



# Takguide

## för infästning av solceller - Sol i Väst

Version 1, utförd oktober 2014 av:

**PARADISENERGI** 

# Introduktion till Sol i Väst

Sol i Väst syftar till att produktionen av solel och solenergianvändningen i Västra Götaland ska öka och samtidigt stärka intern kompetens om investering i solcellsanläggningar. Målet är att inom överenskommelsen installera 4 000 kvadratmeter solceller hos deltagarna. Idag medverkar 24 organisationer i överenskommelsen. Den första solcellsanläggningen inom projektet är redan på plats.

Solenergi är ett förnybart energislag som kan integreras på intressanta sätt i befintlig infrastruktur. Ett partnerskap bestående av Västra Götalandsregionen, Länsstyrelsen i Västra Götalands Län, Hållbar utveckling Väst, Chalmers, SP och Svensk Solenergiförening startade initiativet att öka produktionen av solel i Västra Götaland. Projektet ger stöd till deltagande organisationer genom hela processen från förstudie till besiktning och uppföljning. Med kommunikation och dokumentation hoppas projektet inspirera deltagande och fler organisationer att ta steget att investera i solel.



Sol i Västs första solcellsanläggning sitter nu på VänerEnergi AB:s tak i Mariestad. Det är ett system som använder ballast och vindskivor, vilket gör att ingen håltagning krävs i taket. Foto: Erik Gustafsson.

Finansiärer för överenskommelsen är:

# Innehåll

Takguiden är till för att informera och ge exempel på hur solceller kan och har monterats på tak i Sverige. Det är tänkt att man kan slå upp det tak man är intresserad av och få all information om just den taktypen. Eftersom vissa infästningstekniker är desamma för platta och lutande tak upprepar sig guiden i dessa fall.

<b>Allmänt om infästningar</b>	<b>4</b>
<b>Lutande tak</b>	<b>5</b>
Tegel & eternittak	5
Papptak & membrantak	7
Falsat plåttak	9
Trapetstak	11
Latniner	13
<b>Platta tak</b>	<b>14</b>
Papptak & membrantak (utan takinfästning)	14
Papptak & membrantak (med takinfästning)	19
Falsat plåttak	23
Gröna tak	25
Kreativa lösningar	26

# Allmänt om infästningar

Ett monteringsystem för solceller skall vara certifierat för solcellsanläggningar. På detta sätt försäkras man sig om att det finns tydliga instruktioner för hur installationen skall ske och att dimensionering och hållbarhet är anpassat för rådande vindlaster och klimat. Vid upphandling skall krav på certifiering framgå tydligt i upphandlingsunderlaget. I Sverige är det viktigt att tänka på att montagesystemet skall vara anpassat till de snölaster som kan förväntas, ett system på tegeltak i norra Sverige kan exempelvis behöva kraftigare takkrokar än ett system i södra Sverige. På lutande tak är det viktigt att inte snörasskydd är placerade för nära solcellsanläggningens nedre del, då detta kan leda till snö- och isansamlingar på de nedersta panelerna, vilket i sin tur kan leda till överbelastning och skador på dessa paneler.



Installation med dubbla lager av skenor för bättre ventilation, hållfasthet och jämnare viktfordelning. Bildkälla: [www.renusol.com](http://www.renusol.com)

En installation på skenor görs med fördel genom att använda dubbla lager (se bilder). De bildar då ett rutnät och anläggningen får en större luftspalt undertill. Detta är bra för att avleda värme vilket gör att systemet producerar mer energi. Andra fördelar är att det ger en bättre hållfasthet och att belastningen på taket blir jämnare.



Installation med dubbla lager av skenor för bättre ventilation, hållfasthet och jämnare viktfordelning. Bildkälla: [www.schletter.de](http://www.schletter.de)



# Lutande tak

För tak som lutar mer än 5–10 grader är det takets lutning som är bäst att använda för solcellspanelerna. Detta beror på att det ger mindre vindfång och därmed lägst slitage och belastning på taket. Installationen kräver mindre material, vilket minskar kostnaden för installationen. Med en installation som följer taklutningen behöver heller ingen hänsyn tas till intern skuggning och hela takytan kan därmed utnyttjas för solelproduktion.

## Tegel & eternittak

För tegeltak och eternittak används vanligen olika typer av takkrokar för att fästa in panelerna. Takkrokarna skruvas fast i takläkten, alltså i de träribbor som sitter vågrätt längst med taket under tegel eller eternitplattorna. Takkrokarna har en vinkel (eller krokform) som gör att takmaterialet kan läggas tillbaka när krokarna har skruvats fast. Det som sedan syns är bara en metallbit som sticker upp mellan takplattorna där metallskenor, och i sin tur solcellspaneler, kan fästas.



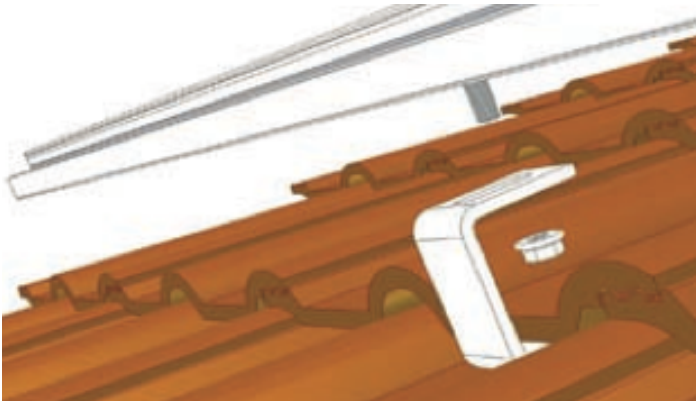
Solceller infästa med takkrok.



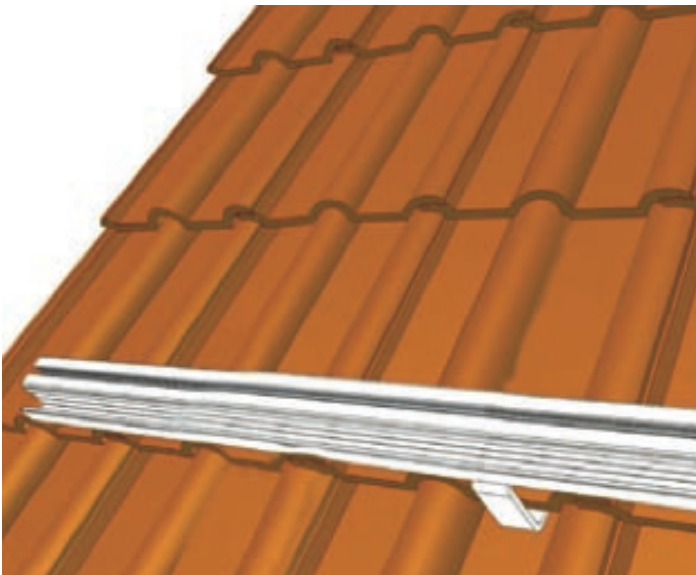
Takkrokarna "böjer sig" runt takplattorna. En färdig installation ses på bilden ovan till höger. Bildkälla bilderna: <http://www.ibc-solar.de>.

