Detta gäller för all typ av elektricitet och inte endast i närvaro av solcellssystem (MSB, 2019).

Produkt och installation

Ett solcellssystem installerat med egenimporterade kablar och kontakter ökar risken för att något ska gå fel. Det kan skilja mycket i kvalitet och beständighet för samma typ av produkt från olika tillverkare, vilket i förlängningen kan få svåra konsekvenser där billiga produkter ökar riskerna. Vid insats, då delarna kan komma i kontakt med Räddningstjänstens verktyg, kan en några år gammal kabel av sämre kvalitet tappa sitt skyddshölje relativt lätt (MSB, 2019). Ursprunget på den energi som används vid tillverkning gör också stor skillnad för produktens klimatavtryck.

Rapporten *Commercial Roof-Mounted Photovoltaic System Installation Best Practices Review and All Hazard Assessment* (NFPA, 2014) rekommenderar att det ska läggas stor vikt vid all installation och speciellt på kablage och koppling, eftersom elektriska fel oftast är orsaken till brand. Rekommendationerna från NFPA gäller för kommersiella byggnader.

Felaktig installation har varit anledningen till många fall av brand i samband med solceller, enligt en studie gjord i Storbritannien (Elsäkerhetsverket, 2019).

Håltagning och åtkomst på tak

Att ha solcellsmoduler på tak kan bli ett praktiskt problem om Räddningstjänsten skulle behöva göra hål i taket för att exempelvis brandgasventilera eller hindra brandspridning. Förutom att modulerna ligger utspridda över taket och hindrar håltagning, är faran med strömförande delar enligt avsnittet om Elektricitet, också påtaglig. Detta eftersom det hindrar i princip all typ av kontakt med potentiellt spänningssatta delar, åtminstone initialt (MSB, 2019).

Batterilager

För att lagra överskottsenergi till tillfällena då produktionen av elektricitet är låg, kan man använda sig av ett batteri. Som tidigare nämnt används ibland delar av bilbatterier från uppladdningsbara elfordon, där lagringskapaciteten inte längre är tillräckligt för en bil. MSB har låtit ta fram ett dokument kallat *Vägledning, räddningsinsats där litiumjonbatterier förekommer* (2020), där det beskrivs att de batterier som används i denna typ av bilar är litiumjonbatterier, vilka blir allt vanligare i även elcyklar, telefoner, datorer och maskiner. Batteriet har en hög effekt- och energitäthet jämfört med andra uppladdningsbara varianter och blir därför snabbt vanligare i samhället. Vägledningen beskriver tre utmärkande risker med litiumjonbatterier och de är *Termisk rusning*, *Utsläpp av farliga gaser* samt *Återantändning*.

Termisk rusning innebär en accelererande temperaturökning till följd av att batteriet av någon orsak blivit instabilt. Orsaker till instabiliteten kan vara deformation på grund av yttre påverkan eller någon typ av elektrisk påverkan, exempelvis överladdning. Det kan också hända till följd av tillverkningsfel och kortslutning i en battericell eller termisk påverkan som brand i eller runt batteriet.

Då den termiska rusningen gjort att batteriet kommit upp i en viss temperatur, frigörs syre vilket kan reagera med elektrolyten som finns i batteriet. Om elektrolytångorna antänds kan syret bidra till ett häftigt och svårsläckt brandförlopp. Instabiliteten kan leda till termisk rusning om batteriet når en temperatur på mer än 150 – 250 grader. Instabiliteten kan bromsas genom kylning men den kommer fortsätta till all energi i batteriet är använd.

Utsläpp av farliga gaser kan ske då instabilitet hos batteriet lett till termisk rusning. Det frigörs då gaser som enligt vägledningen (MSB, 2020) bland annat är väteklorid, vätecyanid och vätefluorid. Gaserna kan vara både giftiga och starkt retande om de andas in och symtom kan även uppkomma upp till några dygn efter exponeringen.

Återantändning innebär att ett släckt batteri kan börja brinna igen efter att ha släckts och kylning avbrutits. I enlighet med att instabiliteten och värmeutvecklingen kommer fortsätta till all energi har frigjorts, har det hänt att litiumjon-batterier återantänt från 2 timmar upp till dygn efter att kylning har avslutats. Kylning måste alltså fortsätta även efter att en eventuell brand i eller vid batteriet har släckts (MSB, 2020).

Då det kan konstateras att eventuella batterilager i samband med solceller är av typen litium-jonbatteri som beskrivits ovan, kan vägledningen för räddningsinsats där litiumjon-batterier förekommer, användas. Alla batterilager som kan användas i samband med solcellsanläggningar behöver som sagt inte vara av den typen som kan ge upphov till riskerna nämnda ovan men den är viktig att ha kännedom om.

Övrigt

Att placera solceller på tak kommer leda till en ökad brandbelastning och det luftfyllda mellanrummet mellan moduler och tak kan vid brand göra att värme hålls kvar. Detta skulle leda till en ökad temperatur- och strålningspåfrestning på takmaterialet (NFPA, 2016). Då solcellsmodulerna ska fästas görs också hål i takmaterialet, vilket kan försämra taktäckningens brandbeständighet (NFPA, 2014).

I artikeln *Säkerhetsrisker med solcellsanläggningar* från Elsäkerhetsverket (2019), beskrivs några stora risker med solcellsanläggningar. Där nämns exempelvis kablar som hänger löst eller saknar mekaniskt skydd, elmateriel och genomföringar som inte är täta mot vatten samt störningar från kraftelektronik som till exempel omriktare.

4.9.3 Exempel på Räddningstjänst-insatser i samband med solceller på tak

Trots att solcellsanläggningar fortfarande är relativt nytt och fortfarande är på uppgång, har det inträffat ett antal incidenter i samband med dem. Här nedan presenteras några stycken, vilka påträffats i samband med sökning av litteratur som beskriver risker med solcellsanläggningar. Exempelen valdes för att påvisa att solceller kan ge upphov till olika typer av risker.

Det första exemplet kommer från en förundersökning utförd av Räddningstjänsten Syd (2017), där dokumentet har till syfte att vara underlag för sakkunnigutlåtande och beslut om vidare utredning eller åtgärder. Incidenten skedde söndag eftermiddag den 2 juli år 2017. Det var strömavbrott i bostadsområdet och i den aktuella byggnaden, en enplansvilla byggd år 2013 med solcellsanläggning på taket, uppmärksammade man att det luktade konstigt samt kom rök från värmepannan. Man larmade då 112 och Räddningstjänsten konstaterade rökutveckling och att en säkerhetsbrytare till solcellsanläggningen hade aktiverat men att det fortsatte komma rök. Tillverkare och installatör av anläggningen kontaktades och rekommenderade båda att klippa kablar så att matningen från solcellerna upphörde. Detta gjordes och rökutvecklingen avstannade.

Förundersökningen beskriver att den troliga anledningen till incidenten var att solcellerna fortsatte mata likström till värmepannan under strömavbrottet på grund av att de skyddssystem som ska hindra överhettning inte fungerade. Man menade att rökutvecklingen kom från att delar av pannan och att isolering runt den blivit så varm att det lett till rökbildning.

Skyddssystemen var enligt tillverkaren oberoende och ett av dem var ett överhettningsskydd medan det andra var en termostat som skulle koppla ifrån vid en viss temperatur. Inget av systemen verkade ha löst ut eller kopplat från vid händelsen.

Efter insatsen har tillverkaren åtgärdat genom att montera nya skyddssystem och satt in en manuell brytare. Tillverkaren uppmanades att kontakta andra kunder med liknande anläggningar (Räddningstjänsten Syd, 2017).

Det har även skett bränder i samband med solceller på större, kommersiella anläggningar. NFPA (2016) skriver om en Targetbutik i Kalifornien med 1826 solcellsmoduler på taket och en fabrik i North Carolina som tillverkade gipsplattor. Bränderna i butiken och fabriken startade båda troligen på grund av jordfel i samband med solceller. I den tyska staden Goch, brann det år 2012 i ett 4 000 m² stort lager och man kom i utredningen fram till att branden berodde på ett fel i solcellssystemet (NFPA, 2016).

