

BENDERS ÖVRIGT

# MONTERINGSANVISNING

SUNWAVE SOLCELLSPANEL OCH PALEMA BETONGTAKPANNA

*Läs hela monteringsanvisningen före arbetet påbörjas!*



midsummer 

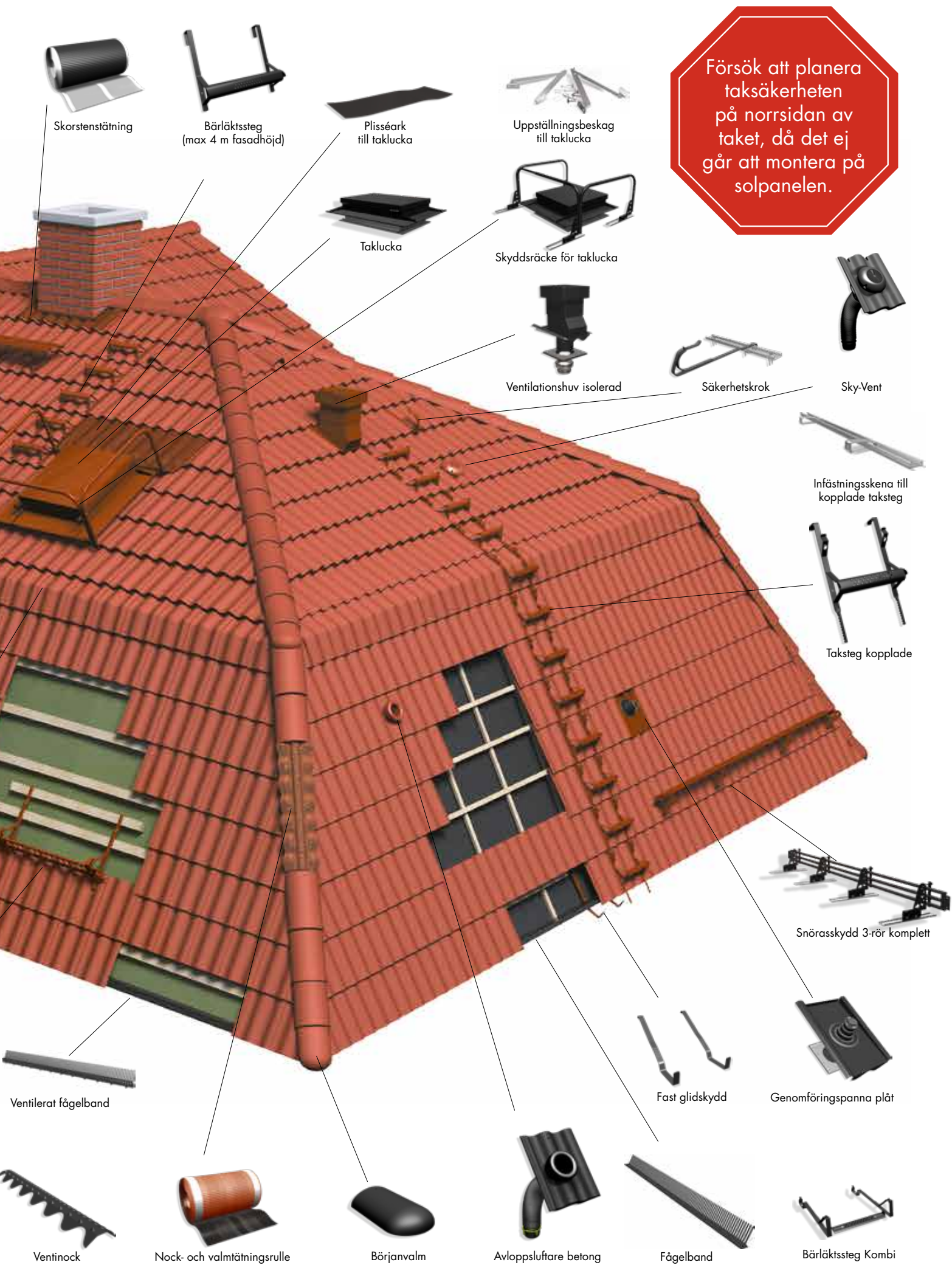


*Anvisningar för dig som skall lägga SunWave*

Mer om Benders  
[www.benders.se](http://www.benders.se)

# TILLBEHÖR OCH TAKSÄKERHET





Försök att planera taksäkerheten på norrsidan av taket, då det ej går att montera på solpanelen.

Denna monteringsanvisning är till för att vägleda och ge tips avseende utförande av Palema takpanna och SunWave solpanel.

De regler som finns kring takläggning och montering av solpaneler framgår av BBR (Boverkets Bygg Regler) och Elsäkerhetsverkets föreskrifter. Flera lösningar finns avseende takläggning och montering av solpaneler, några rekommenderade visas här. Omläggning av tak kan ofta leda till att man får använda andra lösningar på befintlig konstruktion. Så länge dessa följer BBR och Elsäkerhetsverkets föreskrifter påverkas inte våra garantier av detta.

Benders förbehåller sig rätten till omedelbara uppdateringar och senaste versionen av monteringsanvisningar finns alltid på [www.benders.se](http://www.benders.se)

### Lutar det åt SunWave solpanel?

Benders takpanna Palema får användas på lutningar ner till 14° och solpanel SunWave rekommenderas att läggas på taklutningar mellan 18–60°. Gör så här för att få fram takets lutning i grader: Mät ut en 100 cm vågrät sträcka på husets gavel. Mät sedan det vinkelräta avståndet i cm från sträckans ändpunkter upp till taket. Minska det största talet med det minsta; t ex 157 - 112 = 45 cm, vilket anger hur mycket taket höjer sig per meter. **Se tabell 1** för att få fram gradtalet: 45 cm = 24° taklutning.

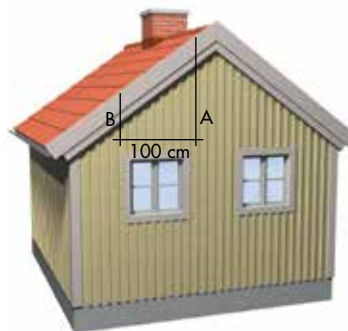
### Säkerhet

Tänk på att takarbete medför olycksrisker. Var noga med att din och dina medarbetares säkerhet. Följ gällande arbetsmiljöregler och arbeta alltid med ställning och skyddsräcken. Benders rekommenderar att man ej går på panelerna, då de lätt blir väldigt hala.

