

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Katedra konstrukcí pozemních staveb



Vědeckotechnický park Nymburk

Bakalářská práce

D.1.2 Stavebně-konstrukční řešení

Technická zpráva

Vypracoval: Artur Karapetyan

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Lenka Hanzalová, Ph.D.

Rok vypracování: 2019



Obsah

1. Základní údaje o projektu	3
1.1. Obecný popis stavby.....	3
1.2. Podklady pro zhotovení projektu.....	3
1.3. Použitý software	3
2. Základní charakteristika konstrukčního řešení	4
2.1. Urbanistické, architektonické a dispoziční řešení stavby	4
2.2. Technické řešení stavby.....	5
2.3. Materiálové řešení stavby	5
3. Zatížení	6
3.1. Stálá zatížení.....	6
3.2. Zatížení příčkami	6
3.3. Užitná zatížení	6
3.4. Zatížení sněhem	6
4. Základové konstrukce	6
5. Nosný systém	7
5.1. Svislé nosné konstrukce.....	7
5.2. Vodorovné nosné konstrukce	7
5.3. Svislé komunikační prvky	7
5.4. Zajištění vodorovného ztužení.....	7
6. Ochrana nosných konstrukcí proti nepříznivým vlivům.....	8
6.1. Ochrana proti požáru	8
6.2. Ochrana proti korozi.....	8



1. Základní údaje o projektu

1.1. Obecný popis stavby

Navrhovaná stavba se nachází na parcele č. 1380/43 v katastrálním území Nymburk. Jedná se o vědeckotechnický park. Stavba bude sloužit pro inovace v technologiích. V objektu se budou nacházet kanceláře, sklady a specializované laboratoře s měřicí, diagnostickou a testovací technologií. Stavba je obdélníkového tvaru se čtyřmi nadzemními podlažními a jedním podzemním podlažím. Střecha je navržena jako plochá s atikou. Hydroizolace stavby je řešena pomocí asfaltových pásů. Plochá střecha bude zateplena pomocí tepelně izolačních desek ve spádu. V 4.NP se bude nacházet střešní terasa a nepochozí vegetační střecha s extenzivní zelení. Nosná konstrukce stavby bude z monolitických železobetonových stěn a sloupů. Obvodové stěny budou zatepleny kontaktním zateplovacím systémem.

1.2. Podklady pro zhotovení projektu

- Projektová dokumentace stavebně architektonického řešení objektu
- ČSN ISO 2394 Obecné zásady spolehlivosti konstrukcí
- ČSN ISO 13822 Zásady navrhování konstrukcí - Hodnocení existujících konstrukcí
- ČSN EN 1990 Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí
- ČSN EN 1991-1-1 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-1: Obecná zatížení - Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb
- ČSN EN 1992-1-1 Eurokód 2: Navrhování betonových 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
- ČSN EN 1997-1 Eurokód 7: Navrhování geotechnických konstrukcí - Část 1: Obecná pravidla
- ČSN EN 206 Beton – Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda
- ČSN 73 1201 – Navrhování betonových konstrukcí pozemních staveb
- ČSN 73 0202 Geometrická přesnost ve výstavbě. Základní ustanovení
- ČSN 73 0210-1 Geometrická přesnost ve výstavbě. Podmínky provádění. Část 1: Přesnost osazení
- ČSN 73 0212-3 Geometrická přesnost ve výstavbě. Kontrola přesnosti. Část 3: Pozemní stavební objekty
- ČSN EN 13670 Provádění betonových konstrukcí

1.3. Použitý software

- AutoCAD 2018

2. Základní charakteristika konstrukčního řešení

2.1. Urbanistické, architektonické a dispoziční řešení stavby

Architektonické a urbanistické řešení:

Jedná se o novostavbu vědeckotechnického parku obdélníkového tvaru se čtyřmi nadzemními podlažními a jedním podzemním podlažím. Stavba bude sloužit pro inovace v technologiích. V objektu se budou nacházet kanceláře, sklady a specializované laboratoře s měřicí, diagnostickou a testovací technologií. Výzkum a vývoj bude převážně zaměřený na robotizované pracoviště a jejich programování, bezdrátovou technologii a optimalizační metody výrobních postupů.

Stavba je situována na parcele č. 1380/43 v katastrálním území Nymburk. Pozemek je rovinatý a zatravněný. Na pozemek je přístup z přilehlé pozemní komunikace. Na pozemku bude zřízen dostatečný počet parkovacích míst pro zaměstnance. Zpevněné plochy budou řešeny betonovou dlažbou. Zbytek pozemku bude zatravněn. Střecha je řešena jako plochá jednoplášťová s hydroizolací z asfaltových pásů a bude částečně pochozí. Ve čtvrtém nadzemním podlaží se bude nacházet jednak střešní terasa přístupná zaměstnancům a jednak zde bude nepochozí vegetační střecha s extenzivní zelení. Nosná konstrukce budovy je z železobetonových stěn a sloupů. Strop bude tvořit železobetonová stropní deska. Obvodové stěny budou zatepleny kontaktním zateplovacím systémem. Založení objektu je řešeno pomocí železobetonových základových pásů a patek. Výplně otvorů budou hliníkové šedé barvy. Vnější omítka bude silikonová bílé barvy. Vnitřní omítky budou vápenocementové bílé barvy. Parapety budou hliníkové šedé barvy. Atiky budou oplechovány poplastovaným plechem šedé barvy.

