

TECHNICKO-OBCHODNÁ SPRÁVA

Maximálny odporúčaný rozmer hliníkovej lamelovej brány

kombinácia bočných profilov, lamiel a medzier medzi lamelami



Hlavné odporúčanie

Najväčšia štandardne odporúčaná konfigurácia: bočný profil 2150 mm, lamely 1550 mm, lamela 120 x 20 mm, medzera 30 mm, 14 lamiel. Technický limit šírky je približne 1580 mm; rozmer 1600 mm je už hraničný a odporúča sa len s overením stĺpika alebo s tretím pántom.

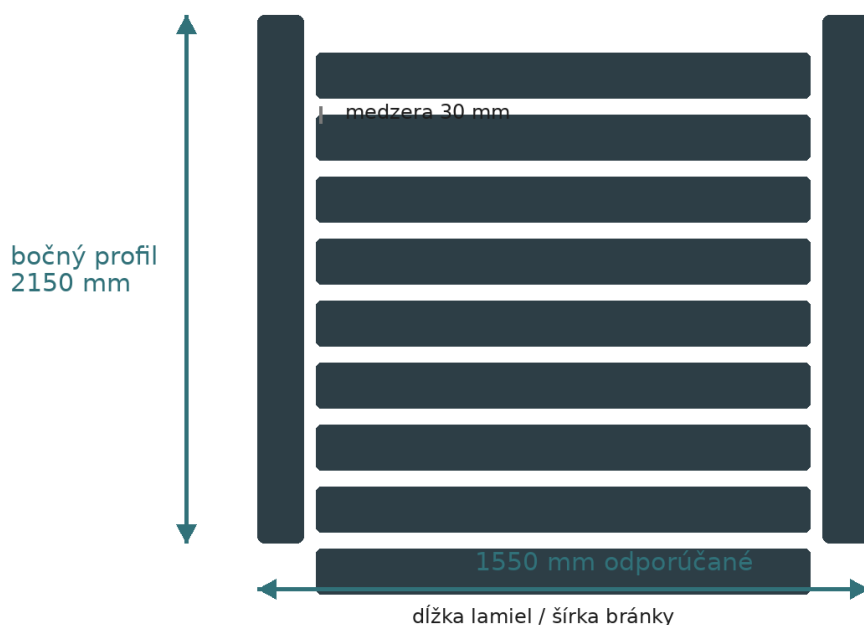
1. Stručný záver pre zákazníka

Parameter	Odporúčanie	Poznámka
Najväčší štandardný rozmer	šírka 1550 mm, výška 2150 mm	odporúčané pre 2 pánty
Hraničný technický rozmer	šírka 1580 mm, výška 2150 mm	vypočítaný limit pri pracovnom momente 250 Nm
Rozmer 1600 x 2150 mm	možný len ako limitný variant	overiť stĺpik, kotvenie alebo použiť 3. pânt
Odporúčaný typ lamely pre maximum	120 x 20 mm	najlepší pomer výška / hmotnosť / tuhosť
Odporúčaná medzera	30 až 40 mm	30 mm plnší vzhľad, 40 mm nižšia hmotnosť

Z hľadiska samotnej pevnosti lamiel vyhovujú aj väčšie šírky, ale pri bránke bez horného a dolného rámového profilu je rozhodujúci hlavne moment od vlastnej hmotnosti v pántoch a tuhosť stĺpika. Preto je rozmer 1550 x 2150 mm vhodnejší ako obchodne bezpečné maximum pre 2 pánty.

Odporúčaná najväčšia konfigurácia

lamela 120 x 20 mm, 14 ks, 2 pánty



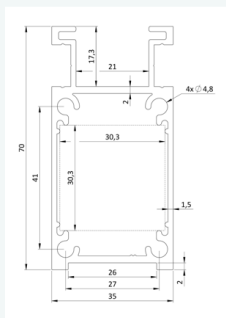
Obr. 1 - odporúčaná najväčšia konfigurácia a základné rozmery

2. Vstupné komponenty a výpočtový model

Prvok	Rozmer	Materiál	Hmotnosť
Bočný nosný profil	70 x 35 mm	EN AW-6060 T66	1,24352 kg/m
Lamela 100 x 20	t = 1,2 mm	EN AW-6060 T66	887,16 g/m (0,88716 kg/m)
Lamela 120 x 20	t = 1,2 mm	EN AW-6060 T66	1005,90 g/m (1,00590 kg/m)
Lamela 160 x 20	t = 1,3 mm	EN AW-6060 T66	1358,79 g/m (1,35879 kg/m)
Lamela 180 x 20	t = 1,5 mm	EN AW-6060 T66	1707,52 g/m (1,70752 kg/m)
Lamela 200 x 20	t = 1,5 mm	EN AW-6060 T66	1869,52 g/m (1,86952 kg/m)
Kovanie	2 pánty + zámok + kľučka	-	1,775 kg spolu

Hmotnosti lamiel sú doplnené podľa dodaných presných hmotností na 1 meter profilu. Výpočty hmotnosti, momentu v pántoch a grafy sú aktualizované podľa týchto hodnôt.

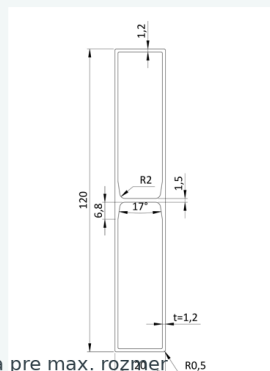
Použité profily pre odporúčaný maximálny rozmer



Bočný nosný profil brány

70 x 35 mm | EN AW-6060 T66 | 1,24352 kg/m

Funkcia: zvislý nosný prvok, kotvenie lamiel a pántov.



