

**ČESKÉ VYSOKÉ
UČENÍ TECHNICKÉ
V PRAZE**

FAKULTA STAVEBNÍ
KATEDRA BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Konstrukční řešení betonových ramp
Concrete ramps structural design

AUTOR:

JAN MĚRKA

VEDOUCÍ PRÁCE:

doc. Ing. JITKA VAŠKOVÁ CSc.

STUDIJNÍ OBOR

KONSTRUKCE POZEMNÍCH STAVEB

PRAHA 2020

ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem tuto závěrečnou práci na téma „konstrukční řešení betonových ramp“ zpracoval samostatně s použitím literatury, která je uvedena v seznamu zdrojů a za pomoci odborných konzultací.

Souhlasím s veřejnou publikací této práce v Ústřední knihovně a Fakultě stavební.

V Praze dne.....

.....

Jan Měrka

PODĚKOVÁNÍ

Tímto bych rád poděkoval paní doc. Ing. Jitce Vaškové, CSc. za cenné rady, které mi velice pomohly tuto práci zkompletovat. Také bych chtěl poděkovat své rodině za podporu při studiu.

Anotace

Bakalářská práce se věnuje dělením šikmých ramp a požadavkům pro jednotlivé typy z hlediska maximálního sklonu, minimálních šířek a protiskluzových úprav. Také se zabývá postupem a problematice návrhu nájezdových ramp. V poslední kapitole je uveden návrh rampy pro budovu, u které je potřeba realizovat bezbariérový vchod.

Klíčová slova

Betonové konstrukce, rampy pro pěší, nájezdové rampy, konstrukční řešení, železobeton, návrh výztuže.

Annotation

This bachelor thesis is devoted to deviding concrete ramps and examines the different requirements for various ramp types in terms of maximal tilt, minimal width and anti-slip treatment. The thesis is also devoted to design procedure and problematics of concrete ramps. In the last chapter, there is a specific design proposal for concrete ramp for a building that needs berrier-free access.

Key words

Concrete structures, pedestrian ramps, access ramps, structural design, reinforced concrete, reinforcement design.

Obsah

1 Úvod	8
2 Rampy pro pěší	9
2.1 Třídění ramp.....	9
2.1.1 dle umístění vzhledem k objektu.....	9
2.1.2 dle funkce a provozního využití.....	10
2.1.3 podle sklonu ramen.....	10
2.1.4 podle počtu ramen.....	11
2.1.5 podle půdorysného tvaru ramen.....	11
2.2 Požadavky pro šikmé rampy.....	12
2.2.1 Základní požadavky.....	12
2.2.1.1 Mechanická odolnost a stabilita.....	12
2.2.1.2 Požární bezpečnost.....	12
2.2.1.3 Ochrana zdraví a životního prostředí....	13
2.2.1.4 Ochrana proti hluku.....	13
2.2.1.5 Bezpečnost při užívání.....	14
2.2.1.6 Úspora energie a ochrana tepla.....	14
2.2.2 Ramena šikmých ramp.....	14
2.2.3 Podesty šikmých ramp.....	15
2.3 Protiskluzové úpravy.....	16
2.4 Zábradlí.....	17
3 Rampy pro vozidla	18
3.1 Třídění ramp.....	18

3.1.1 dle umístění vzhledem k objektu.....	18
3.1.2 dle překonávané výšky.....	18
3.1.3 dle půdorysného tvaru.....	20
3.1.4 dle počtu jízdnic pruhů.....	20
3.1.5 dle vzájemné polohy ramen.....	21
3.2 Sklon rampy.....	21
3.3 Šířky rampy.....	24
3.4 Komunikace pro chodce.....	26
3.5 Další požadavky.....	27
3.6 Realizace betonových ramp.....	27
3.6.1 Monolitické rampy.....	28
3.6.2 Montované rampy.....	29
4 Návrh konstrukce pro zadaný objekt.....	31
4.1 Popis objektu.....	31
4.2 Dispoziční varianty.....	31
4.3 Statické varianty.....	38
4.4 Výpočet tloušťky desek.....	39
4.5 Výpočet výztuže varianty C2.....	44
4.6 Závěr návrhu varianty.....	47
Zdroje.....	48
Seznam norem použitých při výpočtu.....	49
Seznam Obrázků.....	49
Seznam Tabulek.....	50
Seznam Příloh.....	50

1. ÚVOD

Bakalářská práce je zaměřena na možnosti návrhu šikmých ramp pro pěší a pro vozidla a kompletace požadavků, které musí jednotlivé typy ramp splňovat.

První část práce je zaměřena na rampy pro pěší. Tato kapitola uvádí členění ramp dle několika hledisek a jejich odlišnosti při návrhu. Dále se zabývá základními požadavky na hlediska mechanickou odolnost, požární bezpečnost, ochranu zdraví a bezpečnost při užívání. Důležitou částí této kapitoly jsou požadavky na konkrétní typy ramp, například maximální sklony a minimální šířky. Dále se práce zabývá požadavky na protiskluzové úpravy a zábradlí kvůli bezpečnosti při užívání.

Druhá část se zabývá nájezdovými rampami pro vozidla, jejich dělením a možnostmi uplatnění. Důležitost dělení ramp souvisí také s maximálními sklony a požadavky pro návrh, které jsou v této kapitole uvedeny. Dále se práce zabývá postupem návrhu a problémy, se kterými se lze setkat. V této kapitole jsou také uvedeny požadavky na výjezdy z hromadných garáží, protože se lze velmi často setkat s nájezdovou rampou, která se přímo napojuje na komunikaci. Také jsou zde popsány rozdíly a výhody realizace monolitických a prefabrikovaných ramp.

Třetí část práce se věnuje návrhu šikmé rampy pro budovu, ve které bude po změně účelu realizováno centrum pro handicapované. Je tedy nutné umožnit bezbariérový přístup. Nejdříve byly zjištěny možnosti návrhu a byly navrženy tři možné dispoziční řešení. Tyto možnosti byly dále porovnány a byla vybrána nejvýhodnější varianta. Pro toto řešení se navrhla 2 statická řešení, podle kterých se vypočítaly tloušťky desek a udělaly výkresy. Dále je byla vybrána lepší varianta v závislosti na kotvení zábradlí a tloušťce desky. Pro tuto variantu byla navržena a posouzena výztuž a nakreslen výkres výztuže pro rampu.

2. Rampy pro pěší

Nejdříve je vhodné uvést, co to vlastně rampy jsou, kde se s nimi můžeme setkat a dále jak se třídí. Třídění ramp je důležité pro stanovení požadovaných vlastností a konstrukčních požadavků, které jsou dále uvedeny v této kapitole.

Šikmé rampy jsou konstrukce, které plynule vyrovnávají dvě různé výškové úrovně šikmou plochou bez stupňů. Tato kapitola je věnována rampám pro pěší.

Nejčastější případ uplatnění ramp pro pěší jsou bezbariérové přístupy do objektů pro vozíčkáře. Dále se s rampami lze setkat v divadlech, kinech a parcích. Občas se šikmé rampy navrhuje i jako hlavní vertikální komunikace. S tím se lze setkat především u nemocnic nebo v mateřských školách, kde schodiště plní funkci vedlejší vertikální komunikace. Také se realizují rampové pásy po stranách schodišťových ramen, která mohou mít až 35°. Tato úprava slouží především pro kočárky.

[1]

2.1 Třídění ramp

Jak již bylo zmíněno v úvodu u této kapitoly, třídění ramp je důležité k určení účinků, které na šikmé rampy působí, jaké maximální sklony lze navrhovat, nebo jaké délky ramp jsou maximálně možné. Proto je důležité roztrždit šikmé rampy z hlediska umístění vzhledem k objektu, funkce a provozního využití, dle sklonu ramen, dle počtu ramen a dle půdorysného tvaru ramen.

2.1.1 dle umístění vzhledem k objektu

- vnitřní jsou umístěné uvnitř objektu a tím jsou chráněny proti vlivům vnějšího prostředí;
- vnější jsou umístěné vně objektu, tudíž jsou nechráněné, nebo pouze částečně chráněné proti vlivům vnějšího prostředí

[2]

2.1.2 dle funkce a provozního využití

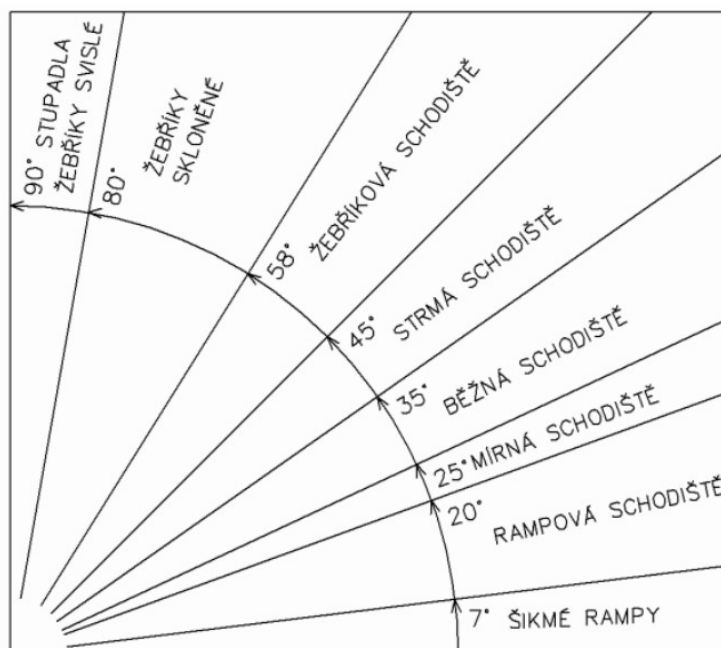
- Hlavní tvoří základní vertikální komunikaci mezi jednotlivými podlažími a tím umožňuje přesun osob do různých výškových úrovní
- Vedlejší jsou pouze doplňkové komunikace mezi jednotlivými podlažími v objektu
- Únikové musí vyhovovat požadavkům pro únikové cesty (osoby nesmějí být vystaveny kritické koncentraci zplodin hoření, sálavému toku, zajištění přístupu jednotek požární ochrany atd.)
- Pomocné jsou určené k občasnému překonávání výškových rozdílů omezeným počtem osob
- Vyrovňovací překonávají různé výškové úrovně v rámci jednoho podlaží uvnitř objektu, nepřekonává celou výšku podlaží
- Předložené se nachází vně objektu a slouží k překonávání různých výškových úrovní mezi upraveným terénem a vstupem do objektu

[2], [3], [4]

2.1.3 dle sklonu ramen

Dle sklonu se vertikální komunikace dělí na rampy, schodiště nebo žebříky – viz. Obr. 2.1

Požadované sklony ramen závisí na účelu a umístění rampy, dále popsáno v kapitole 2.2.2 Ramena šikmých ramp



Obr. 2.1 Druhy ramp, schodišť a žebříků dle sklonu ramene [2]

2.1.4 dle počtu ramen

- jednoramenné rampy překonávají výškový rozdíl pouze jedním ramenem;
- dvouramenné rampy překonávají výškový rozdíl dvěma rameny s jednou mezilehlou podestou;
- tříramenné rampy překonávají výškový rozdíl třemi rameny se dvěma podestami;
- víceramenné rampy překonávají výškový rozdíl více rameni, mezi kterými jsou podesty

[2]

2.1.5 dle půdorysného tvaru ramen

- přímé rameno je takové, jehož výstupní čára je v půdoryse úsečka;
- zakřivené rameno je takové, jehož výstupní čára je v půdoryse křivka;
- smíšené rameno je takové, jehož výstupní čára je v půdoryse v nějaké části úsečka a v jiné části křivka

[2]

2.2 Požadavky pro šikmé rampy

2.2.1 Základní požadavky

Ustanovení § 8 vyhlášky č. 268/2009 udává základní požadavky na stavby, které platí celkově pro stavbu a prvky v ní, tudíž se vztahují i na šikmé rampy, které musí být vhodné pro dané využití a zároveň splňovat tyto základní požadavky:

- Mechanická a odolná stabilita
- Požární bezpečnost
- Ochrana zdraví a životního prostředí
- Ochrana proti hluku
- Bezpečnost při užívání
- Úspora energie a ochrana tepla

[6]

2.2.1.1 Mechanická odolnost a stabilita

Tyto požadavky určuje ustanovení § 9, vyhláška č. 268/2009. Týkají se mechanické odolnosti a stability, což je u šikmých ramp velice důležitá vlastnost. Šikmá rampa nesmí způsobit:

- náhlé nebo postupné zřícení nebo destruktivní poškození vlastní stavby nebo přilehlé stavby,
- nepřijatelné přetvoření, které může narušit stabilitu, mechanickou odolnost, trvanlivost nebo užitelnost stavby i její části,
- poškození nebo ohrožení provozuschopnosti připojených technických zařízení v důsledku deformace nosné konstrukce,
- ohrožení provozuschopnosti pozemních komunikací v dosahu stavby,
- ohrožení provozuschopnosti sítí technického vybavení v dosahu stavby,
- stavební konstrukce a stavební prvky musí po dobu předpokládané životnosti vyhovovat požadovanému účelu a odolávat všem zatížením a vlivům, kterým mohou být vystaveny.

