

**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ
V PRAZE
FAKULTA STAVEBNÍ**

KATEDRA KONSTRUKCÍ POZEMNÍCH STAVEB



**PŘÍSTAVBA A NÁSTAVBA
KANCELÁŘSKÝCH PROSTOR**

**STATICKÉ POSOUZENÍ STÁVAJÍCÍCH NOSNÝCH
KONSTRUKCÍ PO ZMĚNĚ OBÁLKY BUDOVY**

Vypracovala:

Bc. Klára Kupková

Konzultant části beton/zdivo:

Ing. Hana Hanzlová, CSc.

Konzultant části ocel/dřevo:

doc. Ing. Michal Jandera, Ph.D.

Školní rok:

2020

Obsah

1	SCHÉMA A POPIS KONSTRUKCE	1
1.1	Charakteristika objektu.....	1
1.2	Konstrukční schémata	2
1.3	Použité materiály	6
2	PŘEHLED ZATÍŽENÍ	6
2.1	Stálé zatížení.....	6
2.1.1	Nosné konstrukce	6
2.1.2	Obvodový plášť.....	7
2.1.3	Střešní plášť	8
2.1.4	Podlahy.....	9
2.1.5	Příčky	12
2.2	Proměnné zatížení	13
2.2.1	Užitné zatížení.....	13
2.2.2	Zatížení sněhem	14
2.2.3	Zatížení větrem.....	14
3	POSOUZENÍ STÁVAJÍCÍCH NOSNÝCH PRVKŮ.....	17
3.1	Svislé nosné konstrukce	17
3.1.1	Zděné stěny	17
3.1.2	Železobetonové stěny.....	19
3.1.3	Dřevěné panely.....	20
3.1.4	Ocelové sloupy.....	27
3.2	Vodorovné nosné konstrukce	33
3.2.1	Spiroll panely	33
3.2.2	Dřevěné stropní desky.....	35
3.2.3	Dřevěný vazník	52
3.2.4	Ocelové průvlaky	53
3.3	Základové konstrukce.....	60
3.3.1	Geologické poměry	60
3.4	Prostorová tuhost objektu	60
3.5	Závěr.....	61
3.6	Literatura	62
3.6.1	Normy	62
3.6.2	Použité podklady.....	63

1 SCHÉMA A POPIS KONSTRUKCE

1.1 Charakteristika objektu

Stávající dvoupodlažní nepodsklepený objekt byl postaven začátkem 90. let minulého století. Nosnou konstrukci tvoří obvodové zdivo z dutinových keramických cihel tloušťky 365 mm ukládané na monolitické základy z vyztuženého betonu. Stropní konstrukce je provedena z předpjatých železobetonových panelů Spiroll. V roce 2017 na objektu proběhla přístavba v západní části budovy a nástavba až do 5.NP.

Nástavba je provedena převážně z velkoformátových komponentů uceleného stavebního systému Novatop, vyráběných z křížem vrstveného masivního dřeva. Stropní konstrukce jsou tvořeny z dutých velkoplošných panelů s žebrovou konstrukcí s proměnnou výškou pro jednotlivá podlaží. Stropní panely tvořící střechu jsou výšky 400 mm. Střecha je uvažována jako plochá s výjimkou obytného podkroví, nad kterým je střecha uvažována jako pultová. Vertikální stěnové panely jsou uvažovány z prvků výrobního programu Novatop Solid s tloušťkou 84 mm a 124 mm. Dominantním prvkem celého projektu je vykonzolovaná část půdorysu 3.NP se schodištěm. Vykonzolovaná část je uložena z části na stávající zdivo a z části na exteriérové sloupy sloužící jako podpora pro vynášecí trám.

V západní části objektu byl stávající objekt rozšířen o část galerie a komunikační jádro se schodištěm a výtahem. Tato přístavba je navržena jako železobetonová monolitická konstrukce z betonu C25/30-XC1, která je založena na základové desce lemované po obvodu železobetonovými základovými pasy uloženými do nezámrzné hloubky. Železobetonové základové pasy jsou provedeny z betonu C25/30-XC2, vyztuženy konstrukční betonářskou výztuží a propojeny se základovými pasy již stávajícího objektu z 90. let. Stropní konstrukce v rámci přístavby jsou ve všech podlažích uvažovány jako monolitické železobetonové desky. Schodiště je uvažováno jako železobetonové s prefabrikovanými schodišťovými rameny ukládanými přes pryžové podložky na ozub v deskách a mezipodestách.

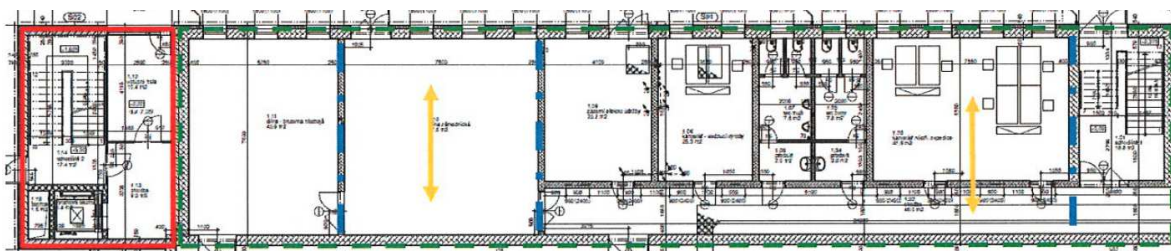


Obrázek 1- Vizualizace administrativní budovy po přístavbě a nástavbě roku 2017

1.2 Konstrukční schémata

Konstrukční schéma 1.NP:

- konstrukční výška podlaží: 3,65 m
- účel využití podlaží: výrobní dílny, kanceláře mistrů, WC, technická místnost, zázemí elektroúdržby
- vodorovné nosné konstrukce: Spiroll panely
- svislé nosné konstrukce: keramické zdivo, ŽB stěny

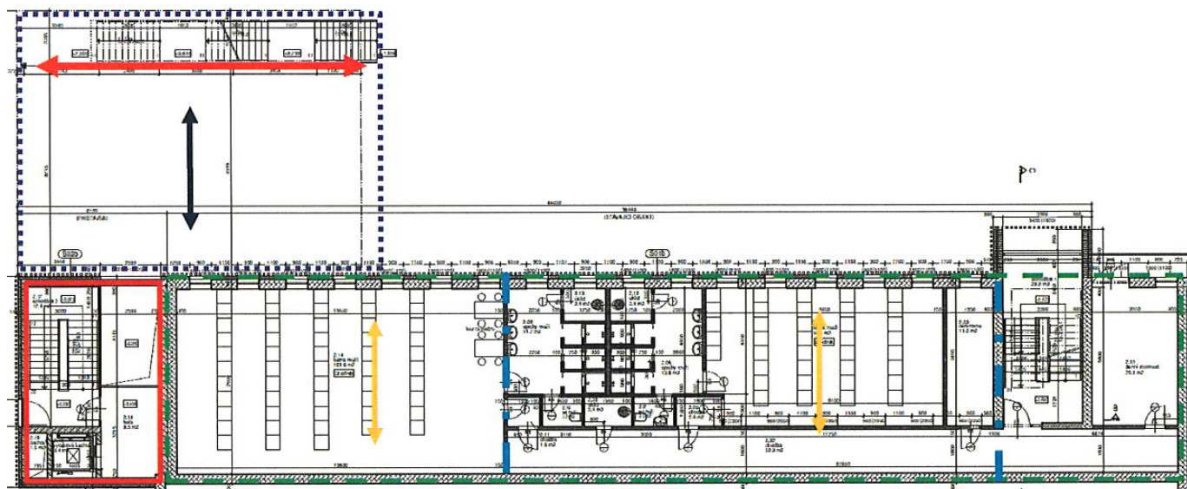


Legenda:

- Zelená čárkovaná čára – stávající zdivo
- Červená plná čára – ŽB konstrukce tl. 250 mm
- Modrá čerchovaná čára – ztužující příčné konstrukce
- Žlutá šipka – směr pnutí Spiroll panelů tl. 300 mm

Konstrukční schéma 2.NP:

- konstrukční výška podlaží: 3,85 m
- účel využití podlaží: šatny, sprchy, hygienické zázemí pro zaměstnance výroby
- vodorovné nosné konstrukce: Spiroll panely
- svislé nosné konstrukce: keramické zdivo, ŽB stěny

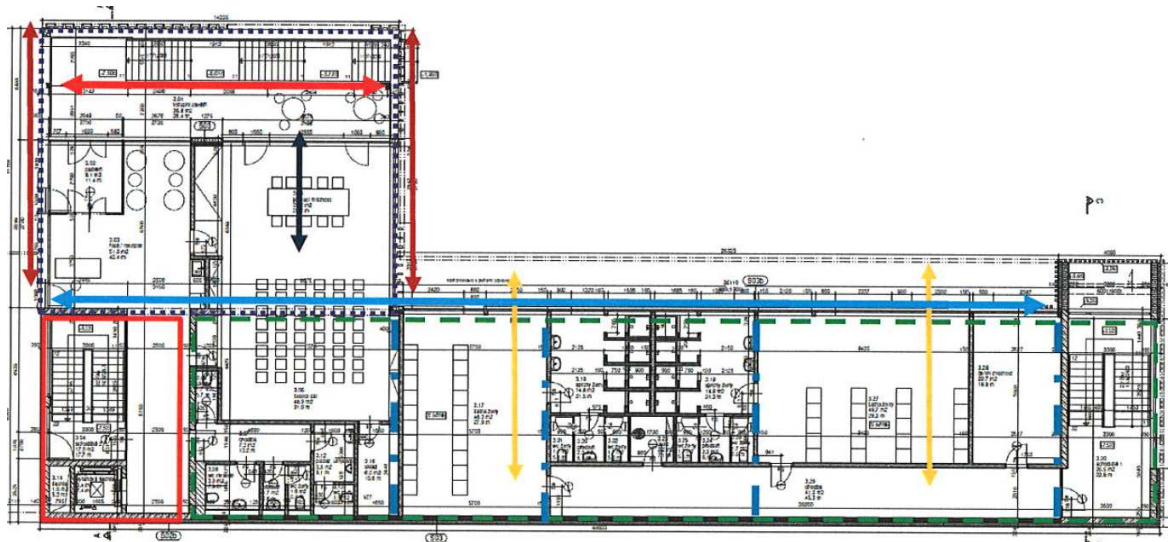


Legenda:

- Zelená čárkovaná čára – stávající zdivo
- Červená plná čára – ŽB konstrukce tl. 250 mm
- Modrá čerchovaná čára – ztužující příčné konstrukce
- Žlutá šipka – směr pnutí Spiroll panelů tl. 300 mm
- Fialová tečkovaná čára – přístavba z roku 2017
- Tmavě modrá šipka – směr pnutí dřevěných panelů Element tl. 380 mm
- Červená šipka – spojitý průvlak HEB 240

Konstrukční schéma 3.NP:

- konstrukční výška podlaží: 3,65 m
- účel využití podlaží: recepce, jednací a denní místnost, šatny a sprchy pro zaměstnance výroby, oddělené hygienické zázemí pro zaměstnance administrativy i výroby
- vodorovné nosné konstrukce: dřevěné panely Element, ocelové průvlaky, dřevěný vazník
- svislé nosné konstrukce: dřevěné stěny z CLT panelů, ŽB stěny

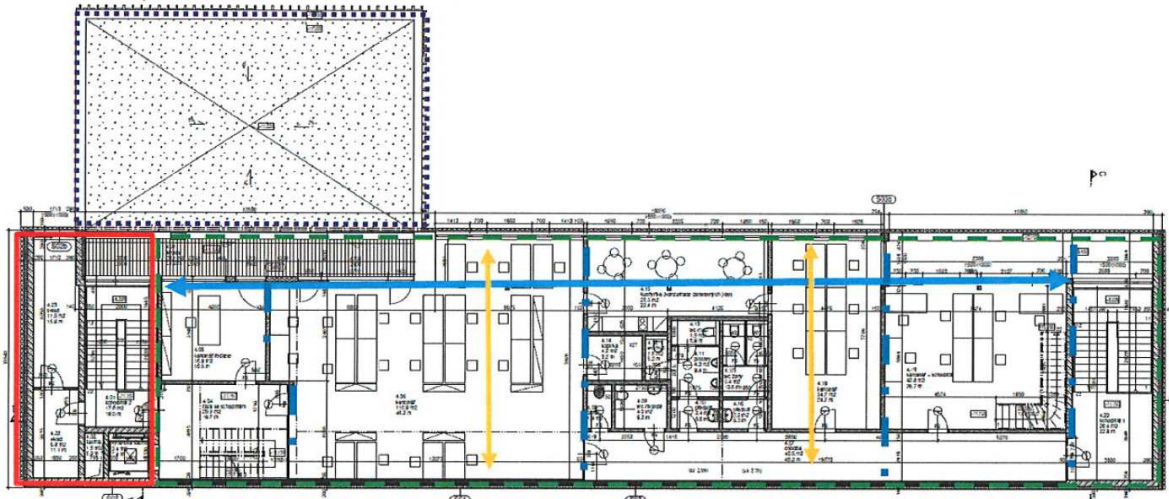


Legenda:

- Zelená čárkovaná čára – stěny z CLT panelů tl. 124 mm
- Červená plná čára – ŽB konstrukce tl. 250 mm
- Modrá čerchovaná čára – ztužující příčné konstrukce
- Žlutá šipka – směr pnutí dřevěných panelů Element tl. 380 mm
- Fialová tečkovaná čára – přístavba z roku 2017
- Tmavě modrá šipka – směr pnutí dřevěných panelů Element tl. 340 mm
- Červená šipka – spojitý průvlak HEA 300
- Světle modrá šipka – spojitý průvlak HEA 400
- Hnědá šipka – dřevěný vazník na výšku podlaží (pásky 0,2x0,3m, stojky a diagonály 0,2x0,2m z G124h)

Konstrukční schéma 4.NP:

- konstrukční výška podlaží: 3,90 m
- účel využití podlaží: kancelářské prostory včetně hygienického zázemí pro zaměstnance
- vodorovné nosné konstrukce: dřevěné panely Element, ocelové průvlaky
- svislé nosné konstrukce: dřevěné stěny z CLT panelů, ŽB stěny

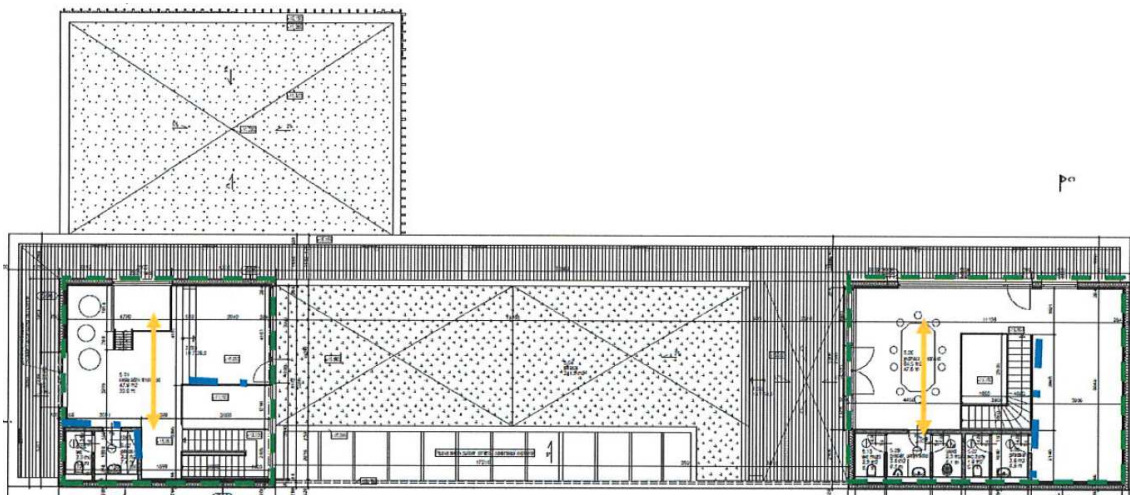


Legenda:

- Zelená čárkovaná čára – stěny z CLT panelů tl. 124 mm
- Červená plná čára – ŽB konstrukce tl. 250 mm
- Modrá čerchovaná čára – ztužující příčné konstrukce
- Žlutá šipka – směr pnutí dřevěných panelů Element tl. 400 mm
- Fialová tečkovaná čára – přístavba z roku 2017
- Světle modrá šipka – spojitý průvlak HEA 280

Konstrukční schéma podkroví:

- konstrukční výška podlaží: 5,17-7,26 m
- účel využití podlaží: jednací a denní místnost včetně hygienického zázemí
- vodorovné nosné konstrukce: dřevěné panely Element
- svislé nosné konstrukce: dřevěné stěny z CLT panelů



Legenda:

- Zelená čárkovaná čára – stěny z CLT panelů tl. 84 mm
- Modrá čerchovaná čára – ztužující příčné konstrukce
- Žlutá šipka – směr pnutí dřevěných panelů Element tl. 340 mm

1.3 Použité materiály

- betonové monolitické konstrukce: **C25/30 XC1 – Cl 0,2 – D_{max} 16-S3**
- základové konstrukce: **C25/30 XC2 – Cl 0,2 – D_{max} 16-S3**
- použitá betonářská ocel: **B500B**
- použitá konstrukční ocel: **S235**
- nosné zdivo: zdivo z děrovaných kvádrů CD INA A/B na MVC 10
- nosné dřevěné konstrukce: velkoformátové CLT panely typu Novatop

2 PŘEHLED ZATÍŽENÍ

2.1 Stálé zatížení

2.1.1 Nosné konstrukce

	Tloušťka [mm]	Objemová tíha [kg/m ³]	g _k [kN/m ²]
ŽB stropní deska 1.NP	300	2300	6,90
ŽB stropní deska přístavba (u P2,P6)	200	2300	4,60
ŽB stropní deska 2.NP (u P3)	175	2300	4,025
ŽB panel Spiroll 2.NP (u P3)	300	2300	6,90
Novatop Element (u P4,P5)	160	490	0,784
Novatop Element (u P7, P7b)	290	490	1,421
Novatop Element 3.NP (u P8)	400	490	1,96
Novatop Element 3.NP (u ST1)	280	490	1,372
ŽB stropní deska 4.NP (u ST3)	400	490	1,96
Stropní deska podkroví	300	350	1,05

2.1.2 Obvodový plášť

SYSTÉM Z VEGETAČNÍCH PANELŮ S01-S02	Tloušťka [mm]	Objemová tíha [kg/m³]	g_k [kN/m²]
Vegetační panely	62	-	0,135
Zavlažovací systém	16	0,00095	0,000
Hydroizolační PVC folie	2	1400	0,028
Svislý Al rošt	30	-	0,009
L-kotvy Itegro	-	-	0,529
Pojistná difuzní folie Tyvek	0,2	87	0,000174
Tepelná izolace Isover TF	180	150	0,27
Baumit StarContact	3	-	0,042
Baumit Nanopor Top	2	1800	0,036
Baumit potěr UniPrimer	0,1	1600	0,0016
Baumit StarContact	3	-	0,042
CELKEM			1,0928

SYSTÉM Z VEGETAČNÍCH PANELŮ S03-S06	Tloušťka [mm]	Objemová tíha [kg/m³]	g_k [kN/m²]
Vegetační panely	62	-	0,135
Zavlažovací systém	16	0,00095	0,000
Hydroizolační PVC folie	2	1400	0,028
Svislý Al rošt	30	-	0,009
L-kotvy Itegro	-	-	0,529
Pojistná difuzní folie Tyvek	0,2	87	0,000174
Tepelná izolace Isover TF	240	150	0,36
Baumit StarContact	3	1400	0,042
Baumit Nanopor Top	2	1800	0,036
Baumit potěr UniPrimer	0,1	1600	0,0016
Baumit StarContact	3	1400	0,042
CELKEM			1,1828

SYSTÉM Z DRÁTĚNÝCH KOŠŮ S01-S02	Tloušťka [mm]	Objemová tíha [kg/m³]	g_k [kN/m²]
Drátěné koše s vegetací	100	-	0,065
Zavlažovací systém	16	0,00095	0,000
OSB deska	15	650	0,0975
Svislý Al rošt	30	-	0,009
L-kotvy Itegro	-	-	0,529
Pojistná difuzní folie Tyvek	0,2	87	0,000174
Tepelná izolace Isover TF	180	150	0,27
Baumit StarContact	3	1400	0,042
Baumit Nanopor Top	2	1800	0,036
Baumit potěr UniPrimer	0,1	1600	0,0016
Baumit StarContact	3	1400	0,042
CELKEM			1,0928

SYSTÉM Z DRÁTĚNÝCH KOŠŮ S03-S06	Tloušťka [mm]	Objemová tíha [kg/m³]	g_k [kN/m²]
Drátěné koše s vegetací	100	-	0,065
Zavlažovací systém	16	0,00095	0,000
OSB deska	15	650	0,0975
Svislý Al rošt	30	-	0,009
L-kotvy Iltegro	-	-	0,529
Pojistná difuzní folie Tyvek	0,2	87	0,000174
Tepelná izolace Isover TF	240	150	0,36
Baumit StarContact	3	1400	0,042
Baumit Nanopor Top	2	1800	0,036
Baumit potěr UniPrimer	0,1	1600	0,0016
Baumit StarContact	3	1400	0,042
CELKEM			1,1828

2.1.3 Střešní plášť

STŘECHA ST1	Tloušťka [mm]	Objemová tíha [kg/m³]	g_k [kN/m²]
Rozchodníkový koberec	-	-	0,17
Vegetační substrát	120	1450	1,74
Dekdren T20 Garden	-	-	0,0098
Hydroizolace Dekplan 77	1,5	1800	0,027
Spádové klíny EPS 200S	160	30	0,048
Tepelná izolace EPS 200S	280	30	0,084
Glastek AL 40 Mineral	4	2700	0,108
Minerální izolace Isover TF	50	140	0,03
SDK podhled GKf	15	750	0,1125
CELKEM			2,3293

STŘECHA ST3	Tloušťka [mm]	Objemová tíha [kg/m³]	g_k [kN/m²]
Intenzivní substrát Optigreen I	400	1400	5,6
Filtrační textilie Optigreen105	-	-	-
Drenážní násyp Optigreen Perl	120	890	1,068
Drenážní systém Optigreen	-	-	0,0098
Hydroizolace Dekplan 77	1,5	1800	0,027
Spádové klíny EPS 200S	160	30	0,048
Tepelná izolace EPS 200S	280	30	0,084
Glastek AL 40 Mineral	4	2700	0,108
Minerální izolace Isover TF	50	140	0,07
SDK podhled GKf	15	750	0,1125
CELKEM			7,1273

STŘECHA ST5	Tloušťka [mm]	Objemová tíha [kg/m³]	g_k [kN/m²]
Rozchodníkový koberec	-	-	0,17
Vegetační substrát	120	1450	1,74
Dekdren T20 Garden	-	-	0,0098
Hydroizolace PVC folie	1,8	1400	0,0252
Tepelná izolace Puren PIR	80	35	0,028
OSB deska	25	650	0,1625
Parozábrana Delta DAWI GP	0,2	930	0,00186
Rošt 50x40 mm po 600 mm	50	570	0,285
Biodeska smrk	16	490	0,0784
CELKEM			2,5008

2.1.4 Podlahy

PODLAHA P2	Tloušťka [mm]	Objemová tíha [kg/m³]	g_k [kN/m²]
Keramická dlažba	15	2000	0,30
Disperzní lepidlo	5	1800	0,09
Lehčený beton Liapor	50	600	0,30
Kročejová izolace Isover T-P	60	148	0,0888
Minerální izolace Isover TF	50	140	0,03
SDK podhled GKf	15	750	0,1125
CELKEM			0,9213

PODLAHA P3	Tloušťka [mm]	Objemová tíha [kg/m³]	g_k [kN/m²]
Keramická dlažba	15	2000	0,30
Disperzní lepidlo	5	1800	0,09
Lehčený beton Liapor	50	600	0,30
Separční folie	-	-	-
Kročejová izolace Isover T-P	60	148	0,0888
CELKEM			0,7788

PODLAHA P4	Tloušťka [mm]	Objemová tíha [kg/m³]	g_k [kN/m²]
Terasová modřínová prkna	30	570	0,171
Podkladní lať 70/45 modřín	70	570	0,399
Rektifikovatelné terče	50	-	0,02
Vrchní modifikovaný asfaltový pás	4	1200	0,048
Spodní modifikovaný asfaltový pás	4	1200	0,048
Spádové klíny 2% EPS 100S	55	21	0,01155
Glastek AL 40 Mineral	4	2700	0,108
CELKEM			0,8056

PODLAHA P5	Tloušťka [mm]	Objemová tíha [kg/m³]	g_k [kN/m²]
Terasová modřínová prkna,	30	570	0,171
Podkladní lať 70/45 modřín,	70	570	0,399
Rektifikovatelné terče	50	-	0,02
Vrchní modifikovaný asfaltový pás	4	1200	0,048
Spodní modifikovaný asfaltový pás	4	1200	0,048
Spádové klíny 2% EPS 100S	55	21	0,01155
Glastek AL 40 Mineral	4	2700	0,108
Baumit lepící a stěrková hmota Suprafix	3	1300	0,039
Minerální izolace Isover TF	200	140	0,280
PE folie	0,1	900	0,0009
Podhled GKF, tl. 15 mm	15	750	0,1125
CELKEM			1,238

PODLAHA P6	Tloušťka [mm]	Objemová tíha [kg/m³]	g_k [kN/m²]
Keramická dlažba	15	2000	0,30
Disperzní lepidlo	5	1800	0,09
Lehčený beton Liapor	50	600	0,30
Separáční folie	-	-	-
Kročejová izolace Isover T-P	60	148	0,0888
Baumit lepící a stěrková hmota StarContact	3	1400	0,042
Tepelná izolace z minerální vlny Isover NF 333	160	88	0,1408
Baumit lepící a stěrková hmota StarContact	3	1400	0,042
Baumit sklotextilní síťovina Startex	-	-	-
Baumit potěr PremiumPrimer	0,1	1600	0,0016
Baumit venkovní omítka NanoporTop	2	1800	0,036
CELKEM			1,0412

PODLAHA P7	Tloušťka [mm]	Objemová tíha [kg/m³]	g_k [kN/m²]
Keramická dlažba	15	2000	0,30
Disperzní lepidlo	5	1800	0,09
Lehčený beton Liapor	50	600	0,30
Separáční folie	-	-	-
Kročejová izolace Isover T-P	55	148	0,0814
Baumit lepící a stěrková hmota Suprafix	3	1300	0,039

Tepelná izolace z minerální vlny Isover NF 333	240	88	0,2112
Baumit lepící a stěrková hmota StarContact	3	1400	0,042
Baumit sklotextilní síťovina Startex	-	-	-
Baumit potěr PremiumPrimer	0,1	1600	0,0016
Baumit venkovní omítka NanoporTop	2	1800	0,036
CELKEM			1,1012

PODLAHA P7b	Tloušťka [mm]	Objemová tíha [kg/m³]	g_k [kN/m²]
Keramická dlažba	15	2000	0,30
Disperzní lepidlo	5	1800	0,09
Hydroizolace	4	1200	0,048
Lehčený beton Liapor	50	600	0,30
Pojistná hydroizolace	4	1200	0,048
Baumit lepící a stěrková hmota Suprafix	3	1300	0,039
Tepelná izolace z minerální vlny Isover NF 333	240	88	0,2112
Baumit lepící a stěrková hmota StarContact	3	1400	0,042
Baumit sklotextilní síťovina Startex	-	-	-
Baumit potěr PremiumPrimer	0,1	1600	0,0016
Baumit venkovní omítka NanoporTop	2	1800	0,036
CELKEM			1,1158

PODLAHA P8	Tloušťka [mm]	Objemová tíha [kg/m³]	g_k [kN/m²]
Keramická dlažba	15	2000	0,30
Disperzní lepidlo	5	1800	0,09
Lehčený beton Liapor	50	600	0,30
Separáční folie	-	-	-
Kročejová izolace Isover T-P	55	148	0,0814
Minerální izolace Isover TF	50	140	0,03
SDK podhled GKf	15	750	0,1125
CELKEM			0,9139

2.1.5 Příčky

V 1.NP a 2.NP jsou umístěny **zděné příčky z dutých cihel** na MVC 10 tloušťky 100 mm a 150 mm.

- objemová hmotnost příčky: $1000 \text{ kg/m}^3 = 10 \text{ kN/m}^3$
- tloušťka příčky: 100 mm
- světlá výška místnosti: 3,3 m
- vlastní tíha příčky: $g_k = 10 * 0,1 * 3,3 = 3,30 \text{ kN/m}'$

- objemová hmotnost příčky: $1000 \text{ kg/m}^3 = 10 \text{ kN/m}^3$
- tloušťka příčky: 150 mm
- světlá výška místnosti: 3,3 m
- vlastní tíha příčky: $g_k = 10 * 0,15 * 3,3 = 4,95 \text{ kN/m}'$

V podkroví, 4.NP i 3.NP jsou umístěny **sádrokartonové příčky** s jednoduchým opláštěním vyplněné tepelnou izolací tloušťky 50 mm. Příčky jsou navrženy v tloušťkách 100, 125 a 150 mm.

- objemová hmotnost příčky: $750 \text{ kg/m}^3 = 7,50 \text{ kN/m}^3$
- tloušťka příčky: 100 mm
- světlá výška místnosti: 3,3 m
- vlastní tíha příčky: $g_k = 7,50 * 0,1 * 3,3 = 2,475 \text{ kN/m}'$

- objemová hmotnost příčky: $750 \text{ kg/m}^3 = 7,50 \text{ kN/m}^3$
- tloušťka příčky: 125 mm
- světlá výška místnosti: 3,3 m
- vlastní tíha příčky: $g_k = 7,50 * 0,125 * 3,3 = 3,094 \text{ kN/m}'$

- objemová hmotnost příčky: $750 \text{ kg/m}^3 = 7,50 \text{ kN/m}^3$
- tloušťka příčky: 150 mm
- světlá výška místnosti: 3,3 m
- vlastní tíha příčky: $g_k = 7,50 * 0,15 * 3,3 = 3,713 \text{ kN/m}'$

2.2 Proměnné zatížení

2.2.1 Užité zatížení

- Střecha pochozí 5.NP – kategorie I
 $q_k = 2,5 \text{ kN/m}^2$
- Střecha nepochozí s výjimkou údržby a oprav – kategorie H
 $q_k = 0,75 \text{ kN/m}^2$
- 1.NP výrobní prostory – kategorie C3
 $q_k = 5,0 \text{ kN/m}^2$
- 2.NP zázemí výrobních prostor – kategorie C3
 $q_k = 5,0 \text{ kN/m}^2$
- 3.NP, 4.NP, 5.NP kancelářské prostory – kategorie B
 $q_k = 2,5 \text{ kN/m}^2$
- 1.NP, 2.NP, 3.NP, 4.NP, 5.NP zázemí pro zaměstnance (denní místnosti, WC, kuchyň)
– kategorie A
Stropy $q_k = 1,5 \text{ kN/m}^2$
Schodiště $q_k = 3,0 \text{ kN/m}^2$

2.2.2 Zatížení sněhem

- plochá střecha $\alpha < 30^\circ$ » tvarový součinitel: $\mu_1 = 0,8$
- součinitel expozice: $C_e = 1$
- součinitel tepla: $C_t = 1$
- Ptení (Prostějov) – sněhová oblast II

» charakteristické zatížení sněhem: $s_k = 1,0 \text{ kN/m}^2$

» **Průměrné zatížení sněhem:** $s = \mu_1 * s_k * C_e * C_t = 0,8 * 1,0 * 1 * 1 = 0,8 \text{ kN/m}^2$

Hodnota proměnného zatížení pochozí střechy bude uvažována jako větší z hodnot:

- Užité zatížení střechy: $2,5 \text{ kN/m}^2$
- Zatížení sněhem: $0,8 \text{ kN/m}^2$

Hodnota proměnného zatížení nepochozí střechy bude uvažována jako větší z hodnot:

- Užité zatížení střechy: $0,75 \text{ kN/m}^2$
- Zatížení sněhem: $0,8 \text{ kN/m}^2$

2.2.3 Zatížení větrem

- Ptení (Prostějov) – větrná oblast II » základní rychlost větru: $v_b = 25 \text{ m/s}$

» základní rychlost větru: $q_b = \frac{1}{2} * \rho * v_b^2 = \frac{1}{2} * 1,25 * 25^2 = 0,39 \text{ kN/m}^2$

- kategorie terénu III – plocha rovnoměrně pokrytá vegetací, budovami a překážkami
- výška atiky nad terénem $h = 22,33 \text{ m}$