Det finns också exempel där solcellsmodulerna och byggnadens konstruktion tillsammans försvårat ett brandförlopp som startat inuti byggnaden. År 2013 började det brinna i en kontorsbyggnad i Wisconsin, där byggnadens tak bestod av plåtar ovanpå takstolar i trä. Branden spred sig i byggnaden och vid något tillfälle gjorde solcellssystemet plåttaket strömförande, vilket ledde till att Räddningstjänsten tvingades stå tillbaka. Vid en liknande brand i New Jersey samma år, brann det i taket på en 28 000 m² stor lagerbyggnad. Taket var täckt med solcellsmoduler, vilket enligt uppgift omöjliggjorde tillräckliga åtgärder och efter att ha brunnit i 24 timmar kunde branden till slut släckas. Byggnaden var då helt utbränd och inget av dess innehåll gick att rädda (NFPA, 2016).

Exemplen ovan visar på att solceller både kan orsaka bränder och kraftigt försvåra räddningsinsatser i samband med dem. Båda scenarierna kan leda till svåra följder för hälsa, liv, miljö och egendom.

5 Analys och diskussion

Det kan konstateras att utvecklingen av mer miljövänliga system och lösningar går snabbt och att miljöcertifieringar som premierar dem är en drivande faktor. Idag finns omfattande lagstiftningar, föreskrifter och handböcker för hur man bygger brandsäkert men de täcker inte in alla aspekter, utan mycket ansvar läggs på ansvariga för produktframtagning, val av produkter, installation, rutiner för löpande kontroller och annan hantering. Kunskap för hantering vid en eventuell incident i samband med exempelvis nya isoleringsmaterial, utanpåliggande installationer eller växtlighet på tak är också viktig för Räddningstjänstpersonal att ta ansvar för att uppdatera sig om.

Fler och mer komplexa lösningar innebär ökad risk för att något ska gå fel, jämfört med ett enkelt system. Att sätta in ett system som till exempel värmeväxlare eller solceller innebär att de först och främst ska installeras på rätt sätt av en kunnig person. De ska sedan också kontinuerligt underhållas, något som blir än viktigare för de komplexa systemen eftersom det förmodligen finns fler komponenter och skeden där något kan gå fel. För kommersiella, kommunala eller andra byggnader där det sannolikt redan finns rutiner för skötsel av drift och systematiskt brandskyddsarbete (SBA), behöver inte den ökande komplexiteten nödvändigtvis leda till proportionerligt större underhåll men för privatpersonen kan det kräva mer. Det ökade underhållsbehovet riskerar att leda till att rekommendationer från tillverkare inte följs tillräckligt ofta, eller ännu värre att man inte är medveten om dem. Med komplexa system ökar också sannolikheten för handhavandefel. Risk för brand och andra fel i driftskedet bör alltså öka då system för till exempel energiproduktion och besparing, eller installationer på tak och fasad, ökar.

Utvecklingen riskerar också att leda till en jakt på nya, förbättrade material som är mer miljövänliga att producera, innehåller mindre gifter och är mer energisnåla men som inte lever upp till samma kvaliteter brandskyddsmässigt, som sina föregångare. Även nya material måste klara tester men de kan sällan testas med alla de förutsättningar som det innebär att bli del av ett system och en helhet, innan de är på plats i en byggnad och en potentiell brand bryter ut. Erfarenheter från tidigare bränder är tyvärr ett vanligt sätt att lära på, vilket medför att bra material och lösningar kan ta lång tid att ta fram och att det kan leda till oönskade konsekvenser under tiden. Farhågor med att utvecklingen ska leda till förhöjda risker finns också i de fall exempelvis kommuner driver för att nybyggnation ska ske med konstruktioner i till största del miljövänligare material som trä. Erfarenhet av stora och komplexa byggnader i trä är begränsad, i synnerhet ur ett brandrisk-perspektiv.

Eftersom det många gånger tar tid innan man upptäcker om ett nytt material, en smart lösning eller ett billigare alternativ inte fungerar som det var tänkt, kan det hända att det kommer ut på marknaden och används mer eller mindre lång tid innan detta sker. Ett bra exempel på detta är enstegstätade fasader. Idag är det ingen som bygger på detta sätt sedan man insåg att det kunde leda till fuktproblem men det finns fortfarande många hus med enstegstätad fasadbeklädnad.

Poängen är att det som är nytt och verkar bra idag kanske visar sig dåligt om några år. Att tro att all nytveckling kan ske utan hänsyn till risker vore naivt, dagens system fungerar för att misstagen och lärdomarna redan gjorts. Större hänsyn bör därför tas till eventuella nya risker som byggs in. Om man för att klara sig under gränsvärden för ett visst betyg eller för att få en viss certifiering behöver dra ner på mängden giftiga ämnen eller på miljö-ovänliga brandskyddsmaterial, finns risk att det istället görs avkall på viktiga skyddsmekanismer. Att sätta krav på att hålla sig under absoluta nivåer driver byggherrar till att tvingas välja alternativ med mindre miljöpåverkan, vilket är bra. Hårt satta gränser skulle däremot kunna leda till att man väljer alternativ med sämre brandskyddsmässig prestanda men lägre klimatpåverkan, eller att ett nödvändigt brandskyddsmaterial helt utesluts för att inte överstiga dem.

När det kommer till solceller och det faktum att antalet solcellsanläggningar varje år ökar i Sverige, blir det viktigt att med ökade risker i åtanke, fundera på vad det kan leda till. Att solcellssystem kan vara uppbyggda med så många olika typer av komponenter, ser olika ut för i princip varje byggnad, samt kan bestå av varierad kvalitet på produkt, installering och skötsel, leder till en oerhörd komplexitet.

I enlighet med att fel vid installation leder till många bränder i samband med solceller och även att de elektriska felen är det som orsakar flest, bör det säkerställas att installation görs av erfarna personer. Det bör säkerställas att ingen ström kan gå ut bakvägen i ett eventuellt strömlöst nät för de system som producerar elektricitet oberoende av det yttre nätet. Då modulerna ska placeras på tak, bör man ha i åtanke att det är lämpligt om taket inte är av ett strömförande material eftersom ett fel annars skulle kunna leda till att hela taket blir elektriskt laddat. Det bör också säkerställas att åtkomst till exempelvis brytare eller andra installationer på tak, finns. Detta kan göras med någon typ av sektionering. En sektionering försvårar även brandspridning hos de brännbara panelerna.

I litteratur om solcellsanläggningar blir det tydligt att exempelvis strömförande likströmskablar i kombination med svårigheter att bryta strömmen från modulerna är ett problem. Då växelriktaren ofta sitter inne i byggnaden och långt från taket, innebär det långa likströmskablar som går genom byggnaden. Kombinationen att det ofta är svårt att stänga av spänningen i dem, att billigare kablage med sämre skyddshölje används och åverkan av verktyg eller vattenstråle, kan bli farlig. Insatsen i byggnaden behöver inte bero på incident eller brand i samband med solcellerna, för att situationen ska uppstå. Även för de system där optimerare och olika typer av brytare finns, har litteraturen gjort det tydligt att de ofta är svåra att lokalisera. Är det svårt att hitta avstängningen kan det leda till onödig försening för insatsen, där varje sekund kan vara viktig.

För en säkrare byggnad är någon typ av brytare naturligtvis viktig att ha men man bör då se till att den kan användas så fort det anses nödvändigt och gärna att den sitter i närheten av modulerna. Säkrast är att bryta strömmen på båda sidor om växelriktaren och genom att ha en insatsplan med ritningar för kablage, brytare och andra delar skulle det underlätta oerhört för insatspersonal. Viktigt är också att det tydligt står vad som händer vid aktivering av en brytare, detta eftersom det för vissa system ibland kan finnas spänning kvar en stund efter avstängning. Solcellsanläggningar ska ses som aktiva även på natten och finns ett batterilager i byggnaden ska det märkas ut, samt noteras av vilken typ det är.