[6]

2.2.1.2 Požární bezpečnost

Při navrhování konstrukce je taktéž nutné brát ohled na to, aby šikmá rampa splňovala podmínky na požární ochranu. Umístění konstrukce musí

splňovat podmínky na evakuaci osob, odstupné vzdálenosti, požárně nebezpečný prostor a také přístupové komunikace a nástupní plochy pro požární techniku. Všechny tyto podmínky se různí dle typu šikmé rampy.

Pro šikmé rampy se také definuje stupeň požární bezpečnosti, který se stanoví dle technických norem a závisí na požárním riziku, konstrukčním systému stavby a výšce požárního úseku (výška stavby, počet podlaží).

Dalším důležitým ukazatelem z hlediska požární bezpečnosti je požární odolnost konstrukce, která se taktéž navrhuje dle norem a pro nosné nebo dělící konstrukce musí být navržena a požární odolností minimálně 30min.

Pro šikmé rampy je taktéž důležité, aby vyhovovaly pro evakuaci osob. Dle typu rampy se opět různí požadavky, jedná se o polohu, kapacitu, dobu využitelnosti, konstrukční a materiálové vybavení a další požadavky. Nášlapná vrstva šikmé rampy musí být z hmot třídy reakce na oheň nejméně Cfl-s1 a šikmá rampa musí být vybavena bezpečnostními značkami a tabulemi, které usnadní evakuaci osob.

[6]

2.2.1.3 Ochrana zdraví a životního prostředí

Požadavky na ochranu zdraví a životního prostředí uvádějí, jak by měla být navržena stavba, aby neohrožovala život, zdraví, zdravé životní podmínky uživatelů a neohrožovala životní prostředí. Způsobit tyto závady může:

- uvolňování látek nebezpečných pro zdraví osob a živočichů
- přítomnost nebezpečných látek v ovzduší
- uvolňování emisí nebezpečných záření
- nedostatečné zvukoizolační vlastnosti
- nevhodné světelně technické vlastnosti

[6]

2.2.1.4 Ochrana proti hluku

Ochrana proti hluku je další důležitou součástí šikmých ramp, především v interiéru. Při chůzi i jiných pohybech na rampě vzniká hluk a vibrace, které se přenáší do dalších částí stavby, proto je nutné správně vyřešit detaily napojení a zvolit takové nášlapné vrstvy, které nebudou vydávat příliš hluku.

[6]

2.2.1.5 Bezpečnosti při užívání

Tyto podmínky vzhledem k rampám určují, že šikmé rampy musí být minimálně 1,3 m široké. Další podmínky, které jsou dále rozepsané v kapitolách 1.2.2 Ramena šikmých ramp a 1.2.3 Podesty šikmých ramp. Dále jsou definovány požadavky umístění zábradlí a madel, které jsou taktéž popsány v následujících kapitolách.

[6]

2.2.1.6 Úspora energie a ochrana tepla

Dle umístění rampy se lze setkat s odlišnými požadavky na tepelně technické vlastnosti. Zde platí, že vnější i vnitřní stropní konstrukce musí spolu s podlahami a povrchy splňovat požadavky na tepelně technické vlastnosti při prostupu tepla, prostupu vodní páry a vzduchu konstrukcemi v ustáleném i neustáleném teplotním stavu. Tyto požadavky vychází z normy ČSN 73 0540 a ČSN EN 832.

[6]

2.2.2 Ramena šikmých ramp

Požadavky na ramena šikmých ramp udávají největší možné délky jednotlivých typů ramp, jejich příčné a podélné sklony a požadované průchodné šířky.

Pro jednoramenné rampové konstrukce je největší povolená délka 9 m. Při větších vzdálenostech musí být rameno přerušeno podestou, která musí mít manipulační plochu pro vozíčkáře s průměrem 1,5 m. Také je důležité, že nástupní a výstupní hrana rampy musí být kolmá na osu ramene rampy.

Rameno rampy musí mít konstantní podélný sklon a také u dvouramenných, tříramenných a víceramenných ramp musí mít všechna ramena stejný podélný sklon. Největší dovolený sklon ramene závisí na délce ramene. Pokud délka ramene není větší než 3 m, pak může být sklon až 1:8 (12,5%), pokud stavba není bezbariérová a přesahuje 3 m, může být sklon až 1:12 (8,33%) a pokud je stavba bezbariérová, maximální dovolený sklon ramene činí 1:16 (6,25%). Pokud se jedná o únikovou cestu, rameno nesmí mít větší sklon než 1:8 (12,5%). Pokud je výškový rozdíl na únikové cestě menší než 400 mm, musí být vyrovnán rampami s podélným sklonem nejvýše 1:12 (8,33%). Všechny typy ramp musí mít maximální příčný sklon 1:100 (1%).

Průchodná šířka ramen hlavních, vedlejších a únikových ramp musí být minimálně 1,5 m, aby se vozíčkáři mohli míjet s jinou osobou. Ramena ramp pomocných, vyrovnávacích a předložených musí mít minimální průchodnou šířku 0,9 m a u bezbariérové rampy 1,5 m.

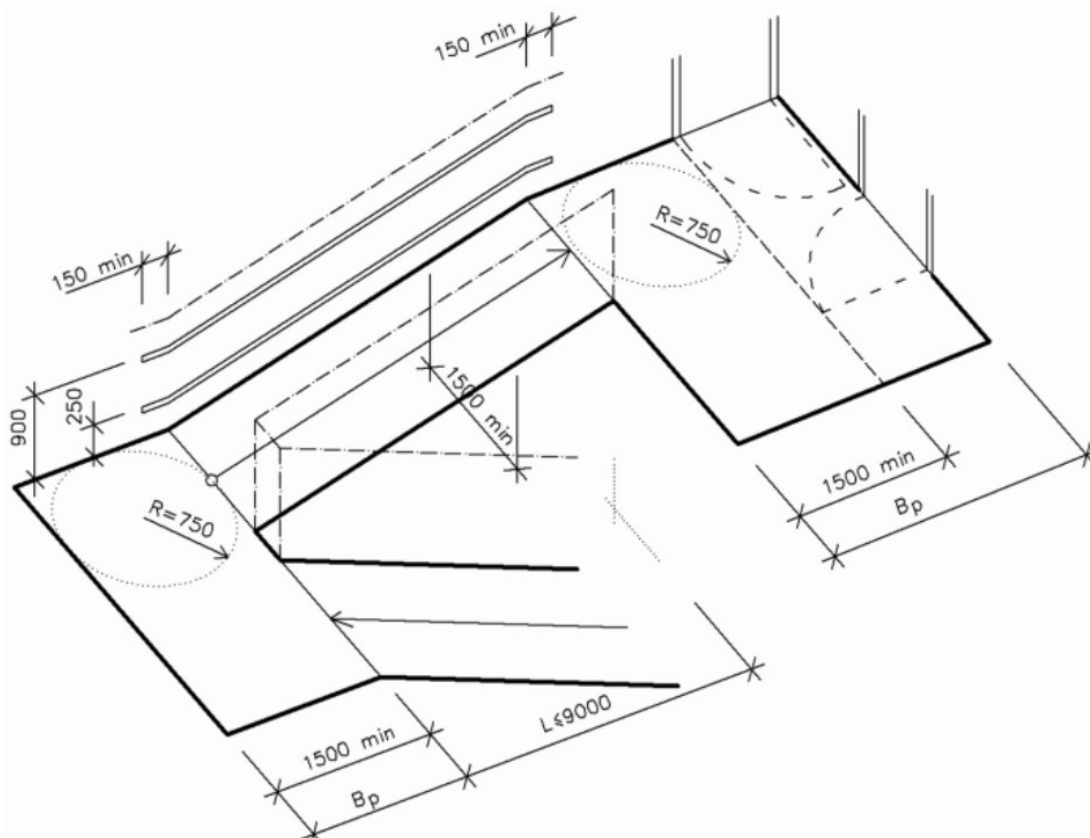
Další požadavky na ramena se týkají šikmých ramp s perforovaným materiálem, nebo roštem. Velikost otvorů těchto materiálů a roštů v podélném směru rampy nesmí být větší než 15 mm. Toto se netýká šikmých ramp, které jsou navrženy u staveb pro výrobní a skladovací účely.

[2]

2.2.3 Podesty šikmých ramp

Průchodná šířka šikmých ramp a podest musí být minimálně 1,5 m, tak je umožněno otáčení lidem na vozíčku nebo otáčení kočárku. Povrch podest musí být stejný jako povrch rampy a maximální sklony záleží na tom, zda se rampa nachází v interiéru, nebo v exteriéru. V exteriéru jsou dovoleny sklony podest maximálně 7% v podélném směru (2% u bezbariérových budov), avšak v příčném směru musí být sklon nulový. V interiéru pak platí, že sklon podest v příčném i podélném směru musí být nulový za všech podmínek. Pokud se v prostoru rampy a podest nacházejí nějaké dveře, nesmějí zasahovat do průchodné šířky, tudíž v jakékoliv pozici bude na podestě nebo rampě stále volný průchozí pruh o šířce 1,5 m.

[2]



Obr. 2.2 Rozměry dvouramenné šikmé rampy a umístění dveří na podestě [2]

2.3 Protiskluzové úpravy

Protiskluzové úpravy slouží především z hlediska bezpečnosti. Pokud by byl povrch rampy nebo podesty klzký, hrozilo by nebezpečí úrazu nebo nemožnost vyjet rampu pro vozíčkáře. Toto by nastávalo především v zimním období nebo za špatného počasí (déšť apod.).

Proto musí mít protiskluzovou úpravu celá plocha šikmých ramp i podest. Tato úprava musí být provedena tak, aby byla umožněna snadná údržba v zimním období, a také aby byla dostatečně trvanlivá, nebo aby byla zajištěna možnost pravidelné obnovy.

Tato odolnost se zkouší podle norem uvedených pro jednotlivé materiály a výrobky, a při provádění musí být odolnost proti skluznosti doložena. Pro šikmé rampy tak platí 3 hlavní podmínky návrhu protiskluzové úpravy, kde musí být splněna aspoň jedna podmínka:

- a) součinitel smykového tření musí být nejméně $0,5 + \operatorname{tg} \alpha$
- b) hodnota výkyvu kyvadla nejméně $40 \times (1 + \operatorname{tg} \alpha)$
- c) úhel kluzu musí být nejméně $10^\circ \times (1 + \operatorname{tg} \alpha)$

α = úhel sklonu ramene šikmé rampy

[2]

2.4 Zábradlí

Madla se umísťují dle velikosti a tvaru ramene šikmé rampy. Pokud je rampa přímá nebo zakřivená s průchodnou šířkou menší než 1,65 m, je nutno umístit madlo aspoň na jednu stranu. Pokud je průchodná šířka větší než 1,65 m, je nutno umístit madla na obě strany. Umístění madel na obě strany platí také u točitých a smíšených ramen s průchodnou šířkou nad 1,1 m a také v bezbariérových stavbách.

Vodorovné přesahy madel musí být minimálně 150 mm od hrany změny výškové úrovně jak na začátku, tak na konci. U bezbariérových staveb tento přesah musí být na obou stranách rampy, jinak přesah může být pouze na vnější straně ramene.

U bezbariérových staveb musí být z obou stran umístěna také vodící tyč ve výšce 250 mm, díky níž vozíčkáři, ani kočárek nemůže sjet z rampy. Tato tyč může také sloužit pro nevidomé.

Pokud je rameno širší než 2,75 m, je vhodné ho v polovině rozdělit dalším madlem.

Zábradlí je nutné umístit tam, kde se nachází volný prostor o šířce b a hloubce d , které přesahují mezní hodnoty dané normou ČSN 74 3305. Pro budovy s volným přístupem dospělých osob platí šířka 150 mm a hloubka 500 mm. Pro budovy, ve kterých se nachází děti (školky, školy atd.) je šířka 100 mm a hloubka 300 mm.