### Förarbete

Vi förutsätter att vissa förberedelser är gjorda innan arbetet enligt läggingsanvisningen påbörjas:

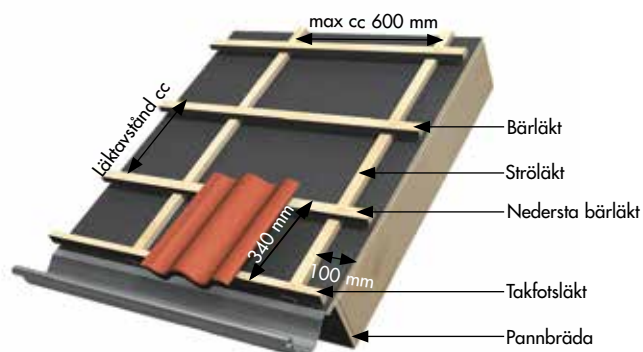
- Innan du lägger nya takpannor på ett gammalt hus, bör du först noggrant kontrollera taket. Besiktiga taket både invändigt och utvändigt. Läckage, fukt och mögel kan ställa till stora problem och måste åtgärdas. Titta särskilt upp vid nocken samt vid genomföringar i taket. Undertak och läkt bör bytas.
- Vid nybyggnation ska undertaket vara helt färdigt.
- Ev fotplåtar, rännkrokar och dyligt ska vara monterat.
- Papp av godkänd kvalitet ex Benders BTS eller likvärdig krävs alltid. Vid taklutningar under 22° skall underlagspapp vara skarvklistrad.
- Om möjligt flytta genomföringar såsom avloppsluftning och ventilationshuv till taksidan utan solpaneler.
- Föranmälan till nätägaren måste vara godkänd innan arbetet med solpaneler påbörjas.



**Bild 1.** Mått A minus mått B ger husets taklutning. Se Tabell 1.

**Tabell 1.** Taklutning

Höjning i cm	Taklutning (°)	Höjning i cm	Taklutning (°)
25	14	75	37
30	17	78	38
36	20	84	40
40	22	90	42
45	24	100	45
49	26	104	46
53	28	111	48
58	30	119	50
62	32	133	53
67	34	143	55
73	36	173	60



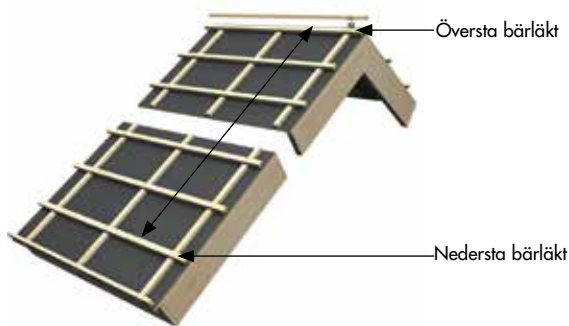
**Bild 2.** Läktavstånd mäts från ovkant till ovkant. Observera att mättet från takfotsläktens nederkant till den nedersta bärläktens överkant inte bör överskrida 340 mm. Tänk också på att takfotsläkten skall vara 20 mm högre än övrig bärläkt eftersom nedre pannraden inte vilar på takpannor (gäller ej vid ventilerat fågelband).



**Bild 3.** Avståndet från nockspetsen till övre bärläkten skall vara ca 30 mm, se bild 5. Prova att nockpannan täcker översta pannradens spikhål.

**Tabell 2.** Höjd nockbräda i mm (räknat från undertakets spets)

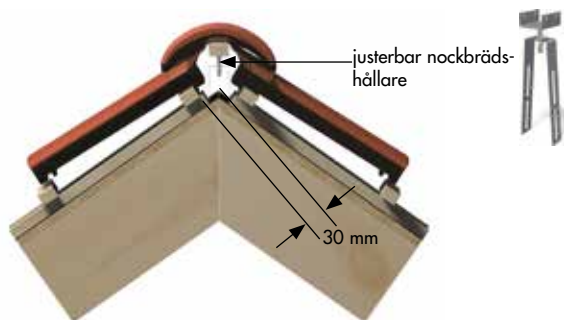
Taklutning (°)	Nock rak 2-kup	Nock med fals 300 mm 2-kup
14	125	145
18	110	140
22	105	130
27	100	125
35	85	95
45	80	75



**Bild 4.** Avståndet mellan övre och nedre bärläkten används vid uträkning av läktavstånd.

**Tabell 3.**

Taklutning (°)	Läktavstånd (mm) 2-kup	Antal pannor (m <sup>2</sup> ) 2-kup
22 –	375	8,9
	370	9,0
	365	9,2
	360	9,3
	355	9,4
	350	9,6
18 – 21	345	9,7
	340	9,8
	335	10,0



**Bild 5.** Ströläkten utelämnas helt om du använder takboard. Bärläktens format ökas till 45 x 70 mm.

## Börja med ströläkt

Ströläkten läggs längs takfallet från takfot till nock, rekommenderad dimension 25 x 38 mm (± 2 mm). Max avstånd mellan ströläkt är 600 mm cc (centrum till centrum), **se bild 2**. Fäst enbart ändarna på läkten först. Resten spikar du tillsammans med bärläkten, **se bild 2**. Yttersta ströläkten spikas ca 100 mm från vindskivans inre kant, **se bild 2**.

## Fortsätt med bärläkt

De horisontella läkt som takpannorna vilar på kallas för bärläkt. Minsta läktavstånd för Benders betongtakpannor är 310 mm, max 375 mm. För Benders solpanel SunWave är minsta läktavstånd 335 mm, max 375 mm. Vid lägre taklutning än 22° skall tätare läktavstånd användas, **se tabell 3**. Tätare läktavstånd rekommenderas också vid väderutsatta lägen. Bärläkten skall ha dimension 25x38 mm (± 2 mm). Vid lätta undertak, läs under kapitel "Lätt undertak", används 45x70 mm (± 2 mm) som bärläkt vid 1200 c/c mellan takstolarna.

## Takfotsläkt

Allra först fäster du takfotsläkten vid takfoten, **se bild 2**. Den skall vara ca 20 mm högre än övrig bärläkt så att lutningen blir densamma på nedersta takpanneraden som på övriga rader (nedersta raden vilar inte på andra pannor). Läg sedan på en takpanna och prova in nästa läkts läge. Läktavståndet kan variera något beroende på hänggrännans montering och takets lutning. Om man ej har tillgång till någon panna så lägg ett läktavstånd på 340 mm, mätt mellan underkant takfotsläkt till överkant första bärläkt, **se bild 2**. Detta är ett bra universellt mått som passar de flesta tak. Mät och spika fast den nedersta bärläkten.

## Översta bärläkten

Fortsätt sedan upptill och fäst översta bärläkten 30 mm från takspets, **se bild 4 och 5**. Prova med en takpanna, se till att pannans klackar får plats mellan översta bärläkten och nockbrädan. Använder man Benders justerbara nockhållare behöver man ej vara orolig att klacken skall ta i nockbrädan, **se bild 5**. Testa sedan med en nockpanna så att den överlappar takpannornas spikhål på båda sidorna om nocken. Om du läktar innan du fått din leverans, fäst enbart upp övre bärläkt så att möjlighet till justering finns vid läggningen av taket.