För att göra något konkret som kan minska riskerna för eller vid brand i hållbara byggnader med miljöcertifiering enligt Sweden Green Building Council, skulle vidtagna åtgärder för minskade risker kunna vara ett måste och/eller premieras ytterligare. I samband med att innehållet för vissa indikatorer i *Miljöbyggnad* presenteras, kan det finnas ett stycke som anger att i samband med att åtgärder för att nå ett visst betyg för indikatorn görs, ska det även göras en typ av riskanalys. Att göra riskanalysen skulle leda till en bättre förståelse för eventuella brandrisker för åtgärden. Att göra en enklare typ av riskanalys kan vara aktuellt för indikator 4. *Andel förnybar energi*, där val av ett eventuellt installerat system som nyttjar sol-, vind- eller vattenenergi ska föregås av en riskanalys. I analysen ska faktorer som vikt av produktens ursprung, typ av system, installatör och underhållsarbete vägas in. Syftet med analysen ska vara att ge byggherren kunskap till att göra val som sänker riskerna i samband med brand. Liknande analyser kan vara aktuella för indikator 5. *Ljud*, där typ och placering av ljudabsorberande paneler kan göra stor skillnad för säkerheten. Kunskapen är framförallt viktig att ha i driftskedet av byggnaden, eftersom då berörda personer riskerar att inte känna till regelverk lika väl som de som projekterar. För indikatorer 14. *Utfasning av farliga ämnen* och 16. *Sanering av farliga ämnen*, kan en typ av analys där resultaten ska säkerställa att premiering av låga eller inga halter av farliga ämnen inte leder till att brandskydd tas bort, göras. Säkerhetshöjande åtgärder kan vara premierande för alla indikatorer.

För att främja en hållbar byggnad under hela dess driftskede kan en indikator som syftar till att ha en plan för kontinuerligt brandskyddsarbete läggas till. Indikatorn skulle leda till individuella planer utifrån den aktuella byggnaden och underlaget från SGBC skulle kunna bidra med grundläggande checklistor för olika byggnads- och verksamhetstyper. För en villa med solceller på taket kan det handla om att säkerställa funktion på brandvarnare och eventuella brandredskap, samt att de boende vet var insatsplanen för solcellsanläggning är, i händelse av brand. Lagkrav för SBA ska alltid vara lägsta nivån.

En lösning för att inte riskera att brandskyddet i en byggnad blir sämre till följd av nivåkrav på kemiska ämnen vid miljöcertifiering eller krav på klimatdeklaration, kan vara att undanta brandskyddets påverkan. En avvägning för när det är möjligt hade då behövts, eftersom brandskyddet många gånger är integrerat i andra byggnadselement.

Efter att ha analyserat och diskuterat kring litteratur om hållbara byggnader, certifieringar, gröna lösningar och dess risker i samband med brand, blir det tydligt att åtgärder för att minska risker kan göras. Då en hållbar byggnad ska uppföras kan också tillfället tas i akt till att se över miljöpåverkan från olika brandskyddslösningar.

Om ett hållbart och miljöbeaktande synsätt används från början kan utsläppen reduceras men att addera nödvändiga brandskydd och samtidigt göra den totala miljöpåverkan mindre än utan brandskyddet, tycks svårt. Även om brandskydd och hållbarhet ur ett miljöperspektiv ofta står på vars en sida av skalan, ska det inte behöva bli en fråga om prioritering och om vad som är viktigast. Avvägningar och ett kontinuerligt arbete för att få brandskydd mer hållbart, behöver göras.

Att rapporten är baserad på en litteraturstudie beror på att denna metod var den som bäst bedömdes kunna ge en heltäckande bild över risker för flera olika typer av miljöpremierande byggande. Experiment där brandegenskaper för vissa mer miljövänliga material undersöks, hade kunnat göras men det hade inte gett den heltäckande bild vilken var målet. Det hade varit svårt att utföra experimenten inom ramen för arbetet och även med obegränsade resurser hade man stått inför problem som att material och lösningar bör testas över tid och i den tänkta väggen eller byggnaden etc.

Intervjuer hade kunnat ge ett mervärde kring bränder i hållbara byggnader. Detta i form av erfarenheter från exempelvis räddningstjänster men då det kan vara svårt att uttala sig om enskilda material eller byggnadsdelars inverkan på ett brandförlopp, och även det faktum att det inte hunnit ske så många incidenter med nya hållbara lösningar än, hade intervjuresultaten riskerat att ge en skev bild.

Vad det gäller reliabiliteten i arbetet är grunden till det, det vill säga att det hållbara byggandet kan föra med sig ökade brandrisker, inget nytt utan finns väl dokumenterat i rapporter från bland annat NFPA (National Fire Protection Association) och NASFM (National Association of State Fire Marshals) sedan tidigare. I hur stor utsträckning hänsyn tas till brandsäkerhet beror på vilket fokusområde som används. I denna rapport har detta område varit främst certifieringar som premierar miljövänligt byggande och där finns inga tvivelaktigheter till att ingen eller liten hänsyn tas. Vad följderna av att inte ta hänsyn till brandrisker kan bli, är inte heller något där slutsatsen bedöms bli annorlunda jämfört med att någon annan person genomfört arbetet. Vad det gäller förslag på åtgärder för att det hållbara byggandet inte ska innebära förhöjda risker för och vid brand, kan dessa skilja från vad som föreslås i denna rapport, om det skulle göras av någon annan eftersom det innehåller en högre grad av subjektivitet.

6 Slutsats

I rapporten har litteratur sammanställts och analyserats utifrån risk för att brand ska uppkomma, samt utifrån ökade risker vid brand. Detta för att svara på forskningsfrågan: I hur stor utsträckning tas hänsyn till brandsäkerhet i samband med hållbart byggande, vad kan det få för följder och hur kan det göras bättre?

Det kan konstateras att någon hänsyn till säkerhet i samband med hållbart byggande generellt inte tas. Det kan därför behövas åtgärder och gärna i samband med certifiering, för vissa lösningar. Följderna av att inte ta hänsyn till brandsäkerheten kan bli förhöjda risker för och vid brand. Arbete med att på olika sätt minska klimatpåverkan, kemiska ämnen och förbättra innemiljö bör för att uppnå hållbara byggnader följas upp med att säkerställa att risker i samband med brand inte ökar eller blir onödigt stora. Nedan listas några förslag för hur hänsyn till brandrisk kan tas då man vill bygga mer hållbart genom certifiering, att installera solceller eller andra gröna lösningar.

6.1 Förslag för ökad säkerhet i samband med miljöpremierande lösningar

Generella förslag för SGBC att implementera i certifieringar:

- En enklare riskanalys för utvalda premierande system ska göras
- En enklare analys som säkerställer att inte viktiga skyddsmekanismer tas bort då klimatpremierande lösningar väljs, ska göras
- Premiera säkerhetshöjande åtgärder som inte är krav, exempelvis brandsläckare eller sprinklersystem
- Premiera utökad systematiskt brandskyddsarbete och ge förslag till checklista för det
- Möjliggöra undantag för vissa brandskydd från beräkning av klimatpåverkan, alternativt redovisa dem separat
- Möjliggöra undantag för vissa brandskydd från påverkan med kemiska ämnen, alternativt redovisa dem separat

Förslag vid projektering av solceller:

- Ledande material i närheten av solcellsmoduler ska undvikas
- Åtkomst på tak genom exempelvis sektionering av solcellsmoduler ska säkerställas
- Installation ska ske av behörig person enligt 26 § och 27 § Elsäkerhetslagen (2016:732)
- Se över ursprung på produkter. Kvalitén gör stor skillnad för risker
- Låt installera och märk ut brytare så att det är tydligt för räddningstjänsten
- Låt upprätta insatsplan med ritningar och beskrivning över komponenter och för vad brytaren gör. Även för privatpersoner och småhus
- Se till att det med skyltning är tydligt att solcellsanläggning finns i byggnaden

7 Fortsatta studier

Fortsatt arbete skulle kunna innefatta djupare utredning för att ta fram sätt att implementera resultaten i miljöcertifieringar som till exempel *Miljöbyggnad*. Dessa skulle kunna bestå av att formulera nya indikatorer och detaljerade sätt för att hantera eventuellt ökande risker i samband befintliga indikatorer. Även andra certifieringar kan innefattas för att minska risker.