Viktigt vid val av takkrok är att ta hänsyn till förväntad snölast. De säljs därför med olika mått och dimensioner. Utöver dimensionering för laster skall anpassning även göras till bredden på takläkten och takpannornas form.

Det finns flera typer av takkrokar. På bilderna visas hur installation görs med en vanligt förekommande takkrok på marknaden.



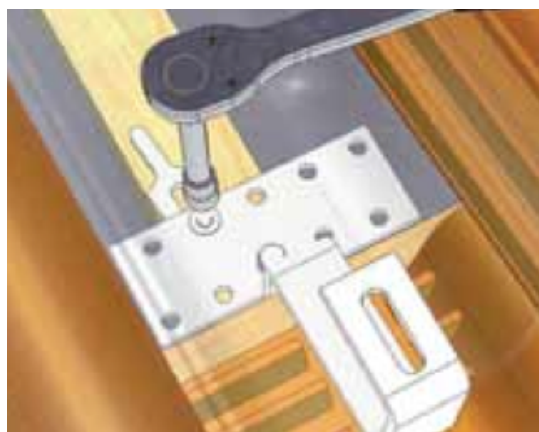
Här illustreras hur en metallskena skall fästas i takkroken.



Metallskena fäst i en takkrok. På skenan kan solcellspaneler i sin tur installeras.  
Bildkälla bilder: [www.schletter.de](http://www.schletter.de)

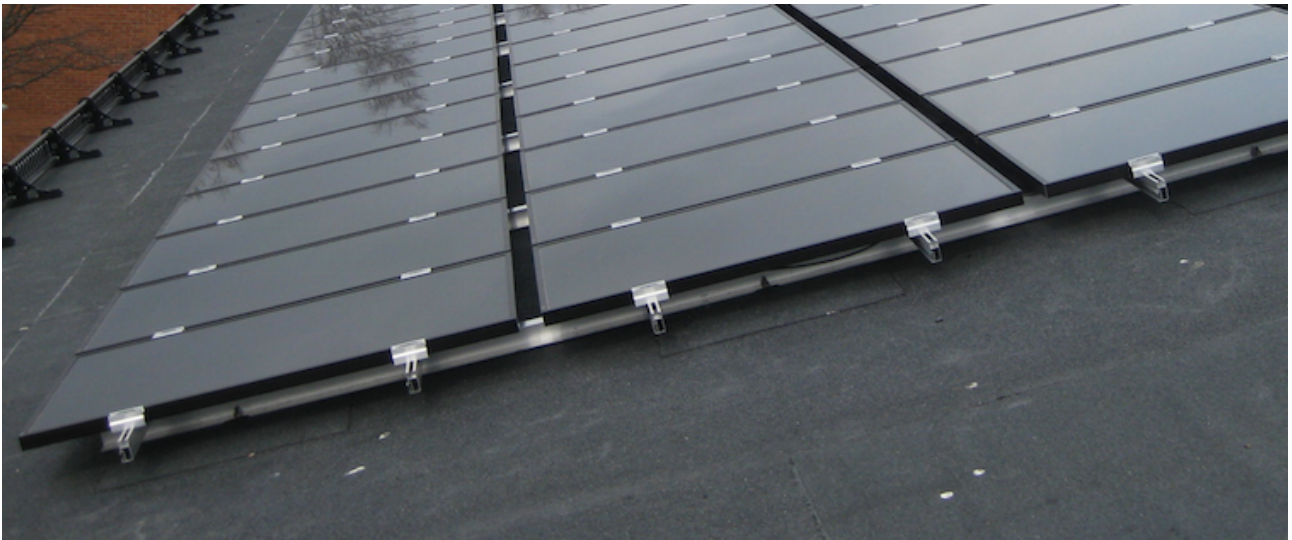


Takkrok som skruvas fast i taklänken.



Infästning av takkrok som skruvas fast i taklänken.

## Papptak & membrantak

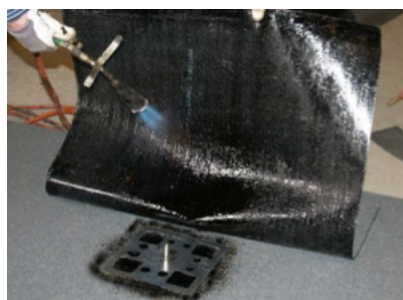


Solcellspaneler fästa på skenor, vilka i sin tur är fästa i CW Lundberg plattor. Denna infästningsteknik är också vanlig för snörasskydd på tak med papp- och membrantak.

En vanlig infästningsteknik för papptak och membrantak är att använda CW Lundberg plattor. Denna lösning innebär att en metallbricka bränns eller skruvas fast i det befintliga takmaterialet, därefter bränns en tätskiktsmatta fast som täcker metallbrickan. Genom att skruva fast en bult i metallplattan och låta bulten penetrera tätskiktsmattan skapas en hållfast fästpunkt. I fästbulten kan sedan metallskenor fästas, på vilka solcellspaneler kan monteras. CW Lundberg plattor är även vanligt vid infästning av snörasskydd och andra materiel på papp- och membrantak.



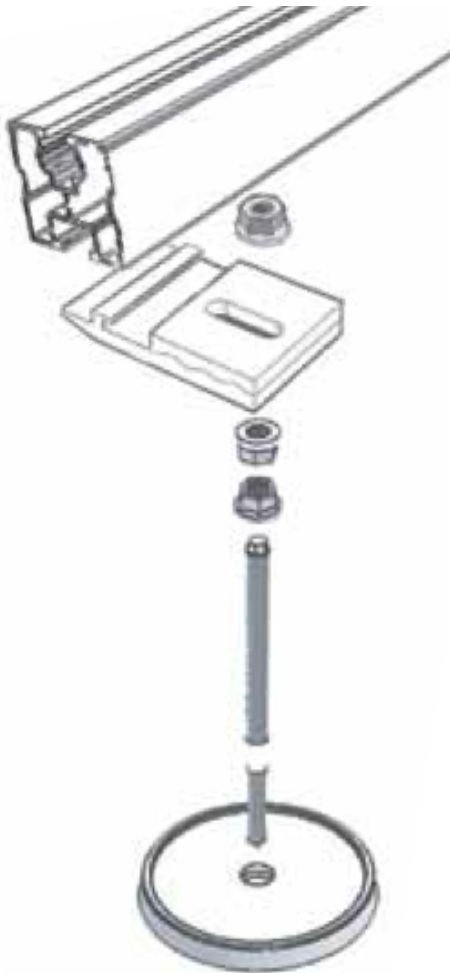
Metallbrickor utplacerade på ett papptak. Detta är ett första steg i infästningen av CW Lundberg plattor.