## Indelning läktavstånd

Nu när nedersta och översta bärläkten är på plats mäter du avståndet där emellan, ovkant till ovkant, **se bild 4**. Dela sträckan med det maximala läktavståndet för respektive taklutning så får du fram antalet pannrader. Exempel: Avståndet mellan övre och nedre bärläkt = 4700 mm och taklutningen är 18°. Vid 18° är läktavståndet maximerat till 340 mm, **se tabell 3**.  $4700 / 340 \text{ mm} = 13,8$  vilket man avrundar uppåt till 14 pannrader =  $4700 / 14 = 335 \text{ mm}$  i läktavstånd. Nu kan du lägga ut bärläktorna och spika fast på alla ställen där bärläkt och ströläkt korsar varandra. Det är viktigt att läktavståndet aldrig understiger 335 mm, då vilar pannorna på själva solcellerna i panelen och viss effekt försvinner.

## Nockprovet

För att få rätt höjd på nockbrädan, som bör vara ca 34 mm bred, lägger du ut ett par takpannor på var sida om nocken och provar sedan med en nockpanna, **se tabell 2 och bild 3**. Det optimala är att nockpannan vilar både på nockbrädan och på takpannorna. Det är bättre att nockpannan ligger på takpannorna vid nocken, än att den vickar på nockbrädan. Fäst inte några nockpannor ännu, utan ta bort de pannor du lagt ut på prov. Har du ej pannor och nock hemma för att prova, se mått i **tabell 2**. På detta sätt undviker man att nocken blir för hög och slipper därmed ev. skrädning eller hyvling av nockbrädan på taket.

Använd Benders justerbara nockbrädeshållare så blir nockbrädan alltid rak och rätt i höjd. Med vår justerbara nockhållare används 45x45 mm eller 25 mm bärläkt även som nockbräda.

## Lätt undertak

Takboard, eller annat s.k. lätt undertak, är ett alternativ till råspont och papp. Bärläkten monteras fortlöpande med underlagstäckningen. Man får stadigt fotfäste genom att gå på bärläkten. Lätt undertak kan utföras på olika sätt. Takboard eller duk kan monteras med nedhäng mellan takstolarna och bärläkten spikas direkt mot takstolen. Duk eller film kan sträckas över takstolarna och då fästs ströläkt 25 x 38 mm ( $\pm 2$  mm) på takstolarna, mellan duken och bärläkten. Följ noga respektive tillverkarens anvisningar! Vid tak-stolsavstånd 800–1200 mm skall bärläkten vara 45 x 70 mm ( $\pm 2$  mm) dimensionshyvlat. Bärläkten skall vara kontinuerlig över minst 3 takstolar. För lätt undertak, då detta är godkänt, gäller samma läktavstånd som för råspont och papp.

Större takgenomförningar förbereds med avvaxlingar. Lämpligen används prefabricerade genomföringar med säkerställd täthet. För genomföringar av avlopps- och köksventilation mm, använd Benders anpassade tillbehör. För bra tätning och bra ventilation vid nocken använd Benders nock- och valmtätningssrulle.

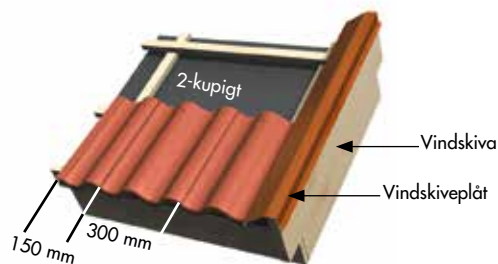
## Räkna ut antalet takpannor

När du skall beräkna hur många takpannor som går åt till ditt tak gör du enklast så här: Antal pannor på höjden är lika med antal bärläkt, exkl. takfotsläkten. Antal pannor på bredden är takets bredd delat med 300 mm. Tänk på att du kan använda en rad med halvpannor som bygger 150 mm i bredd, för att slippa skärning av takpannorna, **se bild 6**.

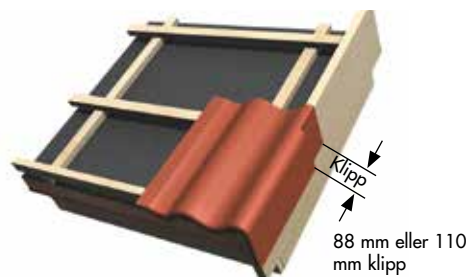
Kombinationen normalpanna och vindskiva med vindskiveplåt ger en viss justeringsmöjlighet i sidled. För att få plåten rätt monterad, skall vindskivans ovkant vara 75 mm (pannans bygghöjd) över bärläktens ovkant.

Lägger du däremot normalpanna och gavelpanna måste breddindelningen vara mer exakt samt läktavståndet minst 335 mm, vid 88 mm klipp, **se bild 8**. Se [www.benders.se](http://www.benders.se) för tabell med måttindelning av gavelpannor.

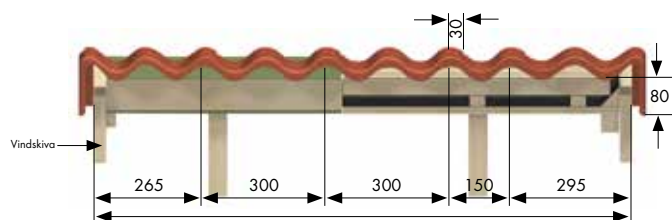
**Obs! 88 mm klipp levereras om inget annat uppges vid beställning. 110 mm klipp används för läktavstånd 312–335 mm. Klipp, se bild 7.**



**Bild 6.** Dela upp takbredden i antal takpannor. Tänk på att sista panna ut mot vänstra gaveln bygger 330 mm.



**Bild 7.** Benders gavelpanna ger en extremt säker tätning. Du förlänger också vindskivans livslängd.



**Bild 8.** Gavelpanneindelning för Palema. Separat tabell för måttindelning av tak finns på vår hemsida.



**Bild 9.** Lägg först en nedre rad från höger till vänster. Forsätt sedan med en rad ända upp till nocken. Se till att den ligger i vinkel mot nedersta pannraden.



**Bild 10.** De ljusst markerade pannorna fästes alltid.



**Bild 11.** Ventilation av traditionellt papptäckta tak med slutna noken. Benders ventinock är spikad på nockbrädan och tätar mot inblåsande av regn och snö. Samtidigt medges luftcirkulation under takpannorna. Torra tak ruttnar inte! Nockpannorna läggs mot vindriktningen, se pil. Täta och skruva allt spika.



**Bild 12.** Benders nock och valmtättningsrulle är lätt att montera. Rulla ut en längd på nockplankan, spika eller häfta fast den. Ta sedan bort skyddstejpen på undersidan av rullen och tryck fast och forma mot takpannorna. Underlaget skall vara torrt och dammfritt och temperaturen bör vara minst +8°. Nock- och valmtättningsrullen finns i 300 mm bredd.