Výška zábradlí závisí na hloubce volného prostoru. Pro hloubku volného prostoru 3 m a méně se navrhuje výška zábradlí 0,9 m. Pro hloubku volného prostoru od 3 do 12 m se navrhuje zábradlí o výšce 1 m. U případů, kde je hloubka volného prostoru více než 12 m, nebo pochůzná plocha se ve vzdálenosti 1 m svažuje směrem k tomuto volnému prostoru se sklonem 10%, je nutno navrhnout zábradlí s výškou 1,1 m. Pokud je hloubka volného prostoru větší než 30 m, je nutno navrhnout zábradlí s výškou 1,2 m.

Dále musí zábradlí splňovat veškeré podmínky uvedené v normě ČSN 74 3305

[2], [5]

3. Rampy pro vozidla

Rampy pro vozidla slouží k vertikálnímu propojení v hromadných garážích. Hromadné garáže s několika úrovněmi, tudíž s rampami, se začaly navrhovat kvůli velkému množství aut ve městech. Také existují hromadné garáže s výtahy pro auta, které jsou konstrukčně i ekonomicky nevýhodné. Proto se hromadné garáže s rampami považují za nejefektivnější řešení pro parkování aut.

Rampy se navrhují v závislosti na velikosti garáže, rozlišujeme malé garáže (do 100 m²), střední (do 1000 m²), a velké (nad 1000 m²).

[9]

3.1 Třídění ramp

Třídění ramp pro vozidla je důležité pro návrh správného typu rampy do garáže. Například pro malé garáže se navrhují jednopruhové rampy, ale pro rampy s nárazovým využitím (stadiony apod.) je nutno navrhovat rampy vícepruhové, které slouží k urychlení provozu.

[9]

3.1.1 dle umístění vzhledem k objektu

- Vnitřní jsou umístěné uvnitř objektu
- Vnější jsou umístěné vně objektu

[10]

3.1.2 dle překonávané výšky

- Celé

Překonávají nepřerušene celou výšku podlaží nebo i více podlaží najednou. Jsou prostorově náročné, a proto se navrhují u velkých hromadných garážích. Rampy celé se většinou navrhují jako obousměrné, což může způsobovat problémy s plynulostí dopravy v garáži.

- Polorampy

Překonávají nepřerušene polovinu výšky podlaží. U garáží s polorampami se předpokládá umístění jednosměrných ramp při okraji hromadné garáže a obousměrné rampy uprostřed. Toto umístění ramp pak

rozděluje hromadnou garáž na dvě části. V jedné části auta stoupají a ve druhé klesají. Hlavní výhodou je možnost návrhu užších komunikací v garáži. Lze se setkat i s pojmenováním D'Humyho rampy

- Vyrovňovací rampy

Spojují podlaží s okolním terénem nebo s částí podlaží v jiné výškové úrovni

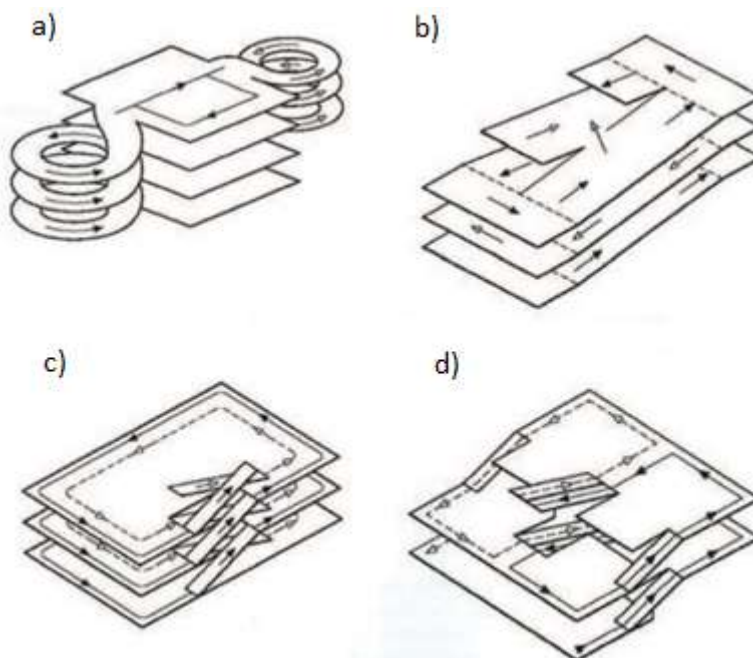
- Šroubovitě

Překonávají celou výšku hromadné garáže s jednotlivými vjezdy do pater. Šroubovitě rampy lze navrhovat jako vnější i vnitřní a navrhují se především ve velkých hromadných garážích. Navrhují se především jako jednosměrné, ale mohou být navrženy i jako obousměrné.

- Parkovací rampy

Slouží k umístění parkovacích stání na rampě. Tento systém je relativně složitý, neboť řidič musí parkovat ve sklonu a pokud by se v hromadné garáži manipulovalo s nákupními vozíky, hrozilo by ujetí vozíku a poškození cizího majetku. Proto se tento systém nedoporučuje u obchodů s nákupními vozíky. Na parkovacích rampách se nenavrhují bezbariérová stání.

[10], [11]



Obr. 3.1 Základní druhy ramp; a) šroubovitě rampy, b) parkovací rampy, c) celé rampy, d) polorampy [10]



Obr. 3.2 Použití celorampového parkování [11]

3.1.3 dle půdorysného tvaru

- Přímé rampy jsou nejčastěji užívané pro hromadné parkování. Převážně se využívají pro podzemní parkování. Auto se pohybuje po přímce při výjezdu rampy.
- Zakřivené rampy mohou mít různé tvary, kruhové, eliptické, zalomené apod.

[10]

3.1.4 dle počtu jízdních pruhů

- Jednopruhové rampy se navrhují v menších garážích, kde nevznikají problémy s velkým množstvím aut.
- Dvoupruhové rampy se navrhují ve velkých garážích s nárazovým množstvím aut se snahou urychlit provoz.

[10]

3.1.5 dle vzájemné polohy ramen

Toto rozdělení také zahrnuje rozdělení dle směru jízdy na ramenech umístěných nad sebou

- Jednoduché
- Dvojité

[10]

3.2 Sklony ramp

Třídění ramp, které je uvedeno v předešlé kapitole, souvisí s maximálními podélnými sklony ramp.

Pro rampy, kde se předpokládá pohyb nákladních vozidel a autobusů, je doporučen maximální sklon 10%.

Minimální jednostranný příčný sklon rampy ve směrovém oblouku je 3%

Tabulka 3.2 Maximální podélné sklony ramp [10]

Druh rampy		Maximální podélný sklon rampy (%)
Vnitřní rampy	Celé a šroubovitě rampy	15
	Vyrovnávací rampy a polorampy	17*
	Parkovací rampy	6
Vnější rampy	Vyrovnávací rampy	17*
	Celé, šroubovitě a polorampy	10**

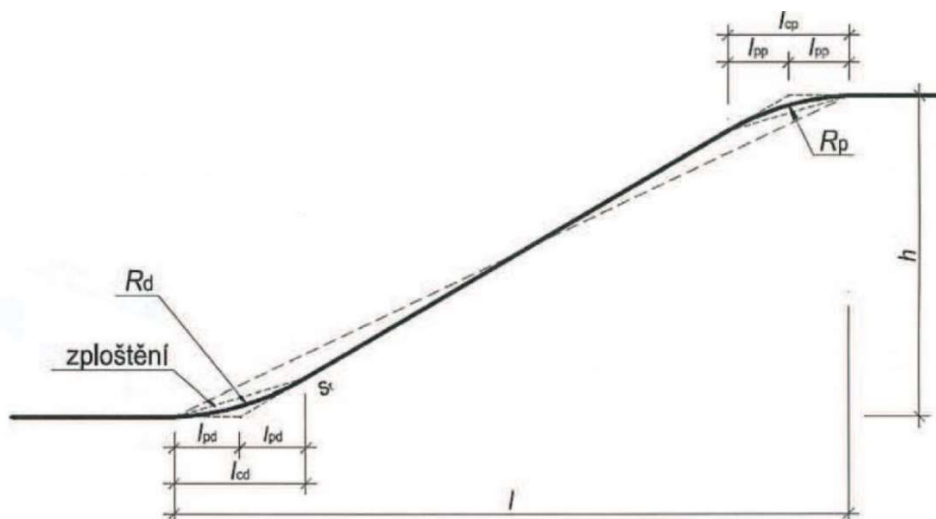
* Pokud vyrovnávací rampy překonávají více než polovinu podlaží, platí pro ně stejný maximální podélný sklon jako pro celé a šroubovitě rampy.

** Pokud je na rampách navrženo zařízení, které zabrání namrzání vozovky (popř. pokud jsou rampy i zastřešené), lze navrhnout stejný maximální podélný sklon jako u vnitřních celých a šroubovitých ramp.

Podélné sklony ramp jsou také závislé na prostorovém a výškovém uspořádání hromadné garáže a technickém řešení přechodových úseků. Sklon rampy přechodových úseků se vypočítá podle obrázku 3.2 podle vztahu:

$$s_r = \frac{h}{l} * 100$$

- s_r je sklon rampy (%)
 h je výška překonávaná rampou (m)
 l je půdorysná délka rampy (m)



- s_r sklon rampy (bez nebo se zaoblením, popř. zploštěním)
 l půdorysná délka rampy včetně zaoblení, popř. zploštění
 h výška, kterou rampa překonává
 l_{cd} celková délka zaoblení, popř. zploštění u vydutého výškového oblouku
 l_{cp} celková délka zaoblení, popř. zploštění u vypuklého výškového oblouku
 l_{pd} délka zaoblení, popř. zploštění od středu změny sklonu u vydutého výškového oblouku
 l_{pp} délka zaoblení, popř. zploštění od středu změny sklonu u vypuklého výškového oblouku
 R_p poloměr vypuklého oblouku
 R_d poloměr vydutého oblouku

Obr. 3.3 Řešení přechodových úseků mezi rampami [10]

Řešení přechodů je důležité z hlediska minimální povolené světlé výšky mezi nejnižším místem podvozku a povrhu vozovky. Světlá výška má být nejméně 0,2 m. Přechody je důležité řešit i u ramp s proměnným podélným sklonem, především u ramp s rozdílnými podélnými sklony s rozdílem 8% a více. Řešení proměnných sklon je možné dvěma způsoby:

- Zaoblení přechodového úseku

- Zploštění přechodového úseku

(Tyto dva způsoby nemají odlišný vliv na velikost podélného sklonu rampy, ani na vzdálenost, v jaké jsou provedeny.)

Sklon rampy se zaoblením přechodových úseků se počítá podle vztahu:

$$s_r = \frac{l - \sqrt{l^2 - 2 * h(Rd + Rp)}}{Rd + Rp} * 100$$

Sklon rampy se zploštěním přechodových úseků se počítá podle vztahu:

$$s_r = \frac{h}{l - 0,5(l_{cp} - l_{cd})} * 100$$

s_r [%] sklon rampy (bez nebo se zaoblením, popř. zploštěním)

l [m] půdorysná délka rampy včetně zaoblení, popř. zploštění

h [m] výška, kterou rampa překonává

R_d [m] poloměr vydatého oblouku

R_p [m] poloměr vypuklého oblouku

l_{cd} [m] celková délka zaoblení, popř. zploštění u vydatého výškového oblouku

l_{cp} [m] celková délka zaoblení, popř. zploštění u vypuklého výškového oblouku

Délka zaoblení u vypuklého výškového oblouku na přechodu mezi úseky s různým podélným sklonem se počítá podle vztahu:

$$l_{pp} = \frac{R_p * s_r}{2 * 100}$$

$$l_{cp} = 2 * l_{pp}$$

s_r [%] sklon rampy se zaoblením přechodových úseků

l_{cp} [m] celková délka zaoblení u vypuklého výškového oblouku

l_{pp} [m] délka zaoblení od středu změny sklonu u vypuklého výškového oblouku

R_p [m] poloměr vydatého oblouku

Délka zaoblení u vydatého výškového oblouku na přechodu mezi úseky s různým podélným sklonem se počítá podle vztahu:

$$l_{pd} = \frac{R_d * s_r}{2 * 100}$$

$$l_{cd} = 2 * l_{pd}$$

- s_r [%] sklon rampy se zaoblením přechodových úseků
 l_{cd} [m] celková délka zaoblení u vypuklého výškového oblouku
 l_{pd} [m] délka zaoblení od středu změny sklonu u vypuklého výškového oblouku
 R_d [m] poloměr vydatého oblouku

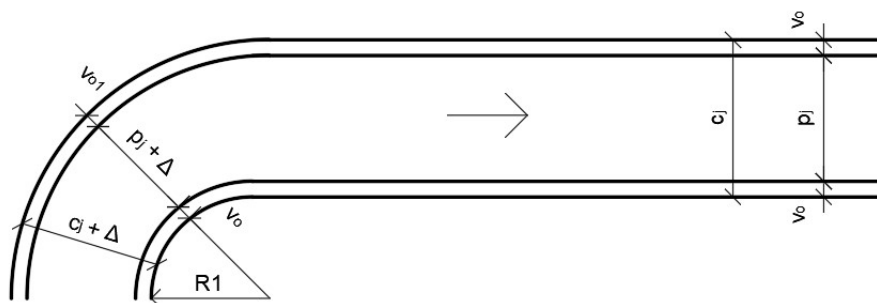
Nájezdové rampy u rodinných domů a podobných staveb lze navrhnout i s větším sklonem, než uvádí norma (tabulka 3.3). Záleží na vozidlu, které bude rampu využívat. Důležité je, aby nedošlo k poškození podvozku, tudíž je nutno nájezd a výjezd z rampy řešit zkosením nebo zaoblením.