Lamela pre max. rozmer

120 x 20 mm | t = 1,2 mm | 1,00590 kg/m

Funkcia: ľahšia lamela umožní vyššiu a širšiu bránu.

Obr. 2 - použité profily pre odporúčaný maximálny rozmer

3. Porovnanie typov lamiel pre najväčšiu výšku 2150 mm

Typ lamely	Počet	Vyplnená výška	Rezerva hore/dole	Hmotnosť	Moment	Napätie lamely	Vhodné
100 x 20 mm	16 ks	2050 mm	100 mm	32,3 kg	246 Nm	4,0 MPa	áno
120 x 20 mm	14 ks	2070 mm	80 mm	32,1 kg	244 Nm	4,1 MPa	áno
160 x 20 mm	11 ks	2060 mm	90 mm	33,5 kg	255 Nm	3,8 MPa	áno
180 x 20 mm	10 ks	2070 mm	80 mm	37,1 kg	282 Nm	3,4 MPa	nie
200 x 20 mm	9 ks	2040 mm	110 mm	36,7 kg	279 Nm	3,4 MPa	nie

Vyhodnotenie lamiel

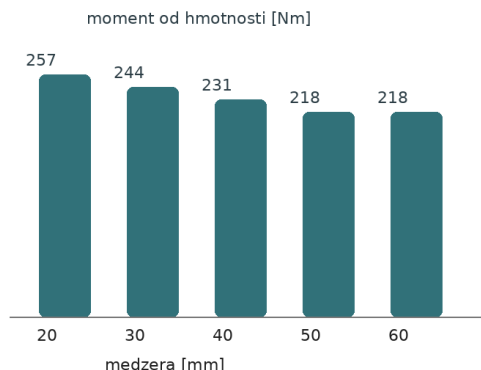
Najvhodnejšia pre najväčšiu bránku je lamela 120 x 20 mm. Oproti 160 / 180 / 200 mm umožní väčší počet lamiel pri stále rozumnej hmotnosti. Lamela 100 x 20 mm je ešte ľahšia, ale pri veľkej bránke pôsobí jemnejšie a menej robustne. Lamela 120 x 20 mm je preto najlepší kompromis.

4. Vplyv medzery medzi lamelami

Medzera medzi lamelami ovplyvňuje počet lamiel, hmotnosť, zaťaženie pántov, priehľadnosť a aj prúdenie vetra cez výplň. Väčšia medzera znižuje hmotnosť a moment, ale znižuje súkromie a mení vzhľad bránky.

Vplyv medzery medzi lamelami - konfigurácia 2150 x 1550 mm, lamela 120 x 20

Medzera	Lamely	Výplň	Rezerva	Hmotnosť	Moment
20 mm	15	2080 mm	70 mm	33,8 kg	257 Nm
30 mm	14	2070 mm	80 mm	32,1 kg	244 Nm
40 mm	13	2040 mm	110 mm	30,4 kg	231 Nm
50 mm	12	1990 mm	160 mm	28,6 kg	218 Nm
60 mm	12	2100 mm	50 mm	28,6 kg	218 Nm



Obr. 4 - vplyv medzery na počet lamiel, hmotnosť a moment v pántoch

Medzera	Lamely	Výplň	Rezerva	Hmotnosť	Moment	Podiel medzier	Odporúčanie
20 mm	15 ks	2080 mm	70 mm	33,8 kg	257 Nm	13 %	plný vzhľad
30 mm	14 ks	2070 mm	80 mm	32,1 kg	244 Nm	19 %	odporúčané
40 mm	13 ks	2040 mm	110 mm	30,4 kg	231 Nm	24 %	odporúčané
50 mm	12 ks	1990 mm	160 mm	28,6 kg	218 Nm	28 %	ľahšie, viac priehľadné
60 mm	12 ks	2100 mm	50 mm	28,6 kg	218 Nm	31 %	ľahšie, viac priehľadné

5. Odporúčané kombinácie profilov, lamiel a medzier

Variant	Bočný profil	Lamely	Typ lamely	Medzera	Počet	Hmotnosť	Moment	Použitie
Kompaktná bránka	1800 mm	1200 mm	160 x 20	30 mm	9 ks	23,2 kg	136 Nm	odporúčané
Bežná zákaznícka bránka	1800 mm	1350 mm	160 x 20	30 mm	9 ks	25,2 kg	167 Nm	odporúčané
Širšia nízka bránka	1800 mm	1500 mm	120 x 20	30 mm	12 ks	27,0 kg	199 Nm	odporúčané
Vyššia bránka - bezpečný variant	2000 mm	1500 mm	120 x 20	30 mm	13 ks	29,2 kg	215 Nm	odporúčané
Vyššia bránka - ľahší variant	2000 mm	1550 mm	120 x 20	40 mm	12 ks	28,2 kg	215 Nm	odporúčané
Max. štandard - odporúčané	2150 mm	1550 mm	120 x 20	30 mm	14 ks	32,1 kg	244 Nm	odporúčané
Max. štandard - ľahší vzhľad	2150 mm	1550 mm	120 x 20	40 mm	13 ks	30,4 kg	231 Nm	odporúčané
Hraničný variant	2150 mm	1600 mm	120 x 20	30 mm	14 ks	32,9 kg	258 Nm	len po overení / 3. pánt
Robustnejší vzhľad	2150 mm	1450 mm	160 x 20	30 mm	11 ks	31,9 kg	227 Nm	odporúčané
Veľmi plný vzhľad	2150 mm	1350 mm	180 x 20	30 mm	10 ks	33,4 kg	221 Nm	odporúčané

Tabuľka je nastavená ako obchodný výber. Pri rovnakom rozmere sa dá pracovať s plším vzhľadom menšou medzerou alebo s ľahším vzhľadom väčšou medzerou. Pre najväčšiu bránku vychádza najlepšie lamela 120 x 20 mm s medzerou 30 až 40 mm.