Takmaterial smälts först för att fästa in en metallbricka. En tätskiktsmatta smälts sedan för att fästas över metallbrickan. Tätskiktsmattan fästs sedan över metallbrickan och en bult, fäst i metallplattan, sticker upp. Bildkälla: [www.cwlundberg.se](http://www.cwlundberg.se).



En annan infästningsteknik är när en skruvbult används för att skapa ett fäste i papp- och membrantak. På den övre delen av skruvbulten fästs en metallbricka i vilken metallskenor sedan kan fästas. På skenorna kan i sin tur solcellspaneler monteras. För att sluta tätt mot taket används en gummiskiva som skruvas fast mot takmaterialet med en mutter. Hur djupt skruvbulten behöver skruvas avgörs dels av materialet under pappen eller membranet samt av hur hög bulten skall vara ovan tak.



En skruvbult som används för att fästa en metallskena.  
Bildkälla bilder: [www.schletter.de](http://www.schletter.de).



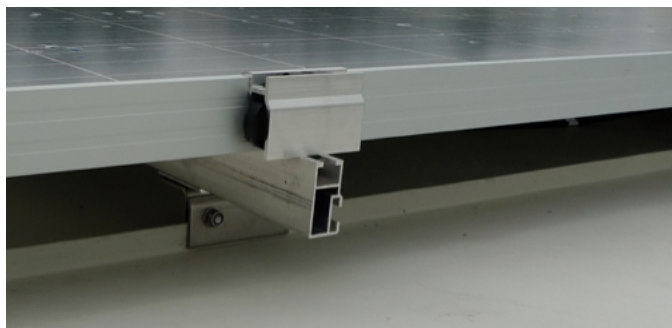
Två skruvbultar med olika långa gängor. Längre gängor gör att den kan skrivas djupare ner i taket, vilket skapar en stabilare infästningspunkt och bulten kan därför vara högre ovan tak.

## Falsat plåttak

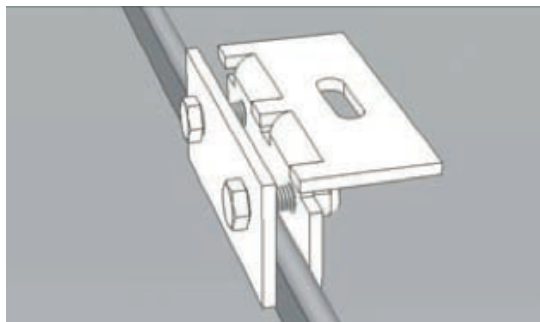


Solcellspaneler på ett falsat plåttak.

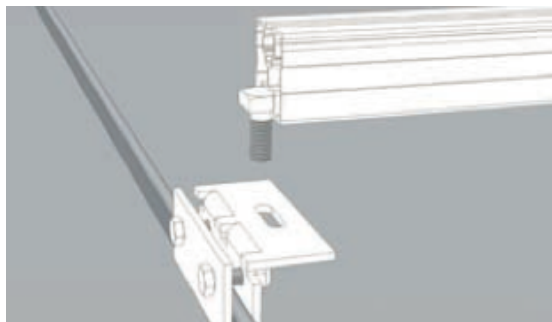
För att fästa solceller på ett falsat plåttak utnyttjas falsarna. Genom att använda klämmor som skruvas åt och fäster i falsen skapas ett stabilt fäste för vidare installation. Genom att skruva fast metallskenor i klämmorna kan solceller i sin tur monteras. Det finns olika typer av klämmor, anpassade till exempelvis olika falsstorlekar, men grundprincipen för att fästa dem är densamma för samtliga klämmor.



Solcellspanel fäst på en skena, vilken i sin tur är fäst i en klämma som klämts fast kring falsen på ett falsat plåttak.

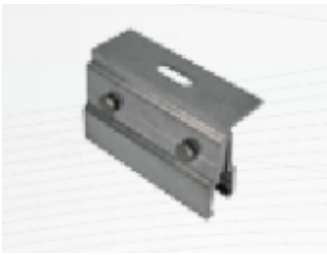


1. Klämma fäst i falsen på plåttaket.



2. Metallskenan fäst sedan i klämman.





Tre olika typer av klämmor som används för att skapa fästpunkter på falsat plåttak.

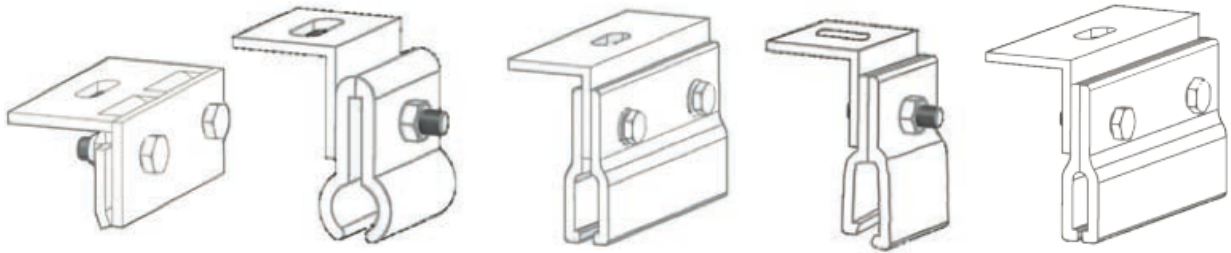


Illustration av olika klämmor som används för att skapa fästpunkter på falsat plåttak.



Solcellspaneler på Naturvårdsverkets falsade plåttak.



Solcellspaneler på falsat plåttak i Sundsvall.