En intressant aspekt hade också kunnat vara att studera konflikterna mellan hållbarhet och brandskydd mer i detalj. Kanske genom någon slags fallstudie och kvantifiering.

För solcellsanläggningar kan fortsatta studier innebära att ta fram underlag för lagstiftare och branschen i sig. Detta för att göra det lättare för byggherrar, privatpersoner och andra att välja mer säkra och enhetliga system, något som även skulle leda till färre skador och mindre komplicerade insatser för räddningstjänsten.

8 Referenser

Almgren (2020). *Brandrisker för olika typer av brännbara isolermaterial i tak och fasad – långt ifrån svartvitt*. <https://byggteknikforlaget.se/brandrisker-for-olika-typer-av-brannbara-isolermaterial-i-tak-och-fasad-langt-ifran-svartvitt/> (tillgänglig 14/10-20)

AMA (2012). *Möjligheter med högpresterande isolering*. https://static.byggjant.se/amadocs/ama-nytt_2-2012_sid50-53.pdf (tillgänglig 14/10-20)

BBC (2019). *Grenfell Tower: What happened*.

<https://www.bbc.com/news/uk-40301289> (tillgänglig 14/10-20) Boverket (2017).

Termiskt klimat. <https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/regler-om-byggande/boverkets-byggregler/termiskt-klimat/#:~:text=Operativ%20temperatur%20%C3%A4r%20medelv%20%C3%A4r%20a%20v,termiska%20klimatet%20i%20ett%20rum>. (tillgänglig 23/9-20)

Boverket (2018). *Hållbart byggande och förvaltning*. <https://www.boverket.se/sv/byggande/hallbart-byggande-och-forvaltning/> (tillgänglig 16/9-20)

Boverket (2019a). *Brandskyddskrav för taktäckning och gröna tak*. <https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/regler-om-byggande/boverkets-byggregler/brandskydd/taktackning/> (tillgänglig 12/10-20)

Boverket (2019b). *Gröna tak*. <https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/Allmant-om-PBL/teman/ekosystemtjanster/praktiken/grona/grona-tak/> (tillgänglig 12/10-20)

Boverket (2019c). *Intro till livscykelanalys (LCA)*. <https://www.boverket.se/sv/byggande/hallbart-byggande-och-forvaltning/livscykelanalys/introduktion-till-livscykelanalys-lca/> (tillgänglig 2/10-20)

Boverket (2020a). *Frågor och svar om klimatdeklarationer*. <https://www.boverket.se/sv/byggande/uppdrag/klimatdeklaration/om-klimatdeklarationer/> (tillgänglig 16/9-20)

Boverket (2020b). *Utsläpp av växthusgaser från bygg- och fastighetssektorn*. <https://www.boverket.se/sv/byggande/hallbart-byggande-och-forvaltning/miljoindikatorer---aktuell-status/vaxthusgaser/#:~:text=Bygg%2D%20och%20fastighetssektorn%20svarade%202017,Sveriges%20totala%20utsl%C3%A4pp%20av%20v%C3%A4xthusgaser.&text=De%20utsl%C3%A4pp%20i%20C3%A5g%20p%C3%A5%20cirka%205%20miljoner%20ton%20koldioxidekvivalenter> (tillgänglig 4/9-20)

Bårtås (2013). *Tilläggsisolera ytterväggarna*.
<https://www.byggahus.se/renovera/tillaggsisolera-yttervaggarna> (tillgänglig 12/11-20)

Elsäkerhetsverket (2015). *Informationsbehov och elsäkerhetskrav rörande solcellsanläggningar*.
<https://www.elsakerhetsverket.se/globalassets/publikationer/rapporter/elsakerhetsverket-rapport-informationsbehov-och-elsakerhetskrav-rorande-solcellsanlaggningar.pdf>
(tillgänglig 4/11-20)

Elsäkerhetsverket (2019). *Säkerhetsrisker med solcellsanläggningar*.
<https://www.elsakerhetsverket.se/privatpersoner/din-elanlaggning/bygga-och-renovera/installation-av-solceller/vilka-sakerhetsrisker-finns/> (tillgänglig 11/11-20)

Energimyndigheten (2019a). *Drift och underhåll av din solcellsanläggning*.
<http://www.energimyndigheten.se/fornybart/solelportalen/drift-och-underhall-av-din-solcellsanlaggning/> (tillgänglig 5/1-21)

Energimyndigheten (2019b). *Elsäkerhet*.
<http://www.energimyndigheten.se/fornybart/solelportalen/vilka-rattigheter-och-skyldigheter-har-jag-vid-installation/elsakerhet/> (tillgänglig 5/1-21)

Energimyndigheten (2020). *Tabell*
https://pxexternal.energimyndigheten.se/pxweb/sv/N%c3%a4tanslutna%20solcellsanl%c3%a4ggningar/N%c3%a4tanslutna%20solcellsanl%c3%a4ggningar/EN0123_1.px/tableViewLayout2/?loadedQueryId=b932f71f-f45a-4e04-a3ad-7e7bc16f42ee&timeType=from&timeValue=0 (tillgänglig 15/10-20)

Erlandsson et al (2018). *Minskad klimatpåverkan från nybyggda flerbostadshus*. Nummer C 350 i IVL Svenska Miljöinstitutet AB:s rapportserie. Sveriges Byggindustrier.

Europeiska miljöbyrån (2020). *EEA: 25 år av växande kunskap till stöd för den europeiska miljöpolitiken*.
<https://www.eea.europa.eu/sv/articles/eea-25-ar-av-vaxande#:~:text=Redan%20p%C3%A5%201970%20talet%20var,milj%C3%B6politik%20med%20tillh%C3%B6rande%20politiska%20m%C3%A5l.&text=Dessutom%20integrerades%20milj%C3%B6skydd%20formellt%20i,genom%20den%20europeiska%20enhetsakten%201987> (tillgänglig 30/10-20)

Folkhälsomyndigheten (2018). *Sjukdomsinformation om legionellainfektion*.
<https://www.folkhalsomyndigheten.se/smittskydd-beredskap/smittsamma-sjukdomar/legionellainfektion-och-pontiacfeber/> (tillgänglig 24/9-20)

van Hees et al (2020). *A holistic approach for fire safety requirements and design of façade systems – HOLIFAS*. Brandforsk 2020:6. Lund, Lunds Universitet.

HemSol (2020). *Solcellsbidrag 2020*. <https://hemsol.se/vanliga-fragor/solcellsbidrag/> (tillgänglig 15/10-20)

McNamee M. och Meacham B. (2020). *Fire Safety Challenges of “Green” Buildings and Attributes*. (FPRF-2020-13) NFPA

MSB (2014). *Kartläggning risker vid insats i samband med brand i solcellsanläggning*. <https://rib.msb.se/filer/pdf/27458.pdf> (tillgänglig 30/10-20)

MSB (2019). *Operativ metodik vid insatser där det finns solcellsanläggningar*. <https://rib.msb.se/filer/pdf/28805.pdf> (tillgänglig 30/10-20)

MSB (2020). *Vägledning, räddningsinsats där litiumjonbatterier förekommer*. <https://rib.msb.se/filer/pdf/29268.pdf> (tillgänglig 8/11-20)

Murphy J. J och Tidwell J (2010). *Bridging the gap: fire safety and green buildings*. https://sustainable-fire-engineering.sustainable-design.ie/wp-content/uploads/2015/04/NASFM_Fire-Safety-Green-Buildings_2010.pdf (tillgänglig 9/10-20)

Naturskyddsföreningen (u.å.). *6 frågor om Parisavtalet*. <https://www.naturskyddsforeningen.se/faqparisavtalet> (tillgänglig 16/9-20)