6. Krátke matematické zdôvodnenie

Kontrola lamely je urobená ako jednoduchý nosník medzi dvomi bočnými profilmi. Zjednodušené zaťaženie vetrom je $q = 0,30$ kN/m². Pre lamelu 120 x 20 mm pri šírke 1550 mm vychádza napätie približne 4,1 MPa, čo je výrazne menej ako porovnávacia hodnota 70 MPa.

Kontrola	Výsledok
Tlak vetra	$q = 300$ N/m ²
Čiarové zaťaženie lamely	$p = q \times h = 300 \times 0,120 = 36$ N/m
Ohybový moment lamely	$M = p \times L^2 / 8 = 10,8$ Nm
Vypočítané napätie	$\sigma = 4,1$ MPa
Priehyb lamely	$f = 1,48$ mm, limit $L/200 = 7,8$ mm
Moment v pántoch	$M_p = \text{hmotnosť} \times 9,81 \times L/2 = 244$ Nm

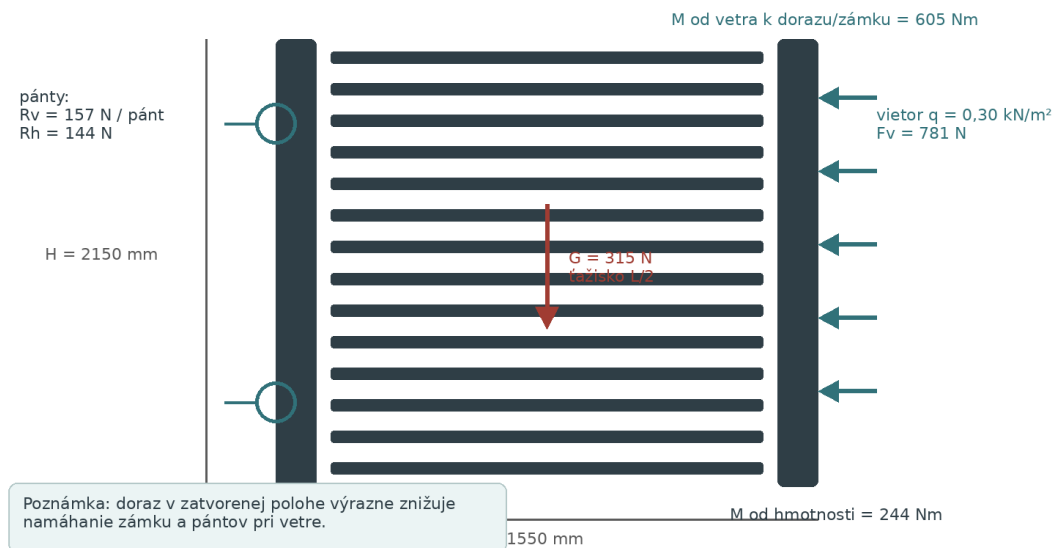


Obr. 5 - detail pántového riešenia

6.1 Matematický výpočet pôsobiacich síl na bránu

Výpočet je doplnený pre najväčšiu štandardne odporúčanú konfiguráciu: bočný profil 2150 mm, dĺžka lamiel 1550 mm, lamela 120 x 20 mm, medzera 30 mm, počet lamiel 14 ks. Cieľom je prehľadne ukázať, aké sily pôsobia na bránu, pánty, lamely a skrutkové spoje.

Schéma síl pôsobiacich na bránu



Obr. 7 - zjednodušená schéma síl: vlastná hmotnosť, vietor, reakcie v pántoch a momenty

Použitý model

Brána je posudzovaná ako krídlo zavesené na 2 pántoch. Vlastná hmotnosť pôsobí v ťažisku približne v polovici šírky brány. Vietor pôsobí na súčet plôch lamiel. Výpočet je zjednodušený, ale postačuje na zrozumiteľné porovnanie síl a na stanovenie odporúčaného rozmeru.

6.1.1 Hmotnosť a tiaž brány

Položka	Vzťah	Výsledok
Bočné profily	$2 \times 2,15 \text{ m} \times 1,24352 \text{ kg/m}$	5,35 kg
Lamely 120 x 20	$14 \times 1,55 \text{ m} \times 1,00590 \text{ kg/m}$	21,83 kg
Kovanie	2 pánty + zámok + kľučka	1,77 kg
Skrutky	$14 \times 8 \text{ ks} \times 0,002 \text{ kg}$	0,22 kg
Medzisúčet	-	29,17 kg
Rezerva na krytky, tolerancie a doplnky	10 %	2,92 kg
Návrhová hmotnosť	-	32,09 kg
Tiaž brány	$G = m \times g = 32,09 \times 9,81$	315 N

Zjednodušene sa teda v ďalšom výpočte používa hmotnosť približne 32,1 kg a tiaž približne 315 N,