## Räkna ut antalet solpaneler

När du räknat ut antalet pannor kan du enkelt räkna ut hur många paneler SunWave du får plats med. Varje panel har en byggyta på 5 takpannor i bredd, dvs 150 cm. Räkna antalet Palema takpannor du har i raden, minus eventuella takpannor i ytterkant som täcks av vindskiveplåt, dela med 5 och avrunda nedåt. När du vet hur många paneler det får plats med per rad så kan du multiplicera med antalet rader ni skall lägga paneler på. Tänk på att inte lägga SunWave på pannraden mot nock, under takfönster, under skorsten eller under andra takobjekt som hindrar infästningen och den del av panelen som ligger under pannorna i raden ovanför där kontaktering sker.

Exempel: Har du 33 pannor på bredden efter att eventuella pannor täckta av vindskiveplåt är borträknade, så delar du  $33/5=6,6$  vilket avrundat nedåt blir 6 SunWave-paneler i pannraden. Om taket totalt har 18 rader takpannor så räknar du bort den översta raden mot nocken och multiplicerar då  $17 \times 6=102$ . På denna del av taket får det alltså plats med 102 paneler, dvs 5,61 kWp.

## Innan läggningen påbörjas

Att lägga solpanelen SunWave skiljer sig till viss del ifrån att lägga enbart takpannan Palema. Till att börja med så kontrollera att panelerna inte är skadade då trasiga moduler absolut inte får installeras. Försök inte laga eller serva trasiga moduler. Skadade solpaneler kan orsaka jordningsfel och därmed förbundna elektriska risker och kasserade paneler skall återlämnas till Benders eller Midsummer enligt överenskommelse. Panelerna skall fram till dess att de installeras försvaras i en torr och ventilerad miljö. Trots modulernas flexibilitet får panelerna inte rullas ihop. Installation av SunWave bör ej ske i regn, snöväder eller när det är kraftig blåst och torra verktyg bör alltid användas. Innan installationen påbörjas noterar man de serienummer som finns förtryckta på panelerna.

## Behörig installatör

Montering av Benders SunWave samt tillhörande elinstallation bör göras av ett elinstallationsföretag med verksamhetstypen elproduktionsanläggningar, som finns i Elsäkerhetsverkets offentliga register.

## Den roliga monteringen!

Lägg först en nedre rad från höger till vänster och fäst clips på de pannor du tänkt montera SunWave på. Fortsätt sedan med en rad ända upp till nocken på höger sida. Börja sedan nedifrån höger med att placera ut en solpanel, som fästs i underkant mellan panna och clips, och är upphängd i överkant på pannan med hjälp av de två klackar som sitter på baksidan av panelen. För att undvika att snö, is och smuts fastnar i clipsen, fästs clipsen på den högsta punkten i pannans nedre kant. Rekommenderat är att använda ett clips per panna.

Innan du börjar koppla ihop panelerna, kontrollera att du inte använder smycken av metall då dessa kan vara ledande. När man lagt den första panelen så dras en kabel från (-) till den plats där genomföring genom taket kommer att ske till

växelriktaren. Takluftaren Doldis kan efter modifiering med kabelskyddsror användas för säker genomföring. Observera att kabel från första panelen bör märkas ut med (-) och skyddas, då den är direkt strömförande när den är inkopplad i panelerna. Koppla därefter in en 0,8 m kopplingskabel från (+) och förbered den där ingång (-) i ovanliggande panel kommer att hamna. Samtliga kontakter på panelerna är skyddade med ett skyddslock som tas bort innan ihopkoppling.

Nästa steg är att återigen placera ut 5 takpannor på samma sätt som innan men denna gång i raden ovanför. För varje panel man lägger ut vidarekopplas panelerna i en serie med 0,8 m kopplingskabel från (+) till nästa panel som går in i (-). Installera heller inte solpanelerna i närheten av lättantändliga gaser för att undvika risken för brand och explosioner. Håll eller bär aldrig panelerna i dess kopplingar.

Efter varje färdigkopplad rad så kontrollmäter man spänningen för att säkerställa att alla moduler är korrekt inkopplade. Observera att vid dåligt väder, eller växlande molnighet samt vid skymning kan respektive soluppgång så kan resultatet variera med bara sekunders mellanrum. Innan man börjar bygga en ny rad till vänster om föregående rad, förbereder man övergången från (+) i översta raden till kontakten där den översta panelen i nästkommande rad kommer att hamna med 2 m övergångskabel. När detta är klart så lägger man återigen 5 pannor med clips nedifrån höger och därefter bygger man upp med paneler och pannor. Denna rad kopplas nedifrån och upp, men denna gång från (-) upp till (+) in i överliggande panel. Denna rad kopplas alltså tvärtom mot föregående rad. Från den nedersta panelen förbereds kabel (+) till platsen för där kontakten till den nedersta paneler i nästa rad kommer att sitta med 2 m övergångskabel.

Benders SunWave seriekopplas i slingor från 20 till 70 paneler och samtliga paneler i en slinga bör ligga i samma taklutning och väderstreck. Observera att det ej går att montera taksäkerhetsprodukter direkt på panelerna, de måste istället monteras direkt på pannorna. Vår rekommendation är att lägga taksäkerhetsprodukter där de ej kan skugga panelerna. För kopplingschema, se sida 13.

### Infästning av takpannor

Alla ljst markerade pannor, **se bild 10**, skall fästas i den underliggande läkten. De både yttre pannraderna runt hela taket samt pannor kring genomföringar, takfönster, skorstenar, etc skall fästas. Använde Benders rostfria spik eller skruv. Vid väderutsatta lägen rekommenderas att alla pannor fästs. Vid taklutningar över 45° skall en tätare fastsättning utföras (var 5:e panna). Vid brantare taklutning än 55° skall samtliga takpannor fästas. Observera att Easy Clip eller Stormclips ej går att använda för infästning av takpannor tillsammans med SunWave.

### Luftning med effektiv nocktätning

Det är mycket viktigt att underräckningen uppfyller alla krav på ventilation, särskilt utsatt är nocken. Där ska det vara både tätt och ventilerat. Därför skall nocktätningssremsa användas. I Benders sortiment finns ventinock samt



**Bild 13.** Fägelbandet monteras vid takfoten för att förhindra att fåglar bygger bo under takpannan. Det finns även ventilerat fägelband, används för tak med takfotskil.



**Bild 14.** Utförande av rännedal  
Rännedalar är känsliga delar av takkonstruktionen och skall utföras omsorgsfullt. Pannorna skall kapas i raka linjer och spolats rena från damm omgäende.

- Använd halvpannor så alla passbitar blir minst en halv pannas bredd. Gäller för Palema.
- Limma alla passbitar med betonglim mot en hel panna.
- Passbitarna bör inte sticka ut mer än ca 15-20 mm över vinkelrännans nerbocking.
- Slipa bort klacken på passbitens undersida på den del av pannan som hamnar på vinkelrännans plåt. Pannorna måste ligga stabilt på bärläkten och får inte lyfta någonstans.
- Spika eller skruva två hela pannor närmast vinkelrännan på varjerad.



