

**POUZETEK** Kaj pokaže sončna geometrija za terase v Sloveniji

Bioklimatska pergola je dobra toliko, kolikor dobro njene lamele sledijo soncu. Sonce se nad Slovenijo giblje po točno določeni poti: poleti opoldne stoji 67° visoko, pozimi le 20°, zjutraj in zvečer pa prihaja z boka. Ta študija z astronomskim izračunom položaja sonca in geometrijo lamele Misteral (B38XLM, 193 mm na rastru 180 mm) odgovarja na eno vprašanje: kako naj bodo lamele obrnjene, da poleti senčijo ves dan, pozimi pa spustijo sonce v hišo?

Odgovor je enoznačen: vzporedno z objektom. Pri vzporednih lamelah (osi lamel tečejo vzdolž fasade) je sonce ves dan v prerezu lamel pod visokim kotom – ena nastavev lamel senči od jutra do večera, lamele pa so lahko odprte in terasa diha. Pozimi se enake lamele zavrtijo do 160° in postanejo vzporedne z nizkimi žarki: sonce prehaja med njimi na teraso in skozi steklene površine v hišo. Lamele, postavljene pravokotno na objekt, tega ne zmorejo: opoldne jih je treba zapreti, zjutraj in popoldne predstavljati, pozimi pa spustijo sonce le dobro uro okrog poldneva.

**67° / 20°**

višina sonca opoldne  
poleti / pozimi nad  
Ljubljano

**0 %**

neposrednega poletnega  
sonca skozi vzporedne  
lamele, odprte 45°, med  
11. in 15. uro

**5 h**

zimskega sonca skozi  
vzporedne lamele pri 160°  
(pravokotne: 1,5 h)

**160°**

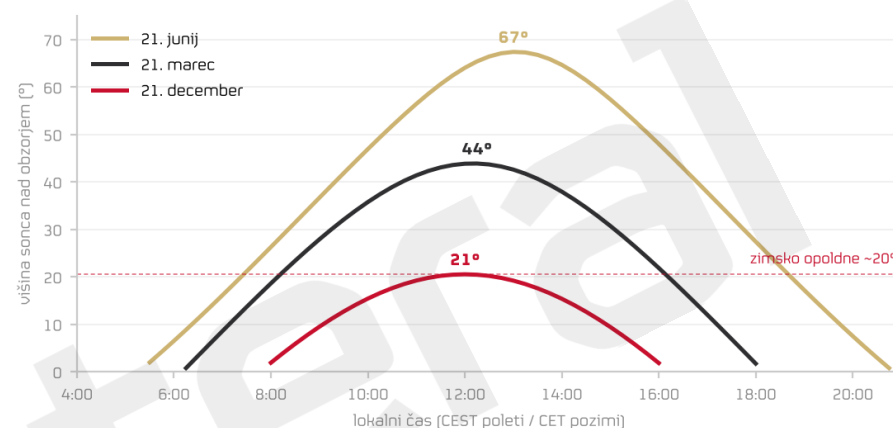
rotacija lamel Misteral –  
pogoj, da nizko zimsko  
sonce sploh preide