6.1.2 Sily od vlastnej hmotnosti v pántoch

Kontrola	Vzorec	Výsledok
Moment od vlastnej hmotnosti	$M_g = G \times L / 2$	$315 \times 1,55 / 2 = 244 \text{ Nm}$
Odporúčaný osový rozostup pántov	s	1,70 m
Vodorovná reakcia dvojice pántov	$R_h = M_g / s$	$244 / 1,70 = 144 \text{ N}$
Zvislá sila na jeden pánt	$R_v = G / 2$	$315 / 2 = 157 \text{ N}$

Výsledok znamená, že každý pánt prenáša približne polovicu zvislej tiaže brány a zároveň dvojica pántov vytvára odpor proti sklápaciemu momentu od vlastnej hmotnosti. Preto je dôležité umiestniť pánty čo najďalej od seba a kotviť ich do pevného stĺpika.

6.1.3 Sila vetra na výplň brány

Kontrola	Vzorec	Výsledok
Plocha jednej lamely	$A_1 = h \times L$	$0,120 \times 1,55 = 0,186 \text{ m}^2$
Celková plocha lamiel	$A = n \times A_1$	$14 \times 0,186 = 2,60 \text{ m}^2$
Zjednodušený tlak vetra	q	$300 \text{ N/m}^2 = 0,30 \text{ kN/m}^2$
Celková sila vetra na lamely	$F_v = q \times A$	$300 \times 2,60 = 781 \text{ N}$
Približná sila vetra na jeden pánt	$F_v / 2$	$781 / 2 = 391 \text{ N}$

Moment vetra k osi pántov / dorazu	$M_v = F_v \times L / 2$	$781 \times 1,55 / 2 = 605 \text{ Nm}$
------------------------------------	--------------------------	--

Sila vetra je vyššia ako samotná tiaž bránky. V zatvorenej polohe ju preto nemá prenášať iba zámok. Odporúča sa pevný doraz v zatvorenej polohe, prípadne gumový doraz, ktorý zníži rázové namáhanie pri nárazoch vetra.

6.1.4 Kontrola jednej lamely na ohyb a priehyb

Kontrola	Vzorec	Výsledok
Čiarové zaťaženie lamely	$p = q \times h$	$300 \times 0,120 = 36 \text{ N/m}$
Max. ohybový moment lamely	$M = p \times L^2 / 8$	$36 \times 1,55^2 / 8 = 10,8 \text{ Nm}$
Modul prierezu lamely	W	2657 mm^3
Vypočítané napätie	$\sigma = M / W$	$4,1 \text{ MPa}$
Porovnávacia hodnota	σ_{dov}	70 MPa
Priehyb lamely	f	$1,48 \text{ mm}$
Orientačný limit priehybu	$L / 200$	$7,75 \text{ mm}$

Lamela 120 x 20 mm pri dĺžke 1550 mm vyhovuje s veľkou rezervou: vypočítané napätie je približne 4,1 MPa, teda výrazne pod porovnávacou hodnotou 70 MPa. Priehyb 1,48 mm je tiež výrazne nižší ako orientačný limit 7,75 mm.

6.1.5 Sily v skrutkových spojoch lamela - bočný profil

Kontrola	Vzorec	Výsledok
Sila vetra na jednu lamelu	$F_1 = q \times h \times L$	$300 \times 0,120 \times 1,55 = 55,8 \text{ N}$
Počet skrutiek na jednu lamelu	8 ks	4 ks na ľavej strane + 4 ks na pravej strane
Priemerná sila na jednu skrutku	$F_s = F_1 / 8$	$55,8 / 8 = 7,0 \text{ N}$

Priemerná sila na jednu skrutku od vetra je nízka. Pre spoľahlivosť je dôležitejšie dodržať počet skrutiek, správne predvrtanie/osadenie, nepoškodiť závit v hliníku a zabezpečiť, aby skrutka prešla stenou profilu aj stenou lamely.

Záver výpočtu síl

Na bránku pôsobí tiaž približne 315 N a pri uvažovanom vetre sila približne 781 N, Lamely majú pri dĺžke 1550 mm dostatočnú rezervu v napätí aj priehybe, Rozhodujúce pre dlhodobú spoľahlivosť je preto najmä osadenie pántov, pevnosť stĺpika, doraz v zatvorenej polohe a dodržanie počtu skrutiek,