Dispoziční řešení:

V podzemním podlaží se nacházejí převážně sklady. Dále se zde nachází dílna, serverovna a technická místnost. V technické místnosti bude umístěn centrální plynový kotel, který bude zajišťovat vytápění objektu a přípravu teplé užitkové vody. Podzemní podlaží bude větráno nuceně.

V prvním nadzemním podlaží se budou nacházet převážně specializované laboratoře s měřicí, diagnostickou a testovací technologií. Nejedná se o chemické laboratoře. V 1.NP se dále nachází recepce a hygienická zařízení.

Ve druhém a třetím nadzemním podlaží se budou nacházet kanceláře, hygienická zařízení, kuchyňka a menší sklad. Prostor schodiště je oddělen od haly z důvodu požárně



bezpečnostních. V 2.NP se budou nacházet mimo jiné i zasedací místnosti oddělené prosklenou příčkou.

Ve čtvrtém nadzemním podlaží se bude nacházet střešní terasa s betonovou dlažbou na rektifikačních podložkách. Ve 4. NP se bude nacházet také nepřístupná vegetační střecha s extenzivní zelení. Dále se zde nachází místnost strojovny vzduchotechniky. Na střešní terase bude umístěno zábradlí výšky 1 m od podlahy.

2.2. Technické řešení stavby

Nosné stěny budou monolitické železobetonové tloušťky 200 mm z betonu C30/37. Sloupy budou monolitické železobetonové o rozměrech 250 x 250 mm z betonu C30/37. Stropní deska bude monolitická železobetonová tloušťky 200 mm z betonu C30/37. Základové pasy budou železobetonové šířky 800 a výšky 500 mm z betonu C25/30. Patky budou železobetonové o rozměrech 1,2 x 1,4 x 0,8 m z betonu C25/30. Stavba bude zateplena kontaktním zateplovacím systémem s tepelně izolačními deskami Isover 70F v tloušťce 150 mm. Vnější omítka bude silikonová. Vnitřní omítky budou vápenocementové. Střecha bude zateplena tepelně izolačními deskami Bachl EPS 150, které budou zároveň tvořit spádovou vrstvu střechy. Hydroizolace střechy tvoří asfaltové pásy Glastek 40 Special Mineral tl. 4 mm a Glastek 30 Sticker Plus tl. 3 mm. Výplně otvorů budou hliníkové s izolačním dvojsklem.

2.3. Materiálové řešení stavby

- Svislé nosné konstrukce:
 - Železobetonová monolitická stěna, beton C30/37 XC2 – Cl 0,2 – D_{max} 16 – S4, ocel B500B
 - Železobetonový monolitický sloup, beton C30/37 XC2 – Cl 0,2 – D_{max} 16 – S4, ocel B500B
- Základy: železobetonové, beton C25/30 XC2 – Cl 0,2 – D_{max} 16 – S4
- Vodorovné konstrukce:
 - Železobetonová monolitická stropní deska, beton C30/37 XC2 – Cl 0,2 – D_{max} 16 – S4, ocel B500B
- Schodiště: železobetonové monolitické, beton C30/37 XC2 – Cl 0,2 – D_{max} 16 – S4, ocel B500B

3. Zatížení

Uvedeny jsou charakteristické hodnoty zatížení. Pro získání hodnot návrhových je nutno provést přenásobení příčným dílčím součinitelem bezpečnosti, který byl uvažován hodnotou 1,35 pro stálá a 1,5 pro proměnná zatížení.

3.1. Stálá zatížení

Vlastní tíha železobetonových konstrukcí je uvažována hodnotou 25 kN/m^3 .

Jako vlastní tíha podlah je uvažována nejtěžší podlaha s $1,624 \text{ kN/m}^2$. Tíha střešního pláště je $1,107 \text{ kN/m}^2$ (střešní terasa).

3.2. Zatížení příčkami

V 1NP jsou použity keramické příčkovky Porotherm 14 Profi tl. 140 mm.

Plošná hmotnost příčky je 163 kg/m^2 . Výška příčky 3,7 m.

Vlastní tíha příčky $g_k = 163 \cdot 3,7 = 603,1 \text{ kg/m} = 6,03 \text{ kN/m}$.

V 2NP – 3NP jsou použity sádkartonové desky Knauf W112 s dvouvrstvým opláštěním.

Plošná hmotnost 45 kg/m^2 .

Ekvivalentní rovnoměrné zatížení $q_k = 0,8 \text{ kN/m}^2$

3.3. Užitná zatížení

Jako užitné zatížení je uvažováno $3,0 \text{ kN/m}^2$ (kategorie B dle ČSN EN 1991-1-1).

3.4. Zatížení sněhem

Objekt je situován v městě Nymburk. Podle mapy sněhových oblastí je zde charakteristické zatížení sněhem $0,7 \text{ kN/m}^2$ (oblast I).

4. Základové konstrukce

Základové konstrukce tvoří plošné základové pasy a patky z železobetonu C25/30. Základové pasy budou šířky 800 mm a výšky 500 mm. Patky budou o rozměrech 1,2 x 1,4 x 0,8 m. Jako výztuž je navržena ocel B500B. Na štěrkový násyp tloušťky 100 mm bude proveden podkladní beton třídy C20/25 v tloušťce 150 mm. Na podkladní betonovou desku bude proveden penetrační nátěr a následně hydroizolační vrstva z asfaltových pásů. Jako další vrstva bude provedena železobetonová základová deska tloušťky 200 mm.