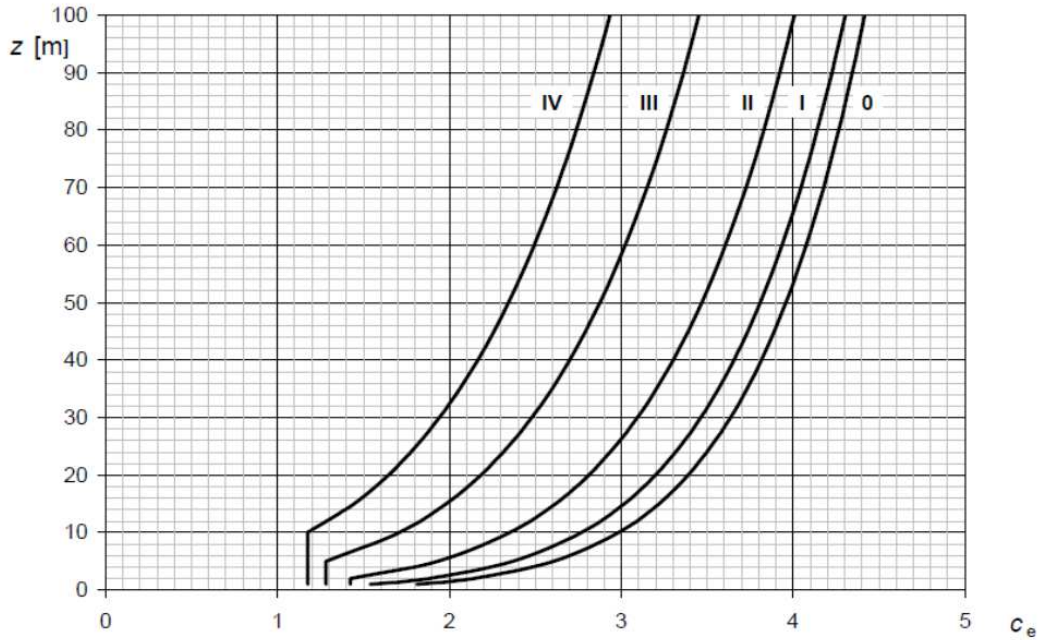
$$b = 15,35 \text{ m} < h = 22,33 \text{ m} \leq 2b = 30,70 \text{ m}$$

» $z_1 = b = 15,35 \text{ m}$

$$z_2 = h = 22,33 \text{ m}$$

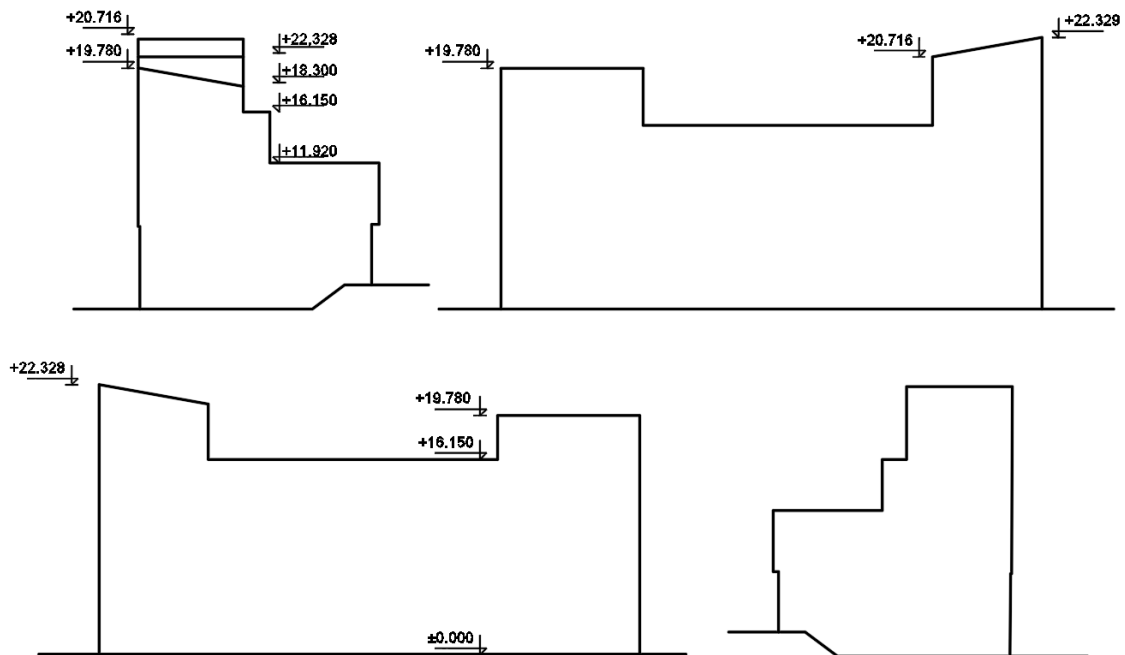
» součinitel expozice: $C_e(z_1) = 2$

$$C_e(z_2) = 2,35$$



- Délka obvodové stěny:

- příčný směr: $d = 15,35m$ » $h/d = 1,455$
- podélný směr: $d = 44,63m$ » $h/d = 0,500$



Oblast	D		E	
	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$
Příčný směr	0,8	1,0	-0,523	-0,523
Podélný směr	0,767	1,0	-0,367	-0,367

- součinitel vnějšího tlaku: $C_{pe} = C_{pe,10} = 0,8 + 0,523 = 1,323$

» Charakteristická hodnota zatížení větrem:

$$w_{k1} = q_b * C_e(z_1) * C_{pe} = 0,39 * 2 * 1,323 = 1,032 \text{ kN/m}^2$$

$$w_{k2} = q_b * C_e(z_2) * C_{pe} = 0,39 * 2,35 * 1,323 = 1,213 \text{ kN/m}^2$$

3 POSOUZENÍ STÁVAJÍCÍCH NOSNÝCH PRVKŮ

3.1 Svislé nosné konstrukce

V 1.NP a 2.NP jsou navrženy vnitřní i obvodové zděné stěny, železobetonové obvodové stěny a zděné i ŽB stěny schodišťového jádra.

Ve 3.NP, 4.NP jsou železobetonové i zděné stěny včetně schodišťového jádra stejné jako u předchozích podlaží. Navíc jsou zde navrženy nosné obvodové stěny z velkoplošných dřevěných CLT panelů typu Novatop.

Nosný systém podkroví je tvořen pouze systémem dřevěných CLT panelů.

3.1.1 Zděné stěny

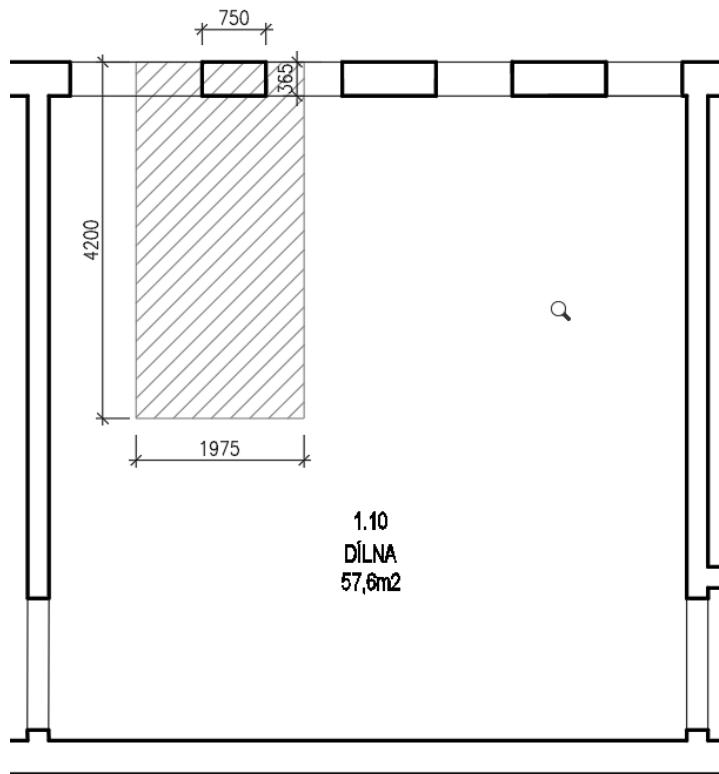
» **návrh:** keramické nosné zdivo CD INA A, tl. 365 mm

- skupina zdicích prvků: 2
- kategorie zdicích prvků: I
- malta: MVC 10
- charakter. pevnost zdicího prvku v tlaku: 10 MPa $\gg f_k = 0,95 * 10 = 9,5 \text{ MPa}$
- charakteristická pevnost zdiva v tlaku:

$$f_k = K * f_b^{0,7} * f_m^{0,3} = 0,45 * 9,5^{0,7} * 10^{0,3} = 4,341 \text{ MPa}$$

- návrhová pevnost zdiva v tlaku: $f_d = \frac{f_k}{\gamma_M} = \frac{4,341}{2,2} = 1,973 \text{ MPa}$
- sečnový modul pružnosti zdiva $K_E = 1000$ (cihla pálená)

obvodový pilíř ST1 – 1.NP:



- účinná průřezová plocha pilíře: 400x770 mm
 $A = 0,365 * 0,75 = 0,274 \text{ m}^2$
- zatěžovací plocha: $A_{\text{zat}} = 1,975 * 4,20 = 8,295 \text{ m}^2$

Normálové zatížení v patě pilíře:

	výpočet	char. zatížení [kN]	γ_F	návrh. zatížení [kN]
stropní deska 1.NP	1*8,295*6,90	57,236	1,35	77,268
stropní deska 2.NP	1*8,295*4,025	33,387	1,35	45,073
ŽB panel Spiroll 2.NP	1*8,295*6,90	57,236	1,35	77,268
stropní deska 3.NP	1*8,295*1,96	16,258	1,35	21,949
podlaha P3	1*0,7788*8,295	6,460	1,35	8,721
podlaha P8	1*0,9139*8,295	7,581	1,35	10,234
obvodový plášť	1*1,975*1,1828	2,336	1,35	3,154
střešní plášť ST3	1*8,295*7,1273	59,121	1,35	79,813
stropní deska 4.NP	1*8,295*1,96	16,258	1,35	21,949

příčka zděná (3.NP)	1*4,95*4,2	20,790	1,35	28,067
užitné 2.NP	1*8,295*5	41,475	1,5	62,213
užitné 3.NP	1*8,295*5	41,475	1,5	62,213
užitné 4.NP	1*8,295*2,5	20,728	1,5	31,106
sníh/ užitné	1*8,295*2,5	20,728	1,5	31,106
CELKEM				560,134 kN

- normálová únosnost v patě pilíře:

Z důvodu nspecifikovaného uložení Spirollu na zděný pilíř bude uvažováno uložení 200 mm z důvodu umístění věncovky, tepelné izolace a rezervy pro ŽB ztužující věnec.

- zmenšující součinitel zohledňující vliv výstřednosti zatížení:

$$\Phi = 0,77 \dots \text{při uložení Spirollu 200 mm (} e = 100 \text{ mm)}$$

$$N_{Rd} = \Phi * A * f_d = 0,77 * 0,274 * 1,973 = 416,264 \text{ kN} \leq N_{Ed,max} = 560,134 \text{ k}$$

$$\Phi = 0,88 \dots \text{při uložení Spirollu na celou tloušťku zdiva}$$

$$N_{Rd} = \Phi * A * f_d = 0,88 * 0,274 * 1,973 = 475,73 \text{ kN} \leq N_{Ed,max} = 560,134 \text{ kN}$$

...nevyhovuje.

V případě realizace je nutné provést stavebně technický průzkum uložení stropních konstrukcí na zděný pilíř. Nicméně stávající zděný pilíř nevyhoví ani při úvaze uložení stropních konstrukcí na celou tloušťku pilíře a z tohoto důvodu je nutné provést opatření v ohledu zesílení zděného pilíře.

3.1.2 Železobetonové stěny

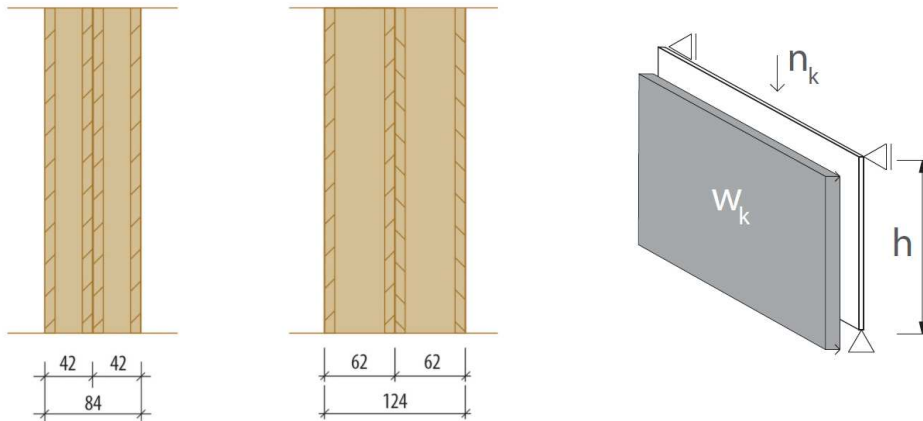
Železobetonové nosné obvodové stěny jsou navrženy v tloušťce 250 mm ve všech podlažích přístavby kromě podkroví, které kompletně tvoří nosné CLT dřevěné panely.

- beton: **C25/30 XC1 – CI 0,2 – D_{max} 16-S3**
- použitá ocel: **B500B**

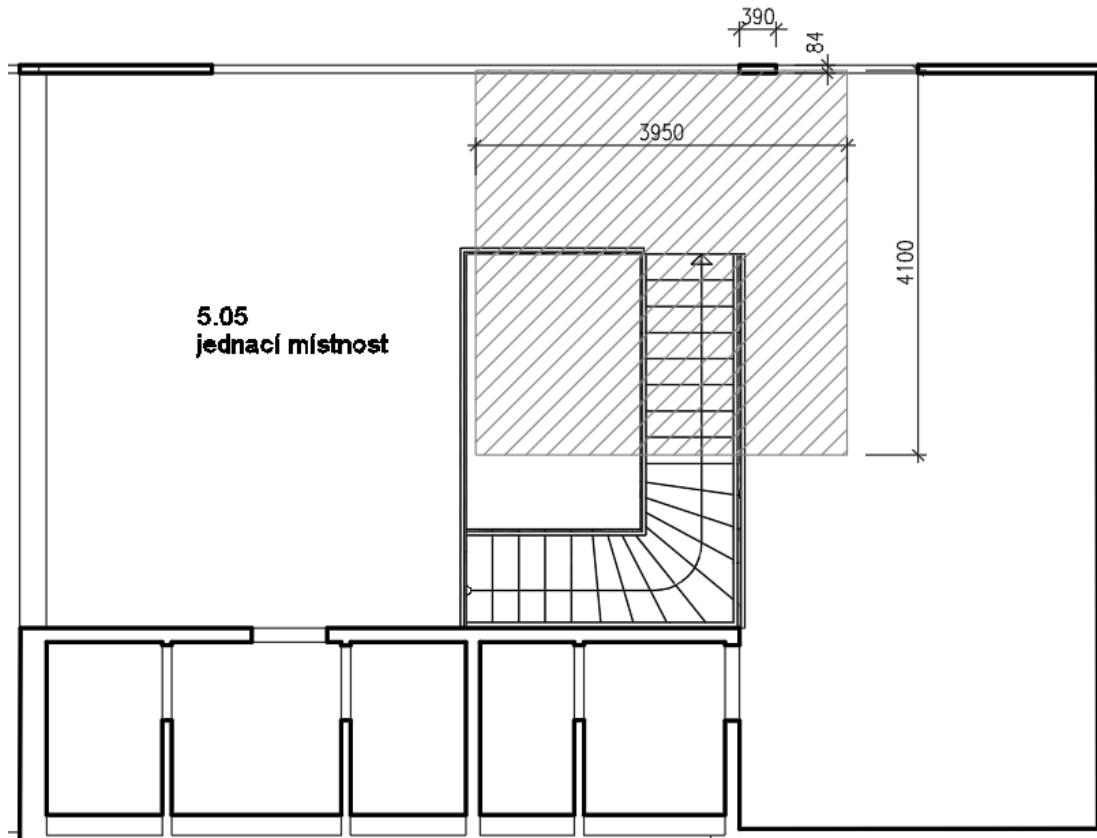
Z důvodu tloušťky stěny 250 mm v okolí schodiště s minimálním zatížením lze uvažovat, že konstrukce vyhoví.