**Bild 15.** Om man har problem med snöras vid vinkelränna kan man montera snökrokar. Snökrokan är ett lättmonterat komplement till ditt snörasskydd. Åtgång ca 3-4 st/m<sup>2</sup>.



**Bild 16.** Spårpanna Palema, förproducerad spårpanna, inga urskärningar krävs.



Konsoll Takbrygga Safe



Konsoll Snörasskydd Safe





Bild 19a. Takbrygga



Bild 19b. Snörasskydd



Bild 19c. Nockräcke



Bild 19d. Skyddsräcke till taklucka

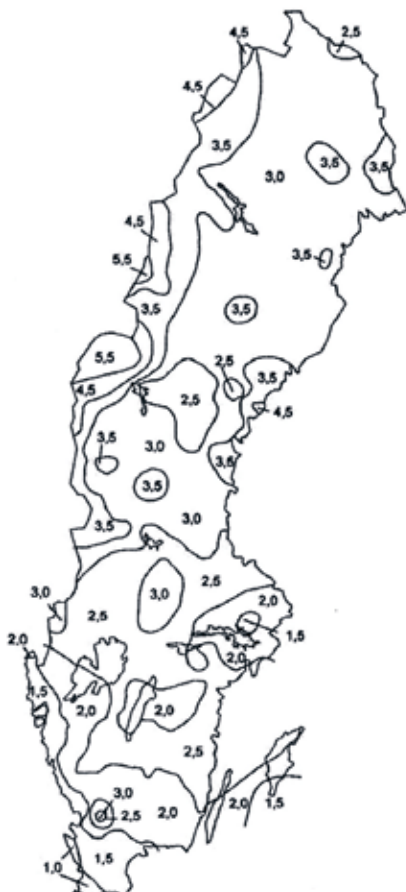


Bild 20. Snörasskydd grind.

nock- och valmtättningsrulle, ett luftande tätningssystem förnock och valm. Ventinock kan endast monteras på vågräta nockar. Nock- och valmtättningsrullen används vid valmade nockar, men även med fördel vid vågräta nockar och vid lätt undertak. Båda är enkla att montera, bara att spika fast i nockbrädan. **Se bild 11 och 12.**

### Lägg nu nocken som kronan på verket

Även nockpannorna skall fästas med rostfri skruv eller spik. Vi rekommenderar skruv. Har du valmat tak skall du ha börjanvalm eller börjannock vid takfoten och valmklocka där de tre nockarna möts.

Lägg ut nockpannorna mot den vanligaste vindriktningen så att vinden blåser över skarvarna. Lägg upp och fäst första nockpannan. Lägg nocktättningsremsa mellan nockpannorna. Fortsätt så längs hela nocken. Du kan reglera överlappningen något på varje nockpanna för att slippa skära sista nockpannan. Vid väderutsatta lägen och vid valmat tak, använd nockklammer till rak nockpanna.

### Fågelband vid takfoten

Det finns en viss risk för försämrade ventilation och röta om fåglarna bygger bo under dina takpannor. För att undvika detta, montera fågelband vid takfoten under nedre raden av pannorna, **se bild 13**. Färdiga lösningar vid genomföringar Benders genomföringspannor, avloppsluftare och ventilationshuvar är konstruerade så att anslutningar på taket för t ex ventilation, expansionskärl, TV-antenn, avloppsluftning mm blir enkla att utföra och ger en tät och säker genomföring, se taket sid 2-3.

### Ibland kan du behöva skära

Vid genomföringar och om du har valmat tak eller vinkeltak, kan pannorna behöva skäras för att få rätt passform. Använd halvpannor för att undvika små passbitar, **se bild 14**. Lägg ut pannorna och markera var de ska skäras, använd rätskiva. Ta ner pannorna och skär på marken, använd kapskiva för sten. Använd alltid skyddsglasögon och munskydd! Var noga med att spola bort cementdamm från pannorna direkt när du skurit dem, för att undvika att cementdamm fäster på takpannans yta. Alla kapade ytor kan målas med Benders Benderit färg.



### Taksäkerhet

Vid montering av taksäkerhetsutrustning så som nockräcke, gångbrygga, snörasskydd och räcke till taklucka används Bender Safe. Systemet är enkelt att montera via dess vertikala infästning och även förproducerade spårpannor som innebär att inga urskärningar krävs att göras manuellt, **se bild 16**.

Vid andra taksäkerhetsinfästningar t ex bärläktssteg behöver urspärning av underkanten på pannan göras. Detta förhindrar att pannan lyfts. Observera att det ej går att montera taksäkerhetsprodukter direkt på panelerna, de måste istället monteras direkt på pannorna. Vår rekommendation är att lägga taksäkerhetsprodukter där de ej kan skugga panelerna.

## Vem ansvarar för vad?

Byggherren skall se till att byggreglerna om taksäkerhet följs. Entreprenörer och andra arbetsgivare involverade i takarbetet skall se till att arbetsmiljölagar och föreskrifter om fallrisker följs.

Installation av solcellsanläggningar är ett elinstallationsarbete, och ett elinstallationsföretag med verksamhetstypen elproduktionsanläggningar registrerat i Elsäkerhetsverkets offentliga register, skall ansvara för installationen. Fastighetsägaren skall se till att nödvändigt takskydd finns och underhålls samt att tredje person ej kan skadas av nedfallande snöras eller is från tak.

## Snörasskydd

Snörasskydd grind monteras i takfoten för att förhindra att nerfallande snömassor från taket orsakar skada på personer eller saker i byggnadens närhet, **se bild 19a-d och 21**. Snörasskydd bör monteras obrutet längs hela takfallets längd. Detta för att inte infästningarna skall överbelastas vid snöras från större takyta än vad snörasskyddet avser.

## Underhåll

Kontroll och underhåll av tak är varje fastighetsägares ansvar. Vid stora snömängder behöver tak underhållas med skottning. Vikt på snö varierar mycket. Nyfallen torr snö väger mellan 50-100 kg/m<sup>3</sup> medan hårt packad senvintersnö som börjar smälta kan väga 350-400 kg/m<sup>3</sup>. Tar man ner större ansamlingar av snö i ett sent skede av vintern innan snösmältningen startar så minskas risken för skador i rännalar betydligt. Var alltid noga med säkerheten och jobba alltid med godkänd utrustning som säkerhetssele och lina. Ta heller inte bort all snö från taket utan spara alltid ca 10-20 cm.

Är det något du undrar över när det gäller ditt tak, rådgör med din byggmaterialhandlare eller oss på Benders.

## Snörasskydd Safe

Över oskyddade entréer och allmänna ytor t ex trottoarer skall snörasskydd finnas enligt BBR 2008. Detta gäller vid taklutning från 18° från 3 meter fasadhöjd och alla taklutningar vid fasadhöjd över 8 meter. Snörasskydd monteras i underlagstaket med fotplatta eller bärläktsfäste beroende på typ av underlagstak.