5. Nosný systém

5.1. Svislé nosné konstrukce

Svislé nosné konstrukce jsou z železobetonových stěn a sloupů. Obvodová konstrukce stavby je z železobetonových stěn tloušťky 200 mm a třídy betonu C30/37. Uvnitř objektu se budou nacházet nosné a ztužující stěny tl. 200 mm. Část stropní desky bude lokálně podporována železobetonovými sloupy o rozměrech 250 x 250 mm z třídy betonu C30/37. Nosné obvodové stěny budou dále zatepleny kontaktním zateplovacím systémem. Statický návrh nosných konstrukcí je v samostatné části projektové dokumentace.

5.2. Vodorovné nosné konstrukce

Stropní desky budou z železobetonu tloušťky 200 mm z třídy betonu C30/37 prováděné monoliticky. Na stropní desku bude zavěšen sádkartonový podhled Knauf s dvojitým opláštěním. Návrh stropní desky je patrný ze statické části projektové dokumentace.

V 1.PP a 1.NP jsou použity keramické ploché překlady Porotherm KP 11,5 délky 1800 mm a 2200 mm.

5.3. Svislé komunikační prvky

Vertikální dopravu zajišťuje dvouramenné schodiště a osobní výtah. Schodiště je železobetonové monolitické s nášlapnou vrstvou z keramické dlažby s protiskluznou úpravou. Schodiště mají odlišný počet stupňů kvůli různým konstrukčním výškám podlaží. Šířka schodišťového ramene je 1300 mm. Zrcadlo schodiště je šířky 100 mm. Schodiště je opatřeno zábradlím do výšky 1 m. Schodišťové desky budou bodově uloženy do nosné stěny přes zvukově izolační boxy Halfen HBB. Vše je patrné z výkresu tvaru, který je součástí projektové dokumentace.

Jako výtah je zvolen lanový s malou prohlubní a hlavou šachty ONYX. Jedná se o osobní výtah pro 8 osob s nosností 630 kg. Rozměry kabiny jsou 1,1 x 1,4 m.

5.4. Zajištění vodorovného ztužení

Vodorovnou tuhost bude zajišťovat monolitická stropní konstrukce. S ohledem na malou výšku budovy nebyla prostorová tuhost ověřována podrobným výpočtem.



6. Ochrana nosných konstrukcí proti nepříznivým vlivům

6.1. Ochrana proti požáru

Ochrana proti požáru je řešena v samostatně části projektové dokumentace.

6.2. Ochrana proti korozi

Protikorozní ochrana ŽB konstrukcí bude zajištěna dostatečným krytím výztuže.

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Katedra konstrukcí pozemních staveb



Vědeckotechnický park Nymburk

Bakalářská práce

Předběžný statický výpočet

Vypracoval: Artur Karapetyan

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Lenka Hanzalová, Ph.D.

Rok vypracování: 2019

Obsah

1.	Přehled zatížení.....	3
1.1.	Stálé zatížení.....	3
1.1.1.	Zatížení od podlah.....	3
1.1.2.	Střešní plášť.....	5
1.1.3.	Obvodový plášť.....	6
1.1.4.	Příčky.....	6
1.2.	Proměnné zatížení.....	6
1.2.1.	Užitné zatížení.....	6
1.2.2.	Zatížení sněhem.....	7
1.2.3.	Zatížení větrem.....	8
2.	Předběžný návrh a posouzení nosných konstrukcí.....	8
2.1.	Stropní deska.....	8
2.2.	Svislé nosné konstrukce.....	11
	• Železobetonové stěny.....	11
	• Vnitřní železobetonové sloupy.....	11
2.3.	Schodiště.....	13
2.4.	Základové konstrukce.....	14
3.	Seznam obrázků.....	16

1. Přehled zatížení

1.1. Stálé zatížení

1.1.1. Zatížení od podlah

Podlaha P1 - podlaha v 1PP

Vrstvy	Tloušťka [m]	Objemová tíha [kN/m ³]	Charakteristické zatížení [kN/m ²]
Epoxidová stěrka	0,002	15,3	0,031
Penetrační epoxidový nátěr	-	-	-
Samonivelační stěrka	0,008	18	0,144
Cementová mazanina	0,07	23	1,610
PE folie	-	-	-
Tepelná izolace	0,1	0,33	0,033
Hydroizolační asfaltový pás	0,004	14	0,056
Asfaltová penetrační emulze	-	-	-

Celkem

$g_k = 1,874$

Podlaha P2 - hala, chodba, recepce, kuchyně, WC

Vrstvy	Tloušťka [m]	Objemová tíha [kN/m ³]	Charakteristické zatížení [kN/m ²]
Keramická dlažba	0,01	22	0,220
Lepidlo	0,005	15	0,075
Penetrační a spojovací nátěr	-	-	-
Samonivelační stěrka	0,005	18	0,090
Cementový potěr	0,05	23	1,150
PE folie	-	-	-
Akustická izolace	0,05	1,48	0,074

Celkem

$g_k = 1,609$

Podlaha P3 - laboratoře

Vrstvy	Tloušťka [m]	Objemová tíha [kN/m ³]	Charakteristické zatížení [kN/m ²]
Antistatické PVC	0,002	13	0,026
Lepidlo na PVC krytiny	-	-	-
Penetrační a spojovací nátěr	-	-	-
Samonivelační stěrka	0,008	18	0,144
Cementový potěr	0,06	23	1,380
PE folie	-	-	-
Akustická izolace	0,05	1,48	0,074