Naturvårdsverket (2019a). *Flamskyddsmedel i miljön*. <https://www.naturvardsverket.se/Sa-mar-miljon/Manniska/Miljogifter/Organiska-miljogifter/Flamskyddsmedel/> (tillgänglig 7/10-20)

Naturvårdsverket (2019b). *Nationellt beslutade klimatåtaganden under Parisavtalet*. <https://www.naturvardsverket.se/Miljoarbete-i-samhallet/EU-och-internationellt/Internationellt-miljoarbete/miljokonventioner/Klimatkonventionen/Parisavtalet/Nya-Klimatåtaganden-infor-Parisavtalet/> (tillgänglig 16/9-20)

Naturvårdsverket (2019c). *Sveriges klimatmål och klimatpolitiska ramverk*. <https://www.naturvardsverket.se/Miljoarbete-i-samhallet/Miljoarbete-i-Sverige/Uppdelat-efter-omrade/Klimat/Sveriges-klimatlag-och-klimatpolitiska-ramverk/> (tillgänglig 16/9-20)

Naturvårdsverket (2020). *Parisavtalet*. <https://www.naturvardsverket.se/Miljoarbete-i-samhallet/EU-och-internationellt/Internationellt-miljoarbete/miljokonventioner/Klimatkonventionen/Parisavtalet/> (tillgänglig 16/9-20)

NFPA (2014). *Commercial Roof-Mounted Photovoltaic System Installation Best Practices Review and All Hazard Assessment*. <https://www.nfpa.org/-/media/Files/News-and-Research/Fire-statistics-and-reports/Building-and-life-safety/RFCCommercialRoofMountedPhotovoltaicSystemInstallation.ashx> (tillgänglig 7/11-20)

NFPA (2016). *Development of Fire Mitigation Solutions for Photovoltaic (PV) Systems Installed on Building Roofs – Ph. 1*.

<https://www.nfpa.org/-/media/Files/News-and-Research/Fire-statistics-and-reports/Electrical/RFDevelopmentFireMitigationSolutions.ashx> (tillgänglig 7/11-20)

NJA 2015 s. 110. Högsta domstolen, Domstolsverket

RISE (2019). *Sammanställning av incidenter i svenska soleanläggningar*.
<http://www.energimyndigheten.se/globalassets/tester/incidentrapportering-for-solceller-i-sverige-7-nov-2019-signerad.pdf> (tillgänglig 5/1-21)

Rydberg L. och Sigvardsson M. (2017). *Brandgasventilation i stora lokaler* (Rapport 5535) Lund, Lunds Universitet

Räddningstjänsten Syd (2017). *Förundersökning brand i villa 2017-07-02*.
<https://rib.msb.se/Filer/pdf/28612.pdf> (tillgänglig 11/11-20)

SGBC (2019). *Folder*. <https://www.sgbc.se/app/uploads/2019/07/Om-Sweden-Green-Building-Council-Folder.pdf> (tillgänglig 16/9-20)

SGBC (2020a). *Certifierade byggnader*. <https://www.sgbc.se/statistik/> (tillgänglig 18/9-20)

SGBC (2020b). *Manual 1.0*. <https://www.sgbc.se/app/uploads/2020/11/NollCO2-Nybyggnad-1.0-1.pdf> (tillgänglig 1/10-20)

SGBC (2020c). *Manual befintlig byggnad*.
<https://www.sgbc.se/app/uploads/2020/05/Milj%C3%B6byggnad-3.1-Befintlig-byggnad.pdf> (tillgänglig 23/9-20)

SGBC (2020d). *Manual nybyggnad*.
<https://www.sgbc.se/app/uploads/2020/05/Milj%C3%B6byggnad-3.1-Nybyggnad.pdf> (tillgänglig 23/9-20)

SGBC (2020e). *Om oss*. <https://www.sgbc.se/om-oss/> (tillgänglig 18/9-20)

SGBC (u.å). *Vad är LEED?* <https://www.sgbc.se/certifiering/leed/vad-ar-leed/> (tillgänglig 18/9-20)

Strålsäkerhetsmyndigheten (2017). *Radonkällor i inomhusluften*.
<https://www.stralsakerhetsmyndigheten.se/omraden/radon/vad-ar-radon/radonkallor-i-inomhusluften/> (tillgänglig 22/9-20)

Svensk Byggtjänst (2016). *En introduktion till miljöcertifiering*
<https://byggtjanst.se/acdmy/en-introduktion-till-miljocertifiering/> (tillgänglig 18/9-20)

Sveriges Konsumenter (2018). *Det giftiga kryphålet: Vanliga konsumentprodukter kan innehålla farligt avfall*.
<https://www.sverigeskonsumenter.se/media/1axdjeku/sammanfattning-av-rapport-det-giftiga-krypha-let.pdf> (tillgänglig 17/12-20)

SVK (2019). *Teknik*.

<https://www.svk.se/natutveckling/utbyggnadsprocessen/teknik/#Vaxelstrom3> (tillgänglig 16/11-20)

Sweden Green Building Council (SGBC), 2020. *Statistik*. <https://www.sgbc.se/statistik/> (tillgänglig 21/9-20)

Wills et al (2014). *Commercial Roof-Mounted Photovoltaic System Installation Best Practices Review and All Hazard Assessment*. <https://www.nfpa.org/-/media/Files/News-and-Research/Fire-statistics-and-reports/Building-and-life-safety/RFCCommercialRoofMountedPhotovoltaicSystemInstallation.ashx> (tillgänglig 2/11-20)

Bilaga 1: Lista på databaser i LUBSearch

- Academic Conferences in China (Wanfang Data) (NIAS)
- Academic Search Complete, ASC (EBSCOhost)
- ACES - The Applied Computational Electromagnetics Society
- ACM Digital Library
- ADS - The SAO/NASA Astrophysics Data System
- AfricaBib
- AGRICOLA (NAL Catalog)
- AGU - American Geophysical Union
- Airiti Library (NIAS)
- AIS eLibrary
- Alalettre, le site littéraire
- Alvin
- AM Explorer
- AMED - The Allied and Complementary Medicine Database (EBSCOhost)
- American Chemical Society (ACS)
- American Institute of Physics (AIP)
- American Mathematical Society (AMS)
- American Mineralogist Crystal Structure Database
- American Physical Society (APS)
- American Society of Civil Engineers (ASCE) E-books and Standards
- Annual Reviews
- Anthropological Index Online (AIO)
- AQUIRE (aquatic life)
- Arbetsmiljöverket / Swedish Work Environment Authority
- ARBLINE
- Archive for the History of Economic Thought (ebooks)
- Archäologische Bibliographie (aktualisierte Version des Realkatalogs) 1956-Okt to present/ Archaeological Bibliography (Dyabola)
- ARIBIB - ARI Bibliographical Database for Astronomical References
- Aristoteles Latinus Database, ALD (ebooks)
- Arkitektur.se
- Arkitekturbilder
- Art & Architecture Source (tidigare Art Source) (EBSCOhost)
- Art Song Central
- Artikelsök

- Arts & Humanities Citation Index (AHCI)
- arXiv.org e-Print archive
- Asahi Shinbun Kikuzo II Visual (NIAS)
- Asian Development Bank (ADB) - fulltext documents
- Asian newspapers via AsiaPortal (NIAS)
- AsiaPortal (via NIAS)
- AT-prov, TEUS-prov och TULE-prov (Karolinska Institutet)
- ATLA Religion Database with ATLASerials (EBSCOhost)
- Avery Index to Architectural Periodicals (EBSCOhost)
- BASE - Bielefeld Academic Search Engine of scholarly archives
- BdSL Online - Bibliographie der deutschen Sprach- und
- Literaturwissenschaft (ebooks)
- Beck-online
- Bentham Science (eBooks)
- Berg Fashion Library
- Bibliografi over norsk litteraturforskning
- Bibliography of Asian Studies (BAS)
- Bibliotek.dk
- Bilbao Crystallographic Server
- BioMed Central
- BioOne Complete
- Biophysical Society: Resources in Biophysics
- BioRxiv - The preprint server for biology
- BIOSIS Previews
- Birds of the World
- Birkhäuser Building Types
- Bloomsbury Collections (ebooks)
- Bookshelf - Biomedical books, NCBI (ebooks)
- Bothnica
- Brill (dictionaries)
- BrillOnline Discovery
- Britannica Academic
- Britannica ImageQuest
- British History Online
- Brockhaus Enzyklopädie
- BULB - Barn- och ungdomslitteratur bibliografin
- Business Source Complete, BSC (EBSCOhost)
- CAB eBooks (ebooks)
- CAB ebooks (Reference Works)
- CABI: CAB Abstracts & Global Health