Avståndet mellan infästningarna avgörs av taklutning och snözon. Tabellen nedan visar största längd på takfallet om maximalt avstånd 1 200 mm används.

Enligt Boverkets Konstruktions Regler dimensioneras takkonstruktioner efter i vilken snözon bygganden är belägen. 1 meter nysnö motsvarar ca 100 kg/m<sup>2</sup> eller 1,0 kN/m<sup>2</sup> i belastning. Notera att denna vikt ökar flerfaldigt när snön töar eller komprimeras. Vid värmeläckage genom underlagstaket kan även is bildas vilket ökar risken för överbelastning i t ex rännalar.

För att förebygga skador av snöras i rännalar kan snökrokar monteras på de takytor som avslutas med passbitar mot vinkelrännan. Dessa fungerar som förtagning mellan takpannorna och snön och inga ras kan ske, **se bild 15**.

Snörasskyddet förhindrar inte bara snöras från takfoten. Det är också till stor hjälp i de fall man behöver skotta ner snö genom att ge ett bra fotstöd som komplement till säkerhetslinan.



Bild 21. Snörasskydd grind.

## Avståndstabell snörasskydd enl SS 831 335 (m)

### Max avstånd för SADELTAK (m)

Taklutning	Snözoner enligt Boverkets konstruktionsregler							
	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4,5	5,5
14°	21,6	14,4	10,8	8,6	7,2	6,2	4,8	3,9
18°	16,4	10,9	8,2	6,5	5,5	4,7	3,6	3,0
23°	12,6	8,4	6,3	5,1	4,2	3,6	2,8	2,3
27°	11,2	7,5	5,6	4,5	3,7	3,2	2,5	2,0
33°	10,0	6,6	5,0	4,0	3,3	2,8	2,2	1,8
38°	9,4	6,2	4,7	3,7	3,1	2,7	2,1	1,7
42°	9,1	6,1	4,6	3,7	3,0	2,6	2,0	1,7
45°	9,1	6,1	4,5	3,6	3,0	2,6	2,0	1,7
50°	9,2	6,2	4,6	3,7	3,1	2,6	2,1	1,7
55°	9,7	6,4	4,8	3,9	3,2	2,8	2,1	1,8

### Max avstånd för PULPETAK (m)

Taklutning	Snözoner enligt Boverkets konstruktionsregler							
	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4,5	5,5
14°	26,6	17,8	13,3	10,7	8,9	7,6	5,9	4,8
18°	21,3	14,2	10,6	8,5	7,1	6,1	4,7	3,9
23°	17,4	11,6	8,7	7,0	5,8	5,0	3,9	3,2
27°	15,5	10,3	7,7	6,2	5,2	4,4	3,4	2,8
33°	13,7	9,1	6,8	5,5	4,6	3,9	3,0	2,5
38°	12,9	8,6	6,4	5,2	4,3	3,7	2,9	2,3
42°	12,6	8,4	6,3	5,0	4,2	3,6	2,8	2,3
45°	12,5	8,3	6,3	5,0	4,2	3,6	2,8	2,3
50°	12,7	8,5	6,3	5,1	4,2	3,6	2,8	2,3
55°	13,3	8,9	6,7	5,3	4,4	3,8	3,0	2,4

Avståndstabell för snörasskydd enligt SS 83 13 35:2017 med snözoner enligt BFS 2015:6 EKS 10 och formfaktor enligt Eurocode SS-EN 1991-1-3.

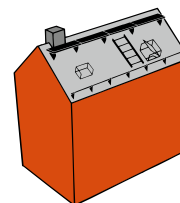
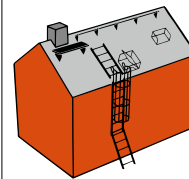
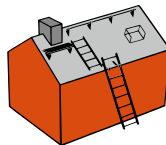
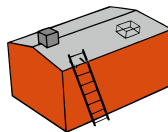
Tabellen visar maximalt avstånd mellan snörasskydd i meter på sluttande tak beräknad på snölastens grundvärde vid c/c infästingar 1200 mm

# BOVERKETS BYGGREGLER 21

## Tänk på att:

- Varje takdel ska ses som ett eget tak
- Fasadstegar skall förses med skyddsanordningar
- Snörasskydd är normerat enl BBR 21

**X** = anger krav

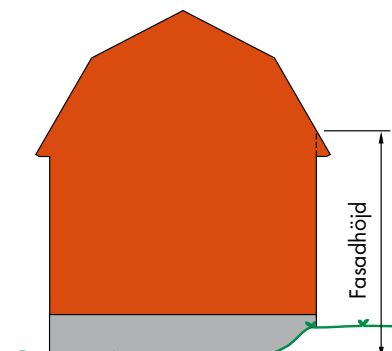
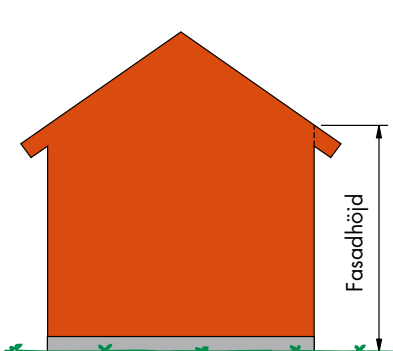


	Fasadhöjd	< 3 m		3 - 5 m *		5 - 8 m *		> 8 m	
		Taklutning	14-18° > 1:4	> 18° > 1:3	14-18° > 1:4	> 18° > 1:3	14-18° > 1:4	> 18° > 1:3	14-18° > 1:4
<b>Tillträdesanordningar</b>									
Glidskydd för lös stege	BBR 8:2421	X	X	X	X				
Fast väggstege med fallskydd, eller invändig uppstigning	BBR 8:2421					X	X		
Endast invändig uppstigning	BBR 8:2421							X	X
Skyddsräcken vid uppstigningsluckor	BBR 8:2421					X	X	X	X
Fast takstege och/eller gångbrygga tillnock, skorsten eller arbetsställe	BBR 8:2422	X	X	X	X	X	X	X	X
Gångbrygga längs hela taknocken	BBR 8:2422							X	X
Typgodkända bärläktsteg får användas upp till <b>4 meter fasadhöjd och 45° taklutning</b> . Kravställningen kan skilja mellan olika områden. Bärläktsteg kan kräva kompletteras med säkerhetskrok för livlina. Kolla alltid vad som gäller i ditt område!	BBR 8:2422	X	X	X	X				

\* enligt TSK branschstandard

## Skyddsanordningar

Nockräcke eller gångbrygga för infästning av säkerhetslina	BBR 8:2431			X	X	X	X	X	X
Fotstöd vid takfot och takbrott	BBR 8:2432								X
Skyddsanordning för att undvika genomtrampning (Vid ytor som inte kan bära en person och kan komma att beträdas krävs räcke 0,5m högt eller galler på undersida)	BBR 8:2433	X	X	X	X	X	X	X	X
Skyddsanordning mot fallande is och snö vid byggnaders entréer	BBR 8:2434		X		X		X	X	X



Fasadhöjd: avstånd från skärningslinjen mellan fasadplan och takplan till marknivå. För skyddsanordning på tak räknas fasadhöjden till lägsta marknivå. För tillträdesanordningar räknas fasadhöjden till närmaste uppstigningsställe.