Celkem

$$g_k = 1,624$$

Podlaha P4 - kanceláře

Vrstvy	Tloušťka [m]	Objemová tíha [kN/m ³]	Charakteristické zatížení [kN/m ²]
PVC podlaha	0,002	13	0,026
Lepidlo na PVC krytiny	-	-	-
Penetrační a spojovací nátěr	-	-	-
Samonivelační stěrka	0,008	18	0,144
Cementový potěr	0,06	23	1,380
PE folie	-	-	-
Akustická izolace	0,05	1,48	0,074

Celkem

$$g_k = 1,624$$

Podlaha P5 - zasedací místnosti

Vrstvy	Tloušťka [m]	Objemová tíha [kN/m ³]	Charakteristické zatížení [kN/m ²]
Kompozitní dřevěná podlaha	0,0125	7	0,088
Lepidlo na parkety	0,002	15	0,030
Penetrační a spojovací nátěr	-	-	-
Samonivelační stěrka	0,0055	18	0,099
Cementový potěr	0,05	23	1,150
PE folie	-	-	-
Akustická izolace	0,05	1,48	0,074

Celkem

$$g_k = 1,441$$

1.1.2. Střešní plášť

Střecha S1 - zelená střecha

Vrstvy	Tloušťka [m]	Objemová tíha [kN/m ³]	Charakteristické zatížení [kN/m ²]
Rozchodníková rohož	0,025	7	0,175
Substrát střešní extenzivní	0,08	7	0,560
Filtrační vrstva netkaná textilie	0,0028	0,715	0,002
Drenážní a hydroakumulační vrstva - nopová fólie	0,02	0,5	0,010
Separáčnická vrstva netkaná textilie	0,0039	0,769	0,003
Ochranná vrstva - asfaltový pás	0,0053	14	0,0742
Hydroizolační vrstva - asfaltový pás	0,004	14	0,056
Hydroizolační vrstva - samolepící asfaltový pás	0,003	14	0,042
Spádová vrstva - spádové klíny EPS 150	0,02	0,23	0,0046
Tepelně izolační vrstva - EPS 150	0,15	0,23	0,0345
Polyuretanové lepidlo	-	-	-
Parotěsnicí vrstva - asfaltový pás s hliníkovou vložkou	0,004	14	0,056
Asfaltová penetrace	-	-	-

Celkem

$$g_k = 1,017$$

Střecha S2 - pochozí terasa

Vrstvy	Tloušťka [m]	Objemová tíha [kN/m ³]	Charakteristické zatížení [kN/m ²]
Betonová dlažba	0,04	21	0,840
Rektifikovatelná podložka / vzduchová mezera	0,07	-	-
Přířez asfaltového pásu	0,004	-	-
Ochranná vrstva - asfaltový pás	0,0053	14	0,0742
Hydroizolační vrstva - asfaltový pás	0,004	14	0,056
Hydroizolační vrstva - samolepící asfaltový pás	0,003	14	0,042
Spádová vrstva - spádové klíny EPS 150	0,02	0,23	0,0046
Tepelně izolační vrstva - EPS 150	0,15	0,23	0,0345
Polyuretanové lepidlo	-	-	-
Parotěsnicí vrstva - asfaltový pás s hliníkovou vložkou	0,004	14	0,056
Asfaltová penetrace	-	-	-

Celkem

$$g_k = 1,107$$

1.1.3. Obvodový plášť

Kontaktní zateplení

Vrstvy	Tloušťka [m]	Objemová tíha [kN/m ³]	Charakteristické zatížení [kN/m ²]
Silikonová omítka	0,002	18	0,036
Podkladní nátěr	-	-	-
Stěrková hmota s výztužnou sít'ovinou	0,005	12	0,060
Tepelná izolace EPS	0,15	0,18	0,027
Lepicí hmota	0,01	12	0,120
Celkem		g_k =	0,243

1.1.4. Příčky

- V 1NP jsou použity keramické příčkovky Porotherm 14 Profi tl. 140 mm.

Plošná hmotnost příčky je 163 kg/m². Výška příčky 3,7 m.

Vlastní tíha příčky $g_k = 163 \cdot 3,7 = 603,1 \text{ kg/m} = 6,03 \text{ kN/m}$.

Příček celkem 83 m

Plocha stropní desky cca 332 m²

Náhradní rovnoměrné plošné zatížení od příček:

$$g_k = \frac{6,03 \cdot 83}{332} = 1,5 \text{ kN/m}^2$$

- V 2NP – 3NP jsou použity sádkartonové desky Knauf W112 s dvouvrstvým opláštěním.

Plošná hmotnost 45 kg/m².