## Trapetstak

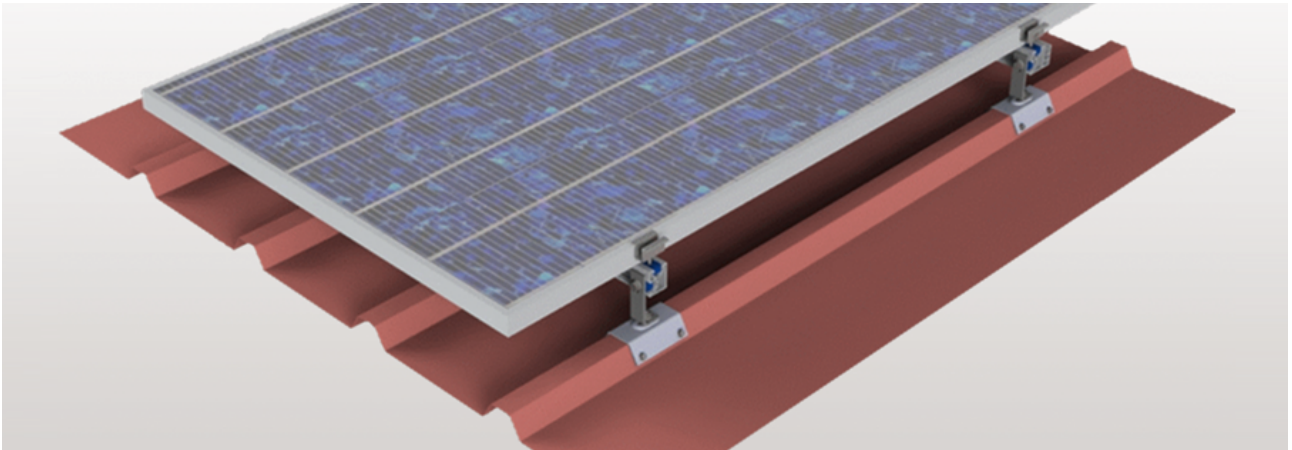
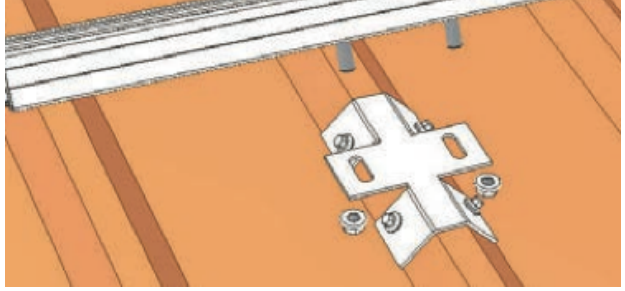
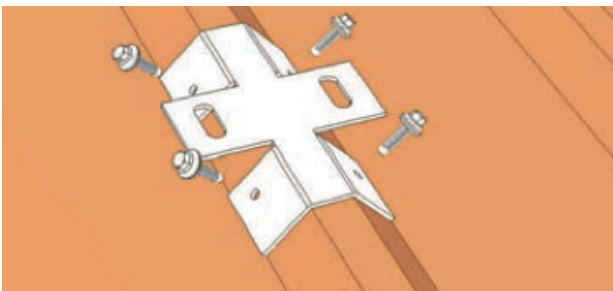
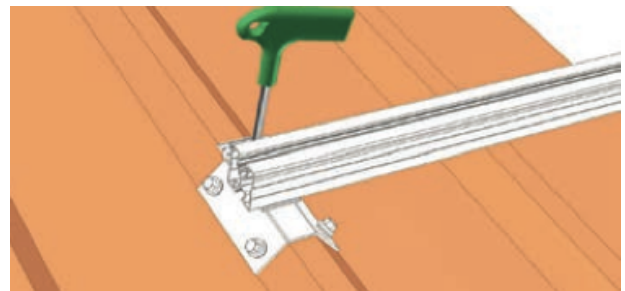
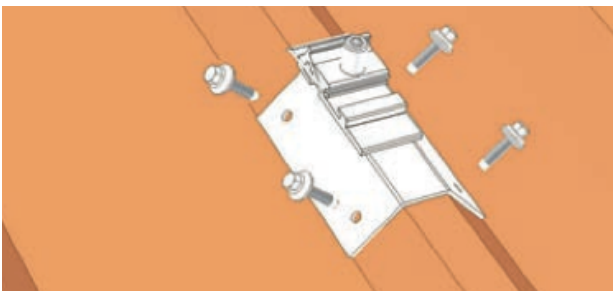


Illustration av solcellspanel fäst med trapetsformade metallfästen på ett trapetstak. Bildkälla: <http://www.varista.de>.

För att skapa fästpunkter på ett trapetstak kan trapetsformade metallfästen användas, i vilka metallskenor i sin tur kan fästas. Metallfästet skruvas fast i plåten och för att sluta tätt används en liten gummiring runt skruven vilken kläms fast och tätar skruvhålet vid åtskruvning. Nedan visas två typer av takinfästningar.



Olika format av metallfäste för trapetstak med olika lösningar för hur skenans fästs in.

Det finns även andra typer av infästningar för trapetstak. På bilderna intill illustreras hur metallfästen som inte har trapetsform kan användas. Dessa skruvas fast i materialet som finns under trapetsen och placeras tvärs emot trapetsriktningen. Skruvhålen tätas med en gummiring runt skruven vilken kläms fast och tätar skruvhålet vid åtskruvning. Denna infästningsteknik kräver vetskap om hur taket ser ut under trapetsen, metallfästena skiljer sig exempelvis lite åt beroende på om de skall skruvas fast i metall eller trä.

Vidare finns också fästen som monteras i trapetsriktningen (se bild nedan). Denna lösning passar bäst om takläkten följer trapetsriktningen.

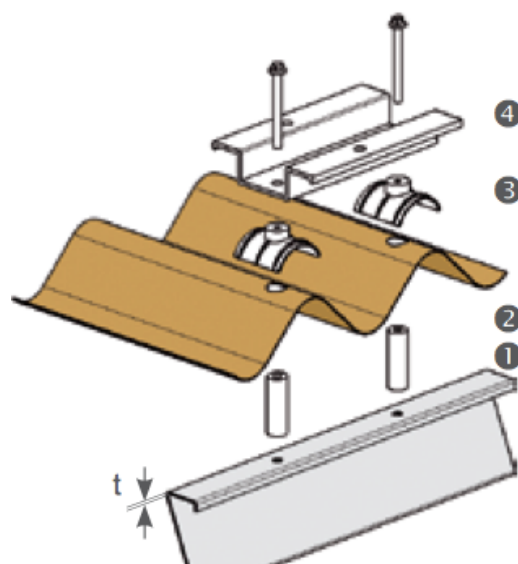
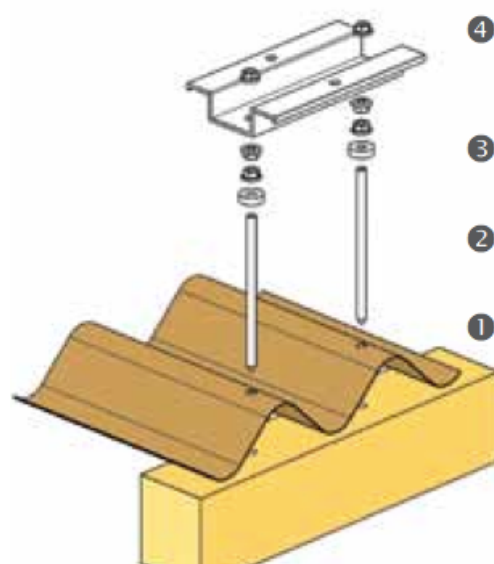
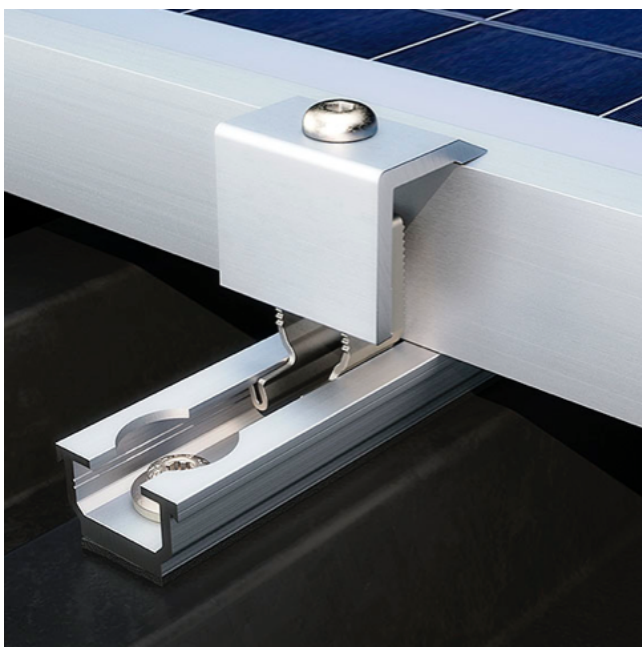


Illustration av hur ett metallfäste skall fästas genom trapetsen ner i en takläkt med respektive metallskena.