**PREVERITE PRED NAKUPOM: DVE VPRAŠANJI ZA USAKEGA PONUDNIKA**

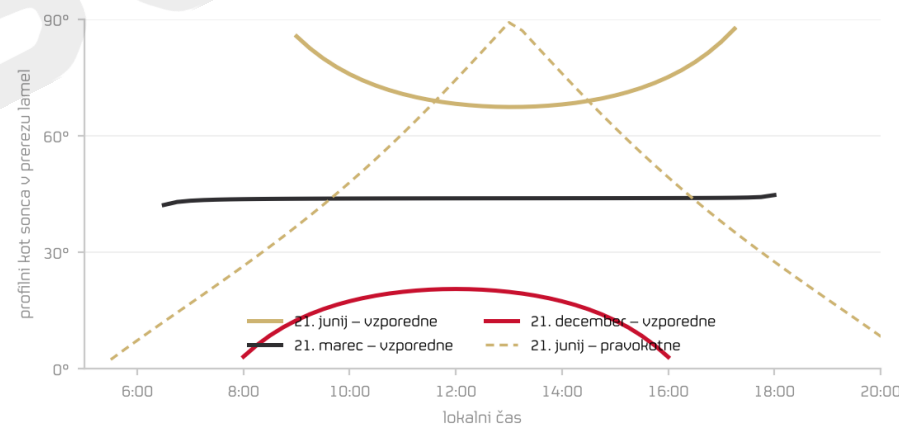
1. Kako bodo lamele orientirane – vzporedno z objektom ali pravokotno? Pravokotna postavitev je običajno posledica premajhnega kota rotacije (90–135°), ne premisleka o soncu.
2. Ali se žlebovi premikajo skupaj z lamelami? Pri žlebovih na stalni višini voda ob odpiranju pade mimo žleba in preši po terasi; pri Misteralu ostane v žlebu.

**USEBINA ŠTUDIJE**

- 2 · Kaj se zgodi v prerezu lamel – štirje prerezi s pravim profilom lamele in sončnimi žarki
- 3 · Poletje: senca ves dan brez prestavljanja lamel (21. junij, po urah)
- 4 · Zima: sonce skozi lamele – zakaj je kot rotacije 160° odločilen (21. december)
- 5 · Kaj to pomeni v praksi, nastavev lamel po mesecih, metoda in predpostavke

**POT SONCA NAD LJUBLJANO** višina sonca po urah


Poleti je sonce opoldne 67° visoko in nad obzorjem 15,5 ure; pozimi doseže le 20° in sije 8 ur. Lamele, ki poleti senčijo visoko sonce, morajo pozimi spustiti nizko sonce – to je osnovna naloga orientacije in kota rotacije.

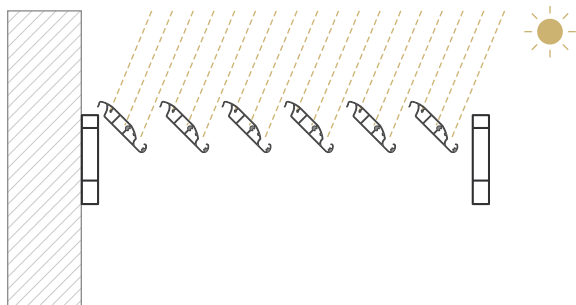


Profilni kot = kot sonca, kot ga 'vidijo' lamele v svojem prerezu. Pri vzporednih lamelah je poleti ves dan nad 67°, ob enakonočju ves dan natanko 44° – ena nastavev za cel dan. Pri pravokotnih lamelah se v istem dnevu spreminja od 7° do 90° (črtkano).

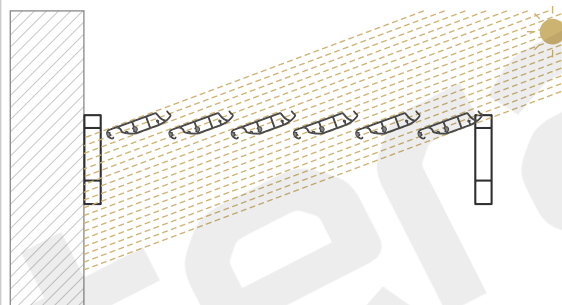
**KAJ SE ZGODI V PREREZU LAMEL** pravi prerez lamele B38XLM · raster 180 mm · žarki po izračunu za Ljubljano

**A · POLETJE, 13:00 – VZPOREDNE LAMELE, ODPRTE 45°**

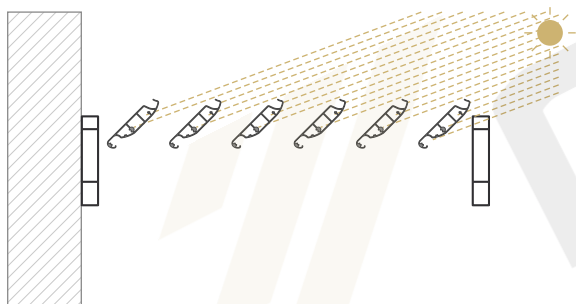
sonce 67° (profilni kot 67°) · polna senca, lamele odprte – zrak in razpršena svetloba