Ekvivalentní rovnoměrné zatížení $q_k = 0,8 \text{ kN/m}^2$

1.2. Proměnné zatížení

1.2.1. Užité zatížení

- **1PP** – kategorie E1- plochy, kde může dojít k hromadění zboží, včetně přístupových ploch:

$$g_k = 7,5 \text{ kN/m}^2$$

- **1NP – 3NP** – kategorie B - kancelářské plochy:

$$g_k = 3,0 \text{ kN/m}^2$$

- **4NP**

- Terasa - kategorie B - kancelářské plochy:

$$g_k = 3,0 \text{ kN/m}^2$$

- Nepochozí zelená střecha - kategorie H - Střechy nepřístupné s výjimkou údržby a oprav:

$$g_k = 1,0 \text{ kN/m}^2$$

1.2.2. Zatížení sněhem

Tvarový součinitel: plochá střecha $\alpha < 30^\circ \Rightarrow \mu_1 = 0,8$

Součinitel expozice: $C_e = 1$ (normální typ krajiny)

Tepelný součinitel: $C_t = 1$ (střechy s tepelnou prostupností menší než $1 \text{ W/m}^2\text{K}$)

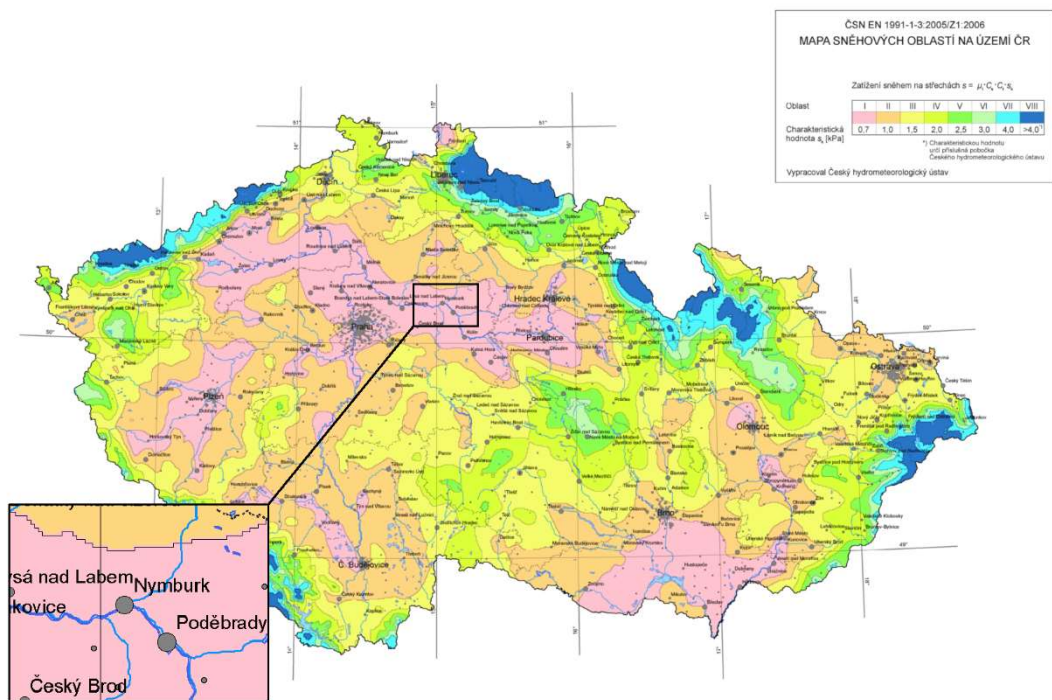
Charakteristická hodnota zatížení sněhem na zemi: Nymburk - sněhová oblast I

$$s_k = 0,7 \text{ kN/m}^2$$

Charakteristická hodnota zatížení sněhem:

$$s = \mu_1 \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k$$

$$s = 0,8 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,7 = \mathbf{0,56 \text{ kN/m}^2}$$



Obr. 1 Sněhová mapa (zdroj: www.tzb-info.cz)

Sněhová oblast	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
kN/m^2	0.7	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	4.0	>4.0
kg/m^2	70	100	150	200	250	300	400	>480

Obr. 2 Sněhová mapa - legenda (zdroj: www.tzb-info.cz)

1.2.3. Zatížení větrem

Nymburk – větrná oblast I \Rightarrow základní rychlost větru $v_b = 22,5$ m/s

Základní dynamický tlak větru: $q_b = \frac{\rho}{2} \cdot v_b^2 = \frac{1,25}{2} \cdot 22,5^2 = 3,16$ kN/m²

Ztužení objektu vzhledem k výšce a zvoleném konstrukčním systému je dostačující.

2. Předběžný návrh a posouzení nosných konstrukcí

2.1. Stropní deska

- **Stropní deska nad 1PP**

Použitý materiál: beton C30/37, výztuž B500B

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{30}{1,5} = 20 \text{ MPa}$$

- **Empirický návrh tloušťky desky**

Desky lokálně podepřené:

$$h_d = \frac{L_2}{33} = \frac{4800}{33} = 145,45 \text{ mm}$$

- **Návrh na základě ohybové štíhlosti desky**

$$\lambda = \frac{L}{d} \leq \lambda_d = K_{c1} \cdot K_{c2} \cdot K_{c3} \cdot \lambda_{d,tab}$$

$K_{c1} = 1$ (obdélníkový průřez)

$K_{c2} = 1$ (rozhodující rozpětí desky ≤ 7 m)

$K_{c3} = 1,2$ (odhad součinitele napětí tahové výztuže)

Předpokládaný stupeň vyztužení $\rho \leq 0,5\%$

$\lambda_{d,tab} = 24,6$ (lokálně podporovaná deska, třída betonu C30/37)