7. Obchodné odporúčanie

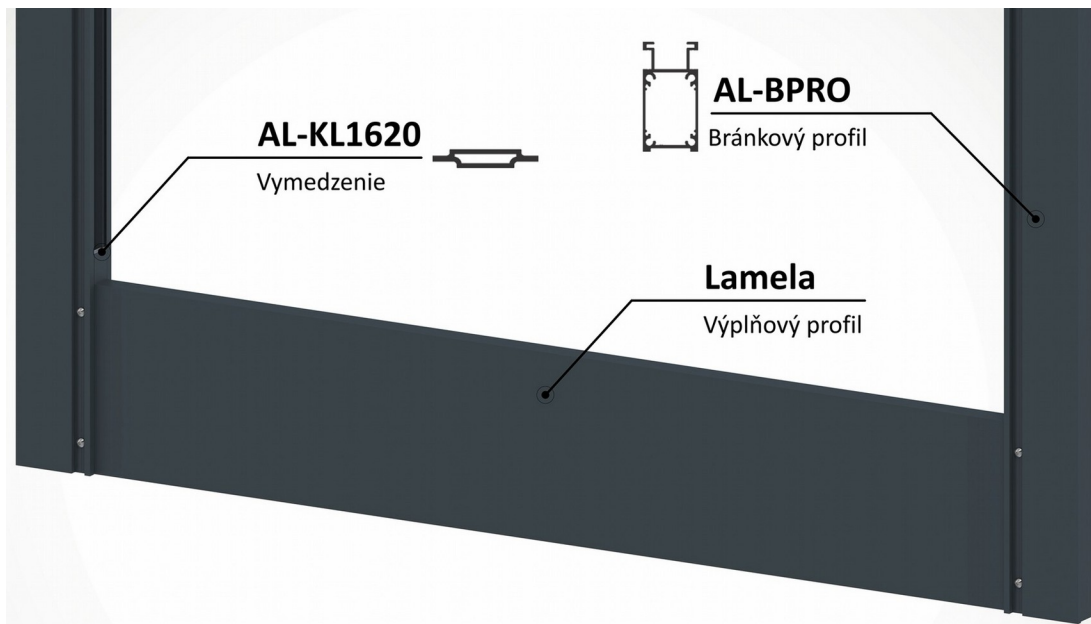
Odporúčaná najväčšia konfigurácia

Bočný profil 2150 mm, lamela 120 x 20 mm, dĺžka lamely 1550 mm, medzera 30 mm, počet lamiel 14 ks, odhadovaná hmotnosť 32,1 kg, moment v pántoch 244 Nm. Toto je vhodné uvádzať ako najväčší štandardný rozmer pri 2 pántoch.

Hraničná konfigurácia

Bočný profil 2150 mm, lamela 120 x 20 mm, dĺžka lamely 1600 mm, medzera 30 mm. Výpočtovo vychádza moment približne 258 Nm. Tento rozmer už neodporúčam ako bežný štandard bez overenia stĺpika, kotvenia a pántov.

- Pre maximálnu výšku a šírku použiť lamelu 120 x 20 mm.
- Pre reprezentatívny plnší vzhľad použiť medzeru 30 mm.
- Pre nižšiu hmotnosť a nižšie zaťaženie pántov použiť medzeru 40 mm.
- Pre šírku 1600 mm odporúčam overiť stĺpik alebo doplniť tretí pánt.
- Pre lamely 160 / 180 / 200 mm znížiť odporúčanú šírku, pretože narastá hmotnosť a moment v pántoch.



Obr. 6 - hlavné prvky systému bránky

8. Záver

Najväčšia konštrukčne a obchodne rozumná bránka z daných komponentov pri 2 pántoch je:

bočný profil 2150 mm | lamely 1550 mm | lamela 120 x 20 mm | medzera 30 mm

Táto kombinácia dáva vysokú bránku s dobrou tuhosťou a zároveň drží hmotnosť a moment v pántoch v rozumnom pásme. Ak má byť bránka ešte širšia, technicky sa už odporúča prejsť na individuálne posúdenie, pevnejší stĺpik alebo tretí pánt.

Príloha A - grafické vyhodnotenie hmotnosti a percenta výplne

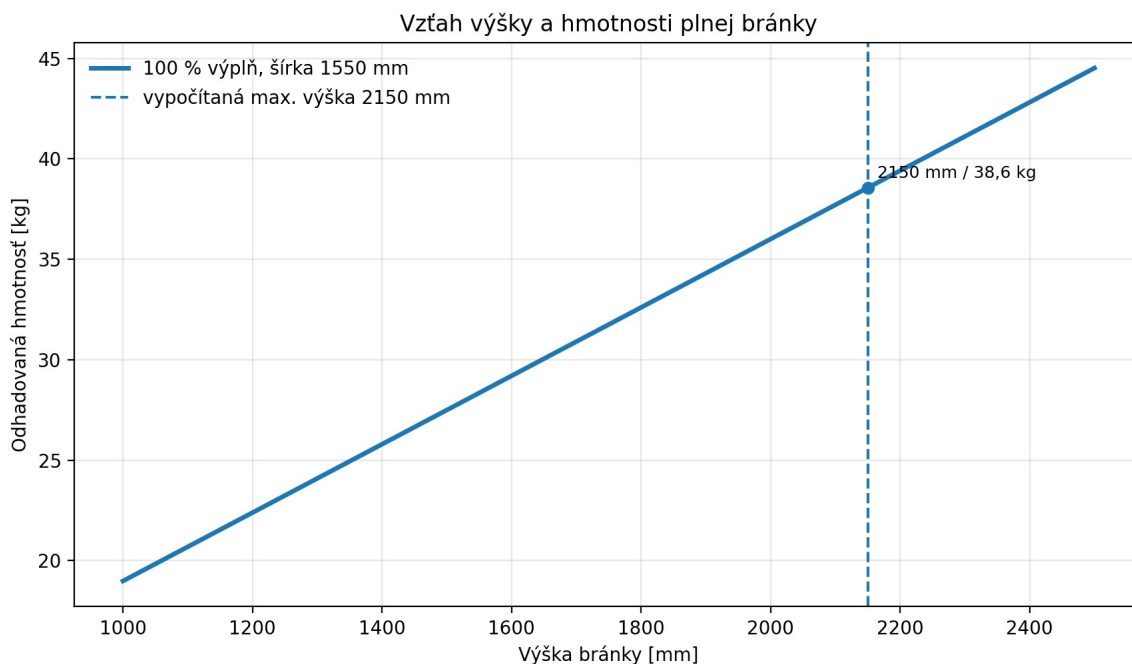
Nasledujúce grafy rozširujú technicko-obchodné vyhodnotenie o jednoduché vizualizácie. Grafy sú zostavené z rovnakého zjednodušeného modelu ako zvyšok správy: 2 pánty, pracovný limit momentu 250 Nm, profil 70 x 35 mm, presná hmotnosť lamely 120 x 20 mm = 1,00590 kg/m, kovanie 1,775 kg a 10 % rezerva na doplnkové prvky.