[9], [10]

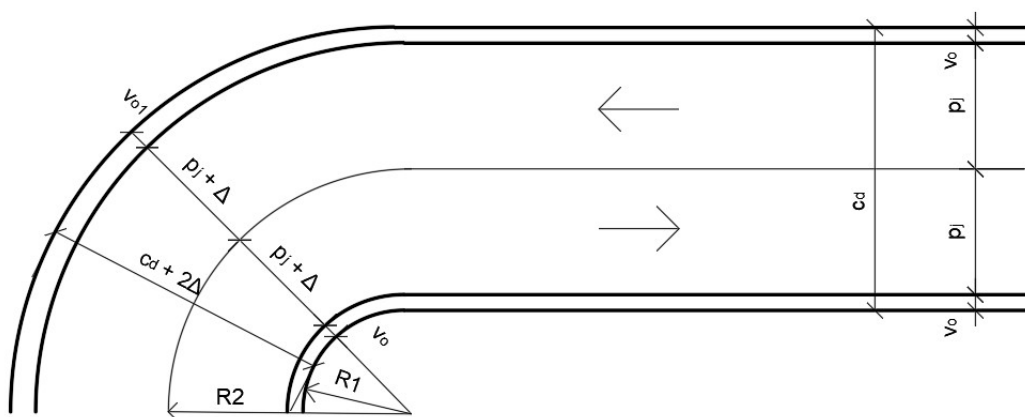
3.3 Šířka rampy

Šířka rampy závisí především na typu rampy a na dané skupině vozidel, která budou rampu využívat. Šířka jízdního pruhu rampy přímé jednopruhové nebo dvoupruhové se navrhuje dle normy ČSN 73 6110.

Pro výpočet šířky rampy ve směrovém oblouku je vhodné nejdříve uvést obrázek 3.3, ze kterého vyplývá i tabulka nejmenších šířek ramp.



a) jednopruhová (jednosměrná) rampa



b) dvoupruhová (obousměrná) rampa

- v_0 základní šířka vodícího obrubníku
- v_{o1} šířka vnějšího vodícího obrubníku ve směrovém oblouku
- p_j základní šířka vozovky jednoho pruhu rampy
- c_j celá šířka jednopruhové rampy
- c_d celá šířka dvoupruhové rampy
- $p_j + \Delta$ šířka vozovky jednoho pruhu rampy včetně rozšíření podle tabulky 3.3
- $c_j + \Delta$ celková šířka jednopruhové rampy včetně rozšíření podle tabulky 3.3
- $c_d + 2\Delta$ celková šířka dvoupruhové rampy včetně rozšíření podle tabulky 3.3
- R_1, R_2 poloměry směrových oblouků (vnitřního okraje jízdnic pruhů na rampě)

Obr. 3.4 – Jednopruhová a dvoupruhová rampa v přímé a ve směrovém oblouku [10]

Vodící obrubníky na přímých úsecích ramp se navrhují šířky nejméně 0,25 m. Jejich šířka se mění ve směrových obloucích, kde se navrhuje šířka obrubníku 0,5 m pro směrové oblouky o poloměru 20m a menším. U

obousměrných ramp lze navrhnout střední obrubník šířky minimálně 0,5 m, který na přímém úseku ve výjimečných situacích může být zmenšen na šířku 0,25m.

Nejmenší celková šířka dvoupruhové rampy přímé je 5,5 m včetně vodících obrubníků. Ve směrovém oblouku se šířka rampy určuje dle tabulky 3.3.

Následující tabulka 3.3 uvádí šířky ramp ve směrovém oblouku. Šířka rampy závisí na vnitřním poloměru oblouku. Pro vozidla skupiny 1 (automobily, motorky, dodávky) je nejmenší povolený poloměr směrového oblouku 5 m, avšak nejmenší doporučený je 6 m.

Tabulka 3.3 – Nejmenší šířky jednopruhových (dvoupruhových) ramp ve směrovém oblouku pro garáže pro skupinu vozidel 1 [10]

Návrhový prvek podle obrázku 3.3	Poloměr směrového oblouku R ₁ , R ₂ [m]											
	přímá	20	18	16	14	12	10	9	8	7	6	5
pj + Δ	2,50	2,75	2,85	2,95	3,05	3,15	3,25	3,30	3,35	3,45	3,55	3,65
cj + Δ	3,00	3,50	3,60	3,70	3,80	3,90	4,00	4,05	4,10	4,20	4,30	4,40

[10]

3.4 Komunikace pro chodce

Rampy pro vozidla neslouží jako vertikální komunikace pro chodce, tudíž je nutné navrhovat oddělené a označené trasy chodců. Výjimku tvoří rampy, u kterých je vhodné vést chodce a vozidla po stejných rampách (např. parkovací rampy). Podél jízdního pásu se navrhnu chodníky s obrubníkem výšky 80 až 200 mm. U chodníků musí být splněn požadovaný podélný sklon. Nejvýhodnější řešení je ovšem navrhnout schodiště nebo výtahy pro chodce.

Pokud se pro hromadné garáže navrhne rampa pro pěší, musí splňovat veškeré požadavky uvedené v kapitole 2. této práce. Vchody a východy pro chodce se navrhují odděleně od vjezdů a výjezdů pro vozidla.

[10], [12]

3.5 Další požadavky

Pokud se na výjezdu z hromadné garáže navrhne rampa, je nutné, aby byl zajištěn dostatečný výhled pro vozidla.

Rampy musí mít protismykovou úpravu a musí být zastřešené nebo u nekryté rampy se sklonem větším než 5% musí být navržena opatření proti namrzání.

Zastřešení ramp (nebo vyhřívání) se navrhuje po celé délce rampy a také 2 m před nájezdem a 2 m po výjezdu.

Vjezdové a výjezdové rampy musí být navrženy tak, aby do garáže nezatékala srážková voda.

Pro návrh hromadných garáží, tudíž i pro šikmé rampy platí:

- Vjezd a výjezd z garáže nesmí ohrožovat bezpečnost dopravy a významně zhoršovat plynulost silničního provozu. Tento požadavek se dále řídí normou ČSN 63 7110
- Dodržení základních požadavků na ochranu životního prostředí, což se týká především ochrana před hlukem, vibracemi, znečištění ovzduší a ochrana před znečištěním povrchových a podzemních vod
- Požární a bezpečnostní vybavení garáží, které se navrhuje dle norem ČSN 73 0804, ČSN 73 0872 a právního předpisu
- Dodržení zásad pro bezbariérové stavby

Typ hromadné garáže, a tudíž i typy ramp, které se do garáže navrhnou záleží na:

- Účelu, ke kterému je garáž navržena
- Polohy v území (centrum města, okrajová část města)
- Poptávky pro parkování v dané lokalitě
- Provedených průzkumů dopravy v klidu s ohledem na plánovaný rozvoj území

[12]

3.6 Realizace betonových ramp

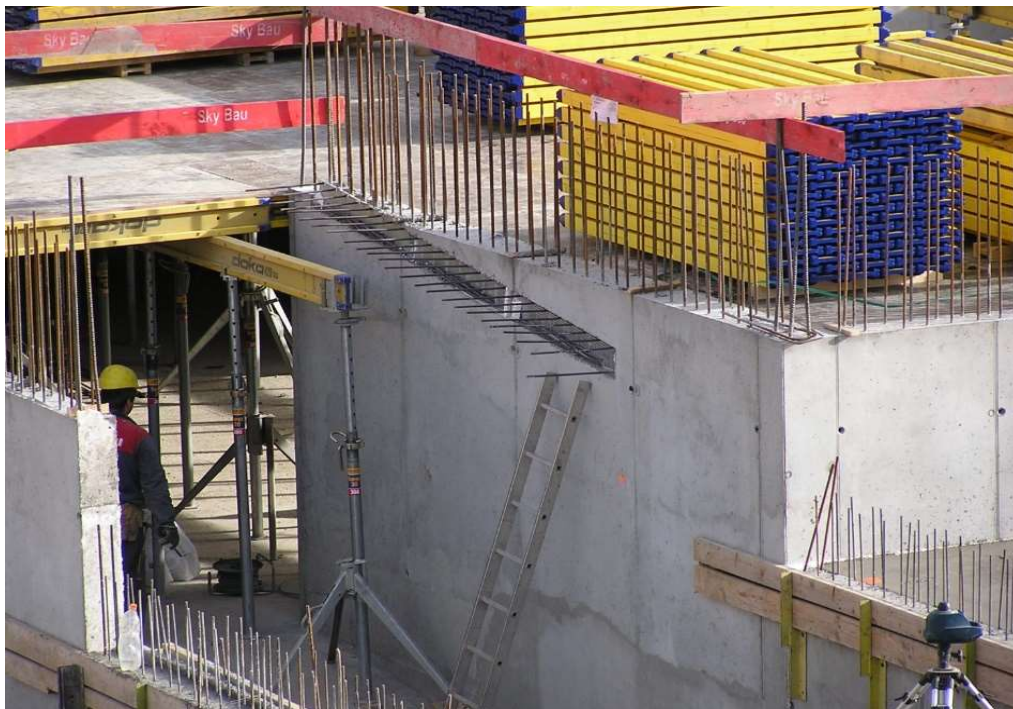
Betonové rampy se realizují monolitické i montované z dílců. Návrh typu konstrukce záleží na ceně, času výstavby, kvalitě zpracování a dalších požadavcích. Způsob uložení a rozdíly mezi monolitickými a montovanými rampami se vztahují na rampy pro vozidla i rampy pro pěší.

3.6.1 Monolitické rampy

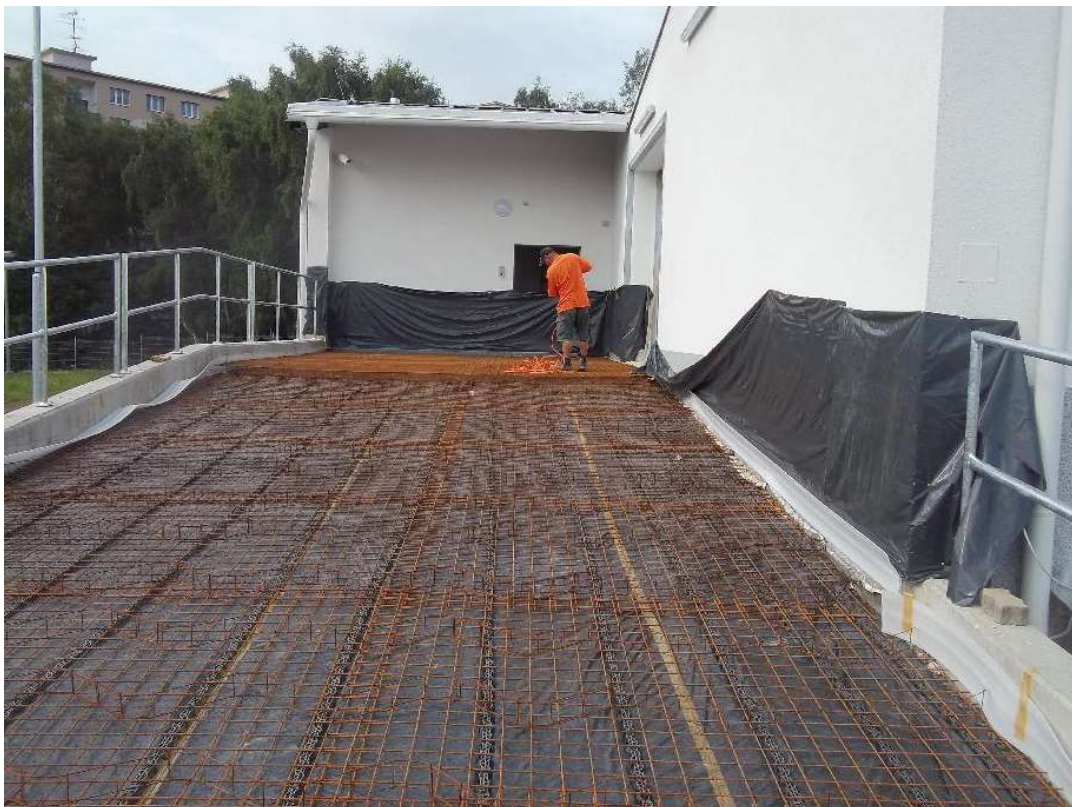
Monolitické rampy se betonují přímo na stavbě, tudíž vznikají rozměrové odchylky, které mohou být způsobeny lidským činitelem, nedokonalé provedeným bedněním a změnou teploty na staveništi. Pro uložení monolitických ramp se používají vylamovací lišty, které zajišťují požadovanou stykovací délku s výztuží rampy. Při betonáži stěny, ve které jsou vylamovací lišty uloženy, je na liště umístěn ochranný kryt, který brání pronikání betonu. Po betonáži se výztuž narovná do požadovaného tvaru. Vylamovací lišty jsou možné provádět pouze z výztuží o průměru 8-12 mm, pokud je požadován větší průměr výztuže (především u ramp pro vozidla), je nutno využít šroubované spoje, které se provádějí s výztuží o průměru 12-20 mm.