Předpokládaný profil výztuže: 10 mm

Předpokládané krytí výztuže: 20 mm

$$d \geq \frac{L}{\lambda_d} = \frac{4800}{29,52} = 162,6 \text{ mm}$$

$$h_d = d + c + \emptyset = 162,6 + 20 + 10 = 192,6 \text{ mm}$$

NÁVRH TLOUŠŤKY STROPNÍ DESKY: $h_d = 200$ mm

$$d = h_d - c - \phi = 200 - 20 - 10 = 170 \text{ mm}$$

○ **Ověření desky z hlediska únosnosti v ohybu**

	Vrstvy	Výpočet	Charakteristické zatížení [kN/m ²]	γ_f [-]	Návrhové zatížení [kN/m ²]
Stálé	Příčky		1,5	1,35	2,025
	Podlaha		1,624	1,35	2,192
	ŽB deska tl. 200 mm	25 · 0,2	5,0	1,35	6,750
Užitné	Kategorie B		3,0	1,5	4,500
Celkem				(g+q)_d=	15,467

Maximální součtový moment:

$$M_{tot} = \frac{1}{8} \cdot (g + q)_d \cdot L_y \cdot L_{n,x}^2 = \frac{1}{8} \cdot 15,467 \cdot 4 \cdot (4,8 - 0,25)^2 = 160,10 \text{ kNm}$$

Šířka sloupového pruhu: $b_{s.p.} = 2,0 \text{ m}$

Maximální návrhový moment – sloupový pruh:

$$m_{Ed} = \frac{M_{tot} \cdot \gamma \cdot \omega}{b_{s.p.}} = \frac{160,1 \cdot 0,65 \cdot 0,75}{2,0} = 39,02 \text{ kNm/m'}$$

Ověření

Poměrný ohybový moment:

$$\mu = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{39,02 \cdot 10^6}{1000 \cdot 170^2 \cdot 20} = 0,067 \rightarrow \xi = 0,097 < \xi_{opt} = 0,1 - 0,15$$

Potřebná plocha výztuže:

$$a_{s,req} = \frac{0,8 \cdot b \cdot d \cdot \xi \cdot f_{cd}}{f_{yd}} = \frac{0,8 \cdot 1000 \cdot 170 \cdot 0,097 \cdot 20}{435} = 607 \text{ mm}^2$$

Orientační stupeň vyztužení:

$$\rho \leq 0,005 \%$$

$$\rho = \frac{a_{s,req}}{b \cdot d} = \frac{607}{1000 \cdot 170} = 0,0036 \% < 0,005 \% \text{ VYHOVUJE}$$

- **Stropní deska nad 3NP (střecha)**

$$h_d = 200 \text{ mm}$$

- **Ověření desky z hlediska únosnosti v ohybu**

	Vrstvy	Výpočet	Charakteristické zatížení [kN/m ²]	γ_f [-]	Návrhové zatížení [kN/m ²]
Stálé	Skladba střechy (terasa)		1,107	1,35	1,494
	ŽB deska tl. 200 mm	$25 \cdot 0,2$	5,0	1,35	6,750
	Podhled		0,3	1,35	0,405
Užitné	Kategorie B		3,0	1,5	4,500
	Sníh		0,6	1,5	0,840
Celkem				$(g+q)_d =$	13,989

➤ **Je zde menší zatížení než na stropní desce nad 1PP. Deska vyhoví.**

- **Ověření desky z hlediska protlačení**

$$h_d = 200 \text{ mm}, d = 175 \text{ mm}$$

Předpokládané rozměry sloupů: 250 x 250 mm

$$\text{Zatěžovací plocha sloupů: } A = 4,8 \cdot 4,0 = 19,2 \text{ m}^2$$

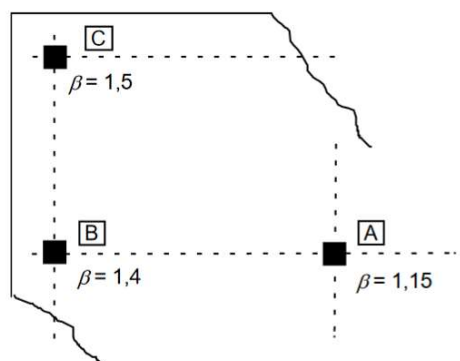
Odhad maximální posouvající síle v desce:

$$V_{Ed} = A \cdot (g + q)_d = 19,2 \cdot 15,467 = 296,96 \text{ kN}$$

Kontrolované obvody:

$$u_0 = 1000 \text{ mm}$$

$$u_1 = 3136 \text{ mm (2d za lícem sloupu)}$$



Obr. 3 Součinitel β (zdroj: www.concrete.fsv.cvut.cz)

Součinitel β : $\beta = 1,15$ (vnitřní sloup)

Účinek zatížení v kontrolovaných obvodech:

$$v_{Ed,0} = \frac{\beta \cdot V_{Ed}}{u_0 \cdot d} = \frac{1,15 \cdot 296,96 \cdot 10^3}{1000 \cdot 170} = 2,01 \text{ MPa}$$

$$v_{Ed,1} = \frac{\beta \cdot V_{Ed}}{u_1 \cdot d} = \frac{1,15 \cdot 296,96 \cdot 10^3}{3136 \cdot 170} = 0,641 \text{ MPa}$$

Únosnost tlakové diagonály:

$$v_{Rd,max} = 0,4 \cdot v \cdot f_{cd} = 0,4 \cdot 0,6 \cdot \left(1 - \frac{f_{ck}}{250}\right) \cdot f_{cd} = 0,4 \cdot 0,6 \cdot \left(1 - \frac{30}{250}\right) \cdot 20 = 4,22 \text{ MPa} > v_{Ed,0} = 2,01 \text{ MPa} \text{ VYHOVUJE}$$