Ako čítať grafy

Graf 1 ukazuje, ako rastie hmotnosť plnej bránky (100 % výplň bez medzier) so zvyšujúcou sa výškou. Grafy 2 a 3 ukazujú, aká maximálna výplň je prípustná pri danej šírke, ak chceme zostať v odporúčanom limite zaťaženia pántov.

A.1 Vzťah výšky a hmotnosti plnej bránky

Graf je spracovaný pre referenčnú šírku 1550 mm, teda pre najväčší štandardne odporúčaný rozmer. „Plná bránka“ znamená 100 % výplň bez medzier medzi lamelami.

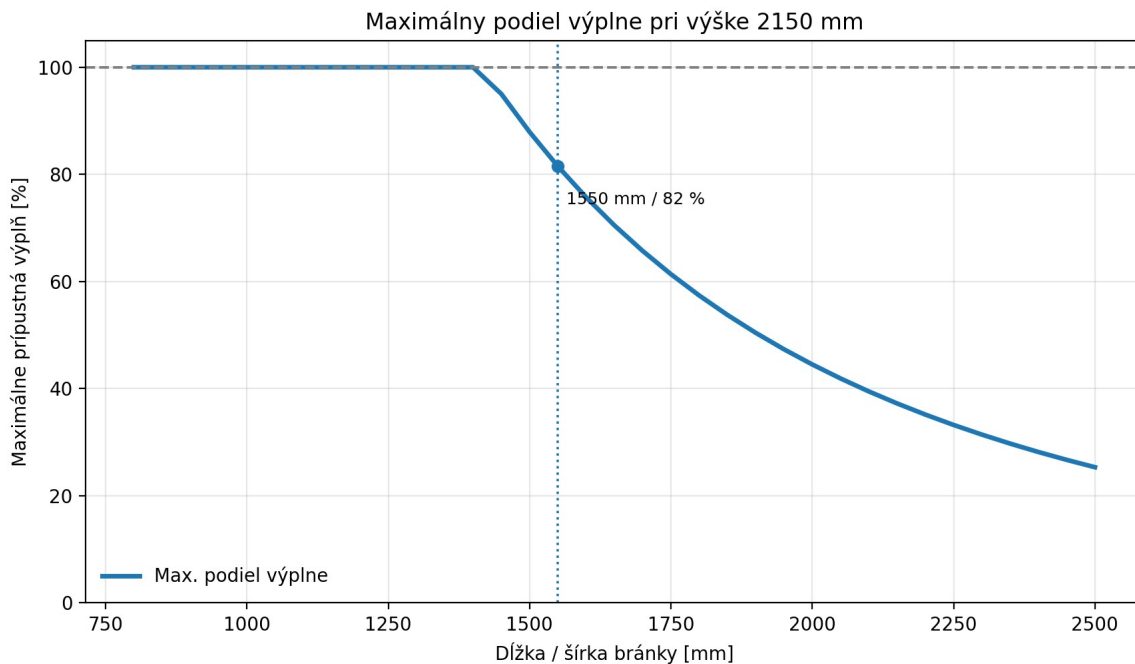


Graf 1 - odhadovaná hmotnosť plnej bránky v závislosti od výšky (šírka 1550 mm)

Pri výške 2150 mm by plná bránka so šírkou 1550 mm mala približne 38,6 kg. To je viac než pri odporúčanej lamelovej skladbe s medzerami, preto sa pri vysokých bránkach uplatňuje odľahčenie pomocou medzier medzi lamelami.

A.2 Vzťah percenta výplne od dĺžky pri výške 2150 mm

Tento graf ukazuje, aký maximálny podiel výplne je ešte prípustný pri vypočítanej maximálnej výške 2150 mm. Hmotnosť je uvažovaná ako rovnomerne rozložená po celej ploche výplne.