3.1.3 Dřevěné panely

Nosný systém v podkroví je kompletně tvořen obvodovými CLT dřevěnými panely tloušťky 84 mm. Ve 4.NP jsou navrženy obvodové dřevěné panely tl. 124 mm na jižní a severní straně objektu. Ve 3.NP je stejný systém navržen pouze na jižní straně budovy.



Dřevěný CLT pilíř tl. 84 mm – podkroví:



- účinná průřezová plocha pilíře: 390x84 mm
 $A = 0,390 * 0,084 = 0,0328 \text{ m}^2$
- zatěžovací plocha: $A_{zat} = 3,95 * 4,10 = 16,195 \text{ m}^2$

Normálové zatížení v patě pilíře:

	výpočet	char. zatížení [kN]	γ_F	návrh. zatížení [kN]
obvodový plášť	1*3,95*1,1828	4,672	1,35	6,307
střešní plášť ST5	1*16,195*2,5002	40,047	1,35	54,063
stropní deska 5.NP	1*16,195*1,05	17,005	1,35	22,956
sníh/ užitné	1*16,195*0,8	12,956	1,5	19,434
CELKEM				102,760 kN

Při výpočtu zatížení bylo uvažováno zjednodušené plošné zatížení stropní konstrukce v dané zatěžovací ploše bez výpočtu zatížení od schodišťového ramene a započítání otvoru ve stropní desce z důvodu chybějící specifikace konstrukčního a materiálového řešení schodiště.

- Materiál:

Dřevo C24

$t = 84 \text{ mm}$

SV 2700 mm

$$E_{0,mean} = 11,600 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{m,k} = 24,0 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{c,0,k} = 24,0 \text{ N/mm}^2$$

$$EI_{eff} = 2,82 * 10^{11} \text{ Nmm}^2$$

$$k_{def} = 0,6$$

$$k_{mod} = 0,8$$

- **Posouzení únosnosti**

Maximální normálová síla:

$$N_d = 102,760 \text{ kN}$$

Maximální moment excentricity:

$$e = 0,015 \text{ m}$$

$$W_d = 0,39 * 1,213 = 0,473 \text{ kN/m}$$

$$M_d = \frac{W_d * l^2}{8} + N_d * e = \frac{0,473 * 2,7^2}{8} + 145,299 * 0,015 = 2,611 \text{ kNm}$$

Maximální příčná (smyková) síla:

$$V_d = \frac{W_d * l}{2} = \frac{0,473 * 2,7}{2} = 0,639 \text{ kN}$$

Posouzení únosnosti v ohybu a tlaku:

$$z_s = \frac{h}{2} = 42 \text{ mm}$$

$$W = \frac{EI_{eff}}{E_{0,mean} * z_s} = \frac{2,82 * 10^{11}}{11600 * 42} = 5,77 * 10^5 \text{ mm}^3$$

$$i = \sqrt{\frac{EI_{eff}}{E_{0,mean} * A_{eff}}} = \sqrt{\frac{2,82 * 10^{11}}{11600 * 9 * 4 * 1000}} = 25,99 \text{ mm}$$

$$\lambda_{rel,y} = \frac{l_{eff}}{\pi * i} * \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,0,05}}} = \frac{2700}{\pi * 25,99} * \sqrt{\frac{24}{\frac{5}{6} * 11600}} = 1,648$$

$$\beta_c = 0,1 \text{ pro CLT}$$

$$k_y = \frac{1}{2} * \{1 + \beta_c * (\lambda_{rel,y} - 0,3) + \lambda_{rel,y}^2\} = \frac{1}{2} * \{1 + 0,1 * (1,648 - 0,3) + 1,648^2\}$$

$$k_y = 1,925$$

$$k_{c,y} = \frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}} = \frac{1}{1,925 + \sqrt{1,925^2 - 1,648^2}} = 0,342$$

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{N_d}{A_{eff}} = \frac{102,760 * 10^3}{9 * 4 * 1000} = 2,854 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{m,d} = \frac{M_d}{W} = \frac{2,611 * 10^6}{5,77 * 10^5} = 4,525 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{c,0,d} = \frac{f_{c,0,k} * k_{mod}}{\gamma_M} = \frac{24 * 0,8}{1,3} = 14,77 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{m,d} = \frac{f_{m,k} * k_{mod}}{\gamma_M} = \frac{24 * 0,8}{1,3} = 14,77 \text{ N/mm}^2$$

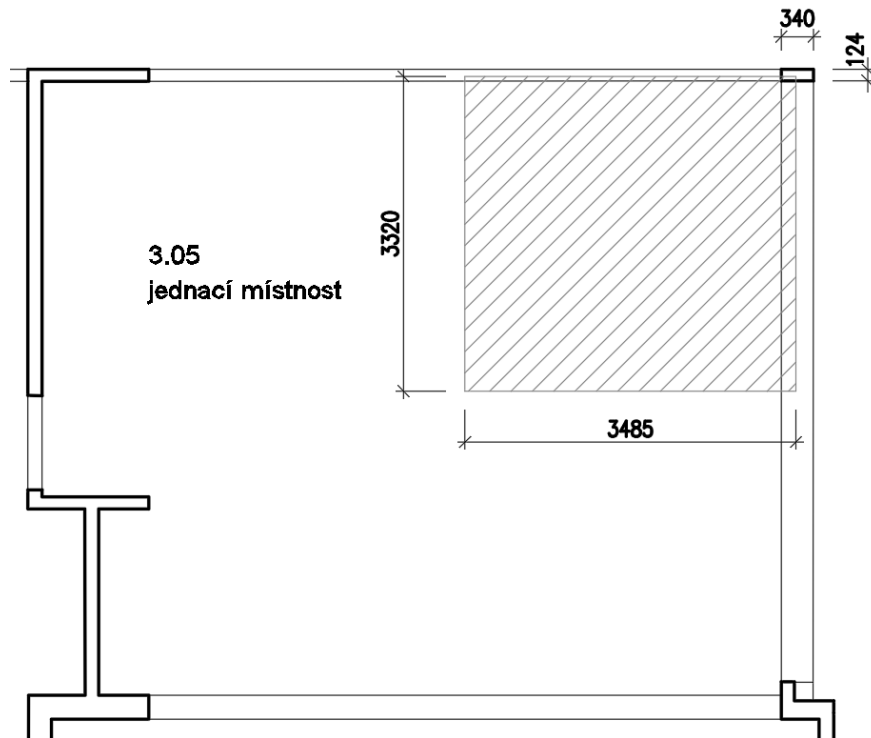
Posouzení:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} * f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,d}}{f_{m,d}} = \frac{2,854}{0,342 * 14,77} + \frac{4,525}{14,77} = 0,872 \geq 1$$

...vyhovuje.

Dřevěný CLT pilíř tloušťky 84 mm na nově navržené zatížení vyhoví.

Dřevěný CLT panel tl. 124 mm – 3.NP:



- účinná průřezová plocha pilíře: 340x124 mm
 $A = 0,340 * 0,124 = 0,0422 \text{ m}^2$
- zatěžovací plocha: $A_{zat} = 3,32 * 3,485 = 11,570 \text{ m}^2$

Normálové zatížení v patě pilíře:

	výpočet	char. zatížení [kN]	γ_F	návrh. zatížení [kN]
obvodový plášť	1*3,485*1,1828	4,122	1,35	5,565
střešní plášť ST1	1*11,570*2,3293	26,950	1,35	36,383
stropní deska 3.NP	1*11,570* 1,372	15,874	1,35	21,430
atika	0,124*4,9*3,485*1,4	2,964	1,35	4,002
sníh/ užité	1*11,570*0,8	9,256	1,5	13,884
navátí sněhu u atiky	10% * 10,531	0,9256	1,5	1,3884
CELKEM				82,652 kN

- Materiál:

Dřevo C24

$t = 124 \text{ mm}$

SV 2700 mm

$$E_{0,mean} = 11,600 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{m,k} = 24,0 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{c,0,k} = 24,0 \text{ N/mm}^2$$

$$EI_{eff} = 6,21 * 10^{11} \text{ Nmm}^2$$

$$k_{def} = 0,6$$

$$k_{mod} = 0,8$$

- **Posouzení únosnosti**

Maximální normálová síla:

$$N_d = 82,652 \text{ kN}$$

Maximální moment excentricity:

$$e = 0,015 \text{ m}$$

$$W_d = 0,34 * 1,213 = 0,413 \text{ kN/m}$$

$$M_d = \frac{W_d * l^2}{8} + N_d * e = \frac{0,413 * 2,7^2}{8} + 92,457 * 0,015 = 1,763 \text{ kNm}$$

Maximální příčná (smyková) síla:

$$V_d = \frac{W_d * l}{2} = \frac{0,413 * 2,7}{2} = 0,558 \text{ kN}$$

Posouzení únosnosti v ohybu a tlaku:

$$z_s = \frac{h}{2} = 62 \text{ mm}$$

$$W = \frac{EI_{eff}}{E_{0,mean} * z_s} = \frac{6,21 * 10^{11}}{11600 * 62} = 8,64 * 10^5 \text{ mm}^3$$

$$i = \sqrt{\frac{EI_{eff}}{E_{0,mean} * A_{eff}}} = \sqrt{\frac{6,21 * 10^{11}}{11600 * 9 * 4 * 1000}} = 38,56 \text{ mm}$$

$$\lambda_{rel,y} = \frac{l_{eff}}{\pi * i} * \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,0,05}}} = \frac{2700}{\pi * 38,56} * \sqrt{\frac{24}{\frac{5}{6} * 11600}} = 1,111$$

$$\beta_c = 0,1 \text{ pro CLT}$$

$$k_y = \frac{1}{2} * \{1 + \beta_c * (\lambda_{rel,y} - 0,3) + \lambda_{rel,y}^2\} = \frac{1}{2} * \{1 + 0,1 * (1,111 - 0,3) + 1,111^2\}$$

$$k_y = 1,158$$

$$k_{c,y} = \frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}} = \frac{1}{1,158 + \sqrt{1,158^2 - 1,111^2}} = 0,674$$

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{N_d}{A_{eff}} = \frac{82,652 * 10^3}{9 * 4 * 1000} = 2,296 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{m,d} = \frac{M_d}{W} = \frac{1,763 * 10^6}{8,64 * 10^5} = 2,041 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{c,0,d} = \frac{f_{c,0,k} * k_{mod}}{\gamma_M} = \frac{24 * 0,8}{1,3} = 14,77 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{m,d} = \frac{f_{m,k} * k_{mod}}{\gamma_M} = \frac{24 * 0,8}{1,3} = 14,77 \text{ N/mm}^2$$

Posouzení:

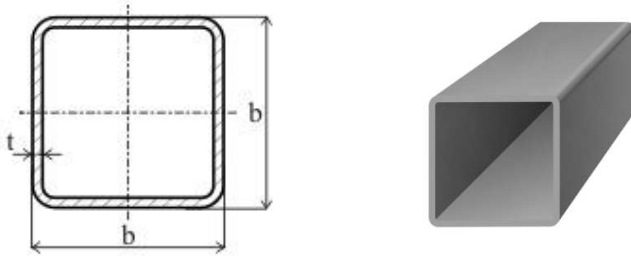
$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} * f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,d}}{f_{m,d}} = \frac{2,296}{0,674 * 14,77} + \frac{2,041}{14,77} = 0,409 \leq 1$$

...vyhovuje.

Dřevěný CLT pilíř tloušťky 124 mm na nově navržené zatížení vyhoví.

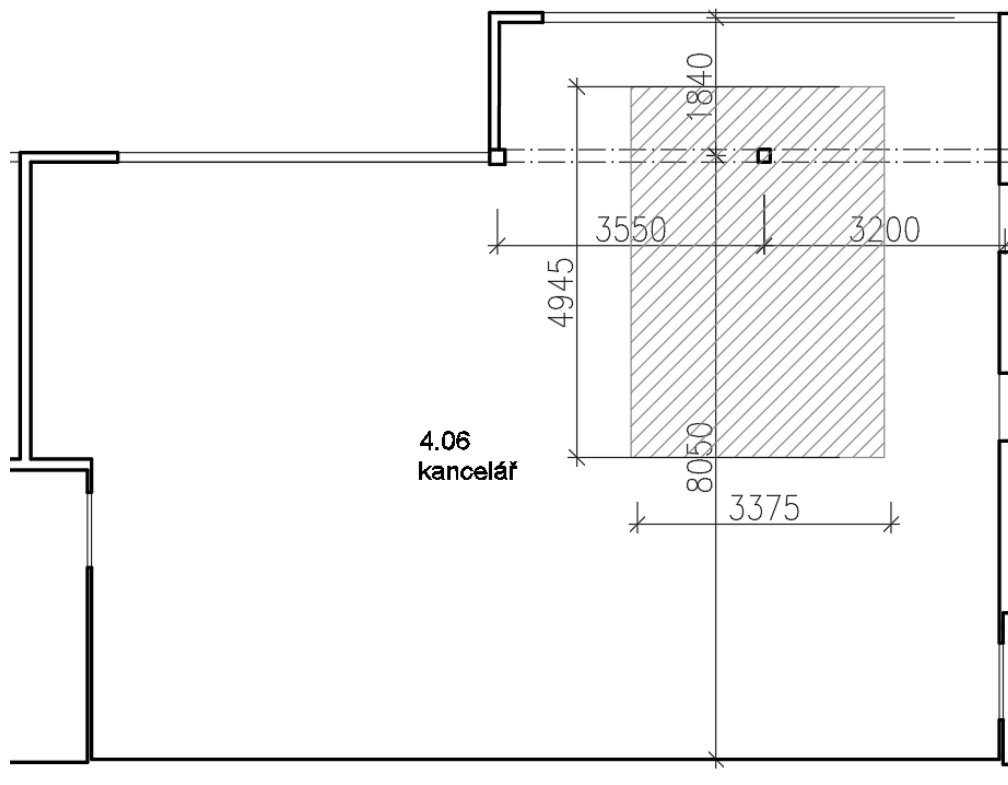
3.1.4 Ocelové sloupy

V prostorách 3.NP jsou navrženy ocelové sloupy JC 140x140x8 mm a 160x160x8,0 mm. Hlavní nosnou konstrukci 4.NP tvoří sloupy JC 120x120x6,3 mm.



Sloup JC 120x120x6,3 mm – 4.NP:

- Schéma:



- průřezová plocha sloupu: 120x120x6,3 mm
 $A = 0,00282 \text{ m}^2$
- zatěžovací plocha: $A_{\text{zat}} = 3,375 * 4,945 = 16,690 \text{ m}^2$

Normálové zatížení v patě pilíře:

	výpočet	char. zatížení [kN]	γ_F	návrh. zatížení [kN]
střešní plášť ST3	1*7,1273*16,69	118,955	1,35	160,589
stropní deska 4.NP	1*1,96*16,69	32,712	1,35	44,162
průvlek HEA 280	1*0,764*3,375	2,579	1,35	3,481
sníh/ užitné	1*16,69*2,5	41,725	1,5	62,588
CELKEM				270,820 kN

- Materiál:

ocel S235

$$E = 210 * 10^3 \text{ MPa}$$

$$G = 22,1 \text{ kg/m}$$

$$I = 603 * 10^4 \text{ mm}^4$$

$$W = 100 * 10^3 \text{ mm}^3$$

$$W_{pl} = 120 * 10^3 \text{ mm}^3$$

$$I_t = 950 * 10^4 \text{ mm}^4$$

$$i = 46,2 \text{ mm}$$

$$EI = 1,2663 * 10^{12} \text{ Nmm}^2$$

- **Posouzení únosnosti**

Maximální normálová síla:

$$N_{Ed} = 270,820 \text{ kN}$$

Návrhová hodnota únosnosti prutu v tahu a tlaku:

$$N_{t,Rd} = N_{c,Rd} = N_{pl,Rd} = \frac{A * f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{2820 * 235}{1} = 662,70 \text{ kN}$$

$$N_{Ed} = 270,820 \text{ kN} \leq N_{t,Rd} = N_{c,Rd} = 662,70 \text{ kN}$$

...vyhovuje.

Zatřídění průřezu:

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{235}} = 1$$

$$\frac{c}{t} = \frac{94,8}{6,3} = 15,048 \leq 33\varepsilon = 33 * 1 = 33$$

Třída průřezu 1.