Smyková únosnost desky bez smykové výztuže:

$$v_{Rd,c} = C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3} = \frac{18}{\gamma_c} \cdot \left(1 + \sqrt{\frac{200}{d}}\right) \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3}$$

Odhad stupně vyztužení ohybové výztuže: $\rho_1 = 0,005$

$$v_{Rd,c} = 0,12 \cdot 2,1 \cdot (100 \cdot 0,005 \cdot 30)^{1/3} = 0,621 \text{ MPa}$$

Odhad $\alpha_{max} = 1,8$ (vyztužení proti protlačení třmínkovými lištami)

$$\alpha_{max} \cdot v_{Rd,c} = 1,8 \cdot 0,621 = 1,12 \text{ MPa} > v_{Ed,1} = 0,641 \text{ MPa} \text{ VYHOVUJE}$$

➤ **Navržená tloušťka desky vyhovuje.**

2.2. Svislé nosné konstrukce

- **Železobetonové stěny**

Železobetonové nosné stěny jsou navrženy tloušťky 200 mm. Únosnost není třeba prokazovat.

NÁVRH TLOUŠŤKY STĚNY: t = 200 mm

- **Vnitřní železobetonové sloupy**

Návrh je proveden v patě sloupu v 1PP nejzatíženějšího sloupu.

NÁVRH SLOUPU: 250 x 250 mm

Zatěžovací plocha: $A = 19,2 \text{ m}^2$

Výška sloupů: $2,784 + 3,82 + 2 \times 3,42 = 13,44 \text{ m}$

○ Normálové zatížení paty sloupu

	Počet	Výpočet	Charakteristické zatížení [kN]	γ_f [-]	Návrhové zatížení [kN]
Střešní plášť	1	$19,2 \cdot 1,017$	19,52	1,35	26,35
Podlahy	3	$3 \cdot 19,2 \cdot 1,624$	93,54	1,35	126,28
Příčky 2NP - 3NP	2	$2 \cdot 19,2 \cdot 0,8$	30,72	1,35	41,47
Příčky 1NP	1	$1 \cdot 19,2 \cdot 1,5$	28,80	1,35	38,88
Podhledy	3	$3 \cdot 19,2 \cdot 0,3$	17,28	1,35	23,33
ŽB stropní desky	4	$4 \cdot 19,2 \cdot 25 \cdot 0,2$	384,00	1,35	518,40
ŽB sloupy	13,44 m	$13,44 \cdot 0,25 \cdot 0,25 \cdot 25$	21,00	1,35	28,35
Užitné 1NP - 3NP kat. B	3	$3 \cdot 3 \cdot 19,2$	172,80	1,50	259,20
Užitné 4 NP kat. H	1	$1,0 \cdot 19,2$	19,20	1,50	28,80
Sníh	1	$0,56 \cdot 19,2$	10,75	1,50	16,13

Celkem

$$N_{Ed,max} = 1107,19$$

Normálová únosnost sloupu:

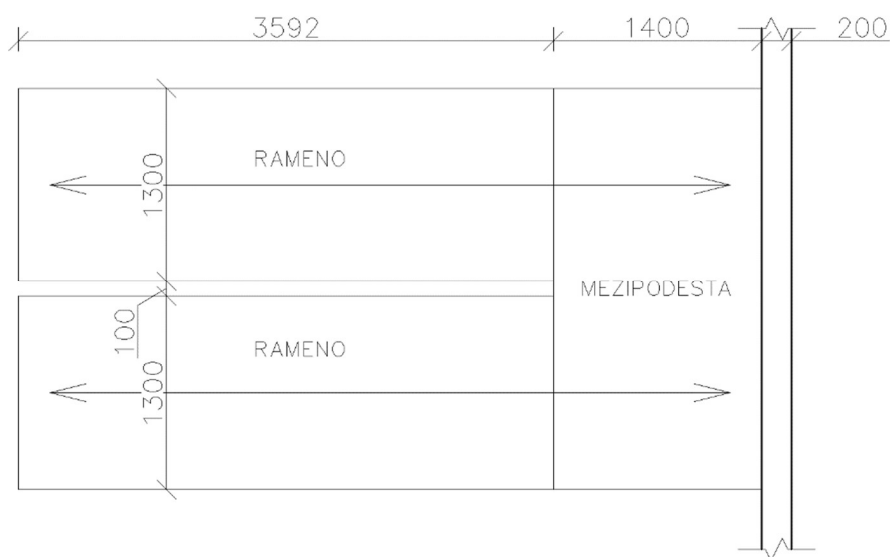
$$N_{Rd} = 0,8 \cdot A_c \cdot f_{cd} + A_s \cdot \sigma_s = 0,8 \cdot A_c \cdot f_{cd} + A_s \cdot \rho \cdot \sigma_s = 0,8 \cdot 0,25 \cdot 0,25 \cdot 20 + 0,25 \cdot 0,25 \cdot 0,02 \cdot 400 = 1500 \text{ kN.}$$

$$N_{Rd} = 1500 \text{ kN} > N_{Ed,max} = 1107,19 \text{ kN} \text{ VYHOVUJE}$$

➤ **Navržený rozměr sloupu vyhovuje.**

2.3. Schodiště

Schodiště je deskové dvouramenné. Materiálově řešeno jako železobetonové monolitické. Stupně budou prováděné společně se schodišťovou deskou.