Solcellspanel fäst i metallfäste som går längs med trapetsen.



## Laterniner

Laterniner (ljusinsläpp) ger ofta en takyta med bra lutning och riktning för solcellsinstallation. Det lutade taket brukar vara riktat åt söder, medan fönstret är ljusinsläpp mot norr. På bilderna intill visas exempel på installationer som gjorts på laterniner. Infästningstekniker för taktypen kan variera, men gemensamt för dessa exempel är att membran- och papptaket har förberetts med infästningspunkter i samband med byggnation/renovering.



Installation på laterniner med membrantak. Lutningen är relativt hög, vilket ger en jämn produktion över året.



Installation på laterniner med papptak.



Installation på laterniner med falsat plåttak.



Installation på laterniner med papptak. Bilden visar ett exempel på förberedd infästningspunkt.

# Platta tak

Med platta tak menas i denna takguide att lutningen inte överstiger 7–10 grader. För platta tak finns huvudsakligen två sätt att installera solceller. Antingen görs infästning i taket eller så används system som endast kräver ballast utan infästning i taket. Det senare är oftast att rekommendera så länge taket klarar den extra last som systemet och ballasten ger upphov till, fördelen blir att installationen är förhållandevis enkel och att tätskiktet ej penetreras. Ett system som fästs in i taket har mindre vikt men kräver mer arbete under installationen och kan ge upphov till läckage när taket åldras.

## Papptak & membrantak (utan takinfästning)


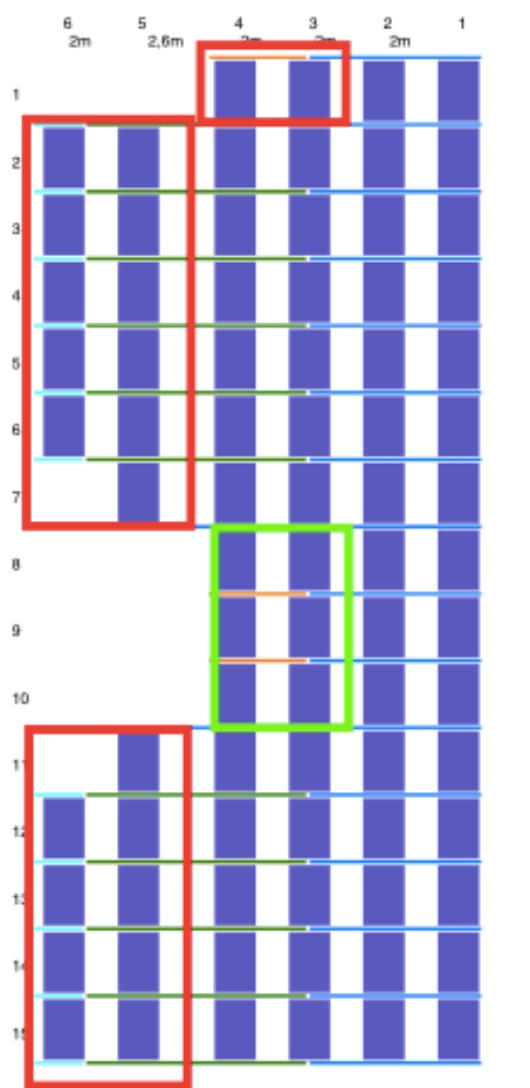


Det finns flera solcellssystem som kan installeras utan att infästning behöver ske i taket. Detta är en fördel då tätskiktet förblir obrutet. På vindutsatta ytor kring kanter används ballast för att stabilisera systemen ytterligare. I Sverige finns installationer bland annat i Göteborg, Örebro, Stockholm, Malmö och Mariestad, den sistnämnda blev första installerade system inom överenskommelsen Sol i Väst. Systemet har lågt vindfång och endast ballast vid anläggningens kanter då det är designat för att tryckas ned mot taket av vinden. Det är även sammanlänkat i båda riktningarna för att få en så hög egenvikt som möjligt. För att installera systemet krävs att taklutningen ej överstiger fem – sju grader. Nackdelen är att det finns risk för ökat snöfång och att taket kan blir svårskottat.



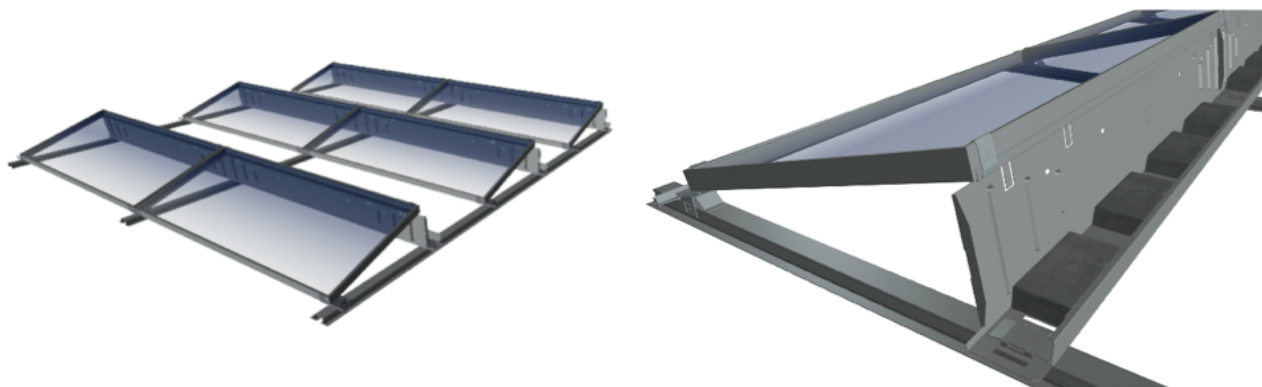
Installation där vindskiva, ballast samt metallskenor tillsammans skapar ett robust solcellssystem utan håltagning i taket. Bildkälla: [www.knubix.com](http://www.knubix.com)