**0 % neposrednega sonca · terasa v senci, pergola diha**
**B · ZIMA, 12:00 – VZPOREDNE LAMELE, ODPRTE 160°**

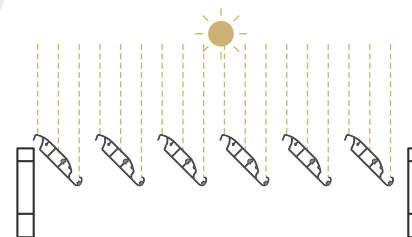
sonce 20,5° · lamele so vzporedne z žarki – sonce prehaja na teraso in v hišo


**97 % zimskega sonca prehaja · pasivno ogrevanje**
**C · ZIMA, 12:00 – VZPOREDNE LAMELE, NAJVEČ 135°**

sistemi z rotacijo 90–135° · lamele sekajo nizke žarke – sonce ostane zunaj


**0 % · zimsko sonce blokirano**
**D · POLETJE, 13:00 – PRAVOKOTNE LAMELE, ODPRTE 45°**

sonce v ravnini osi lamel (profilni kot 90°) · žarki padajo navpično med lamele


**24 % sonca na terasi · za polno senco je treba lamele zapreti**

Kako beremo prereze: objekt je levo, sprednja stranica desno; zlati žarki prikazujejo neposredno sonce, ki se ustavi na lameli ali pride do tal. Delež žarkov, ki pridejo do tal, je izračunan iz geometrije:  $T = 1 - w \cdot |\sin(L - S)| / (p \cdot \sin S)$ , kjer je  $w = 193$  mm širina lamele,  $p = 180$  mm raster,  $S$  profilni kot sonca in  $L$  kot lamele v prerezu (pri vzporednih lamelah  $L = 180^\circ$  – kot rotacije). Prerez B je mogoč le, ker se lamela Mistral zavrti do  $160^\circ$  – rep lamele se dvigne nad profil in nagne proti sprednji stranici, natančno v smer nizkih zimskih žarkov. Pri  $135^\circ$  (prerez C) isti žarki zadenejo lamele.

**POLETJE: SENCA VES DAN BREZ PRESTAULJANJA LAMEL** 21. junij, Ljubljana · neposredno sonce skozi streho pergole

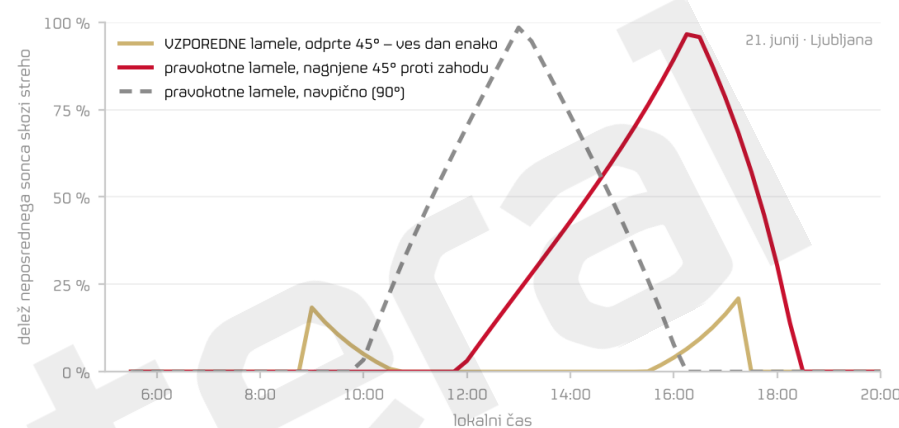
Vzporedne lamele vidijo sonce ves dan pod visokim kotom. Osi lamel tečejo vzdolž fasade; sonce, ki se giblje od vzhoda prek juga proti zahodu, je v prerezu lamel vedno 'visoko' – 21. junija med 9. in 17. uro nad 67°. Lamele, odprte 45°, zato ves dan dajejo popolno senco, hkrati pa spuščajo zrak in razpršeno svetlobo. Nastavite jih zjutraj in nanje pozabite.