Vzpěrný tlak:

$$N_{Ed} \leq N_{b,Rd}$$

$$N_{b,Rd} = \chi * \frac{A * f_y}{\gamma_{M1}} = 0,772 * \frac{2820 * 235}{1} = 511,610 \text{ kN}$$

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \lambda^2}} = \frac{1}{0,797 + \sqrt{0,797^2 - 0,622^2}} = 0,772$$

$$\Phi = 0,5 * [1 + \alpha * (\lambda - 0,2) + \lambda^2] = 0,5 * [1 + 0,49 * (0,622 - 0,2) + 0,622^2] = 0,797$$

$\alpha = 0,49$ (křivka c – tvarované za studena)

$$\lambda = \sqrt{\frac{A * f_y}{N_{cr}}} = \sqrt{\frac{2820 * 235}{1714,387 * 10^3}} = 0,622$$

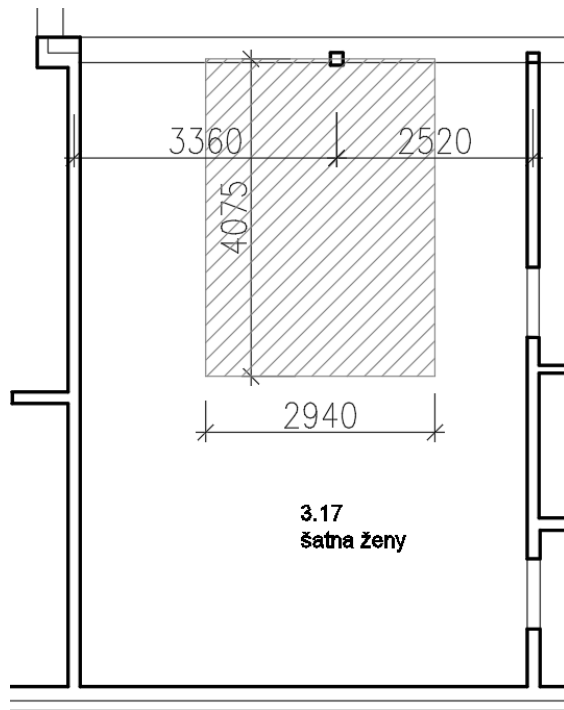
$$N_{cr} = \frac{\pi^2 * EI}{L^2} = \frac{\pi^2 * 1,2663 * 10^{12}}{2700^2} = 1714,387 \text{ kN}$$

$$N_{Ed} = 270,820 \text{ kN} \leq N_{b,Rd} = 511,610 \text{ kN}$$

...vyhovuje.

Sloup JC 140x140x8 mm – 3.NP:

- Schéma:



- průřezová plocha sloupu: 140x140x8 mm
 $A = 0,00416 \text{ m}^2$
- zatěžovací plocha: $A_{\text{zat}} = 2,94 * 4,075 = 11,981 \text{ m}^2$

Normálové zatížení v patě pilíře:

	výpočet	char. zatížení [kN]	γ_F	návrh. zatížení [kN]
Podlaha P8	1*0,9139*16,69	15,253	1,35	20,592
stropní deska 3.NP	1*1,96*16,69	32,712	1,35	44,162
střešní plášť ST3	1*7,1273*16,69	118,955	1,35	160,589
stropní deska 4.NP	1*1,96*16,69	32,712	1,35	44,162
průvlak HEA 400	1*1,248*2,94	3,669	1,35	4,953
užitné 4.NP	1*2,5*16,69	41,725	1,5	62,588
sníh/ užitné	1*2,5*16,69	41,725	1,5	62,588
CELKEM				399,634 kN

- Materiál:

ocel S235

$$E = 210 * 10^3 \text{ MPa}$$

$$G = 32,7 \text{ kg/m}$$

$$I = 1200 * 10^4 \text{ mm}^4$$

$$W = 171 * 10^3 \text{ mm}^3$$

$$W_{pl} = 204 * 10^3 \text{ mm}^3$$

$$I_t = 1890 * 10^4 \text{ mm}^4$$

$$i = 53,6 \text{ mm}$$

$$EI = 2,52 * 10^{12} \text{ Nmm}^2$$

- **Posouzení únosnosti**

Maximální normálová síla:

$$N_{Ed} = 399,634 \text{ kN}$$

Návrhová hodnota únosnosti prutu v tahu a tlaku:

$$N_{t,Rd} = N_{c,Rd} = N_{pl,Rd} = \frac{A * f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{4160 * 235}{1} = 977,60 \text{ kN}$$

$$N_{Ed} = 399,634 \text{ kN} \leq N_{t,Rd} = N_{c,Rd} = 977,60 \text{ kN}$$

...vyhovuje.

Zatřídění průřezu:

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{235}} = 1$$

$$\frac{c}{t} = \frac{108}{8} = 13,5 \leq 33\varepsilon = 33 * 1 = 33$$

Třída průřezu 1.

Vzpěrný tlak:

$$N_{Ed} \leq N_{b,Rd}$$

$$N_{b,Rd} = \chi * \frac{A * f_y}{\gamma_{M1}} = 0,824 * \frac{4160 * 235}{1} = 805,083 \text{ kN}$$

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \lambda^2}} = \frac{1}{0,725 + \sqrt{0,725^2 - 0,535^2}} = 0,824$$

$$\Phi = 0,5 * [1 + \alpha * (\lambda - 0,2) + \lambda^2] = 0,5 * [1 + 0,49 * (0,535 - 0,2) + 0,535^2] = 0,725$$

$\alpha = 0,49$ (křivka c – tvarované za studena)

$$\lambda = \sqrt{\frac{A * f_y}{N_{cr}}} = \sqrt{\frac{4160 * 235}{3411,715 * 10^3}} = 0,535$$

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 * EI}{L^2} = \frac{\pi^2 * 2,52 * 10^{12}}{2700^2} = 3411,715 \text{ kN}$$

$$N_{Ed} = 399,634 \text{ kN} \leq N_{b,Rd} = 805,083 \text{ kN}$$

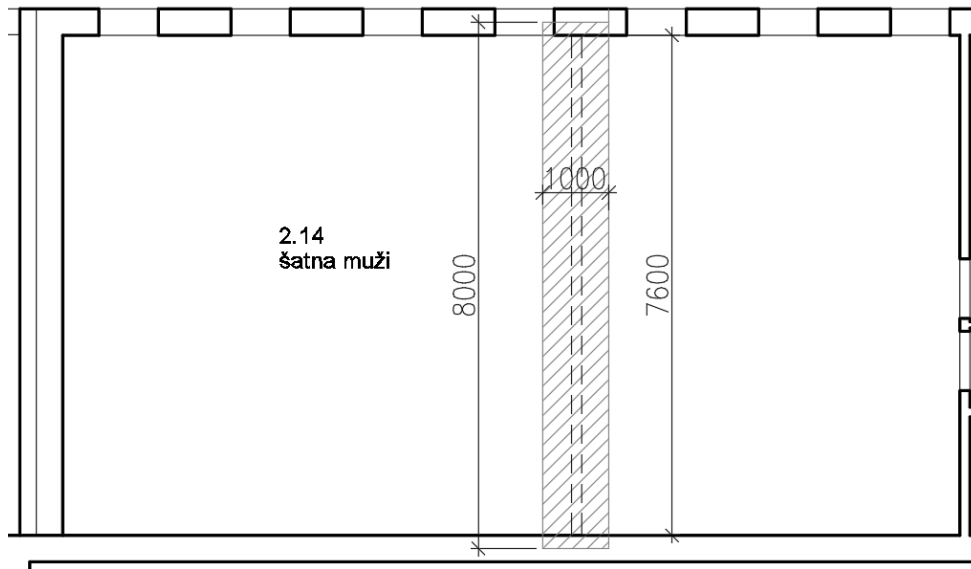
...vyhovuje.

3.2 Vodorovné nosné konstrukce

3.2.1 Spiroll panely

Strop nad stávajícím 1.NP i 2.NP je tvořen pomocí panelů Spiroll tloušťky 300 mm, které jsou pnuty v příčném směru po celé délce podlaží kromě nově navržené nástavby. Z důvodu nespecifikované délky uložení panelů bylo zvoleno uložení 200 mm.

- Schéma:



- Zatížení:

	výpočet	f_k [kN/m ²]	γ_F	f_d [kN/m ²]
vlastní tíha panelu	0,3*23	6,90	1,35	9,315
podlaha P3	(viz. výpočet zatížení)	0,7788	1,35	1,051
příčka zděná (3.NP)	(7,5*0,15*3,3)/1	3,7125	1,35	5,012
užitné 3.NP	(viz. výpočet zatížení)	5,0	1,5	7,5
CELKEM		16,3913		22,878

- Maximální návrhový moment:

$$m_{Ed} = \frac{1}{8} * (g + q)_d * L^2 = \frac{1}{8} * 22,878 * 8,4^2 = 201,784 \text{ kNm/m'}$$

Porovnání s vybraným typem Spirollu tl. 265 mm od Prefa Brno:

- Charakteristické zatížení dle tabulky výrobce Prefa Brno:

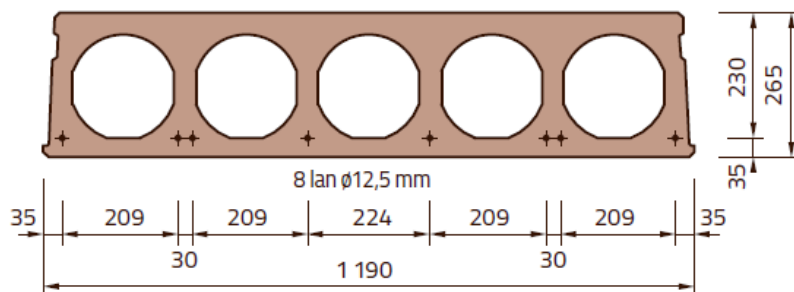
$$q_k = 7,360 \text{ kN/m}^2$$

- Deklarovaný moment na mezi únosnosti dle tabulky výrobce Prefa Brno:

$$m_{Rd} = 213,2 \text{ kNm/m'}$$

$$m_{Rd} = 213,2 \text{ kNm/m'} > m_{Ed} = 201,784 \text{ kNm/m'}$$

Zatížení vyhovuje pro Spiroll tl. 265 mm, 8 lan Ø 12,5 mm při spodním líci. Lze tedy předpokládat, že i stávající panel Spiroll tloušťky 300 mm vyhoví.



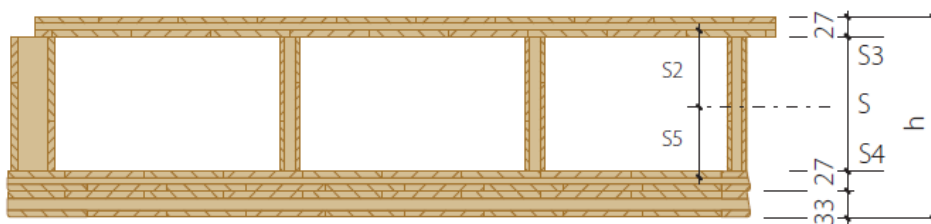
- Posouzení použitelnosti:

Lze předpokládat, že předpjatý panel Spiroll splní požadavky na doporučené největší hodnoty průhybů.

3.2.2 Dřevěné stropní desky

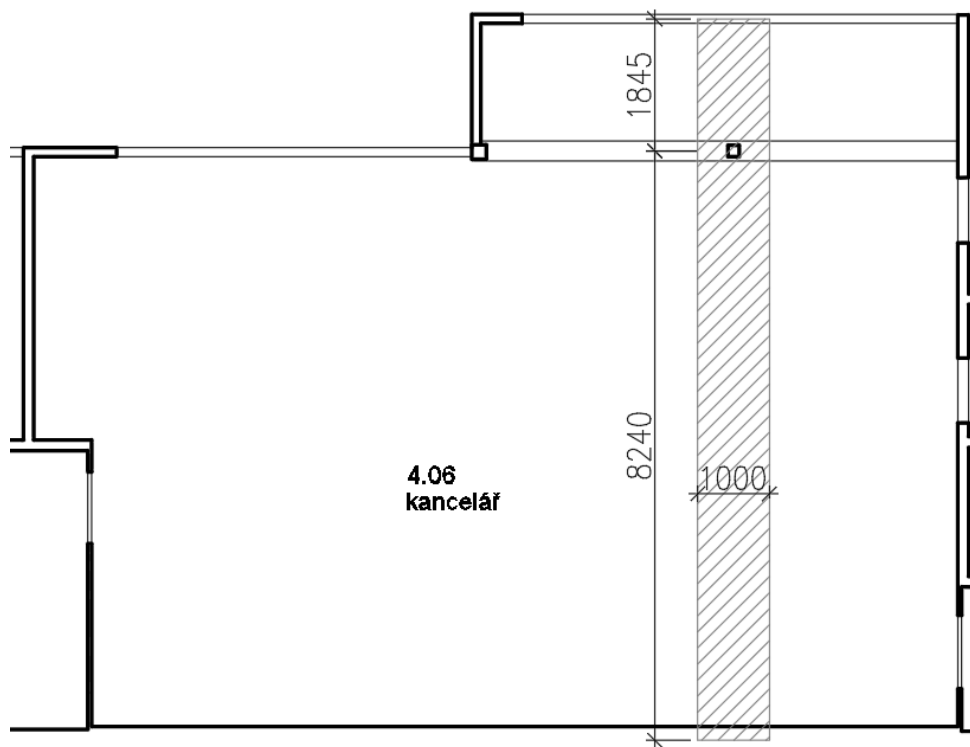
V celém 4.NP kromě ŽB přístavby jsou navrženy stropní dřevěné nosné panely Element tloušťky 400 mm. V podkroví tvoří stropní konstrukci dřevěné panely Element tloušťky 340 mm. Dále pak ve 3.NP a částečně i ve 2.NP tvoří stropní konstrukci kombinace dřevěných panelů tloušťky 340 mm a 380 mm.

V dnešní době jsou na trhu tři typy panelů Novatop Element v závislosti za tloušťce spodního pásu, který může být 27 mm, 33 mm nebo 27+33 mm. V zadání nebyly tyto informace specifikovány a pro posouzení byl zvolen panel se spodní tloušťkou pásu 60 mm.



Stropní panel tl. 400 mm – 4.NP:

- Schéma:



- Zatížení:

	výpočet	f_k [kN/m ²]	γ_F	f_d [kN/m ²]
vlatsní tíha panelu	0,49*4	1,96	1,35	2,646
střešní plášť ST3	(viz. výpočet zatížení)	7,1273	1,35	9,622
sníh/ užitné	(viz. výpočet zatížení)	2,5	1,5	3,75
CELKEM		11,5878		16,018

- Vstupní statické hodnoty dle podkladů Novatop Element

$$A = 63036 \text{ mm}^2$$

$$E_{m,0} = 7800 \text{ N/mm}^2$$

$$EI_{eff} = 1,69 * 10^{13} \text{ N/mm}^2$$

$$E_v = 11,0 * 10^3 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{m,0,k} = 20,3 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{t,0,k} = 11,5 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{c,0,k} = 20,3 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{v,k} = 3 \text{ N/mm}^2$$

$$I_{eff} = 1,60 * 10^9 \text{ mm}^4$$

$$z_s = h/2 = 400/2 = 200 \text{ mm}$$

$$S_1 = 4,69 * 10^6 \text{ mm}^3$$

$$S_2 = 2,03 * 10^6 \text{ mm}^3$$

- **Posouzení únosnosti**

Přibližný maximální ohybový moment:

$$M_d = \frac{q_d * l^2}{12} = \frac{16,018 * 8,24^2}{12} = 90,632 \text{ kNm}$$

Přibližná maximální posouvající síla:

$$V_d = 0,6 * q_d * l = 0,6 * 16,018 * 8,24 = 79,193 \text{ kN}$$

Posouzení ohybu v krajních vláknech:

$$\sigma_{md} = \frac{M_d}{I_{eff}} * \frac{E_{m,0}}{E_v} * z_s = \frac{90,632 * 10^6}{1,60 * 10^9} * \frac{7800}{11000} * 200 = 8,033 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{md} = \frac{f_{m,0} * k_{mod}}{\gamma_m} = \frac{20,3 * 0,9}{1,3} = 14,054 \text{ N/mm}^2$$

$$\frac{\sigma_{md}}{f_{md}} = \frac{8,033}{14,054} = 0,572 < 1$$

...vyhovuje

Posouzení napětí v těžišti spodní desky:

$$z_i = z_s - \frac{9 + 9 + 9 + 33}{2} = 200 - \frac{60}{2} = 170 \text{ mm}$$

$$\sigma_{td} = \frac{M_d}{I_{eff}} * \frac{E_{m,0}}{E_v} * z_i = \frac{90,632 * 10^6}{1,60 * 10^9} * \frac{7800}{11000} * 170 = 6,828 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{td} = \frac{f_{t,0} * k_{mod}}{\gamma_m} = \frac{11,5 * 0,9}{1,3} = 7,96 \text{ N/mm}^2$$

$$\frac{\sigma_{td}}{f_{td}} = \frac{6,828}{7,96} = 0,858 < 1$$

...vyhovuje

Posouzení smykového napětí:

- v těžišti průřezu

$$\tau_{vd} = \frac{V_d}{I_{eff}} * \frac{S_1}{t} = \frac{79,193 * 10^3 * 4,69 * 10^6}{1,60 * 10^9 * (27 + 33)} = 3,869 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{vd} = \frac{3 * 0,9}{1,3} = 2,08 \text{ N/mm}^2$$

$$\frac{\tau_{vd}}{f_{vd}} = \frac{3,869}{2,08} = 1,860 > 1$$

...nevyhovuje

- v desce

$$\tau_{v,1,d} = \frac{V_d}{I_{eff}} * \frac{S_2}{t} = \frac{79,193 * 10^3 * 2,03 * 10^6}{1,60 * 10^9 * (27 + 33)} = 1,675 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{vd} = \frac{3 * 0,9}{1,3} = 2,08 \text{ N/mm}^2$$

$$\frac{\tau_{v,1,d}}{f_{vd}} = \frac{1,675}{2,08} = 0,805 < 1$$

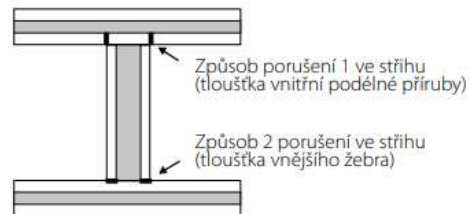
...vyhovuje

- v lepené spáře

$$\tau_{v,2,d} = \frac{V_d}{I_{eff}} * \frac{S_2}{t_{netto}} = \frac{79,193 * 10^3 * 2,03 * 10^6}{1,60 * 10^9 * (2 * 9)} = 5,582 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{vd} = \frac{4 * 0,9}{1,3} = 2,77 \text{ N/mm}^2$$

$$\frac{\tau_{v,2,d}}{f_{vd}} = \frac{5,582}{2,77} = 2,015 > 1$$



...nevyhovuje

- Posouzení použitelnosti

Okamžitý průhyb (charakteristická kombinace):

$$w_{inst} = w_{b,g,inst} + w_{v,q,inst}$$

$$w_{b,g,inst} = \frac{5}{384} * \frac{q_k * L^4}{E * I_{eff}} = \frac{5}{384} * \frac{11,5878 * 8240^4}{1,69 * 10^{13}} = 41,2 \text{ mm}$$

$$w_{v,g,inst} = \frac{1}{8} * \frac{q_k * L^2}{G * A} = \frac{1}{8} * \frac{11,5878 * 8240^2}{600 * 63036} = 2,6 \text{ mm}$$

$$w_{inst,max} = \frac{L}{300} = \frac{8240}{300} = 27,5 \text{ mm} < w_{inst} = 43,8 \text{ mm}$$

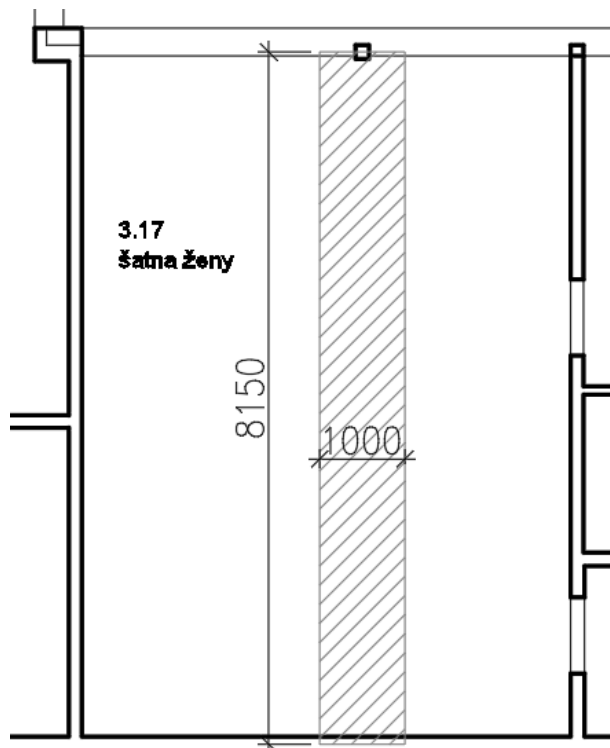
...nevyhovuje

- *Posouzení dle tabulky předběžného dimenzování prvků Novatop*

Stropní panel Novatop nevyhovuje na nově navržené zatížení. Tabulky udávající poměry stropních prvků s působícím zatížením uvažuje únosnost panelů Novatop Element do celkového charakteristického zatížení 8 kN/m². Zatímco hodnota zatížení po návrhu nové obálky budovy je 11,5878 kN/m². Pro realizaci je nutné stropní konstrukci zesílit nebo navrhnout novou a únosnější stropní konstrukci.

Stropní panel tl. 380 mm – 3.NP:

- Schéma:



- Zatížení:

	výpočet	f_k [kN/m ²]	γ_F	f_d [kN/m ²]
vlastní tíha panelu	0,49*3,8	1,862	1,35	2,514
podlaha P8	(viz. výpočet zatížení)	0,9139	1,35	1,234
užitné 4.NP	(viz. výpočet zatížení)	2,5	1,5	3,75
CELKEM		5,276		7,498

- Vstupní statické hodnoty dle podkladů Novatop Element

$$A = 62330 \text{ mm}^2$$

$$E_{m,0} = 7800 \text{ N/mm}^2$$

$$EI_{eff} = 1,50 * 10^{13} \text{ N/mm}^2$$

$$E_v = 11,0 * 10^3 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{m,0,k} = 20,3 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{t,0,k} = 11,5 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{c,0,k} = 20,3 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{v,k} = 3 \text{ N/mm}^2$$

$$I_{eff} = 1,42 * 10^9 \text{ mm}^4$$

$$z_s = h/2 = 380/2 = 190 \text{ mm}$$

$$S_1 = 4,39 * 10^6 \text{ mm}^3$$

$$S_2 = 1,92 * 10^6 \text{ mm}^3$$

- **Posouzení únosnosti**

Maximální ohybový moment:

$$M_d = \frac{q_d * l^2}{8} = \frac{7,498 * 8,15^2}{8} = 62,254 \text{ kNm}$$

Maximální posouvající síla:

$$V_d = \frac{q_d * l}{2} = \frac{7,498 * 8,15}{2} = 30,554 \text{ kNm}$$

Posouzení ohybu v krajních vláknech:

$$\sigma_{md} = \frac{M_d}{I_{eff}} * \frac{E_{m,0}}{E_v} * z_s = \frac{62,254 * 10^6}{1,42 * 10^9} * \frac{7800}{11000} * 190 = 5,907 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{md} = \frac{f_{m,0} * k_{mod}}{\gamma_m} = \frac{20,3 * 0,9}{1,3} = 14,054 \text{ N/mm}^2$$

$$\frac{\sigma_{md}}{f_{md}} = \frac{5,907}{14,054} = 0,421 < 1$$

...vyhovuje

Posouzení napětí v těžišti spodní desky:

$$z_i = z_s - \frac{9 + 9 + 9 + 33}{2} = 190 - \frac{60}{2} = 160 \text{ mm}$$

$$\sigma_{td} = \frac{M_d}{I_{eff}} * \frac{E_{m,0}}{E_v} * z_i = \frac{62,254 * 10^6}{1,42 * 10^9} * \frac{7800}{11000} * 160 = 4,974 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{td} = \frac{f_{t,0} * k_{mod}}{\gamma_m} = \frac{11,5 * 0,9}{1,3} = 7,96 \text{ N/mm}^2$$

$$\frac{\sigma_{td}}{f_{td}} = \frac{4,974}{7,96} = 0,625 < 1$$

...vyhovuje

Posouzení smykového napětí:

- v těžišti průřezu

$$\tau_{vd} = \frac{V_d}{I_{eff}} * \frac{S_1}{t} = \frac{30,554 * 10^3 * 4,39 * 10^6}{1,42 * 10^9 * (27 + 33)} = 1,574 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{vd} = \frac{3 * 0,9}{1,3} = 2,08 \text{ N/mm}^2$$

$$\frac{\tau_{vd}}{f_{vd}} = \frac{1,574}{2,08} = 0,757 < 1$$

...vyhovuje

- v desce

$$\tau_{v,1,d} = \frac{V_d}{I_{eff}} * \frac{S_2}{t} = \frac{30,554 * 10^3 * 1,92 * 10^6}{1,42 * 10^9 * (27 + 33)} = 0,689 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{vd} = \frac{3 * 0,9}{1,3} = 2,08 \text{ N/mm}^2$$

$$\frac{\tau_{v,1,d}}{f_{vd}} = \frac{0,689}{2,08} = 0,331 < 1$$

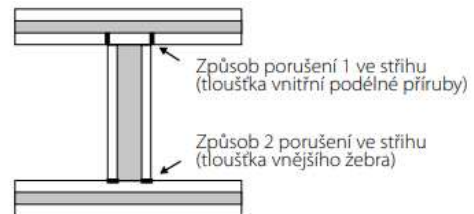
...vyhovuje

- v lepené spáře

$$\tau_{v,2,d} = \frac{V_d}{I_{eff}} * \frac{S_2}{t_{netto}} = \frac{30,554 * 10^3 * 1,92 * 10^6}{1,42 * 10^9 * (2 * 9)} = 2,295 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{vd} = \frac{4 * 0,9}{1,3} = 2,77 \text{ N/mm}^2$$

$$\frac{\tau_{v,2,d}}{f_{vd}} = \frac{2,295}{2,77} = 0,829 < 1$$



...vyhovuje

- **Posouzení použitelnosti**

Okamžitý průhyb (charakteristická kombinace):

$$w_{inst} = w_{b,g,inst} + w_{v,q,inst}$$

$$w_{b,g,inst} = \frac{5}{384} * \frac{q_k * L^4}{E * I_{eff}} = \frac{5}{384} * \frac{5,276 * 8150^4}{1,50 * 10^{13}} = 6,7 \text{ mm}$$

$$w_{v,g,inst} = \frac{1}{8} * \frac{q_k * L^2}{G * A} = \frac{1}{8} * \frac{5,276 * 8150^2}{600 * 62330} = 1,2 \text{ mm}$$

$$w_{inst,max} = \frac{L}{300} = \frac{8150}{300} = 27,2 \text{ mm} > w_{inst} = 7,9 \text{ mm}$$

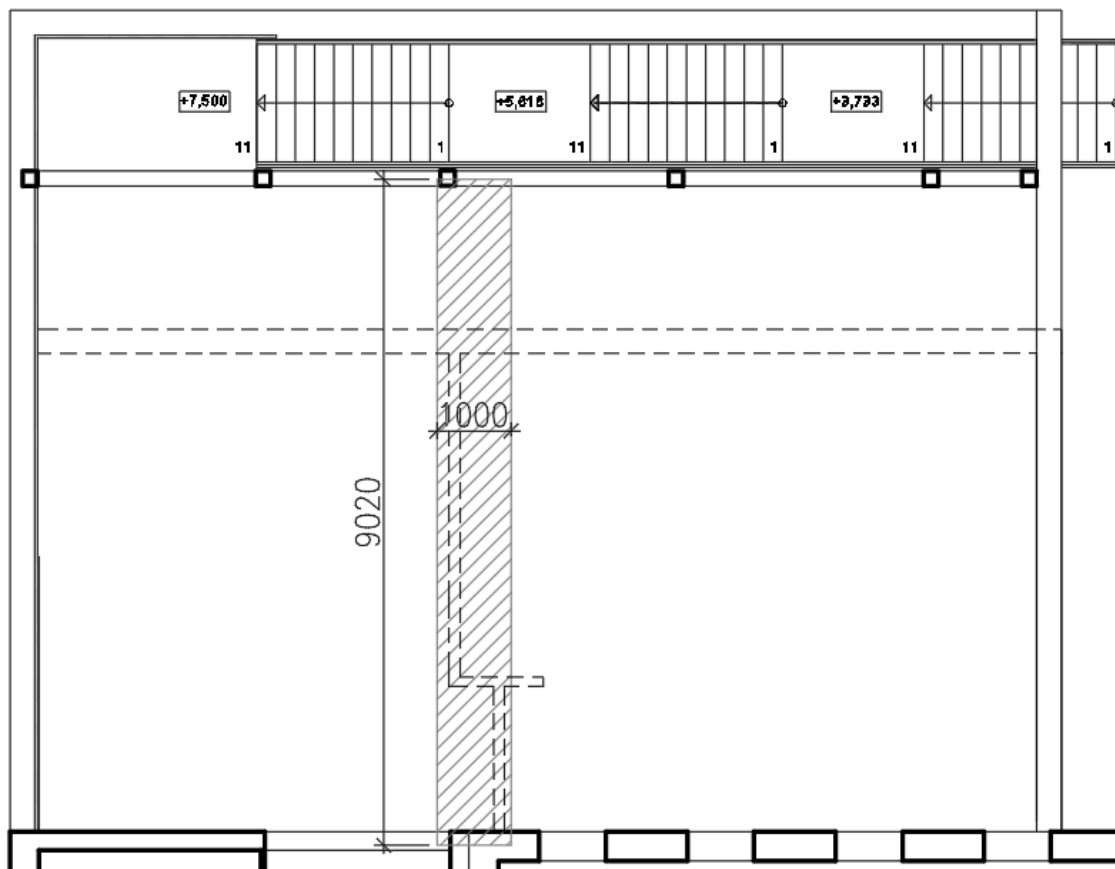
...vyhovuje

- *Posouzení dle tabulky předběžného dimenzování prvků Novatop*

Stropní panel Novatop vyhovuje na nově navržené zatížení. Tabulky udávající poměry stropních prvků s působícím zatížením uvažuje únosnost panelů Novatop Element do celkového charakteristického zatížení 8 kN/m². Hodnota zatížení po návrhu nové obálky budovy je 5,276 kN/m².