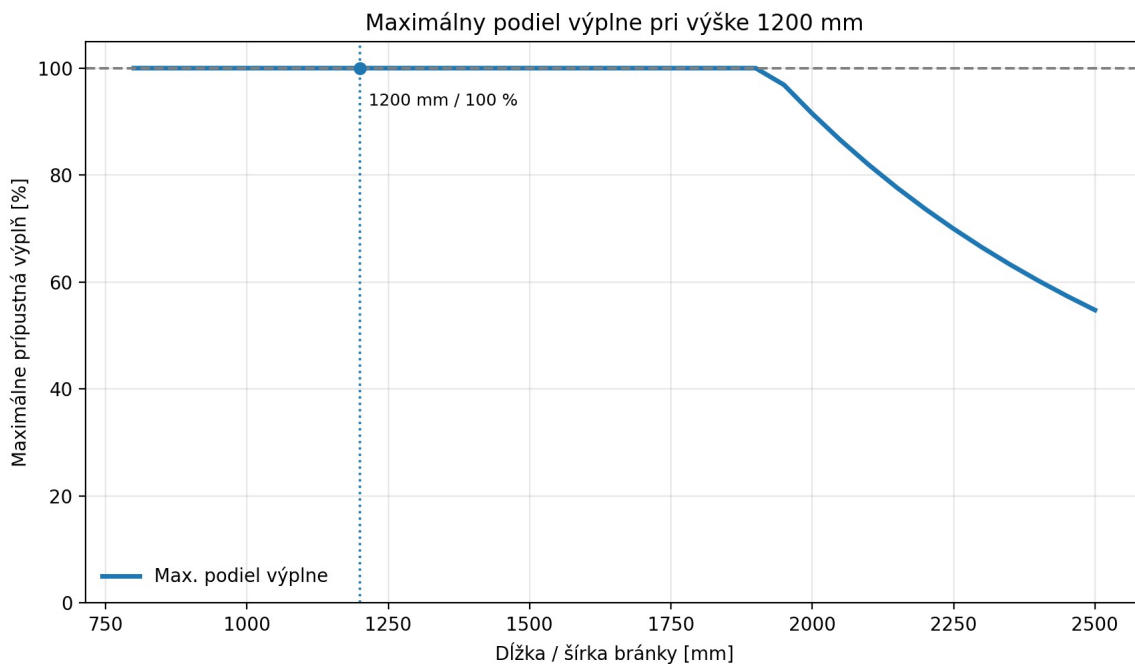


Graf 2 - maximálny prípustný podiel výplne pri výške 2150 mm

Pri šírke 1550 mm vychádza maximálny prípustný podiel výplne približne 82 %. Prakticky to znamená, že bránka už nemá byť úplne plná a je vhodné udržať medzery medzi lamelami približne v rozsahu 30 až 40 mm.

A.3 Vzťah percenta výplne od dĺžky pri výške 1200 mm

Rovnaký prístup je použitý aj pre nižšiu bránku s výškou 1200 mm. Nižšia výška významne znižuje vlastnú hmotnosť, a preto je pri rovnakej šírke možné pripustiť vyšší podiel výplne.



Graf 3 - maximálny prípustný podiel výplne pri výške 1200 mm

Pri výške 1200 mm je až do väčších šírok možné použiť veľmi vysoký, často aj 100 % podiel výplne. Tento variant je preto vhodný napríklad pre nižšie, viac súkromné bránky alebo výplne s menšími medzerami.

A.4 Prehľad vybraných hodnôt

Šírka / dĺžka bránky	Max. podiel výplne pri výške 2150 mm	Max. podiel výplne pri výške 1200 mm
1000 mm	100 %	100 %
1200 mm	100 %	100 %
1400 mm	100 %	100 %
1550 mm	82 %	100 %
1600 mm	76 %	100 %
1800 mm	57 %	100 %
2000 mm	45 %	92 %
2200 mm	35 %	74 %