Pravokotne lamele živijo po drugem urniku. Njihove osi tečejo proti hiši, zato jih sonce zjutraj obsije z vzhoda, popoldne z zahoda, opoldne pa v smeri osi. Nagib, ki senči dopoldne, popoldne odpre vrata soncu (rdeča črta na grafu) – lamele je treba okrog poldneva prestaviti. Opoldne, ko je sonce najmočnejše, pa je profilni kot 90°: žarki padajo navpično med lamele in polna senca je možna le z zaprtimi lamelami. Zaprta streha pomeni zastoj zraka in vročino pod pergolo prav takrat, ko je najbolj potrebna.

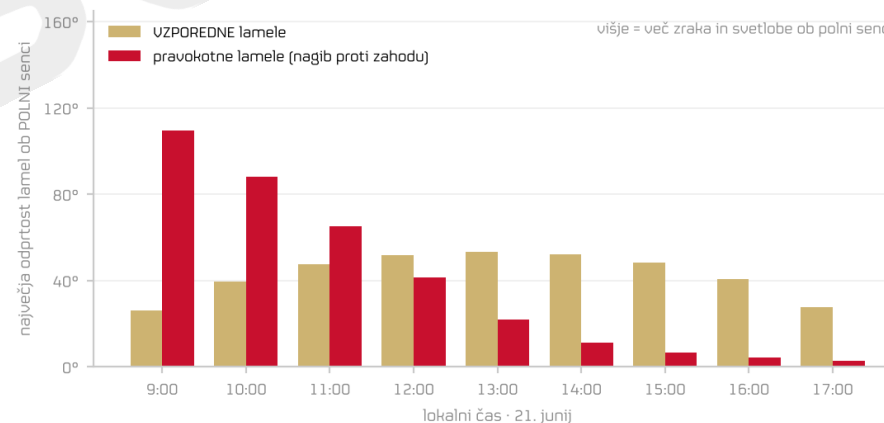
Enakonočje pokaže isto zgodbo še jasneje. 21. marca in 21. septembra je profilni kot pri vzporednih lamelah od sončnega vzhoda do zahoda natanko 44° – lamele, nastavljene na primerno odprtost (tudi do 90°), senčijo cel dan, pri pravokotnih pa se zahtevani nagib čez dan preobrne.

| ura   | višina sonca | vzporedne: profilni kot | vzporedne: senca do | pravokotne: senca do |
|-------|--------------|-------------------------|---------------------|----------------------|
| 9:00  | 37°          | 86°                     | do 26°              | do 109°              |
| 10:00 | 47°          | 76°                     | do 39°              | do 88°               |
| 11:00 | 56°          | 71°                     | do 48°              | do 65°               |
| 12:00 | 64°          | 68°                     | do 52°              | do 42°               |
| 13:00 | 67°          | 67°                     | do 53°              | do 22°               |
| 14:00 | 65°          | 68°                     | do 52°              | do 11°               |
| 15:00 | 57°          | 70°                     | do 48°              | do 6°                |
| 16:00 | 48°          | 75°                     | do 40°              | do 4°                |
| 17:00 | 38°          | 84°                     | do 28°              | do 3°                |

Tabela: 21. junij, Ljubljana. 'Odprtost ob polni senci' je največji kot rotacije, pri katerem na teraso ne pade noben neposreden žarek, pri pravokotnih lamelah je upoštevan nagib proti zahodu (zjutraj senči hrbtina stran lamel, popoldne mora biti skoraj zaprta).