- Cambridge Core - Books & Journals Online
- Carlotta
- Catalysts & Catalysed Reactions Online (discontinued, see Synthetic Reaction Updates)
- CENELEC - The European Committee for Electrotechnical Standardization
- Center for X-Ray Optics (CXRO)
- CEPR Discussion Papers
- ChemFinder
- ChemIDplus - Chemical Information
- CHEMnetBASE - CRC Press (ebooks)
- ChemRefer: Open Access Chemistry
- China Academic Journals (CAJ) & Century Journals Project (CJP) (NIAS)
- China Core Newspaper Full Text Database (CCND) (NIAS)
- China Data Insights (NIAS)
- China Data Online (fka. China Statistical Data)
- China Online Journals (Wanfang) (NIAS)
- Chinalawinfo Database (fka China Law Online (Pkulaw))
- ChinaMaxx (NIAS)
- Chinese Newspapers Collection (NIAS)
- CINAHL Complete (EBSCOhost)
- CiNii - Citation Information by National Institute of Informatics (Nii), Japan. (NIAS)
- CiNii Books (NIAS)
- Cities and Buildings Database
- Civil Engineering Database, CEDB (ASCE)
- Climate Change and Law Collection
- ClinicalKey Student
- Cochrane Clinical Answers
- Cochrane Interactive Learning
- Cochrane Library Online
- Codices Electronici Ecclesiae Coloniensis / Electronical codices of the Church of Cologne (CEEC)
- Cogprints
- Colonial Africa in official statistics, 1821-1953
- Commentary on the Law of the International Criminal Court (CLICC)
- Communication Source (EBSCOhost)
- The Complete Work of Charles Darwin Online
- CORDIS (Community Research & Development)

- Information Service)
- Corpus of Contemporary American English
- Criminal Justice Abstracts with Full Text (EBSCOhost)
- Crystallography Open Database
- Current Protocols (Wiley)
- Czechoslovakia from Liberation to Communist State, 1945-63
- DAAI: Design and Applied Arts Index
- Dacheng Modern China Journal Database (NIAS)
- Darts-ip
- Darwin Digital Library of Evolution
- Database of Latin Dictionaries Online, DLD (ebooks)
- Database of Zeolite Structures
- De Gruyter (ebooks)
- De Gruyter etidskrifter
- DELS - De litterära sällskapens samarbetsnämnd
- The Desire for Freedom (password on info page)
- DETAIL inspiration
- DICE (Ifo's Database for Institutional Comparisons in Europe)
- The Digital Library of Classic Protestant Texts
- Digitala forskarsalen (tidigare SVAR)
- Dissertations of China (Wanfang data) (NIAS)
- DiVA (Digitala Vetenskapliga Arkivet)
- DOAJ - the Directory of Open Access Journals
- Duxiu Academic Search (NIAS)
- Dyabola
- Early English Books Online (EEBO) (ebooks)
- Early European Books (EEB) (ebooks)
- Early Modern Books (EMB) (ebooks)
- East Germany from Stalinization to the New Economic Policy, 1950-1963
- East View
- EBC eBooks (CAB)
- Ebook Central (ebooks)
- eBooks on EBSCOhost (ebooks)
- EBSCOhost (database platform)
- ECLAS: European Commission Library Catalogue
- ECOLEX - the gateway to environmental law
- EconLit (EBSCOhost)

- The Economist Historical Archive
- ECOTOX
- ECRI Statistical Package 2016 on Lending to Households in Europe (Excel file)
- The ECS Digital Library (ESC Plus)
- EDGAR
- Edward Elgar (ebooks)
- EE Times Online / Electronic Engineering Times
- eHRAF Archaeology
- Einstein Online
- El-Croquis
- ELEKTRA - e-ressourcer fra Det Kongelige Bibliotek
- Elenchus Bibliographicus
- Embase (Elsevier)
- EMBL - European Molecular Biology Laboratory
- Emerald (ebooks and journals)
- EMIS - European Mathematical Information Service
- Empire Online
- Encyclopedia of Ancient Greek Language and Linguistics Online
- Encyclopedia of the Bible and its Reception (EBR) Online
- EndNote Basic (free, limited online version)
- Engineering Village (Elsevier)
- English Drama
- English Poetry, 2nd Edition (Online)
- Enhanced Electronic Grammars (EEG)
- Entrez, The Life Sciences Search Engine
- Environment Portal (Australian Government)
- ePIC (electronic Publication Information Center)
- ERIC - Education Resource Information Center (EBSCOhost)
- eScholarship Editions - University of California (ebooks)
- eScholarship Repository - University of California (ebooks)
- Espacenet patent search
- Ethnologue
- EU Law Live
- Euclid Prime
- EUR-Lex (fd CELEX)
- Eurasienbibliographie des Deutschen Archäologischen Instituts (Dyabola)
- EUROPA - EU:s webbportal / Gateway to the European Union
- Europe PubMed Central

- (previously UK PubMed Central)
- European Environment Agency / Europeiska miljöbyrån, EEA
- European Library
- European Pharmacopoeia
- European Research Papers Archive (ERPA)
- European Social Survey, ESS
- European Views of the Americas: 1493 to 1750 (EBSCOhost)
- Eurostat
- Faculty of 1000 (F1000)
- FAOLEX - Food and Agricultural Legislation
- FAR Online
- FASS.se
- FIAF - International Index to Film Periodicals Plus
- Financial Times Historical Archive, 1888-2016
- Findoc: a reference database of literature on human rights
- Flash Animations for Physics
- Fornsök
- Fredsarkivet (tidigare Folke Bernadottesamlingarna (FBS) / The Folke Bernadotte Collections)
- FSTA - Food Science and Technology Abstracts
- Full-Text Image System for Books of Japanese Ruled Period (NIAS)
- Full-Text Image System for Periodicals of Japanese Ruled Period (NIAS)
- Författningshandbok Online
- Gale Virtual Reference Library, GVRL (ebooks)
- Gallica at the Bibliothèque Nationale de France
- GENA
- Genome Project (NCBI)
- Geochemistry of Igneous Rocks
- Geodataportalen
- GeoLex (Lantmäteriet)
- GeoRef (Elsevier)
- GET (Geodata Extraction Tool)
- Global Biodiversity Information Facility (GBIF-Sweden)
- Global Grant
- Global Health (CABI)
- GNOMON Bibliographische Datenbank (GBD)
- Google Scholar
- GPO Access (U.S. Government Printing Office)
- GreenerBuildings.com: The resource center for environmentally responsible building development

- GreenFILE (EBSCOhost)
- H - Invitational Database / H-InvDB
- Handbook of Pragmatics Online
- Handbook of Translation Studies Online
- Handskriftskatalogen
- HeinOnline
- Henry Stewart Talks - Biomedical & Life Sciences Collection
- HEP INSPIRE - High-Energy Physics Literature Database
- Hints on Layout and Style - for writers of dissertations and theses
- Historia.se: Portalen för historisk statistik
- Historical Math Collection (ebooks)
- Historicalstatistics.org
- Historisk bibliografi - Norhist (Norge)
- Historisk statistik.se
- Historiska kartor
- Human Rights Studies Online
- Humanities International Complete, HIC (EBSCOhost)
- Hydrology Web
- IBFD Tax Research Platform
- ICE Virtual Library
- ICIS
- IDEAS
- Idunn.no
- IEEE - The Institute of Electrical and Electronics Engineers
- IEEE / IET Electronic Library (IEL) - IEEE Xplore
- IEL Criminal Law
- IEL Family and Succession Law
- IEL Labour Law
- IEL Private International Law
- IET (Institution of Engineering and Technology)
- IGI Global
- ILO Statistics and Databases
- IMDb - The Internet Movie Database
- Incunabula Short Title Catalogue (ISTC)
- Index Islamicus Online
- Index to Foreign Legal Periodicals (HeinOnline)
- Index translationum
- Indo-European Etymological Dictionaries Online
- InfoTorg Juridik
- Ingenta Connect
- The Inorganic Crystal Structure Database (ICSD)
- Inspec (Elsevier)