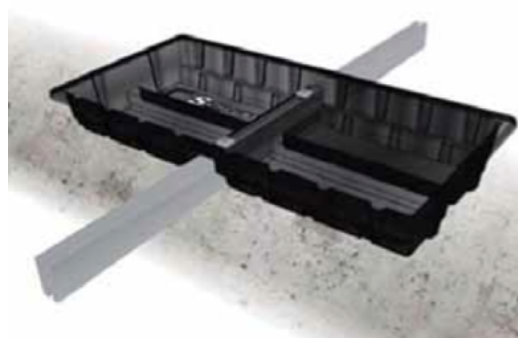
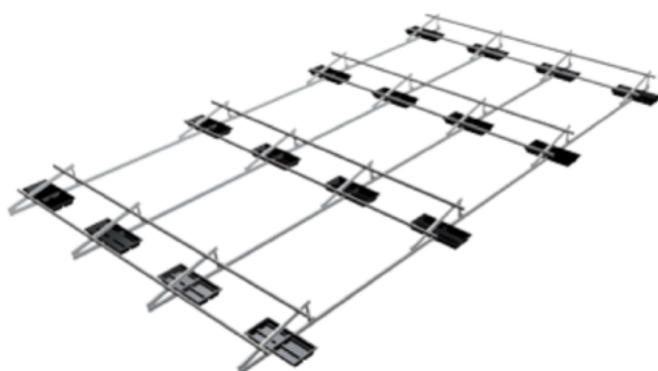


15

Det finns flera typer av system som använder ballast istället för håltagning i taket. På bilderna här nedan ses några av dessa systemlösningar.

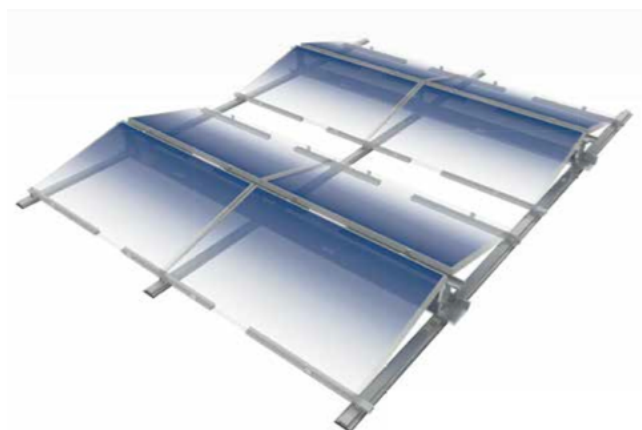


Montagesystem för installation utan takinfästning. Till vänster illustreras hur systemet ser ut i sin helhet, den högra bilden illustrerar hur en del av systemet ser ut och var ballasten placeras. Systemet har vindprofiler på långsidan, dock ej på kortsidan. Bildkälla: [www.schletter.de](http://www.schletter.de).



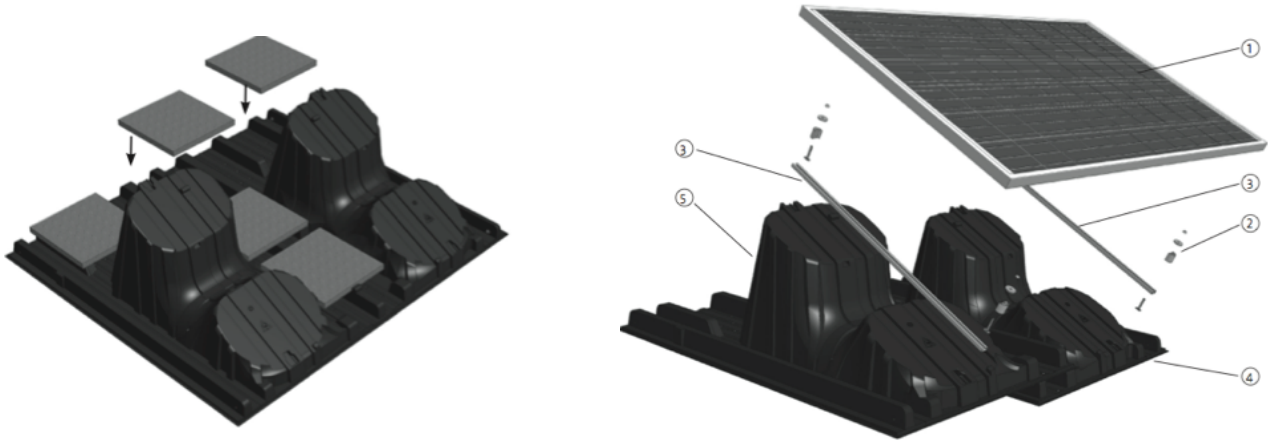
Solcellssystem för installation utan takinfästning. Till vänster illustreras hur systemet ser ut i sin helhet, den högra bilden illustrerar hur ballasten placeras. Bildkälla: [www.schletter.de](http://www.schletter.de).

Det finns också system som har öst-västlig riktning. Dessa har ett lågt vindfång och kan också installeras utan infästning i taket, men med viss ballast. Fördelarna med detta system är att det i princip täcker hela takytan samt ger en jämnare produktion över dagen jämfört med ett system vänt åt söder. Elproduktionen per installerad kilowatt blir dock lägre än för ett södervänt system.



Solcellssystem med öst-västlig riktning utan infästning i taket, men med ballast.

Ett annat ballastbaserat system är Suntubs system, där infästning sker i plastprofiler. Att använda plast som monteringsmateriel gör att det är enklare att hantera och transportera materialet. För att systemet skall hållas på plats används ballast som placeras på monteringsanordningen. Plasten har även en profil som är anpassad för att hantera vindlaster.



Ett ballastbaserat system i plast. Bilden till vänster illustrerar hur ballast placeras på monteringsmaterielet. Till höger illustreras hur en solcellspanel fästs. Bildkälla: [www.solarworld.de](http://www.solarworld.de).



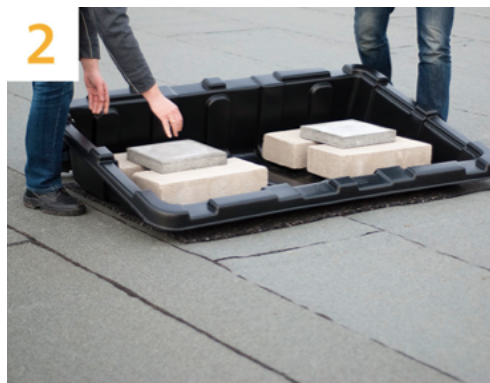
Samma ballastbaserade system som på bilderna ovan, färdigmonterat.



En installation med Suntubs på Sundbybergs kommunhus.



Ytterligare ett system som använder ballast visas på bilderna här nedan. Systemet utgår ifrån plasttråg vari ballast placeras. Systemet har även en form som gör att vindfånget blir mycket lågt.



Bilderna ovan visar monteringssystemet Console, ett ballastbaserat system med vindprofil som ger lågt vindfång. De fyra bilderna illustrerar hur ballasten placeras i systemet och hur en färdig modulmontering ser ut. Bildkälla: [www.console.de](http://www.console.de).