Delež neposrednega sonca, ki preide skozi streho. Vzporedne lamele pri 45° prepuščajo le kratek čas ob 9. in 17. uri (sonce z boka pod majhnim kotom – tu teraso štiti ZIP rolo ali stena). Pravokotne lamele, nagnjene proti zahodu, zjutraj senčijo, popoldne pa spustijo do 90 % sonca; navpične pravokotne lamele spustijo opoldne skoraj vse sonce.



Največja odprtost lamel, pri kateri je terasa še v polni senci. Višji stolpec pomeni več zraka in razpršene svetlobe pod streho. Pravokotne lamele morajo biti okrog poldneva in popoldne skoraj zaprte (pod 10°).

**ZIMA: SONCE SKOZI LAMELE – ZATO 160°** 21. december, Ljubljana · nizko sonce 20° · pasivno ogrevanje hiše

Pozimi je sonce dragoceno. Opoldne stoji le 20° nad obzorjem in sije osem ur. Terasa ob južni fasadi je takrat najboljši sončni kolektor hiše: nizki žarki skozi okna in drsne zasteklitve ogrevajo prostore in prinašajo dnevno svetlobo. Streha pergole ne sme stati na poti.

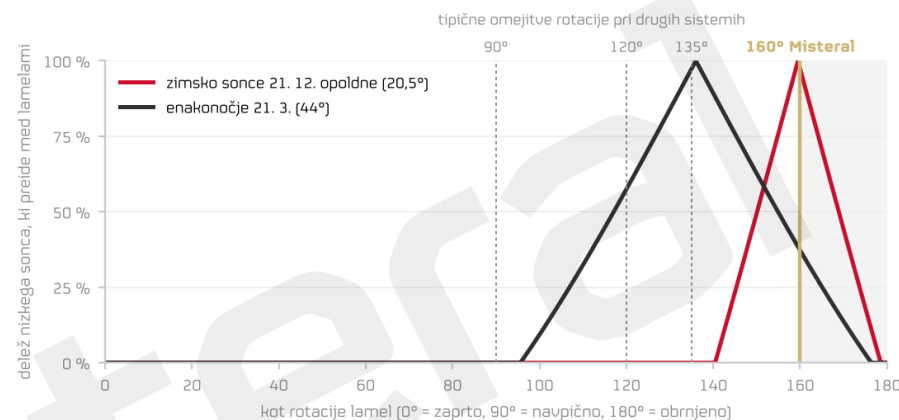
Vzporedne lamele pri 160° so vzporedne z žarki. Lamela Mistral se ne ustavi pri navpičnici: rep lamele se zavrti čez 90° in se nagne proti sprednji stranici, dokler ne leži v smeri nizkih žarkov. Izračun za 21. december pokaže 97 % prepustnost opoldne in več kot 80 % od 10. do 14. ure. Lamele so hkrati odprte – ob dežju jih zaprete v nekaj sekundah.

Zato je kot rotacije ključen. Pri rotaciji do 90° (navpične lamele) ali do 120–135°, kar je običajno pri drugih sistemih, vzporedne lamele pozimi sekajo žarke in sonce ostane zunaj (prerez C na 2. strani). Ponudniki s takimi lamelami zato pergole postavljajo pravokotno na objekt – tako sonce opoldne vendarle pride skozi, a le dobro uro, poleti pa to pomeni zaprto streho opoldne in prestavljanje lamel (3. stran). Rotacija do 160° je tisto, kar omogoča vzporedno postavitve brez kompromisa.