- Integrum World Wide
- International Bureau of Education
- International Coalition on Newspapers (ICON)
- International Data Base (IDB)
- International Monetary Fund, IMF eLibrary
- International Music Score Library Project (IMSLP)
- International Nuclear Information System (INIS)
- Investment Arbitration Reporter (IAR)
- IOP ebooks
- IOP journals
- IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change
- ISEAS – Yosuf Ishak Institute (NIAS)
- ISLG-Investor State Lawguide
- IUCN: Global invasive species database
- IUCN: Redlist of threatened species
- JACoW Repository (Joint Accelerator Conferences Website)
- Japan Times Archives
- JapanKnowledge (NIAS)
- Jflix
- John Benjamins e-Platform
- Journal Citation Reports, JCR (on InCites)
- JSTOR
- JUNO
- Juridika Premium
- JURN
- Kanopy
- Karlsruhe Virtual Catalog / Karlsruher Virtueller Katalog KVK
- KARNOV Total (danska)
- Katalog -1957
- Keesing's World News Archive
- Kemikalieinspektionen (KemI)
- Kemiska ämnen / Chemical Substances
- Kluwer Competition Law
- Kluwer Law Online
- KluwerArbitration.com
- Knovel Library (ebooks)
- Kringla
- Kritisches Lexikon zur deutschsprachigen Gegenwartsliteratur (KLG)
- KVINNSAM - kvinno-, mans- och genusforskning (1970-)
- L'Année philologique / The Philological Year
- Lagrummet
- Lantmäteriets WMS-tjänster
- Lecture Notes in Computer

Science (SpringerLink)	Full Text (EBSCOhost)	<ul style="list-style-type: none"> • LUP Student Papers
<ul style="list-style-type: none"> • legislation.gov.uk 	<ul style="list-style-type: none"> • Literary Reference Center, LRC (EBSCOhost) 	<ul style="list-style-type: none"> • Luthers Werke
<ul style="list-style-type: none"> • LexisLibrary Banking Law 	<ul style="list-style-type: none"> • Litteraturbanken - Svensk skönlitteratur och humaniora (ebooks) 	<ul style="list-style-type: none"> • Läkemedelsboken
<ul style="list-style-type: none"> • LGBT Life with Full Text (EBSCOhost) 	<ul style="list-style-type: none"> • Litteratursiden.dk (Danmark) 	<ul style="list-style-type: none"> • Materialguiden (Riksantikvarieämbetet)
<ul style="list-style-type: none"> • Library of Congress Classification Web 	<ul style="list-style-type: none"> • Livsmedelsdatabasen / The Food Database 	<ul style="list-style-type: none"> • MathSciNet
<ul style="list-style-type: none"> • Library of Latin Texts Online, CLCLT (Series A+B) (ebooks) 	<ul style="list-style-type: none"> • Lloyd's Law Reports 	<ul style="list-style-type: none"> • Max Planck encyclopedia of public international law (MPEPIL)
<ul style="list-style-type: none"> • LIBRIS uppsök - examensarbeten och uppsatser i fulltext 	<ul style="list-style-type: none"> • LocatorPlus 	<ul style="list-style-type: none"> • MEDLINE (EBSCOhost)
<ul style="list-style-type: none"> • LIBRIS webbsök 	<ul style="list-style-type: none"> • LOEB Classical Library 	<ul style="list-style-type: none"> • Medscape
<ul style="list-style-type: none"> • LibriVox: free audiobooks (ebooks) 	<ul style="list-style-type: none"> • Lovdata 	<ul style="list-style-type: none"> • MeSH - Medical Subject Headings (NLM)
<ul style="list-style-type: none"> • Lifos - Migrationsverkets rätts- och landinformationssystem 	<ul style="list-style-type: none"> • LUBcat - Lunds universitets gemensamma bibliotekskatalog 	<ul style="list-style-type: none"> • MeSH - Medical Subject Headings (Swedish-English)
<ul style="list-style-type: none"> • Linguistics & Language Behavior Abstracts, LLBA 	<ul style="list-style-type: none"> • LUBsearch 	<ul style="list-style-type: none"> • Methods in Organic Synthesis Online (MOS) (discontinued, see Synthetic Reaction Updates)
<ul style="list-style-type: none"> • LISTA: Library, Information Science & Technology Abstracts with 	<ul style="list-style-type: none"> • Lund Universitets Publikationer (LUP) 	<ul style="list-style-type: none"> • Miljödataportalen
	<ul style="list-style-type: none"> • Lund University Macroeconomic and Demographic Database 	<ul style="list-style-type: none"> • Minorities at Risk (MAR)

- MLA Directory of Periodicals (EBSCOhost)
- MLA International Bibliography (EBSCOhost)
- Modular Finance: Holdings
- Monographien de Bibliographie zur Vor- und Frugeschichte Europas (RGK), 1992-2006 (Dyabola)
- Monthly Bulletin of Statistics (MBS) Online
- Monumenta Germaniae Historica Online, MGH (ebooks)
- Multimap.com - Online Maps to Everywhere
- Myndigheten för Tillgängliga Medier / The Swedish Library of Talking Books and Braille, MTM
- NASA Astrophysics Data System
- NASA Tech Briefs Online
- NASA Technical Report Server (NTRS)
- NASA's Imagine the Universe Dictionary
- National Bureau of Economic Research Working Papers NBER W.P
- National Library of Medicine (NLM), U.S.
- National Palace Museum Open Data (NIAS)
- National Population Census of China (CNKI) (NIAS)
- Nationalencyklopedin (NE.se)
- Nationell arkivdatabas (NAD)
- Natural Product Updates (NPU)
- Naturvårdsverket (Swedish EPA)
- Naver News Library (NIAS)
- Naxos Music Library
- Naxos Video Library
- NCBI - National Center for Biotechnology Information
- NCOM - Nordic Mass Communication Literature / Nordiske medieforskningspublikationer
- New Palgrave Dictionary of Economics Online, 2nd edition
- New Testament Abstracts Online
- Nexis Uni (LexisNexis Academic)
- NFPA Codes and standards (free version)
- Nikkei Telecom21 (NIAS)
- Nobelprize.org
- Norart
- Nordic Archaeological Abstracts (NAA Online)
- Nordic Base of Early Childhood Education and Care (ECEC-NB)

- Nordisk kvinnolitteraturhistoria
- ODLIS: Online Dictionary for Library and Information Science
- OECD iLibrary (Organisation for Economic Co-operation and Development)
- Official Document System of the United Nations (ODS)
- Old Testament Abstracts Online
- Open Suny Textbooks
- Orbis
- Ordbogen.com
- Ordböcker från Nationalencyklopedin (NE.se)
- OSIRIS - Molecular Properties Estimation
- Osmosis
- OTseeker - Occupational Therapy Systematic Evaluation of Evidence
- OvidSP platform
- Oxford Art Online (fd Grove Art Online)
- Oxford Bibliographies Online
- Oxford Clinical Psychology
- Oxford Competition Law (OCL)
- Oxford English Dictionary, OED (ebooks)
- Oxford Handbooks Online (ebooks)
- Oxford International Commercial Law
- Oxford journals
- Oxford Music Online (fd Grove Music Online)
- Oxford Reference Online (ebooks)
- Oxford Reports on International Law (ORIL)
- Oxford Research Encyclopedias (ORE)
- Oxford Scholarly Authorities on International Law (OSAIL)
- Oxford Scholarship Online (ebooks)
- The Paleontology Portal
- Palgrave Connect (ebooks) (nu på SpringerLink)
- Papyrussamlingen
- Passport (Euromonitor)
- Past Masters
- PEDro: the Physiotherapy Evidence Database
- Percussion Orchestrations
- Performing Arts Encyclopedia
- Persée - portail de revues scientifiques en sciences humaines et sociales
- Philosopher's Index (EBSCOhost)
- PhilPapers