Výhodou monolitických konstrukcí je především lepší vzájemné spolupůsobení konstrukce, hospodárný návrh výztuže (výztuž se navrhuje pouze na konečné statické působení), jednoznačnější statické působení, jednoduché řešení styku a žádné problémy s dopravou dílců.

[13], [14]



Obr. 3.5 – Vylamovací lišty připravené na betonáž rampy [16]



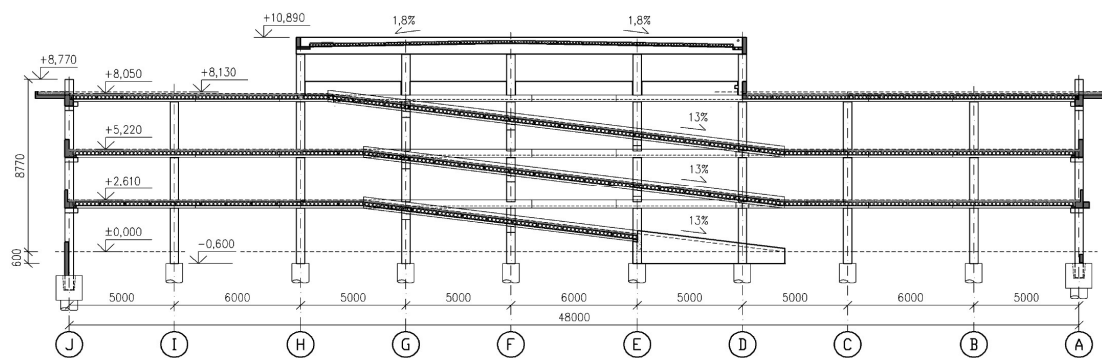
Obr. 3.6 Provedení armatury nájezdové rampy [15]

3.6.2 Montované rampy

Pro montované rampy se dováží na stavbu, čímž dochází k urychlení výstavby, protože část stavebních procesů se odehrává ve výrobě. Do dílců se umísťují manipulační úchyty, které slouží k přemístění prvku po výrobě i na stavbě. U těchto manipulačních úchytů je nutno navrhnout dostatečnou kotevní délku, aby se úchyty nevytrhly při přesunu prvku. Prefabrikované rampové prvky se umísťují na podesty na pryžovou podložku, nebo do maltového lože. Podesty je možné uložit na ocelové úhelníky, železobetonové konzolky nebo ocelové trny.

Výhodou montovaných ramp oproti monolitickým je stálější výroba. Jedná se především o stálou teplotu, vlhkost a rovinnost formy. Tyto podmínky zajišťují vyšší geometrickou přesnost a vyšší kvalitu povrchů než u monolitu. Další výhodou montovaných ramp oproti monolitickým je suchý proces a nezávislost na počasí, tudíž rychlejší výstavba. Také je daleko větší přesnost umístění výztuže, možnost vytváření složitějších tvarů, lepší čerstvý beton a podmínky pro jeho zrání.

[13], [14]



Obr. 3.7 Schématický řez garáží [16]



Obr. 3.8 Ukládání dílců rampy [16]



Obr. 3.9 Pohled po uložení betonových dílců rampy [16]

4. Návrh konstrukce rampy pro vybraný objekt

4.1 Popis objektu

Objektem je víceúčelová budova v Praze, ve které se v prvním patře nově realizovalo centrum pro handicapované. Budova má šest nadzemních podlaží a jedno podzemní podlaží a pochůznou střechu. Budova má ve všech patrech stejné půdorysné rozmístění nosných prvků. Celá budova je železobetonová monolitická, pouze schodiště je tvořeno prefabrikovanými prvky. Konstrukční výška jednoho podlaží je 3,5 m a půdorysné rozměry objektu jsou 25 x 30 m. Budova není bezbariérová, tudíž se bakalářská práce zabývá návrhem bezbariérové vertikální komunikace do objektu. Stávající hlavní vchod do budovy je řešen jako schodišťové rameno s rampovými pásy, překonávající výšku 1,1 m. Nový požadavek na hlavní vchod do budovy je bezbariérovost, neboť je v prvním patře nově realizováno centrum pro handicapované.

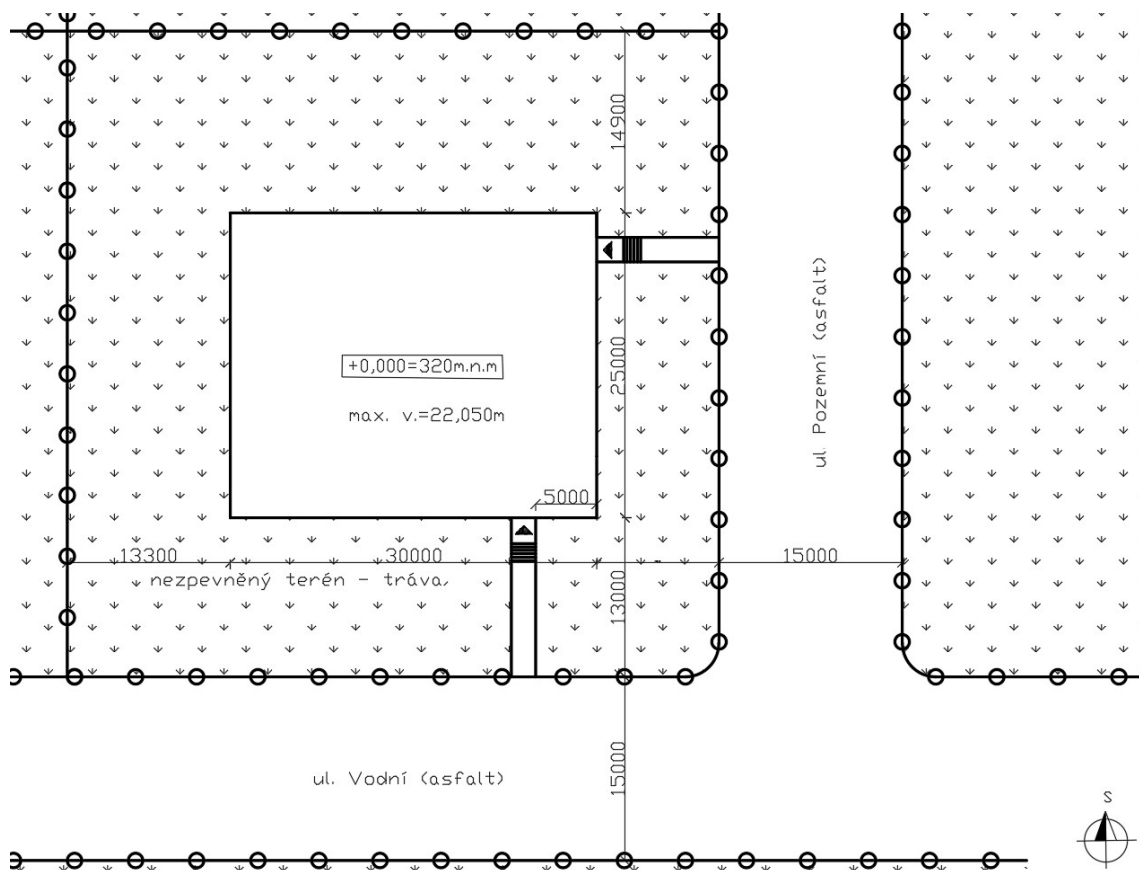
4.2 Dispoziční varianty

Pro navržení vhodných dispozičních variant je nejdříve nutné znát půdorysné rozměry pozemku a umístění objektu, neboť je nutné vědět, do jakých prostorů se bude bezbariérový přístup do budovy navrhovat.

Vchod, který se bude realizovat jako bezbariérový, vede z ulice Vodní, tedy z jižní strany. Vedlejší vchod z ulice Pozemní (z východní strany) se měnit nebude. Rampa, která byla v práci navržena, překonává výšku 1,05 m, neboť je nutné započítat protiskluzovou stěrku, která bude nanesena na povrch rampy o výšce 50 mm. Podle kapitoly 2.2.2 Ramena šikmých ramp, je maximální povolený sklon pro rampu bezbariérových objektů 1:16. Délku rampy lze spočítat dle:

$$\frac{1}{16} = \frac{1,05}{x} \Rightarrow x = 16,8$$

Z této rovnice vychází, že x (délka rampy) musí být 16,8 m.



Obr. 4.1 Situace

Dle situace na obr. 4.1 je patrné, že rampa musí být navržena ve směru rovnoběžném s budovou. Pokud by rampa byla navržena kolmo k budově, zasahovala by do silnice, stejně jako rampa navržena směrem na východ (do ul. Pozemní). Z respektování těchto podmínek byly navrženy 3 varianty.

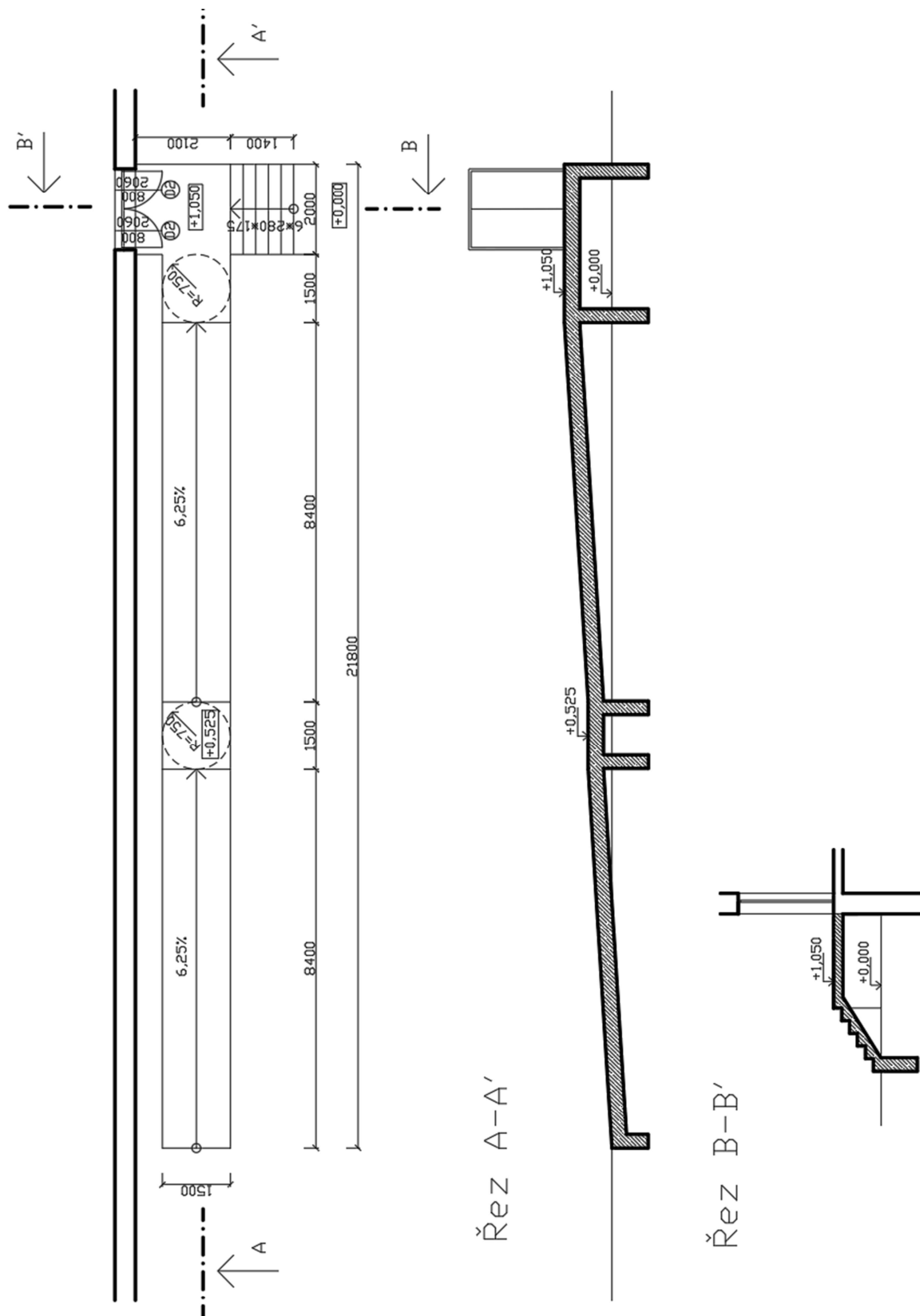
Varianta A

Šikmá rampa u varianty A je řešena jako přímá dvouramenná rampa s šířkou 1500 mm. Mezipodesta je čtvercového tvaru 1500 x 1500 mm, tudíž je dle normy ČSN 73 4130 splněna manipulační plocha pro vozíčkáře. Jednotlivá ramena rampy překonávají výšku 525 mm a jejich délka je 8,4 m. Sklon rampy je 1:16, neboť se jedná o bezbariérovou budovu. Rampa vede rovnoběžně se stěnou budovy.