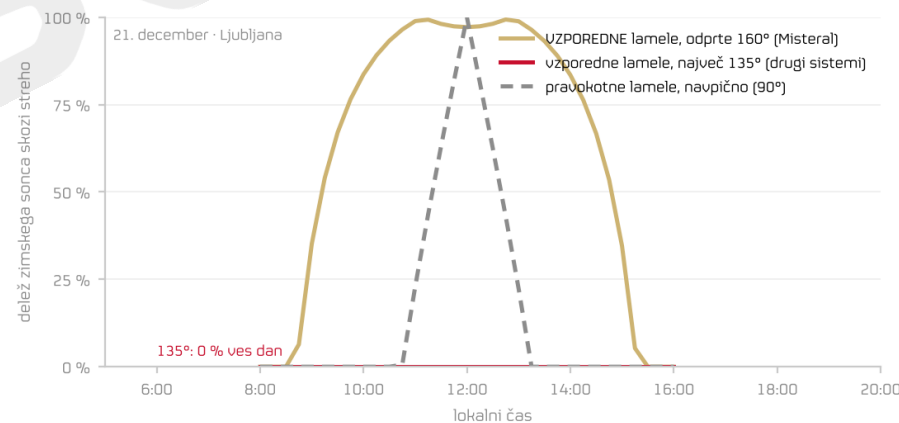
**KOLIKO SONCA JE TO? OCENA ZA JASEN ZIMSKI DAN**

Ob jasnem decembrskem dnevu doseže neposredno sončno sevanje pri 20° višine okrog 450–500 W/m<sup>2</sup>. Na južno steklo, ki stoji pravokotno na nizke žarke, pade skoraj vse; skozi dvoslojno zasteklitev preide približno polovica ( $\tau = 0,5$ ). Pri 10 m<sup>2</sup> oken ob terasi to pomeni okrog 2 kW sončne toplote v prostoru, ko so lamele odprte na 160° – v petih sončnih urah 6–8 kWh na dan, zastonj. Z lamelami, ki sonce blokirajo, je ta prispevek nič; ogrevanje in dnevna svetloba pa se plačata.

Ocena je informativna (jasno nebo, dvoslojno steklo, okna obrnjena proti jugu); dejanski prispevek je odvisen od stekla, orientacije fasade in vremena.



Delež nizkega sonca, ki preide skozi vzporedne lamele, v odvisnosti od kota rotacije. Zimsko sonce (20°) preide šele pri rotaciji nad 145° in v celoti pri 160°; sistemi, omejeni na 90°, 120° ali 135°, ga ne spustijo. Ob enakonočju (44°) je najboljši kot 136°.



Potek 21. decembra: vzporedne lamele pri 160° spustijo več kot 80 % sonca od 10. do 14. ure (skupaj okrog 5 ur), pravokotne navpične lamele le dobro uro okrog poldneva, vzporedne lamele z največ 135° pa nič.

## KAJ TO POMENI V PRAKSI

orientacija, žlebovi in kako primerjati ponudbe

- Lamele vedno vzporedno z objektom. Pri vpeti in pri prostostoječi pergoli. Pri širinah nad 4.000 mm streho sestavimo iz več polj z vmesnim C profilom – vsako polje s svojim motorjem, lamele v vseh poljih vzporedne s fasado.
- Poleti ena nastavitev za cel dan. Lamele na 30–50° dajejo polno senco od jutra do večera, pergola pa diha. Jutranje in večerno sonce z boka ustavi ZIP screen rolo ali drsna zasteklitev, ne streha.
- Pozimi lamele na 160°. Sonce prehaja na teraso in v hišo pet ur na dan; ob dežju ali snegu lamele zaprete – zaprta streha je vodotesna brez tesnil (mehanska vodotesnost s preklpom profilov).
- Žlebovi, ki se premikajo z lamelami. Ob vsakem polju po globini tečeta dva pomična žleba, ki sledita kotu odpiranja. Ko po dežju lamele odprete, voda ostane v žlebu in odteče skozi steber – pri žlebovih na stalni višini pade mimo in prši po terasi. Prav zato lahko lamele odprete takoj po dežju, tudi pozimi na 160°.
- Senzorji in avtomatika. Dežni senzor lamele ob prvih kapljah zapre; z avtomatiko Somfy lahko nastavite dnevni ritem – poleti 45°, pozimi 160° – in se lamel ne dotikate več.