Stropní panel tl. 380 mm – 2.NP:

- Schéma:



- Zatížení:

	výpočet	f_k [kN/m ²]	γ_F	f_d [kN/m ²]
vlastní tíha panelu	4,9*0,38	1,862	1,35	2,5137
podlaha P7	(viz. výpočet zatížení)	1,1012	1,35	1,487
příčky	(7,5*0,15*3,3)/1	3,7125	1,35	5,012
užitné 3.NP	(viz. výpočet zatížení)	2,50	1,5	3,750
obvodový plášť S03	(viz. výpočet zatížení)	1,1828	1,35	1,597
obvodová stěna 3.NP	4,9*0,124	0,608	1,35	0,820
CELKEM		10,9665		15,1797

- Vstupní statické hodnoty dle podkladů Novatop Element

$$A = 62330 \text{ mm}^2$$

$$E_{m,0} = 7800 \text{ N/mm}^2$$

$$EI_{eff} = 1,50 * 10^{13} \text{ N/mm}^2$$

$$E_v = 11,0 * 10^3 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{m,0,k} = 20,3 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{t,0,k} = 11,5 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{c,0,k} = 20,3 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{v,k} = 3 \text{ N/mm}^2$$

$$I_{eff} = 1,42 * 10^9 \text{ mm}^4$$

$$z_s = h/2 = 380/2 = 190 \text{ mm}$$

$$S_1 = 4,39 * 10^6 \text{ mm}^3$$

$$S_2 = 1,92 * 10^6 \text{ mm}^3$$

- **Posouzení únosnosti**

Maximální ohybový moment:

$$M_d = \frac{q_d * l^2}{8} = \frac{15,1797 * 9,02^2}{8} = 154,378 \text{ kNm}$$

Maximální posouvající síla:

$$V_d = \frac{q_d * l}{2} = \frac{15,1797 * 9,02}{2} = 68,461 \text{ kNm}$$

Posouzení ohybu v krajních vláknech:

$$\sigma_{md} = \frac{M_d}{I_{eff}} * \frac{E_{m,0}}{E_v} * z_s = \frac{154,378 * 10^6}{1,42 * 10^9} * \frac{7800}{11000} * 190 = 14,647 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{md} = \frac{f_{m,0} * k_{mod}}{\gamma_m} = \frac{20,3 * 0,9}{1,3} = 14,054 \text{ N/mm}^2$$

$$\frac{\sigma_{md}}{f_{md}} = \frac{14,647}{14,054} = 1,042 > 1$$

...nevyhovuje

Posouzení napětí v těžišti spodní desky:

$$z_i = z_s - \frac{9 + 9 + 9 + 33}{2} = 190 - \frac{60}{2} = 160 \text{ mm}$$

$$\sigma_{td} = \frac{M_d}{I_{eff}} * \frac{E_{m,0}}{E_v} * z_i = \frac{154,378 * 10^6}{1,42 * 10^9} * \frac{7800}{11000} * 160 = 12,334 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{td} = \frac{f_{t,0} * k_{mod}}{\gamma_m} = \frac{11,5 * 0,9}{1,3} = 7,96 \text{ N/mm}^2$$

$$\frac{\sigma_{td}}{f_{td}} = \frac{12,334}{7,96} = 1,550 > 1$$

...nevyhovuje

Posouzení smykového napětí:

- v těžišti průřezu

$$\tau_{vd} = \frac{V_d}{I_{eff}} * \frac{S_1}{t} = \frac{68,461 * 10^3 * 4,39 * 10^6}{1,42 * 10^9 * (27 + 33)} = 3,528 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{vd} = \frac{3 * 0,9}{1,3} = 2,08 \text{ N/mm}^2$$

$$\frac{\tau_{vd}}{f_{vd}} = \frac{3,528}{2,08} = 1,696 > 1$$

...nevyhovuje

- v desce

$$\tau_{v,1,d} = \frac{V_d}{I_{eff}} * \frac{S_2}{t} = \frac{68,461 * 10^3 * 1,92 * 10^6}{1,42 * 10^9 * (27 + 33)} = 1,543 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{vd} = \frac{3 * 0,9}{1,3} = 2,08 \text{ N/mm}^2$$

$$\frac{\tau_{v,1,d}}{f_{vd}} = \frac{1,543}{2,08} = 0,742 < 1$$

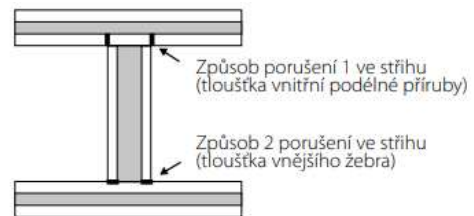
...vyhovuje

- v lepené spáře

$$\tau_{v,2,d} = \frac{V_d}{I_{eff}} * \frac{S_2}{t_{netto}} = \frac{68,461 * 10^3 * 1,92 * 10^6}{1,42 * 10^9 * (2 * 9)} = 5,143 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{vd} = \frac{4 * 0,9}{1,3} = 2,77 \text{ N/mm}^2$$

$$\frac{\tau_{v,2,d}}{f_{vd}} = \frac{5,143}{2,77} = 1,857 > 1$$



...nevyhovuje

- **Posouzení použitelnosti**

Okamžitý průhyb (charakteristická kombinace):

$$w_{inst} = w_{b,g,inst} + w_{v,q,inst}$$

$$w_{b,g,inst} = \frac{5}{384} * \frac{q_k * L^4}{E * I_{eff}} = \frac{5}{384} * \frac{10,9665 * 9020^4}{1,50 * 10^{13}} = 63,0 \text{ mm}$$

$$w_{v,g,inst} = \frac{1}{8} * \frac{q_k * L^2}{G * A} = \frac{1}{8} * \frac{10,9665 * 9020^2}{600 * 62330} = 3,0 \text{ mm}$$

$$w_{inst,max} = \frac{L}{300} = \frac{9020}{300} = 30,1 \text{ mm} < w_{inst} = 66,0 \text{ mm}$$

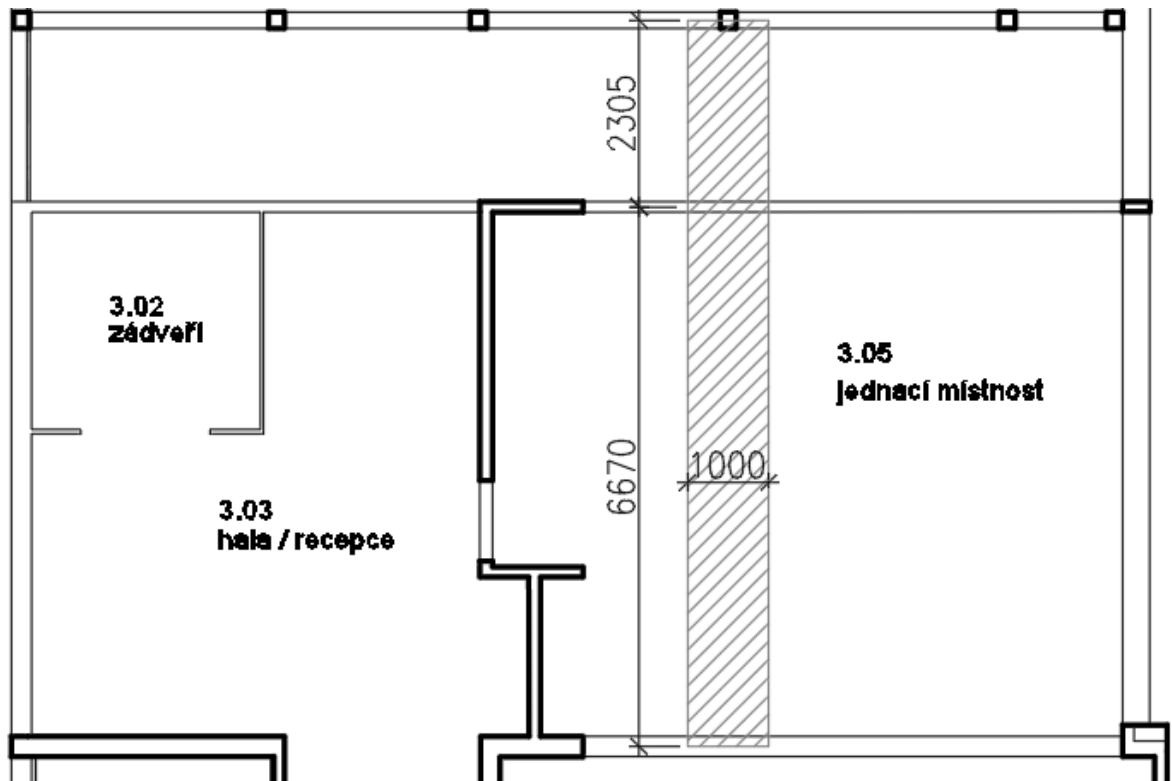
...nevyhovuje

- *Posouzení dle tabulky předběžného dimenzování prvků Novatop*

Stropní panel Novatop nevyhovuje na nově navržené zatížení. Tabulky udávající poměry stropních prvků s působícím zatížením uvažuje únosnost panelů Novatop Element do celkového charakteristického zatížení 8 kN/m². Zatímco hodnota zatížení po návrhu nové obálky budovy je 10,967 kN/m².

Stropní panel tl. 340 mm – 3.NP:

- Schéma:



- Zatížení:

	výpočet	f_k [kN/m ²]	γ_F	f_d [kN/m ²]
vlastní tíha panelu	4,9*0,34	1,666	1,35	2,249
střešní plášť ST1	(viz. výpočet zatížení)	2,3293	1,35	3,145
sníh/ užitné	(viz. výpočet zatížení)	0,8	1,5	1,2
CELKEM		4,795		6,594

- Vstupní statické hodnoty dle podkladů Novatop Element

$$A = 60918 \text{ mm}^2$$

$$E_{m,0} = 7800 \text{ N/mm}^2$$

$$EI_{eff} = 1,16 * 10^{13} \text{ N/mm}^2$$

$$E_v = 11,0 * 10^3 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{m,0,k} = 20,3 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{t,0,k} = 11,5 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{c,0,k} = 20,3 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{v,k} = 3 \text{ N/mm}^2$$

$$I_{eff} = 1,09 * 10^9 \text{ mm}^4$$

$$z_s = h/2 = 340/2 = 170 \text{ mm}$$

$$S_1 = 3,80 * 10^6 \text{ mm}^3$$

$$S_2 = 1,71 * 10^6 \text{ mm}^3$$

- **Posouzení únosnosti**

Přibližný maximální ohybový moment:

$$M_d = \frac{q_d * l^2}{12} = \frac{6,594 * 6,67^2}{12} = 24,447 \text{ kNm}$$

Přibližná maximální posouvající síla:

$$V_d = 0,6 * q_d * l = 0,6 * 6,594 * 6,67 = 26,389 \text{ kN}$$

Posouzení ohybu v krajních vláknech:

$$\sigma_{md} = \frac{M_d}{I_{eff}} * \frac{E_{m,0}}{E_v} * z_s = \frac{24,447 * 10^6}{1,09 * 10^9} * \frac{7800}{11000} * 170 = 2,704 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{md} = \frac{f_{m,0} * k_{mod}}{\gamma_m} = \frac{20,3 * 0,9}{1,3} = 14,054 \text{ N/mm}^2$$

$$\frac{\sigma_{md}}{f_{md}} = \frac{2,704}{14,054} = 0,192 < 1$$

...vyhovuje

Posouzení napětí v těžišti spodní desky:

$$z_i = z_s - \frac{9 + 9 + 9 + 33}{2} = 170 - \frac{60}{2} = 140 \text{ mm}$$

$$\sigma_{td} = \frac{M_d}{I_{eff}} * \frac{E_{m,0}}{E_v} * z_i = \frac{24,447 * 10^6}{1,09 * 10^9} * \frac{7800}{11000} * 140 = 2,227 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{td} = \frac{f_{t,0} * k_{mod}}{\gamma_m} = \frac{11,5 * 0,9}{1,3} = 7,96 \text{ N/mm}^2$$

$$\frac{\sigma_{td}}{f_{td}} = \frac{2,227}{7,96} = 0,280 < 1$$

...vyhovuje

Posouzení smykového napětí:

- v těžišti průřezu

$$\tau_{vd} = \frac{V_d}{I_{eff}} * \frac{S_1}{t} = \frac{26,389 * 10^3 * 3,80 * 10^6}{1,09 * 10^9 * (27 + 33)} = 1,533 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{vd} = \frac{3 * 0,9}{1,3} = 2,08 \text{ N/mm}^2$$

$$\frac{\tau_{vd}}{f_{vd}} = \frac{1,533}{2,08} = 0,737 < 1$$

...vyhovuje

- v desce

$$\tau_{v,1,d} = \frac{V_d}{I_{eff}} * \frac{S_2}{t} = \frac{26,389 * 10^3 * 1,71 * 10^6}{1,09 * 10^9 * (27 + 33)} = 0,690 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{vd} = \frac{3 * 0,9}{1,3} = 2,08 \text{ N/mm}^2$$

$$\frac{\tau_{v,1,d}}{f_{vd}} = \frac{0,690}{2,08} = 0,332 < 1$$

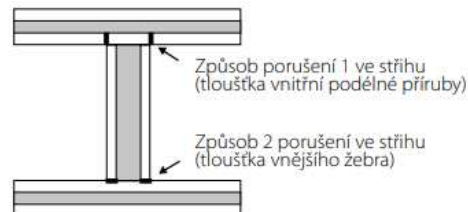
...vyhovuje

- v lepené spáře

$$\tau_{v,2,d} = \frac{V_d}{I_{eff}} * \frac{S_2}{t_{netto}} = \frac{26,389 * 10^3 * 1,71 * 10^6}{1,09 * 10^9 * (2 * 9)} = 2,300 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{vd} = \frac{4 * 0,9}{1,3} = 2,77 \text{ N/mm}^2$$

$$\frac{\tau_{v,2,d}}{f_{vd}} = \frac{2,300}{2,77} = 0,830 < 1$$



...vyhovuje

- Posouzení použitelnosti

Okamžitý průhyb (charakteristická kombinace):

$$w_{inst} = w_{b,g,inst} + w_{v,q,inst}$$

$$w_{b,g,inst} = \frac{5}{384} * \frac{q_k * L^4}{E * I_{eff}} = \frac{5}{384} * \frac{4,795 * 6670^4}{1,16 * 10^{13}} = 10,7 \text{ mm}$$

$$w_{v,g,inst} = \frac{1}{8} * \frac{q_k * L^2}{G * A} = \frac{1}{8} * \frac{4,795 * 6670^2}{600 * 60918} = 0,7 \text{ mm}$$

$$w_{inst,max} = \frac{L}{300} = \frac{6670}{300} = 22,2 \text{ mm} > w_{inst} = 11,4 \text{ mm}$$

...vyhovuje

- Posouzení dle tabulky předběžného dimenzování prvků Novatop

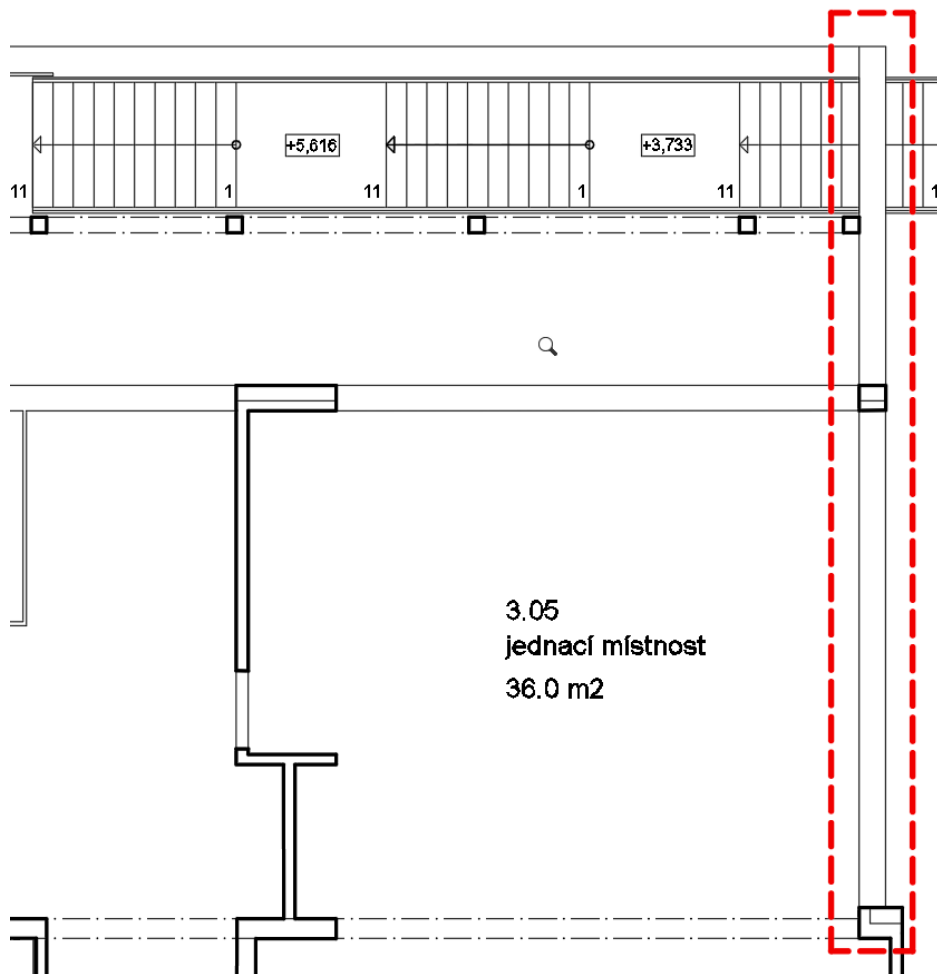
Stropní panel Novatop Element vyhovuje na nově navržené zatížení. Tabulky udávající poměry stropních prvků s působícím zatížením uvažuje únosnost panelů Novatop Element do celkového charakteristického zatížení 8 kN/m². Hodnota zatížení po návrhu nové obálky budovy je 4,795 kN/m².

3.2.3 Dřevěný vazník

Ve 3.NP je v prostoru navazující jednací místnosti navržen dřevěný příhradový vazník na výšku podlaží. Stojky a diagonály tvoří hranoly 200x200mm a pásy jsou rozměrů 200x300mm.

» **návrh:** dřevěný příhradový vazník, dřevo **GI24h**

- Schéma umístění vazníku:



Zadání příhradového vazníku nebylo blíže specifikováno a z tohoto důvodu není příhradový vazník posouzen na zatížení od nově navržené obálky budovy.