Se Taksäkerhetskommitténs (TSK) tolkningar och branschstandard under [www.taksakerhet.se](http://www.taksakerhet.se)

## INGÅENDE KOMPONENTER

### Sunwave

SunWave panelerna ska kopplas i serie där varje slinga består av 20 till 70 paneler för att spänningen inte ska bli för låg respektive för hög till de vanligaste växelriktarna. Man får inte parallellkoppla flera slingor med olika många paneler. Vid projektering eftersträvar man att få så många paneler per slinga för att minimera kabeldragning.

### Slingskåp/DC-skåp

För växelriktare som inte har DC-brytare, överspänningskydd och säkringar installeras slingskåp/DC-skåp mellan solpanelerna och växelriktaren. Solpanelernas slingor går ned till slingskåpet och kopplas in på plintar med inbyggda säkringar för att skydda från överströmmar. Storleken på säkerhetsboxen varierar beroende på dimensioneringen av solcellsanläggningen. I Slingskåpet sitter överspänningskydd som ett extra skydd för växelriktaren.

### DC/AC/Brandbrytare

Oftast finns en DC-brytare i växelriktaren och även en extern i DC-skåpet. I vissa byggnader behövs det en brandbrytare så att brandkåren kan bryta likströmmen från fasad eller från t ex entrén. Kontakta räddningstjänsten i din kommun och stäm av vad som gäller.

### Växelriktare

Växelriktaren är den som omvandlar likström från solpanelerna till växelström. Strömmen som omvandlas används sedan i fastigheten och eventuellt överskott säljs till elnätet. Storleken på växelriktaren varierar beroende på dimensioneringen av solcellsanläggningen. Viktigt innan driftsättning är att elmätaren är av rätt typ som kan mäta ingående och utgående ström. I växelriktaren kan man läsa av hur mycket effekt man får ut samt hur många kWh el som har producerats. Det brukar ingå en app som växelriktaren kopplar upp sig mot för uppföljning av produktion. De växelriktare som har inbyggd DC-brytare, överspänningskydd och säkringar behöver inte Slingskåp/DC-skåp.

### Förlängningskablar och kontakter

Förlängningskablar skall vara dubbelisolerade och anpassade för solpaneler som skall dimensioneras av ansvarig elektriker. Rekommenderat att använda kontakterade kablar. Kablarna skall även vara säkrade där det är möjligt och osäkrade kablar skall skyddas mot mekaniska skador. Kablarna förläggs bäst genom fastmontering med buntband i bärläkten. Undvik exponering av kablar för direkt solljus i så stor utsträckning som möjligt. Vid kontaktning använd presstång för solcellskontakt MC4.

### Kopplingsdon

Modulerna levereras med multikontakt MC4 kopplingsdon.

### Säkringar

Säkringar skall vara gPV-klassade. Det är viktigt att ta hänsyn till den omgivningstemperatur som kan uppstå på de platser där säkringar är placerade. Det är rekommenderat att alltid installera säkringar. Vid parallellkoppling skall även dioder användas.

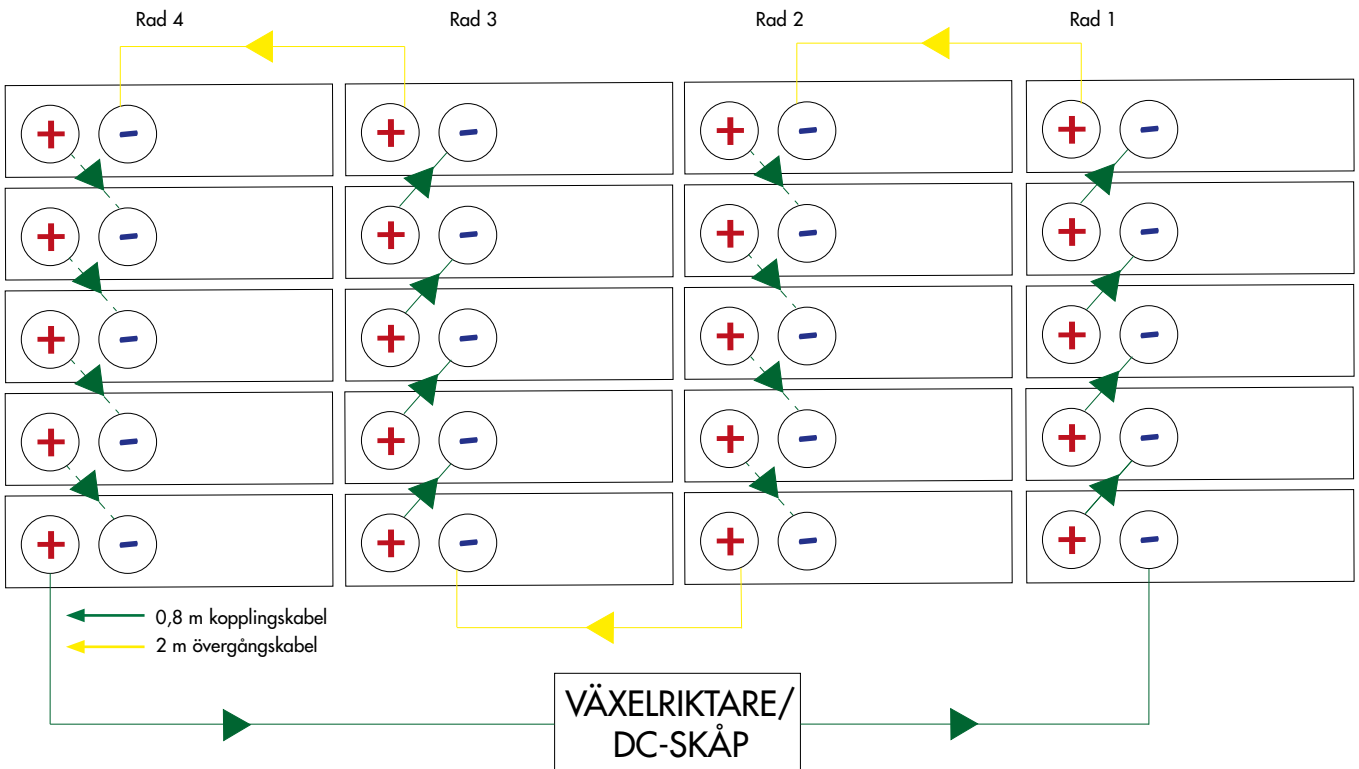
### Skyltar

Det behövs diverse skyltar för uppmärkning av solcellsanläggningen. Det är viktigt att märka upp kablar och att sätta upp skyltarna enligt senaste utgåvan av Solceller Råd och regler för elinstallation SEK 457 vid installationen.