- Physical Reference Data (from NIST)
- Physical Review Focus
- PhysicsWeb (IoP)
- Pidgeon Digital
- PLANTS Database
- Policies and Laws of China (Wanfang data) (NIAS)
- Political Science Complete, PSC (EBSCOhost)
- Pollution Prevention Resource Exchange (P2Rx)
- POPLINE (POPulation information onLINE)
- Project Gutenberg eBook library (ebooks)
- Project MUSE (ebooks)
- Project MUSE (journals)
- Project Runeberg eBook library (ebooks)
- ProQuest Dissertations & Theses (PQDT)
- Protocol Online
- PsycARTICLES (EBSCOhost)
- PsycBOOKS (EBSCOhost) (ebooks)
- PsycCRITIQUES - archived database
- Psychotherapy.net
- PsycINFO (EBSCOhost)
- PsycTests (EBSCOhost)
- PsycTherapy (APA)
- PubMed
- RARA: Umeå universitetsbibliotek digitaliserade äldre samlingar (ebooks)
- RDA Toolkit
- Reaxys
- Recensionssök 1920 - 1966
- RefWorks
- Refworld
- Regional Business News (EBSCOhost)
- Renmin ribao (People's Daily) (NIAS)
- Research Professional
- Responsa Project Database
- Retriever Business
- Retriever Research (Mediearkivet)
- Retsinformation.dk
- RIBA architecture.com
- Riksdagen - Dokument & Lagar
- Rikstermbanken
- RILM Abstracts of Music Literature (EBSCOhost)
- RISM Repertoire International des Sources Musicales
- Rock's Backpages
- Routledge Handbooks Online

- Royal Society of Chemistry (databases)
- Royal Society of Chemistry (ebooks)
- Rättsfall.se
- Röster från Ravensbrück
- S-WoBA - Scandinavian Working Papers in Business Administration
- S-WoPEc - Scandinavian Working Papers in Economics
- Sachkatalog der Römisch-Germanischen Kommission Frankfurt 1992-April 2009 (Dyabola)
- SAE International Technical Papers (SAE MOBILUS platform)
- Sage Knowledge (ebooks)
- Sage Research Methods (SRM)
- SBU - Statens beredning för medicinsk utvärdering
- SCB Statistikdatabasen
- Science Citation Index Expanded (SCIE)
- Science Online
- Science.gov
- ScienceDirect (ebooks)
- ScienceDirect Freedom Collection
- ScienceWorld - Eric Weisstein's World of Science
- SciFinder-N (for registered users)
- SciFinder, Web version (for registered users)
- SCImago Journal & Country Rank
- SciVal
- Scopus
- SelectedWorks@LundUniversityFacultyOfLaw
- SGI-Line - geoteknisk & miljögeoteknisk databas
- SHERPA - Securing a Hybrid Environment for Research, Preservation and Access
- SIAM e-books
- SIMBAD Astronomical Database
- Sinica Sinoweb (NIAS)
- SIS.se (standarder) (tidigare E-Nav)
- Skattestatistisk årsbok / Tax Statistical Yearbook of Sweden
- Slavery, Abolition and Social Justice
- Social Sciences Citation Index (SSCI)
- Social Theory
- SocINDEX with Full Text (EBSCOhost)
- SOL - the State and University Library (Denmark)
- South China Morning Post: 1903-1998 (NIAS)
- speechBITE (Speech

- Pathology Database for Best Interventions and Treatment Efficacy
- SpellRight
- SPIE - The International Society for Optical Engineering
- SPIE (ebooks)
- SPIE Digital Library
- Springer eBook Collections (ebooks)
- Springer Nature Experiments
- SpringerLink, e-tidskrifter
- SpringerMaterials - The Landolt-Börnstein Database
- Språkbanken
- Språkrådet / the Language Council of Sweden
- SSRN Social Science Research Network
- Stanford Encyclopedia of Philosophy
- Statens Arkiv: Riksarkivet och Landsarkiven / The National Archives and regional state archives of Sweden
- Statista
- StavaRex
- Structurae - International Database and Gallery of Structures
- SundaHus Miljödata
- SveMed+
- Svensk Byggtjänst
- Svensk Filmdatabas
- Svensk historisk bibliografi (1771-2010)
- Svensk konstvetenskaplig bibliografi
- Svenska Akademiens klassikerserie (ebooks)
- Svenska Akademiens Ordlista (SAOL)
- Svenska dagstidningar
- Svenska datatermgruppen (KTH)
- Svenska Filminstitutet
- Svenska Matematikersamfundet
- Svenska WebDewey
- Svenskt Biografiskt Lexikon (SBL)
- Svenskt kvinnobiografiskt lexikon
- Sveriges befolkning/Folkräkningar 1860 - 1910, 1930 (Riksarkivet)
- Sveriges Psykologförbund
- Sveriges Sociologförbund / The Swedish Sociological Association
- Swedish American Newspapers
- Swedish House of Finance National Research Data Center
- SwePub

- Synthetic Reaction Updates
- TAIR database
- Taiwan Electronic Periodical Services (TEPS) (NIAS)
- Talmud Text Online Databank
- Taylor & Francis e-tidskrifter
- Taylor & Francis eBooks (new platform)
- Teacher Reference Center, TRC (EBSCOhost)
- Testaments to the Holocaust
- Thesaurus Linguae Graecae (TLG Online)
- Thesaurus Linguae Latinae (TLL Online)
- Thieme E-Book Library (ebooks)
- Tidsskrift.dk - vetenskapliga tidskrifter
- Times of India: 1838-2008 (NIAS)
- TorTalk
- UfR (Ugeskrift for Retsvaesen) och Danmarks Love
- ULLMANN'S Encyclopedia of Industrial Chemistry
- ULRICHSWEB Global Serials Directory
- UN Comtrade
- UNdata
- Understanding Shakespeare
- UNEP United Nations Environmental Programme
- Uniform Requirements for Manuscripts Submitted to Biomedical Journals: Writing and Editing for Biomedical Publication
- United Nations Atlas of the Oceans
- United Nations Digital Library
- United Nations Statistical Yearbook
- United Nations Treaty Collection (UNTC)
- United States Environmental Protection Agency US - EPA
- Universal Human Rights Index of United Nations Documents
- Universitas 21 - A Network for International Higher Education
- Uppsala Conflict Data Program (UCDP)
- UR Access: TV- och radioprogram från Utbildningsradion
- Urban Studies Abstracts (EBSCOhost)
- Very Short Introductions (Arts and Humanities)
- Vetenskapsrådet - The Swedish Research Council
- The Victorian Web - literature, history, and culture in the age of Victoria
- Vietnam Laws Online (endast

- tillgänglig på Juridiska fakulteten + lösenordsskyddad)
- Visible Body - Anatomy & Physiology
 - Visible Body - Human Anatomy Atlas
 - VITALIS - Vitterhetsakademins biblioteks huvudkatalog
 - ViVa - Women's History Homepage
 - Vogue Archive
 - VTI Statens väg- och transportforskningsinstitut / Bibliotek och informationscenter (BIC)
 - Web of Science
- Web of Science Core Collection
 - WebCSD - Cambridge Structural Database
 - WebDewey
 - Westlaw
 - Westlaw UK
 - Wharton Research Data Services (WRDS)
 - WHO - World Health Organization
 - WHOLIS - the WHO library database
 - Wiley Online Library / Wiley-Blackwell OnlineBooks
 - Wiley-Blackwell e-tidskrifter
- WIPO Lex
 - World Bank Open Data
 - World Bank: Documents & Reports
 - World Christian Database
 - World Development Indicators
 - World Press Trends Database
 - World Scientific Publishing (ebooks)
 - WorldWideScience.org - the Global Science Gateway
 - Yearbook of the United Nations