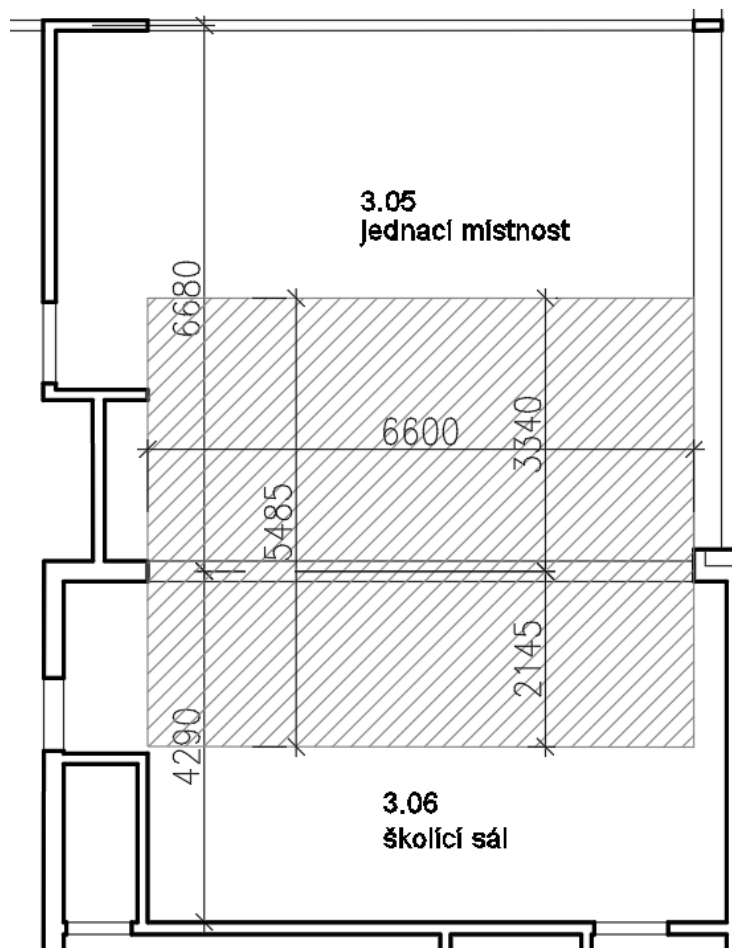
3.2.4 Ocelové průvlaky

V nástavbě 3.NP jsou navrženy dva ocelové průvlaky, HEA 300 a HEA 400. Ve 4.NP je sloupy vynášen průvlak HEA 280 mm. Ve stávajícím 2.NP v prostoru venkovního schodiště je navržen ocelový průvlak HEB 240.

Průvlaky v místě venkovního schodiště na severozápadní straně objektu v úrovni 2.NP a 3.NP nebudou posouzeny z důvodu nespecifikovaného konstrukčního a materiálového řešení schodiště a nelze tak konkretizovat působení zatížení.

Průvlak HEA 400 – 3.NP:

- Schéma:



- Zatížení:

	výpočet	f_k [kN/m']	γ_F	f_d [kN/m']
vlastní tíha průvlaku	$(124,8*9,81)*10^{-3}$	1,224	1,35	1,653
stropní deska 3.NP	$4,9*0,28*3,340$	4,583	1,35	6,186
střešní plášť ST1	$2,3293*3,340$	7,780	1,35	10,503
obvodový plášť (S03)	$1,1828*5,485$	6,488	1,35	8,758
obvodová CLT stěna 4.NP	$4,9*0,124*7,0$	4,253	1,35	5,742
sníh/užitné	$0,8*3,340$	2,672	1,5	4,008
CELKEM				36,850

- Materiál:

ocel S235

$$A = 15900 \text{ mm}^2$$

$$A_{v,z} = 5733 \text{ mm}^2$$

$$E = 210 * 10^3 \text{ MPa}$$

$$G = 124,8 \text{ kg/m}$$

$$I_y = 45070 * 10^4 \text{ mm}^4$$

$$W_y = 2311 * 10^3 \text{ mm}^3$$

$$W_{pl,y} = 2562 * 10^3 \text{ mm}^3$$

$$i_y = 168 \text{ mm}$$

$$t_w = 11 \text{ mm}$$

$$t_f = 19 \text{ mm}$$

$$L = 6600 + 2 * 200 = 7000 \text{ mm}$$

- **Posouzení únosnosti**

Maximální ohybový moment:

$$M_{Ed} = \frac{q_d * l^2}{8} = \frac{36,850 * 7,00^2}{8} = 225,706 \text{ kNm}$$

Maximální posouvající síla:

$$V_{Ed} = \frac{q_d * l}{2} = \frac{36,850 * 7,00}{2} = 128,975 \text{ kNm}$$

Návrhová únosnost v prostém ohybu:

$$M_{pl,Rd} = \frac{W_{pl,y} * f_y}{\gamma_{Mo}} = \frac{2562 * 10^3 * 235}{1,0} = 602,070 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed} = 225,706 \text{ kNm} < M_{pl,Rd} = 602,070 \text{ kNm}$$

Smyková únosnost:

$$V_{pl,Rd} = \frac{A_{v,z} * \frac{f_y}{\sqrt{3}}}{\gamma_{Mo}} = \frac{5733 * \frac{235}{\sqrt{3}}}{1,0} = 777,838 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} = 128,975 \text{ kN} < V_{pl,Rd} = 777,838 \text{ kN}$$

Zatřídění průřezu:

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{235}} = 1$$

$$\frac{c}{t} = \frac{298}{11} = 27,091 \leq 72\varepsilon = 72 * 1 = 72$$

Třída průřezu 1.

Posouzení klopení:

$$M_{Ed} \leq M_{b,Rd}$$

$$M_{b,Rd} = \chi * \frac{W_{pl,y} * f_y}{\gamma_{M1}} \approx 1,0 * \frac{2562 * 10^3 * 235}{1,0} = 602,070 \text{ kNm}$$

Z důvodu krátkého úseku L_{LT} a ($\lambda_{LT} \leq 0,4$) lze předpokládat, že průřez neklopí ($\chi_{LT} \approx 1,00$).

Podmínka spolehlivosti – použitelnost:

- maximální dovolený průhyb

$$\delta_{max} = \frac{L}{250} = \frac{7000}{250} = 28 \text{ mm}$$

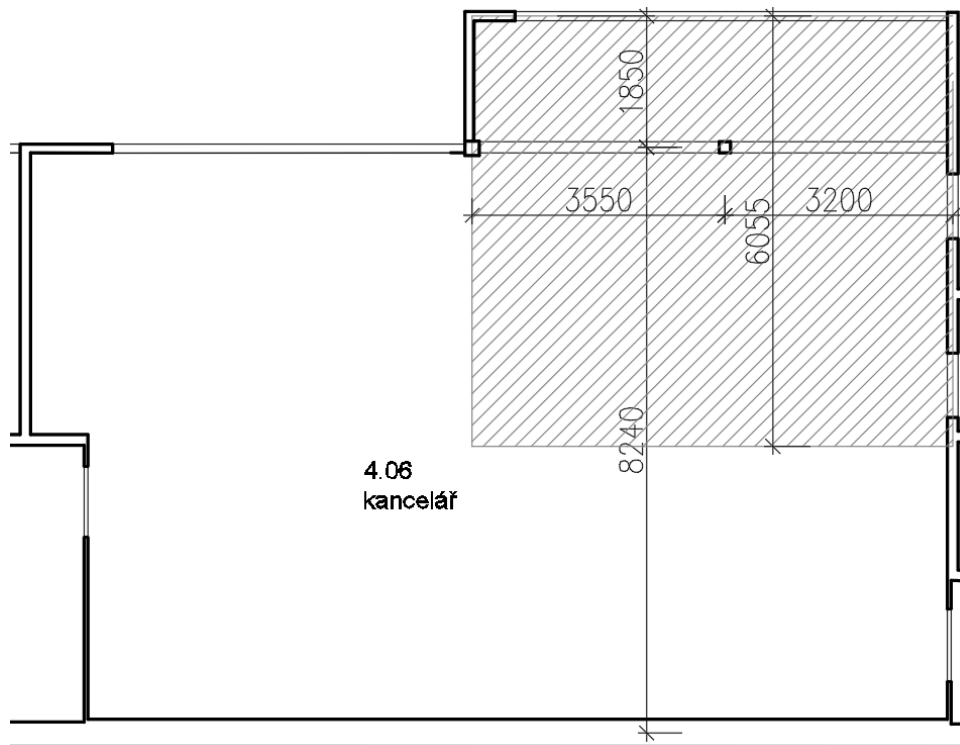
- skutečný průhyb

$$\delta_2 = \frac{5}{384} * \frac{q * L^4}{E * I} = \frac{5}{384} * \frac{36,85 * 7000^4}{210000 * 45070 * 10^4} = 12,172 \text{ mm}$$

Navržený průvlak HEA 400 délky 7000 mm s uvažovaným uložením 200 mm vyhoví s dostatečnou rezervou únosnosti.

Průvlak HEA 280 – 4.NP:

- Schéma:



- Zatížení:

	výpočet	f_k [kN/m']	γ_F	f_d [kN/m']
vlastní tíha průvlaku	$(76,4 \cdot 9,81) \cdot 10^{-3}$	0,750	1,35	1,012
stropní deska 4.NP	$0,49 \cdot 4 \cdot 6,055$	11,868	1,35	16,022
střešní plášť ST3	$7,1273 \cdot 6,055$	43,156	1,35	58,260
sníh/ užité	$2,5 \cdot 6,055$	15,138	1,5	22,706
CELKEM				98,00

- Materiál:

ocel S235

$$A = 9726 \text{ mm}^2$$

$$A_{v,z} = 3174 \text{ mm}^2$$

$$E = 210 \cdot 10^3 \text{ MPa}$$

$$G = 76,4 \text{ kg/m}$$

$$I_y = 13670 * 10^4 \text{ mm}^4$$

$$W_y = 1013 * 10^3 \text{ mm}^3$$

$$W_{pl,y} = 1112 * 10^3 \text{ mm}^3$$

$$i_y = 119 \text{ mm}$$

$$t_w = 8 \text{ mm}$$

$$t_f = 13 \text{ mm}$$

- **Posouzení únosnosti**

Přibližný maximální ohybový moment:

$$M_{Ed} = \frac{q_d * l^2}{12} = \frac{98,00 * 3,550^2}{12} = 102,920 \text{ kNm}$$

Přibližná maximální posouvající síla:

$$V_d = 0,6 * q_d * l = 0,6 * 98,0 * 3,55 = 208,740 \text{ kN}$$

Návrhová únosnost v prostém ohybu:

$$M_{pl,Rd} = \frac{W_{pl,y} * f_y}{\gamma_{Mo}} = \frac{1112 * 10^3 * 235}{1,0} = 261,320 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed} = 102,920 \text{ kNm} < M_{pl,Rd} = 261,320 \text{ kNm}$$

Smyková únosnost:

$$V_{pl,Rd} = \frac{A_{v,z} * \frac{f_y}{\sqrt{3}}}{\gamma_{Mo}} = \frac{3174 * \frac{235}{\sqrt{3}}}{1,0} = 430,640 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} = 208,740 \text{ kN} < V_{pl,Rd} = 430,640 \text{ kN}$$

Zatřídění průřezu:

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{235}} = 1$$

$$\frac{c}{t} = \frac{196}{8} = 24,5 \leq 72\varepsilon = 72 * 1 = 72$$

Třída průřezu 1.

Posouzení klopení:

$$M_{Ed} \leq M_{b,Rd}$$

$$M_{b,Rd} = \chi * \frac{W_{pl,y} * f_y}{\gamma_{M1}} \approx 1,0 * \frac{2562 * 10^3 * 235}{1,0} = 602,070 \text{ kNm}$$

Z důvodu krátkého úseku L_{LT} a ($\lambda_{LT} \leq 0,4$) lze předpokládat, že průřez neklopí ($\chi_{LT} \approx 1,00$).

Podmínka spolehlivosti – použitelnost:

- maximální dovolený průhyb

$$\delta_{max} = \frac{L}{250} = \frac{3550}{250} = 14,2 \text{ mm}$$

- skutečný průhyb

$$\delta_2 = \frac{5}{384} * \frac{q * L^4}{E * I} = \frac{5}{384} * \frac{98,0 * 3550^4}{210000 * 13670 * 10^4} = 7,060 \text{ mm}$$

Navržený průvlak HEA 280 délky 3550 mm vyhoví s dostatečnou rezervou únosnosti.

3.3 Základové konstrukce

- beton: C25/30 XC2 – CI 0,2 – D_{max} 16-S3
- použitá ocel: B500B

3.3.1 Geologické poměry

Informace o geologických poměrech, zeminách a únosnosti základových zemin nebyly při výpočtu známe. Před případnou další fází projektové dokumentace je nutné provést hydrogeologický průzkum, aby bylo možné posoudit únosnost základů a případně navrhnout zesílení základových konstrukcí.

Z důvodu velmi malého přitížení stávajících nosných konstrukcí lze ale předpokládat, že stávající základové konstrukce vyhoví.

3.4 Prostorová tuhost objektu

Nosný systém objektu je tvořen kombinací zděných a železobetonových stěn a systémem dřevěných velkoplošných CLT panelů typu Novatop. Celým objektem přes všechna podlaží prochází stěnové schodišťové jádro. Stropní konstrukce jsou opět kombinací železobetonu a dřevěných vodorovných panelů.

Prostorová tuhost je v tomto případě dostatečná a není potřeba podrobné posouzení.

3.5 Závěr

Součástí diplomové práce je statické posouzení stávajících nosných konstrukcí na alternativní návrh ekologické varianty obálky budovy. Práce posuzuje konstrukce stávající budovy z 90.let, na které v roce 2017 proběhla přístavba a nástavba. Jedná se o administrativní a výrobní objekt firmy Agrop Nova a.s. vyrábějící ucelený systém dřevěných CLT Novatop panelů.

Statický výpočet ukázal, že některé nosné konstrukce by v případě realizace musely být zesíleny tak, aby vyhovovaly ustanovení platných norem jak z hlediska mezních stavů únosnosti, tak z hlediska mezních stavů použitelnosti. Navržené nosné konstrukce by měly být navrženy s ohledem na maximální možnou hospodárnost a z toho vyplývajícího vlivu na životní prostředí.

Tento statický výpočet včetně podrobného popisu konstrukcí nahrazuje technickou zprávu, která nebude k tomuto dokumentu dále přiložena.

3.6 Literatura

3.6.1 Normy

ČSN EN 1990	Eurokód: Základy navrhování konstrukcí, ČSNI, 2004
ČSN EN 1991-1-1	Eurokód 1: Zatížení konstrukcí. Část 1-1: Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb, ČSNI, 2006
ČSN EN 1991-1-3	Eurokód 1: Zatížení konstrukcí. Část 1-3: Obecná zatížení – Zatížení sněhem, ČSNI, 2004
ČSN EN 1991-1-4	Eurokód 1: Zatížení konstrukcí. Část 1-4: Obecná zatížení – Zatížení větrem, ČSNI, 2005
ČSN EN 1992-1-1	Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí. Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
ČSN EN 1993-1-1	Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí. Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
ČSN EN 1995-1-1	Eurokód 5: Navrhování dřevěných konstrukcí. Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
ČSN EN 1996-1-1	Eurokód 6: Navrhování zděných konstrukcí. Část 1-1: Obecná pravidla pro vyztužené a nevyztužené zděné konstrukce, ČSNI, 2013
ČSN 73 0038, 2014	Hodnocení a ověřování existujících konstrukcí - Doplnující ustanovení
ČSN 73 1702	Navrhování, výpočet a posuzování dřevěných konstrukcí - Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
ČSN 73 2604	Ocelové konstrukce – kontrola a údržba ocelových konstrukcí pozemních a inženýrských staveb
ČSN EN 206+A1, 2017	Beton – Část 1: Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda, ČSNI, 2001
ČSN ISO 13822, 2014	Zásady navrhování konstrukcí – Hodnocení existujících konstrukcí

ČSN EN 1090-1	Provádění ocelových konstrukcí a hliníkových konstrukcí – Část 1: Požadavky na posouzení shody konstrukčních Dílů
ČSN EN 338, 2016	Konstrukční dřevo. Třídy pevnosti
ČSN EN 1090-2	Provádění ocelových konstrukcí a hliníkových konstrukcí – Část 2: Technické požadavky na ocelové konstrukce
ČSN EN 13 670	Provádění betonových konstrukcí
ČSN EN 10 080	Ocel pro výztuž do betonu – Svařitelná betonářská ocel – Všeobecně

3.6.2 Použité podklady

- [1] Architektonicko – stavební řešení, výkresová dokumentace ve stupni DSP,
PRODESI v.o.s.