### Jordning

De flexibla tunnfilmmodulerna har ingen metallram. Jordning är därför varken ett krav eller en möjlighet.

## KOPPLINGSSCHEMA



### Ihopkoppling

Rad 1 kopplas nerifrån och upp, från (+) upp till (-), in i överliggande panel med 0,8 m kopplingskabel för solpaneler. Från den översta panelen i rad 1 förbereds den 2 m långa övergångskabeln från (+) till platsen för där kontakten (-) i den översta panelen i rad 2 kommer att sitta. Från den nedersta panelen i rad 2 förbereds kabel (+) till platsen för där kontakten till den nedersta panelen i nästa rad 3 kommer att sitta, koppling sker "baklänges". Ojämma rader kopplas strömmen "uppåt" och vid jämna rader kopplas strömmen "neråt" (streckad linje).

För koppling från ändarna på slingorna används den 50 m långa kabeln. Den klipps i passande längd och MC4-kontakter monteras i ändarna. När DC-kabel dras in i huset ska kablarna förläggas polseparerade i VP-rör och övriga gällande föreskrifter ska följas.



## SÄKERHETSFÖRESKRIFTER

### Solpaneler alstrar alltid ström

Solpaneler alstrar likström (DC) när de utsätts för ljus. De kan därför förorsaka en elektrisk stöt eller en brännskada på en person som är i kontakt med dessa. Panelerna alstrar spänning trots att de inte är anslutna till en elektrisk krets eller utsätts för belastning. Riskerna ökar när panelerna kopplas samman i serie och/eller parallellt, vilket kan producera livsfarlig spänning och ström!

**OBS! Både strömstyrka och effekt ökar vid högre ljusintensitet och kan producera livsfarlig spänning och ström!**

Använd verktyg med isolering och gummihandskar vid arbete med panelerna i solljus. Bär INTE ringar av metall, metalliska klockarmband eller andra metallföremål vid arbete med panelerna.



Solpanelerna är inte försedda med en strömbrytare. De kan försättas i inaktivt tillstånd endast om de förflyttas från solljuset eller om de täcks in helt och hållet med tyg, kartong eller något annat helt ogenomskinligt material. Var noggrann med att följa säkerhetsföreskrifterna för alla andra systemkomponenter, inklusive ledningar och kablar, kontaktdon, växelriktare etc. Var noga med kabelmärkningen och tillverkning av skyltar.

### Dimensionering

De nominella elektriska egenskaperna ligger inom  $\pm 5\%$  av uppmätta värden vid standardiserade testförhållanden som är: 1000 W/m<sup>2</sup>, 25°C celltemperatur och en solbestrålning i spektrumintervallet AM1.5. Under normala förhållanden är det sannolikt att en solpanel utsätts för omständigheter som alstrar en högre strömstyrka och/eller spänning än vad som angetts vid standardiserade testförhållanden. På motsvarande sätt skall de värden för  $I_{sc}$  (kortslutningsström) och  $V_{oc}$  (spänning i öppen strömkrets) som anges på panelen multipliceras med faktorn 1,25 när man skall fastställa komponentens märkdata för spänning, ledarens märkdata för strömstyrka, säkringarnas storlek och dimensioneringen av de regulatorer som är anslutna till solpanelens utgång.

Använd skyddshandskar Det är obligatoriskt att bära tåliga skärskyddande handskar för att förhindra skador förorsakade av föremål under hela installationsprocessen.

### Arbete på hög höjd

Tänk på att arbete på hög höjd kan medföra olycksrisker. Var noga med din och dina medarbetares risker. Följ gällande arbetsmiljöregler och arbeta alltid med ställning och skyddsräcken.



### Hantera panelerna med varsamhet

Hantera panelerna med stor varsamhet under monteringen. Ställ inte några tunga föremål på panelen. Sitt, stå eller kliv inte på någon av panelens sidor innan dessa är rätt monterade. En fysiskt skadad solpanel kan förorsaka jordledningsfel och därmed förbundna elektriska risker, särskilt när panelen är våt. Kassera och lagra en skadad panel på ett korrekt sätt.

### Håll aldrig i kablar eller kopplingsbox

Lyft eller dra inte i panelerna genom att hålla i kablar eller kopplingsbox – detta för att minska risken för skador på ledningarna. Dra inte hårt i anslutningsledningarna under installationen. Efter avslutat arbete skall den anslutna ledningen inte vara belastad eller spänd. Var försiktig med kablarna vid genomföringar. Dessa kan vara vassa och skada kablarna.

### Infästning

Panelerna måste vara säkert infästa vid monteringsunderlaget, som skall tåla de antagna vind- och snölasterna på platsen. Monteringsunderlaget för panelerna måste vara tillverkat av hållbart, korrosionståligt och UV-tåligt material.

## ARTIKELINFORMATION

### Mekaniska specifikationer

Vikt	ca 2,3 kg/st
Bredd	1530 mm
Byggbredd	1500 mm
Längd	515 mm
Bygglängd	335-375 mm
Tjocklek	ca 1,5 mm
Taklutning	min 18°
Celltyp	Tunnsfilm CIGS (Cu (In, Ga) Se <sub>2</sub> )
Panelfärg	Svart
Passar till	Bender Palema betongtakpanna (Rekommenders tillsammans med Candor svart eller Brilliant skiffer)

## TEKNISK INFORMATION

### Nominiella värden

Nominell effekt, P <sub>m</sub> (±2,5W)	55 W <sub>p</sub>
Effekt per m <sup>2</sup> , ca	110 W <sub>p</sub>
Spänning vid max effekt, V <sub>m</sub>	9,2 V
Ström vid max effekt, I <sub>m</sub>	5,9 A
Spänning, öppen krets, V <sub>oc</sub>	11,9 V
Kortslutningsström, I <sub>sc</sub>	6,9 A

*Vid STC: 1000 W/m<sup>2</sup>, AM 1,5, 25°C*

### Temperaturkoefficient (vid STC)

Temperaturkoefficient, P <sub>m</sub> (W)	-0,33%/°C
Temperaturkoefficient, V <sub>oc</sub> (V)	-0,311%/°C
Temperaturkoefficient, I <sub>sc</sub> (A)	0,017%/°C

### CE-märkning

SunWave-panelerna är CE-märkta



**HUVUDKONTOR  
OCH FABRIK**

Benders Sverige AB  
Box 20  
535 21 Kvänum  
Besöksadress: Edsvära  
**Tel:** 010- 888 00 00  
**E-post:** info@benders.se  
**Hemsida:** www.benders.se

**UPPGIFTER OM BENDERS  
KONTOR OCH FABRIKER  
I EUROPA:**

[www.benders.se](http://www.benders.se)



Vi förbehåller oss rätten till att göra ändringar i befintlig läggingsanvisning.  
Vår hemsida är alltid uppdaterad med den senaste versionen.