Schodiště je napojeno na podestu kolmo na stěnu budovy. Je tvořeno 6 schody s výškou 175 mm a šířkou 280 mm. Schodiště má šířku 2000 mm a délku 1400 mm.

Při napojování rampy na schodiště je nutno uvažovat s manipulační plochou pro vozíčkáře, neboť se může stát, že schodiště bude plné, a když vozíčkář vyjede rampu, nebude mít místo na odpočinek, než se schodiště

uvolní. Proto je za výstupní hranou rampy navržena manipulační plocha o průměru 1500 mm.



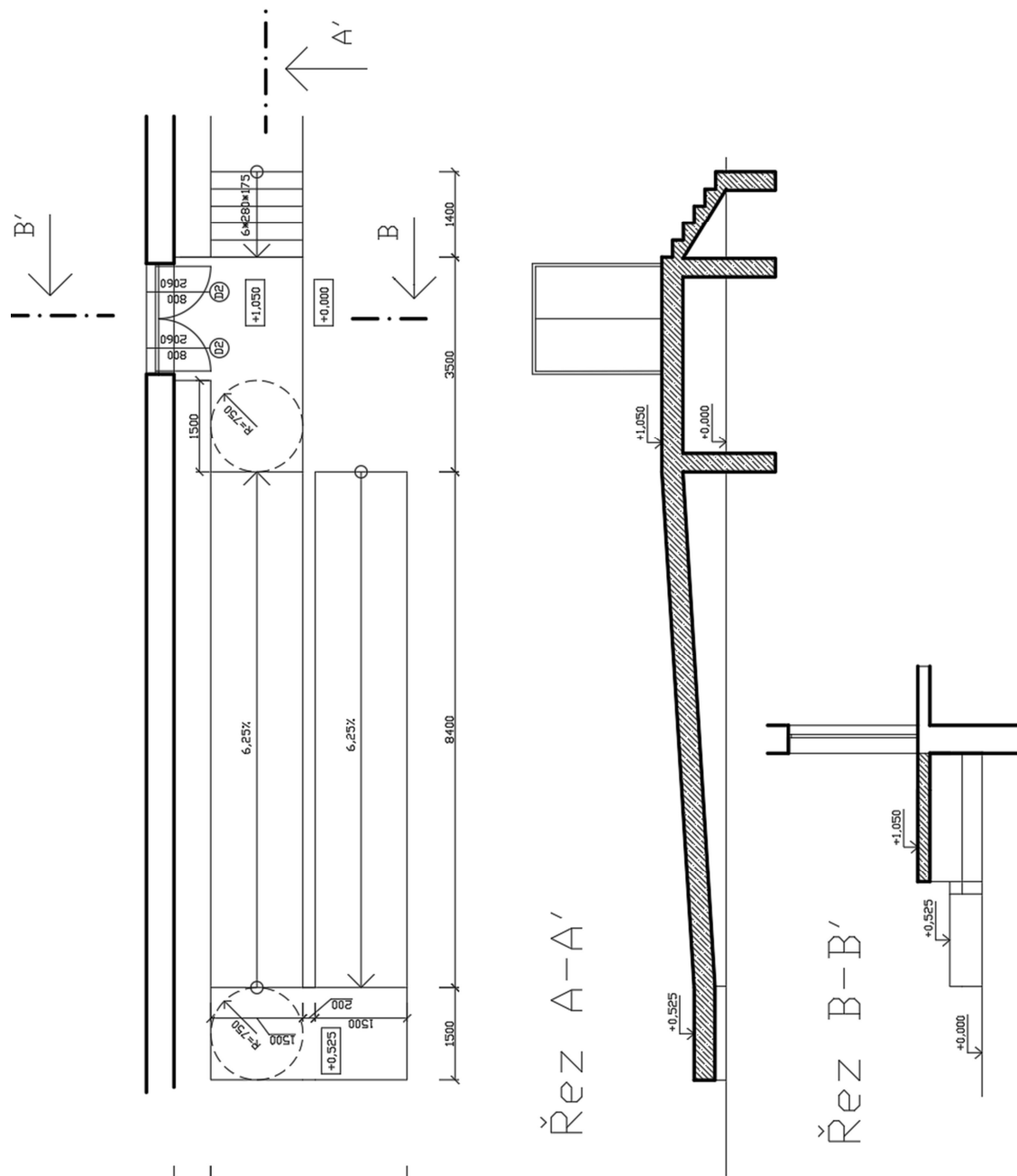
Obr. 4.2 Dispozičního schéma varianty A

Varianta B

Šikmá rampa u varianty B je řešena jako zakřivená dvouramenná rampa. Oproti variantě A, ve které je rampa přímá, jsou ramena umístěna vedle sebe, tudíž vozíčkář musí po vyjetí první rampy udělat otočku o 180° . Ramena mají délku 8,4 m, sklon 1:16 a šířku 1,5 m. Mezipodesta je široká 1,5 m a má délku 3,2 m.

Schodiště je geometricky stejné jako u varianty A (6 schodů výšky 175 mm a šířky 280 mm). Pouze je změněno umístění oproti variantě A. Schodiště nemůže být navrženo kolmo na stěnu budovy, neboť by zasahovalo do prostoru rampy, tudíž je navrženo směrem na východ, podél stěny budovy.

Stejně jako u varianty A je nutno počítat s manipulačním prostorem pro vozíčkáře po vyjetí rampy. U této varianty se také může stát, že schodiště bude plné, tudíž by si vozíčkář nemohl odpočinout a musel by stát na rampě, která je ve sklonu 1:16. Proto je celá rampa posunuta o 1,5 m směrem na západ, tudíž na podestě vznikne manipulační prostor pro vozíčkáře.

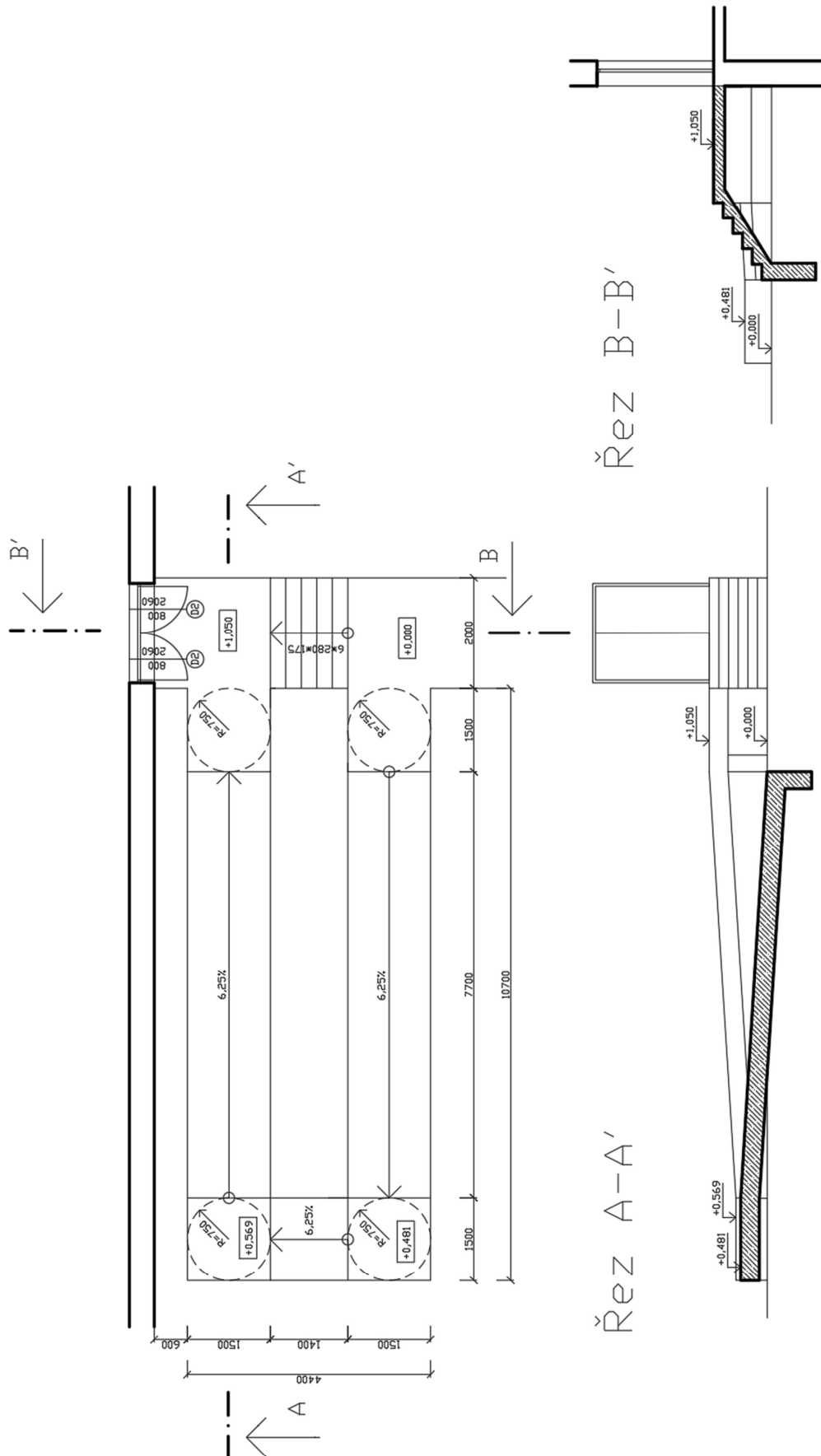


Obr. 4.3 Dispozičního schéma varianty B

Varianta C

Šikmá rampa u varianty C je řešena jako tříramenná rampa. Pro porozumění této varianty je nutné se nejdříve věnovat návrhu schodiště. Schodiště je navrženo stejně jako ve variantě A, tudíž kolmo na stěnu budovy. Počet schodů, jejich šířka a výška taktéž zůstává stejná. Z tohoto návrhu schodiště vyplývá návrh rampy, která má stejnou nástupní i výstupní plochu jako schodiště. Rampa se skládá ze dvou ramen, která mají délku 7,7 m a z jednoho kratšího ramene o délce 1,4m, což je stejná délka, jako délka schodiště. Nástupní rameno vede rovnoběžně se stěnou budovy, na které navazuje mezipodesta s rozměry 1,5 x 1,5 m. Na mezipodestu navazuje kratší rameno, které je umístěno kolmo na stěnu budovy, tj. rovnoběžně se schodištěm. Pak následuje druhá mezipodesta s rozměry 1,5 x 1,5 m a na tu se napojuje poslední rameno, které vede k hlavní podestě. Šířka všech ramen rampy je 1,5 m a sklon je 1:16. První mezipodesta má pochůznou výšku +0,481 m a druhá mezipodesta má pochůznou výšku +0,569 m.