Obr. 4 Schéma uložení schodiště

Základní parametry schodiště:

	1PP	1NP	2NP - 4NP
Konstrukční výška podlaží:	2920	4020	3620
Šířka podesty:	1300	1300	1300
Šířka schodišťového ramene:	1300	1300	1300
Počet stupňů celkem:	18	24	22
Výška schodišťového stupně:	162,22	167,50	164,55
Šířka schodišťového stupně:	310	300	310
Rozpětí schodišťové desky:	3880	4700	4500
Úhel:	27,6 °	29,2 °	28,0 °

Empirický návrh schodišťové desky:

$$h = \left(\frac{1}{30} \div \frac{1}{25}\right) \cdot L = \left(\frac{1}{30} \div \frac{1}{25}\right) \cdot 5000 = 166 \div 200 \text{ mm}$$

Návrh:

1PP:

- Rameno: 190 mm
- Mezipodesta: 303 mm

1NP:

- Rameno: 190 mm
- Mezipodesta: 309 mm

2NP-4NP:

- Rameno: 190 mm
- Mezipodesta: 305 mm

Tloušťka mezipodest je stanovena na základě geometrie schodiště.

2.4. Základové konstrukce

Třída horniny: R3

Únosnost zeminy:

$$R_d = \frac{\sigma_c}{r \cdot p} = \frac{15}{10 \cdot 1,8} = 0,833 \text{ MPa}$$

σ_c – výpočtová pevnost horniny v prostém tlaku [Mpa]

r – součinitel kvality horninového podloží

p – součinitel hustoty diskontinuit

Objekt bude založen na plošných základech – železobetonové základové pasy a patky z železobetonu C 25/30.

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{25}{1,5} = 16,66 \text{ MPa}$$

Návrh rozměrů ŽB patky

Normálová síla v patě sloupu 1PP: $N_{Ed,0} = 1107,19 \text{ kN}$

Odhad vlastní tíhy patky: odhad 5% z $N_{Ed,0}$

Požadovaná efektivní plocha základu:

$$A_{rqd} = \frac{N}{R_d} = \frac{1,05 \cdot N_{Ed,0}}{833} = \frac{1,05 \cdot 1107,19}{833} = 1,39 \text{ m}^2$$

➤ Návrh půdorysných rozměrů: 1,2 x 1,4 m (1,68 m²)

Posouzení vzdálenosti patek:

$$b_{pat} = 1,2 \leq \frac{\Delta x}{2} = \frac{4 - 1,2}{2} = 1,4 \text{ m} \rightarrow \text{Vyhovuje}$$

$$l_{pat} = 1,4 \leq \frac{\Delta x}{2} = \frac{4,8 - 1,4}{2} = 1,7 \text{ m} \rightarrow \text{Vyhovuje}$$

Vyložení patky: $a_1 = 0,725 \text{ m}$, $a_2 = 0,475 \text{ m}$

Výška patky:

$$h_{pat} \geq tg45^\circ \cdot a = tg45^\circ \cdot 0,725 = 0,725 \text{ m}$$

➤ Návrh výšky patky: $h_{pat} = 0,8 \text{ m}$

Návrh rozměrů obvodového ŽB pasu

○ **Zatížení na základový pas**

	Počet	Výpočet	Charakteristické zatížení [kN/m]	γ_f [-]	Návrhové zatížení [kN/m]
Střešní plášť	1	$4,25 \cdot 1,017$	4,32	1,35	5,84
Podlahy	3	$3 \cdot 4,25 \cdot 1,624$	20,71	1,35	27,95
Příčky 2NP - 3NP	2	$2 \cdot 4,25 \cdot 0,8$	6,80	1,35	9,18
Příčky 1NP	1	$1 \cdot 4,25 \cdot 1,5$	6,38	1,35	8,61
Podhledy	3	$3 \cdot 4,25 \cdot 0,3$	3,83	1,35	5,16
VI. Tíha stěny	17,96m	$17,96 \cdot 1 \cdot 0,2 \cdot 25$	89,80	1,35	121,23
ŽB stropní desky	4	$4 \cdot 4,25 \cdot 25 \cdot 0,2$	85,00	1,35	114,75
Užitné 1NP - 3NP kat. B	3	$3 \cdot 3 \cdot 4,25$	38,25	1,50	57,38
Užitné 4 NP kat. H	1	$1,0 \cdot 4,25$	4,25	1,50	6,38
Sníh	1	$0,56 \cdot 4,25$	2,38	1,50	3,57

Celkem

$$(q+g)_d = 360,04$$

○ Požadovaná efektivní plocha základu:

$$A_{rqd} = \frac{N}{R_d} = \frac{1,05 \cdot (q + g)_d}{R_d} = \frac{1,05 \cdot 360,04}{833} = 0,45 \text{ m}^2$$

- Návrh šířky základového pasu: 0,8 m
- Návrh výšky základového pasu: 0,5 m

3. Seznam obrázků

Obr. 5 Sněhová mapa (zdroj: www.tzb-info.cz)

Zdroj: <https://stavba.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/143-mapa-snehovych-oblasti-na-uzemi-ceske-republiky>

Obr. 6 Sněhová mapa - legenda (zdroj: www.tzb-info.cz)

Zdroj: <https://stavba.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/143-mapa-snehovych-oblasti-na-uzemi-ceske-republiky>

Obr. 7 Součinitel β (zdroj: www.concrete.fsv.cvut.cz)

Zdroj: http://concrete.fsv.cvut.cz/~kohouale/vyuka/bz2a/bz2a_sylaby/protlaceni.pdf

Obr. 8 Schéma uložení schodiště