### PREVERITE PRED NAKUPOM: ORIENTACIJA LAMEL

Vsakega ponudnika vprašajte dvojce: kako bodo lamele orientirane in ali se žlebovi premikajo skupaj z njimi. Če ponudnik lamele postavlja pravokotno na objekt, vprašajte še, kolikšen je kot rotacije – pri 90–135° je pravokotna postavitev edina možnost, da pozimi sonce sploh pride skozi, poleti pa plačate z zaprto streho opoldne. Več: [misteral.si/pravila-orientacija-lamel](https://misteral.si/pravila-orientacija-lamel).

## NASTAVITEV LAMEL PO MESECIH

opolodne, Ljubljana · vzporedne lamele

| mesec (21.) | sonce opoldne | senca do | sonce skozi | mesec (21.) | sonce opoldne | senca do | sonce skozi |
|-------------|---------------|----------|-------------|-------------|---------------|----------|-------------|
| januar      | 24°           | 134°     | 156°        | julij       | 65°           | 58°      | 115°        |
| februar     | 33°           | 116°     | 147°        | avgust      | 56°           | 73°      | 124°        |
| marec       | 44°           | 96°      | 136°        | september   | 45°           | 94°      | 135°        |
| april       | 56°           | 74°      | 124°        | oktober     | 34°           | 115°     | 146°        |
| maj         | 64°           | 59°      | 116°        | november    | 24°           | 133°     | 156°        |
| junij       | 67°           | 53°      | 113°        | december    | 21°           | 140°     | 159°        |

'Senca: lamele do' = največja odprtost ob polni senci opoldne; 'sonce skozi' = kot, pri katerem so lamele vzporedne z opoldanskimi žarki (od oktobra do februarja pod 160° – dosegljivo le z rotacijo Misteral).

## METODA IN PREDPOSTAVKE

- Položaj sonca: astronomski izračun (algoritem NOAA) za Ljubljano, 46,05° s. g. š., 14,51° v. g. d.; 21. junij (CEST), 21. marec in 21. december (CET). Druge lokacije v Sloveniji se razlikujejo za manj kot 1°.
- Terasa ob južni fasadi: vzporedne lamele = osi lamel vzhod–zahod, pravokotne = osi sever–jug. Pri fasadah, obrnjenih proti jugovzhodu ali jugozahodu, se slika zamakne za uro ali dve, sklepi ostanejo enaki.
- Lamela B38XLM: širina 193 mm, raster 180 mm, os vrtenja Ø10; rep lamele 120 mm, glava 74 mm od osi; rotacija 0–160°, vrtenje proti objektu (rep se dvigne nad profil).
- Prepustnost T: delež neposrednih žarkov, ki preidejo med dvema sosednjima lamelama –  $T = 1 - w \cdot \sin(L - S) / (p \cdot \sin S)$ ; lamela je obravnavana kot ravna ploskev po tetivi, zato so vrednosti pri majhnih kotih rahlo optimistične za vse variante enako.
- Profilni kot S: kot žarkov, projiciranih v ravnino prereza lamel:  $\tan S = \tan(\text{višina sonca}) / \cos(\text{odmik azimuta od normale lamel})$ .
- Razpršeno sevanje neba in odboji niso vključeni; študija primerja orientacije pri enakih pogojih, ne napoveduje absolutne osvetljenosti terase.

## O MISTERALU

Mistral d.o.o., Hrško – več kot 3.500 izvedenih pergol in nadstreškov, 400+ izvedb letno. Bioklimatske pergole z lamelami, vzporednimi z objektom, rotacija do 160° in pomičnimi žlebovi; konstrukcija in barva z garancijo do 25 let, vetrna odpornost lamel do 200 km/h, vodotesnost testirana pri 230 mm padavin na uro. Izdelano v Evropski uniji.

[misteral.si](https://misteral.si) · [info@misteral.si](mailto:info@misteral.si) · +386 41 554 477

## ROTACIJA LAMELE MISTERAL

0° · 45° · 90° · 160° · vrtenje proti objektu