På KSS i Skövde monteras 1000 tråg av typen Console under september 2014.

## Papptak & membrantak (med takinfästning)



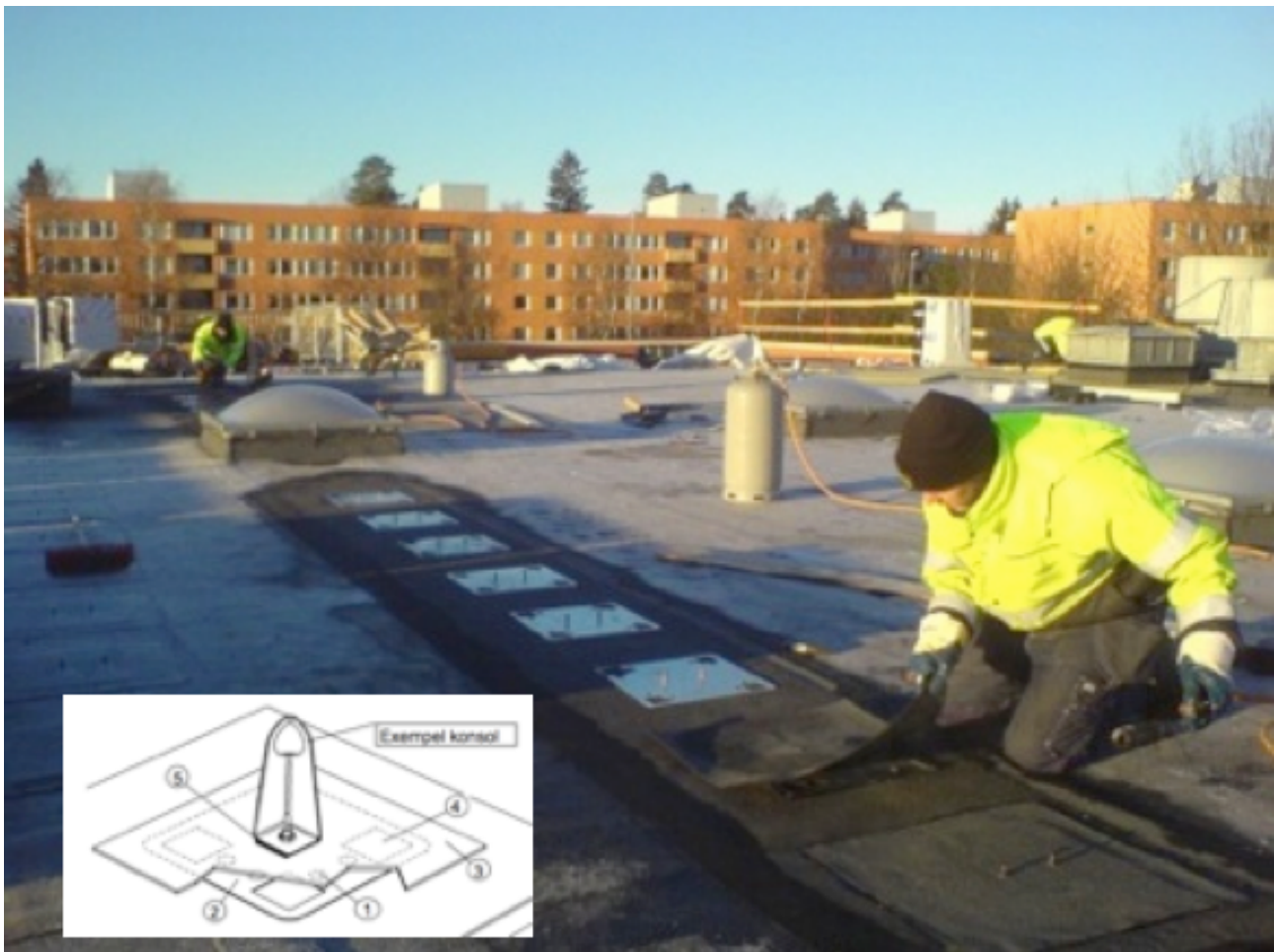
Solcellspaneler fästa på skenor, vilka i sin tur är fästa i CW Lundberg plattor. Denna infästningsteknik är också vanlig för snörasskydd på tak med papp- och membrantak.

En vanlig infästningsteknik för papptak och membrantak är att använda en så kallad CW Lundberg platta. Denna lösning innebär att en metallbricka bränns eller skruvas fast i det befintliga takmaterialet, därefter bränns en tätskiktsmatta fast som täcker metallbrickan. Genom att skruva fast en bult i metallplattan och låta bulten penetrera tätskiktsmattan skapas en hållfast fästpunkt. I fästbulten kan sedan metallskenor fästas, på vilka solcellspaneler kan monteras. CW Lundberg platta är även vanligt vid infästning av snörasskydd och andra materiel på papp- och membrantak.

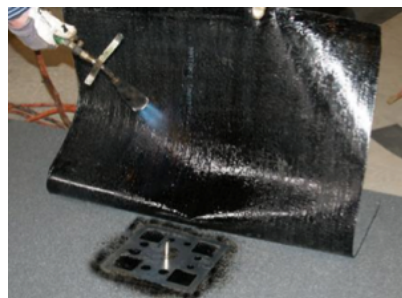


Metallbrickor utplacerade på ett papptak. Detta är ett första steg i infästningen av CW Lundberg plattor.





CW Lundberg platta kan även användas för att skapa infästningspunkter för upplutade paneler. Genom att fästa in L-formade aluminiumprofiler, så kallade L-profiler, i skruvbulten på CW-Lundberg plattan kan panelerna lutas upp. Upplutade paneler innebär jämnare produktion över året. Produktionen per installerad kW når dock ett maximum vid 30 graders lutning på modulerna på grund av intern skuggning. Lutningen på modulerna och avståndet mellan raderna avgör skuggningsvinkeln och för att förlusterna inte ska bli för höga kan man använda tumregeln på 2–2,5 moduls radavstånd. Det motsvarar en taktäckning av 40–50 procent. Med en ökad lutning fås ett ökat vindfång och därmed ökat slitage på infästningspunkterna. Det ger även en större arkitektoniskt förändring av byggnaden.



Takmaterial smälts först för att fästa in en metallbricka. En tätskiktsmatta smälts sedan för att fästas över metallbrickan. Tätskiktsmattan fästs sedan över metallbrickan och en bult, fäst i metallplattan, sticker upp. Bildkälla: [www.cwlundberg.se](http://www.cwlundberg.se).



Upplutade solcellspaneler i Växjö. Takinfästning med CW Lundberg plattor.