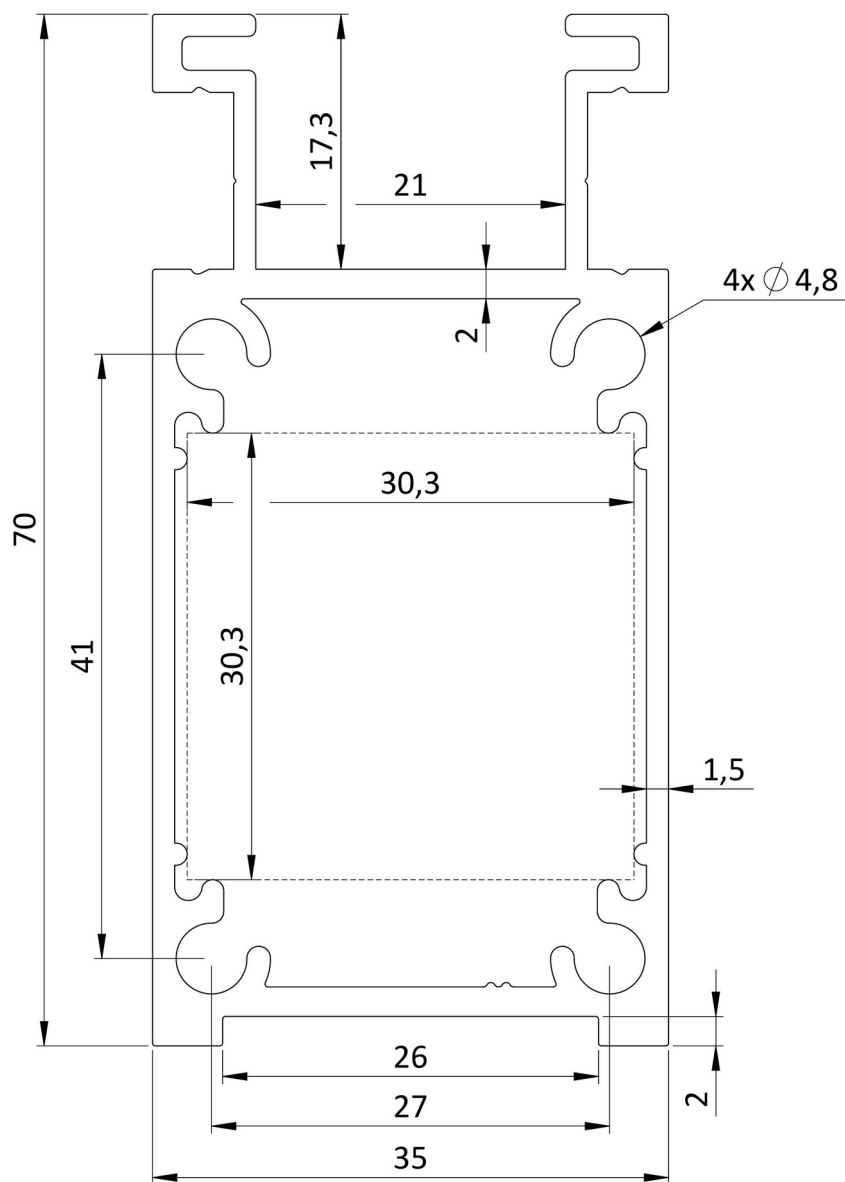
Krátky záver z grafov

So zvyšujúcou sa výškou rastie hmotnosť približne lineárne. So zvyšujúcou sa šírkou je pri vysokej bránke potrebné znižovať percento výplne, aby zostal zachovaný prijateľný moment v pántoch. Pri nižšej bránke 1200 mm je možné aj pri väčších šírkach ponechať výplň plnšiu.

Príloha B - výkresy profilov z nových PDF podkladov

Do správy boli doplnené nové výkresy lamiel a bočného nosného profilu. Pôvodné nízkokvalitné náhľady boli nahradené obrázkami renderovanými z nových PDF podkladov vo vyššom rozlíšení.

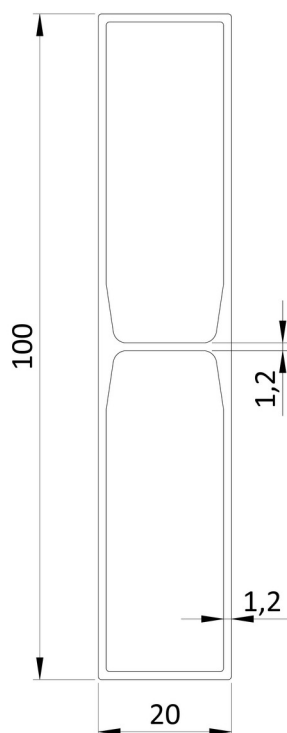
Profil	Rozmer	Materiál	Hmotnosť
Bočný nosný profil	70 x 35 mm	EN AW-6060 T66	1,24352 kg/m
Lamela 100 x 20	t = 1,2 mm	EN AW-6060 T66	0,88716 kg/m
Lamela 120 x 20	t = 1,2 mm	EN AW-6060 T66	1,00590 kg/m
Lamela 160 x 20	t = 1,3 mm	EN AW-6060 T66	1,35879 kg/m
Lamela 180 x 20	t = 1,5 mm	EN AW-6060 T66	1,70752 kg/m
Lamela 200 x 20	t = 1,5 mm	EN AW-6060 T66	1,86952 kg/m



Obr. B1 - nový výkres bočného nosného profilu 70 x 35 mm

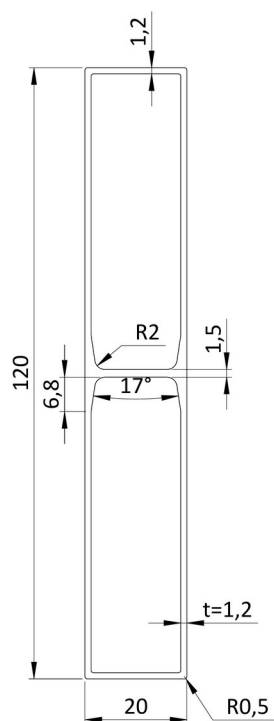
B.1 Výkresy lamíel

Lamela 100 x 20 mm



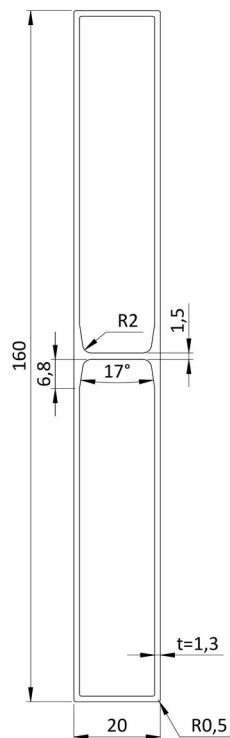
Nový PDF výkres - Lamela 100 x 20 mm

Lamela 120 x 20 mm



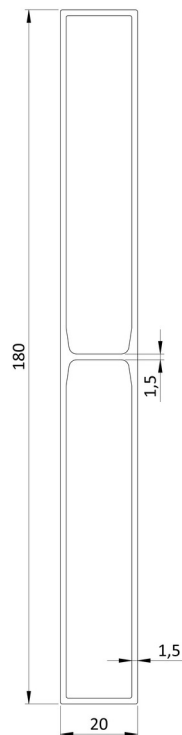
Nový PDF výkres - Lamela 120 x 20 mm

Lamela 160 x 20 mm



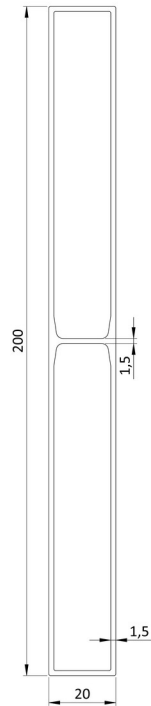
Nový PDF výkres - Lamela 160 x 20 mm

Lamela 180 x 20 mm



Nový PDF výkres - Lamela 180 x 20 mm

Lamela 200 x 20 mm



Nový PDF výkres - Lamela 200 x 20 mm