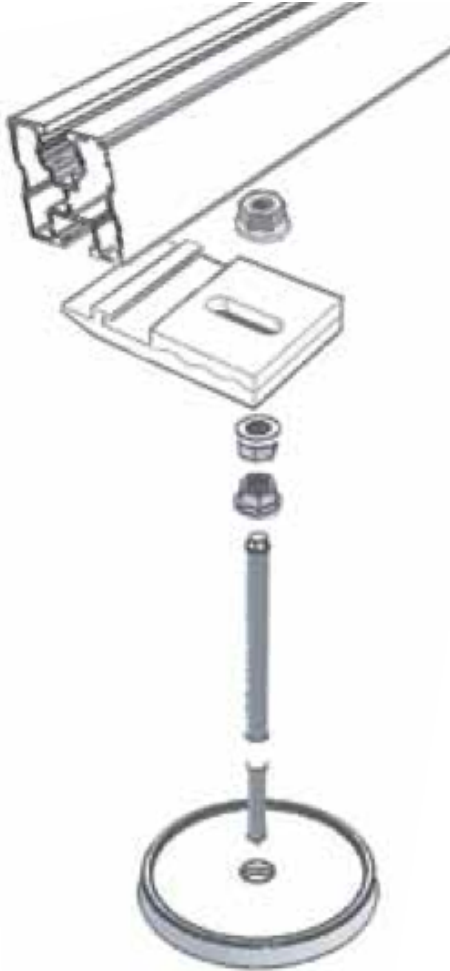


Samma installation som på bilden ovan. Här syns kopplingsboxarna och kabeldragning.



Närbild på infästning i CW Lundberg platta för samma system som på bilden ovan.

En annan infästningsteknik där en skruvbult används för att skapa ett fäste i papp –och membrantak. På den övre delen av skruvbulten fästs en metallbricka i vilken metallskenor sedan kan fästas. På skenorna kan i sin tur solcellspaneler monteras. För att sluta tätt mot taket används en gummiskiva som skruvas fast mot takmaterialet med en mutter. Hur djupt skruvbulten behöver skruvas avgörs dels av materialet under pappen eller membranet samt av hur hög bulten skall vara ovan tak.



Skruvbult med metallskena.



Två skruvbultar med olika långa gängor. Längre gängor gör att den kan skrivas djupare ner i taket, vilket skapar en stabilare infästningspunkt och bulten kan därför vara högre ovan tak.



## Falsat plåttak

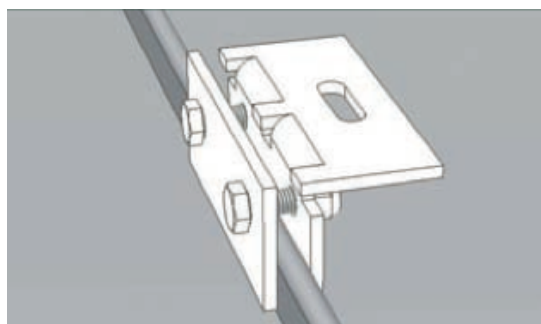


Solceller installerade i takets lutning på falsat plåttak i stadsbebyggelse.

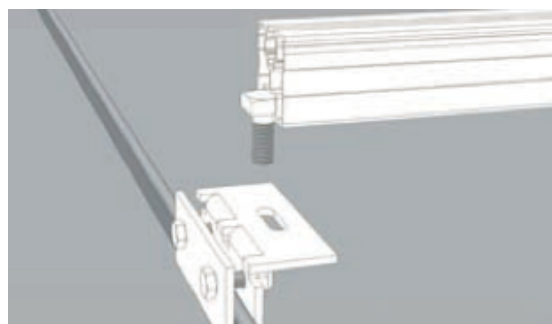
För att fästa solceller på ett falsat plåttak utnyttjas falsarna som infästningspunkter. Genom att använda klämmor som skruvas åt och fäster i falsen skapas ett stabilt fäste för vidare installation. Genom att skruva fast metallskenor i klämmorna kan solceller i sin tur monteras. Det finns olika typer av klämmor, anpassade till exempelvis olika falsstorlekar, men grundprincipen för att fästa dem är densamma för samtliga klämmor. Falsade plåttak är bland annat vanligt bland äldre bostadsbestånd i städer. Här är det ofta viktigt att inte förändra byggnadens arkitektur, därför är installation i takets lutning snarare än upplutade paneler ofta en bra lösning på dessa tak.



Solcellspanel fäst på en skena, vilken i sin tur är fäst i en klämma som klämts fast kring falsen på ett plåttak.



1. Klämma fäst i falsen på plåttaket.



2. Metallskenan fäst sedan i klämman.



Tre olika typer av klämmor som används för att skapa fästpunkter på falsat plåttak.

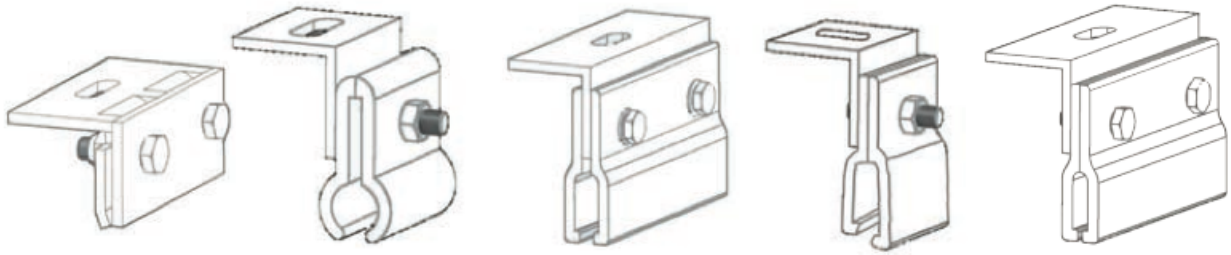


Illustration av olika klämmor som används för att skapa fästpunkter på falsat plåttak.



## Gröna tak

Solcellsanläggningar kan byggas på gröna tak. Beroende på om vegetationen är högvuxen eller ej kan systemet behöva höjas upp mer än vid andra installationer på platta tak. På bilderna här intill visas ett antal system som är placerad på gröna tak. En viktig funktion för ett grönt tak är att isolera byggnaden och lagra vatten (för att avlasta regnvattensystem). Dessa funktioner bibehålls med en solcellsanläggning installerad ovanpå det gröna taket, dock bör visst utrymme lämnas mellan panelraderna för att ge växterna ljus.



Solcellsanläggningar på gröna tak. Anläggningen har höjts upp något för att växtligheten ej skall riskera att skugga panelerna. Bildkälla: [www.knubix.com](http://www.knubix.com).



Solcellsanläggning i Linköping på grönt tak.

## Kreativa lösningar

Det finns kreativa lösningar att inspireras av – och lära av. Viktigt att tänka på är att en bra solcellsinstallation skall hålla i 30 till 50 år eller mer. Här nedan finns bilder på en kreativ lösning som inte använder standardlösningar vid montering.



Speciallösning där takets tidigare installationer utnyttjas för att fästa solcellspaneler på Örebro arena.



Samma installation som till vänster. Här syns de aluminiumskenor och infästningsringar som använts för infästning.