Tato varianta musí být navržena s ohledem na stejný problém, jako u varianty A i B, což je odpočívací plocha pro vozíčkáře, pokud by bylo schodiště plné. Tento problém byl opět vyřešen posunutím celé rampy o 1,5 m na západ a prodloužením podesty. Tímto se vyřeší problém jak na úrovni terénu, kde by se vozíčkář musel držet, aby nesjel do prostoru schodiště, kdyby bylo plné, tak v prostoru podesty, kde by se také musel držet zábradlí. Takto může odpočívat v rozšířeném prostoru podesty a bez problémů počkat, až se prostor vchodu do objektu uvolní.



Obr. 4.4 Výkres dispozičního schéma varianty C

Při výběru varianty, která se pro objekt bude nejlépe hodit, je potřeba se zaměřit také na plochu a přístupové cesty k rampě a schodišti. Varianta A sice půdorysně zabírá nejmenší plochu, ovšem vstup na rampu a vstup na schodiště jsou od sebe vzdálené 20 m, tudíž by bylo nutno vybudovat 2 přístupové cesty z chodníku, nebo sjednotit přístupové cesty. Pokud by hlavní přístupová cesta vedla nejkratší cestou od chodníku ke schodišti, u kterého by se oddělovala cesta k rampě, znamenalo by to prodloužení cesty pro vozíčkáře přes 20 m. Navíc by se tímto řešením zmenšila využitelná plocha pozemku, která by mohla sloužit k vybudování rehabilitačního hřiště apod.

Varianta B je oproti variantě A lepší z hlediska využitelnosti plochy pozemku. Vzdálenost mezi nástupní hranou rampy a nástupní hranou schodiště je pouze 5 m. Cesta, která by vedla od chodníku směrem k rampě a schodišti by byla daleko výhodnější oproti variantě A, vzhledem k tomu, že oddělená cesta směrem k rampě by nemusela být tak dlouhá.

Varianta C vychází nejlépe ze dvou důvodů. První je již zmiňovaná přístupová cesta. Při této variantě by byla potřeba pouze jedna přístupová cesta, která by se nikde neoddělovala k dalším vertikálním komunikacím. Tudíž by vozíčkáři i chodci museli jít pouze tou nejkratší možnou cestou. Druhá výhoda této varianty je počet mezipodest. Norma ČSN 73 4130 určuje maximální možnou délku ramena bez mezipodesty 9 m. U předchozích 2 variant je délka ramen 8,4 m, což dle normy vyhovuje, ale může se stát, že rampu bude využívat méně zdatný vozíčkář, kterému by vyhovovalo větší množství přestávek a menší délka ramen rampy. Z tohoto důvodu taktéž vychází varianta C nejlépe, neboť délka dvou ramen je 7,7 m a jednoho 1,4 m, takže vozíčkář bude mít zátěž lépe rozloženou.

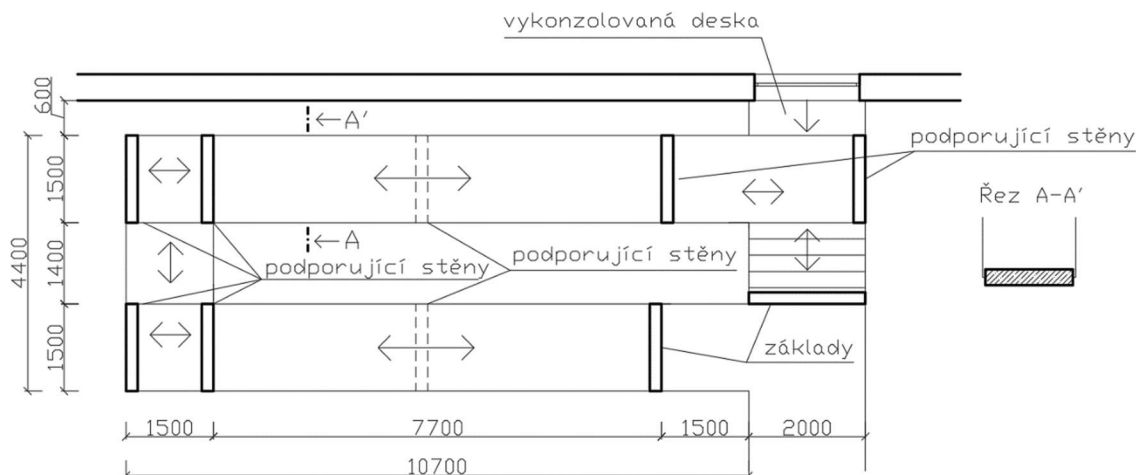
Z těchto důvodů se bakalářská práce dále zabývá pouze variantou C, neboť ze všech variant vyšla nejlépe.

4.3 Statické varianty

Pro zvolenou dispoziční variantu je možné zvolit několik způsobů podepření, které se projeví např. požadovanou tloušťkou desek.

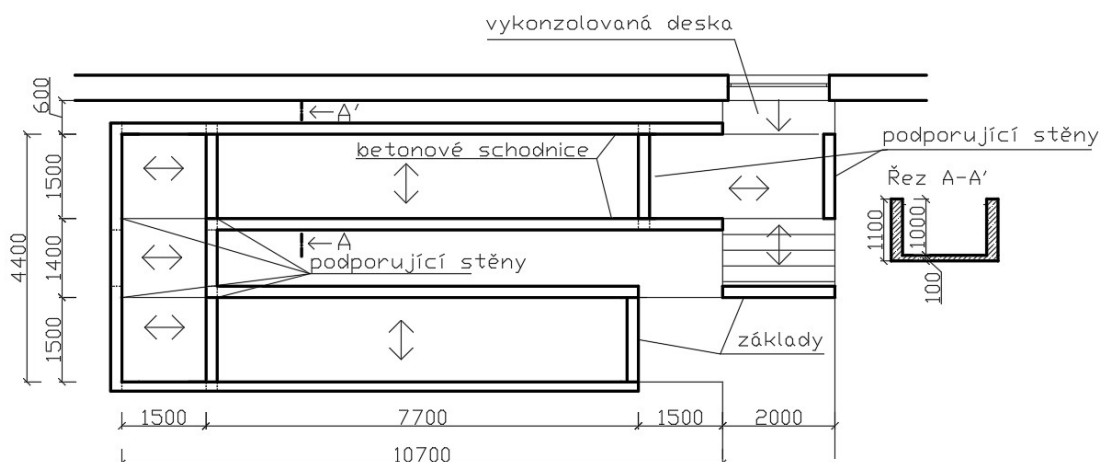
Varianta C1 spočívá v uložení podest a mezipodest na podporující stěny. Ramena rampy by byly pnuté do podest za předpokladu, že budou mít větší tloušťku, aby byly schopné přenést zatížení na rozpětí 7,7 m.

V této variantě je možné zmenšit velikost rozpětí ramp přidáním 2 podporujících stěn do půlky jejich rozpětí. Podporující stěny výrazně sníží tloušťku desky a zároveň sníží průhyb rampy. Varianta je vyznačena na obr. 4.5 čárkovanou čarou.



Obr. 4.5 Konstrukční schéma varianty C1

Varianta C2 spočívá v realizování schodnic po stranách ramen rampy, které by zároveň sloužily pro ukotvení zábradlí. Podesty a mezipodesty by taktéž byly uloženy na podporující stěny. Tloušťka ramen rampy bude daleko menší, protože zatížení se bude přenášet směrem do schodnic, tudíž na vzdálenost 1,5 m.



Obr. 4.6 Konstrukční schéma varianty C2

4.4 Výpočet tloušťky desek

Podesta i mezipodesty budou mít u obou variant stejnou tloušťku, protože se jejich podepření nemění v závislosti na variantách.

Výpočet tloušťky podesty:

Délka $l_1 = 3,5\text{m}$

Šířka = $1,5\text{m}$

a) Empiricky

$$\frac{l_1}{20 \sim 25} = h_{d_1}$$

$$\frac{3500}{20 \sim 25} = h_{d_1}$$

$$h_{d_1} = 175 \sim 140 \text{ mm}$$

b) Podle ohybové štíhlosti

$$\lambda = \frac{l}{d} < \lambda_d$$

$$\lambda_d = \kappa_{c1} * \kappa_{c2} * \kappa_{c3} * \lambda_{d,tab}$$

$$\lambda_d = 1 * 1 * 1,25 * 26,7$$

$$\lambda_d = 33,375$$

$$d \geq \frac{l}{\lambda_d}$$

$$d \geq \frac{3500}{33,375}$$

$$d \geq 104,9 \text{ mm}$$

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev}$$

$$c_{min} = \max(c_{min,b}; c_{min,dur} + \Delta c_{dur,y} - c_{dur,st} - c_{dur,add}; 10 \text{ mm})$$

$$c_{min} = \max(12; 15 + 0 - 0 - 0; 10)$$

$$c_{min} = 15 \text{ mm}$$

$$c_{dev} = 10 \text{ mm}$$

$$c_{nom} = 15 + 10 = 25 \text{ mm}$$

$$h_{d_2} = d + \frac{\emptyset}{2} + c_{nom}$$

$$h_{d_2} = 104,9 + \frac{12}{2} + 25 = 135,9 \text{ mm} \cong 140 \text{ mm}$$

$$h_d = 140 \text{ mm}$$

λ je ohybová štíhlost posuzovaného prvku,

λ_d je vymezuující ohybová štíhlost,

$\lambda_{d, tab}$ je tabulková hodnota vymezuující ohybové štíhlosti, záleží na procentu vyztužení = 0,5 %, třídě betonu = C30/37 a způsobu podepření = krajní pole spojitého nosníku,

l je osové rozpětí prvku

κ_{c1} je součinitel tvaru průřezu, uvažovat $\kappa_{c1} = 1,0$,

κ_{c2} je součinitel rozpětí, pro $l \leq 7$ m je $\kappa_{c2} = 1,0$, jinak $\kappa_{c2} = 7/l$,

κ_{c3} je součinitel napětí tahové výztuže, obecně $\kappa_{c3} = \frac{500}{f_{yk}} * \frac{A_{s,prov}}{A_{s,req}}$, ale

jelikož zatím nebyl proveden výpočet výztuže, lze uvažovat $\kappa_{c3} = 1,2$ až $1,3$

c_{nom} je nominální krycí vrstva výztuže

c_{min} je minimální krycí vrstva,

Δc_{dev} je přídavek na návrhovou odchylku ($0 \sim 10$ mm dle technologie a kvality provádění), $\Delta c_{dev} = 10$ mm,

$c_{min,b}$ je minimální krycí vrstva z hlediska soudržnosti, v tomto případě odpovídá profilu použitých prutů $\varnothing = 12$ mm ,

$c_{min,dur}$ je minimální krycí vrstva z hlediska podmínek prostředí, získá se z normové tabulky, závisí na agresivitě prostředí = XC2, životnosti = 50 let, třídě betonu = C30/37 a typu konstrukce = S4

$\Delta c_{dur,\gamma}$ je přídavná bezpečnostní složka = 0 mm,

$\Delta c_{dur,st}$ je redukce minimální krycí vrstvy při použití nerezové oceli = 0 mm,

$\Delta c_{dur,add}$ je redukce minimální krycí vrstvy při použití přídavné ochrany = 0 mm

Výpočet tloušťky mezi podest:

Délka $l_1 = 1,7$ m (sjednocená varianta pro C1 a C2; pro C2 by délka l_1 byla 1,7m a pro C1 by délka l_1 byla 1,3m)

a) Empiricky

$$\frac{l_1}{20 \sim 25} = h_{d1}$$

$$\frac{1700}{20 \sim 25} = h_{d1}$$

$$h_{d1} = 85 \sim 68 \text{ mm}$$

b) Podle ohybové štíhlosti

$$\lambda = \frac{l}{d} < \lambda_d$$

$$\lambda_d = \kappa_{c1} * \kappa_{c2} * \kappa_{c3} * \lambda_{d,tab}$$

$$\lambda_d = 1 * 1 * 1,25 * 26,7$$

$$\lambda_d = 33,375$$

$$d \geq \frac{l}{\lambda_d}$$

$$d \geq \frac{1700}{33,375}$$

$$d \geq 50,9 \text{ mm}$$

$$c_{nom} = 25 \text{ mm}$$

$$h_{d_2} = d + \frac{\emptyset}{2} + c_{nom}$$

$$h_{d_2} = 50,9 + \frac{12}{2} + 25 = 81,9 \text{ mm} \cong 85 \text{ mm}$$

$$h_d = 85 \text{ mm}$$

Výpočet tloušťky rampy pro variantu C1:

Délka $l_1 = 7,7\text{m}$

Šířka = 1,5m

a) Empiricky

$$\frac{l_1}{20 \sim 25} = h_{d_1}$$

$$\frac{7700}{20 \sim 25} = h_{d_1}$$

$$h_{d_1} = 385 \sim 308 \text{ mm}$$

b) Podle ohybové štíhlosti

$$\lambda = \frac{l}{d} < \lambda_d$$

$$\lambda_d = \kappa_{c1} * \kappa_{c2} * \kappa_{c3} * \lambda_{d,tab}$$

$$\lambda_d = 1 * 0,909 * 1,25 * 30,8$$

$$\lambda_d = 35$$

$$d \geq \frac{l}{\lambda_d}$$

$$d \geq \frac{7700}{35}$$

$$d \geq 220 \text{ mm}$$

$$c_{nom} = 25 \text{ mm}$$

$$h_{d_2} = d + \frac{\emptyset}{2} + c_{nom}$$

$$h_{d_2} = 220 + \frac{12}{2} + 25 = 251 \cong 255 \text{ mm}$$

$$h_d = 270 \text{ mm}$$

Výpočet tloušťky rampy pro variantu C2:

Délka $l_1 = 1,7 \text{ m}$

a) Empiricky

$$\frac{l_1}{20 \sim 25} = h_{d_1}$$

$$\frac{1700}{20 \sim 25} = h_{d_1}$$

$$h_{d_1} = 85 \sim 68 \text{ mm}$$

b) Podle ohybové štíhlosti

$$\lambda = \frac{l}{d} < \lambda_d$$

$$\lambda_d = \kappa_{c1} * \kappa_{c2} * \kappa_{c3} * \lambda_{d,tab}$$

$$\lambda_d = 1 * 1 * 1,25 * 20,5$$

$$\lambda_d = 25,625$$

$$d \geq \frac{l}{\lambda_d}$$

$$d \geq \frac{1700}{25,625}$$

$$d \geq 66,3 \text{ mm}$$

$$c_{nom} = 25 \text{ mm}$$

$$h_{d_2} = d + \frac{\emptyset}{2} + c_{nom}$$

$$h_{d_2} = 66,3 + \frac{12}{2} + 25 = 97,3 \text{ mm} \cong 100 \text{ mm}$$

$$h_d = 100 \text{ mm}$$

Kvůli velké tloušťce desky u varianty C1 a kvůli předpokládaným průhybům se bakalářská práce dále věnuje pouze variantě C2. Tato varianta má desky tlusté pouze 100 mm a zároveň představuje elegantní řešení kotvení zábradlí do betonových schodnic. Zároveň u této varianty není potřebné pomocné zábradlí v prostoru rampy, neboť zajištění proti sjetí z rampy představuje betonová schodnice. Nevýhoda varianty C2 je odvodnění rampy. Zatímco u varianty C1 může voda stékat z rampy libovolně, u

varianty C2 musí být realizovány otvory v betonové schodnici, které budou sloužit pro odvod dešťové vody z rampy.

4.5 Výpočet výztuže varianty C2

Pro výpočet výztuže je nutné stanovit zatížení a statické schéma rampy. Zatížení lze stanovit z tíhy železobetonu a z užitého zatížení.

Zatížení vlastní vahou (f_{vl}) = tíha železobetonu x výška desky x 1 metr

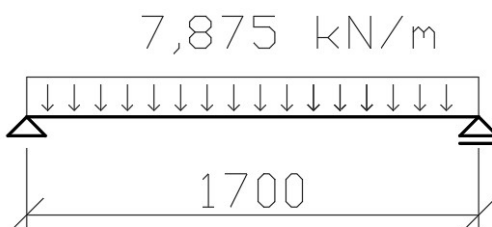
$$f_{vl} = 25 \frac{kN}{m^3} * 0,1 m * 1m$$

$$f_{vl} = 2,5 kN/m$$

Zatížení je ještě nutno přenásobit bezpečnostním součinitelem 1,35, tudíž zatížení vlastní vahou vychází 3,375 kN/m.

Užité zatížení na schodiště a rampy je podle ČSN EN 1991-1-1 3 kN/m². Zatížení se v tomto případě počítá na jeden metr běžný, takže vychází 3 kN/m. Zatížení je opět nutno přenásobit bezpečnostním součinitelem, který je pro užité zatížení 1,5. Užité zatížení na rampu tedy vyjde 4,5 kN/m.

Po součtu zatížení vlastní tíhou a užitého zatížení vychází celkové zatížení $f = 7,875$ kN/m. Statické schéma rampy:



Obr.4.7 Statické schéma rampy

Moment, na který se navrhuje výztuž je v polovině šířky rampy, neboť je zde nulová posouvající síla. Velikost momentu tedy lze spočítat následovně:

$$M_{Ed} = \frac{f * l^2}{8}$$

$$M_{Ed} = \frac{7,875 * 1,7^2}{8}$$

$$M_{Ed} = 2,84 kNm$$

Na moment se navrhla výztuž podle vzorců:

$$\mu = \frac{M_{Ed}}{bd^2 f_{cd}}$$

$$\mu = \frac{2,84 * 10^6}{1000 * 70^2 * 20}$$

$$\mu = 0,029 \rightarrow \zeta = 0,985$$

$$z = d * \zeta$$

$$z = 70 * 0,985$$

$$z = 69 \text{ mm}$$

$$a_{s,req} = \frac{M_{Ed}}{z * f_{yd}}$$

$$a_{s,req} = \frac{2,84 * 10^6}{69 * 435}$$

$$a_{s,req} = 94,6 \text{ mm}^2$$

$$a_{s1} = \pi * \frac{\varnothing^2}{4}$$

$$a_{s1} = \pi * \frac{10^2}{4}$$

$$a_{s1} = 78,5 \text{ mm}^2$$

Na dosažení požadované plochy vyztužení by podle těchto vzorců stačily 2 profily na metr. Plocha vyztužení musí splňovat minimální plochu vyztužení, která se spočítá:

$$a_{s,min} = \max \left(0,26 \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} bd; 0,013bd \right)$$

$$a_{s,min} = \max \left(0,26 \frac{2,9}{500} 1000 * 70; 0,0013 * 1000 * 70 \right)$$

$$a_{s,min} = \max (105,56; 91)$$

$$a_{s,min} = 105,56 \text{ mm}^2$$

Dále je nutno pro tento příklad posoudit maximální rozteč prutů:

$$s \leq \min (2h; 250 \text{ mm})$$

$$s \leq \min (2 * 100; 250 \text{ mm})$$

$$s \leq 250 \text{ mm}$$

Z této podmínky vychází, že je nutno navrhnout 4 profily na jeden metr běžný (profily budou umístěny po 250 mm).

Posouzení výztuže:

$$x = \frac{a_{s,prov} * f_{yd}}{0,8 * b * f_{cd}}$$

$$x = \frac{314 * 435}{0,8 * 1000 * 20}$$

$$x = 8,54 \text{ mm}$$

$$z = d - 0,4x$$

$$z = 70 - 0,4 * 8,54$$

$$z = 66,584 \text{ mm}$$

$$M_{Rd} = a_{s,prov} * f_{yd} * z$$

$$M_{Rd} = 314 * 435 * 66,584$$

$$M_{Rd} = 9,095 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed} < M_{Rd}$$

$$2,84 \text{ kNm} < 9,095 \text{ kNm}$$

Předpoklad o dostatečném poměrném přetvoření výztuže:

$$\xi = \frac{x}{d} \leq \xi_{max} = 0,45$$

$$\xi = \frac{8,54}{70} = 0,122$$

$$0,122 < 0,45$$

Všechny podmínky pro návrh výztuže vyhovují. Ve výpočtu není uvedeno, zda výztuž vyhoví na maximální možnou plochu výztuže, ale vzhledem k tomu, že výztuž byla navržena dle maximální možné rozteče prutů, není nutno výpočet uvádět. Totéž platí pro minimální rozteč prutů.

Vysvětlivky k výpočtům:

μ poměrný moment

f_{cd} návrhová pevnost betonu v tlaku; pro C30/37 je $f_{cd} = 20 \text{ MPa}$

ξ součinitel, který vyjadřuje poměr velikosti ramene vnitřních sil ku staticky účinné výšce

z rameno vnitřních sil

d účinná výška průřezu (pro průměr výztuže 10 mm je $d = 100 - 25 - 10/2 = 70 \text{ mm}$)

$a_{s,req}$ požadovaná plocha výztuže

f_{yd} návrhová pevnost oceli = 435 MPa (pro B500B)

\varnothing průměr prutu

a_{s1} plocha jednoho prutu

f_{ctm} pevnost betonu v tahu; pro C30/37 je $f_{ctm} = 2,9$ MPa

f_{yk} charakteristická pevnost oceli = 500 MPa

x výška tlačené oblasti

$a_{s,prov}$ navržená plocha výztuže ($= 4 * a_{s1} = 4 * 78,5 = 314 \text{ mm}^2$)

M_{Rd} moment únosnosti

ξ poměrná výška tlačené oblasti

ξ_{max} limitní hodnota poměrné výšky tlačené oblasti

4.6 Závěr návrhu rampy

Pro vybraný objekt byl potřeba realizovat bezbariérový přístup. Podle situace byly navrženy 3 dispoziční varianty, které obsahovaly návrh šikmé rampy se schodištěm. Varianty se porovnaly, z čehož vyšla nejlépe dispoziční varianta C, pro kterou byly navrženy 2 možné statické schéma. Po výpočtu tloušťky desek pro obě varianty se udělaly výkresy (příloha 1 a příloha 2). Tyto varianty se porovnaly a tím se zvolila finální varianta pro návrh výztuže. Po výpočtu potřebné výztuže na pokrytí momentu se udělal výkres výztuže (příloha 3). Tudíž se z několika možných variant vybrala ta zdánlivě nejlepší, provedly se potřebné normové výpočty, aby rampa vyhovovala všem podmínkám a byly zhotoveny výkresy.

ZDROJE

- [1] Hájek V. a kol. Pozemní stavitelství pro 2. ročník SPŠ stavebních [cit. 15.03.2020] Praha, 1990, vyd. SNTL
- [2] ČSN 73 4130 Schodiště a šikmé rampy – základní požadavky
- [3] Hejtmánek P., Najmanová H., Pokorný M., Únikové cesty [cit. 15.03.2020] Dostupné na: <https://www.tzb-info.cz/pozarni-bezpecnost-staveb/13656-unikove-cesty>
- [4] FAST VŠB, Schodiště a rampy [cit. 15.03.2020] Dostupné na: <http://fast10.vsb.cz/studijni-materialy/ps2/schodiste.html>
- [5] Mazanec J., Konstrukční řešení prvků betonových schodišť a ramp v budovách [cit. 15.03.2020] Praha, 2019 dostupné na: <https://dspace.cvut.cz/bitstream/handle/10467/83527/F1-BP-2019-Mazanec-Jakub.pdf?sequence=-1&isAllowed=y>
- [6] Verlag Dashofer, Schodiště a Rampy, [cit. 15.03.2020] 2010; Dostupné na https://www.dashofer.cz/download/ukazky/BBS2_07_06_01.pdf
- [7] Vyhláška č. 268/2009 Vyhláška o technických požadavcích na stavby
- [8] Čechová J. Konstrukce spojující různé výškové úrovně [cit. 15.03.2020] Dostupné na https://fraxinus.mendelu.cz/vyuka/soubory/TMZD_BC/Povinne_volitelne_p_redmety/Vyrobní_objekty/TECHNICK%C3%89%20PO%C5%BDADAVKY%20NA%20OBJEKTY%20Z%20HLEDISKA%20BEZPE%C4%8CNOSTI%20P%C5%98I%20U%C5%BD%C3%8DV%C3%81N%C3%8D.pdf
- [9] Stavební komunita, Pojízdné šikmé rampy [cit 15.03.2020] Dostupné na: <http://stavebnikomunita.cz/profiles/blogs/pojizdne-sikme-rampy>
- [10] ČSN 73 6058 Jednotlivé, řadové a hromadné
- [11] ČVUT FD, Hromadné garáže [cit 15.03.2020] Dostupné na: <https://docplayer.cz/17920991-Hromadne-garaze-zadani-casti-b.html>
- [12] Řezáč M., Dopravní stavitelství - Jednotlivé, řadové a hromadné garáže [cit. 15.03.2020] Dostupné na: http://fast10.vsb.cz/rezac/download/dsn/PG6-RG_a_HG.pdf

[13] Jarkovská P., Analýza chování lomených deskových železobetonových schodišť [cit. 15.03.2020] Dostupné na:

https://dspace.cvut.cz/bitstream/handle/10467/83631/F1-BP-2019-Jarkovska-Pavlina-bakalarska_prace.pdf?sequence=-1&isAllowed=y

[14] Stavební komunita, Betonové konstrukce [cit. 15.03.2020] Dostupné na: <http://stavebnikomunita.cz/profiles/blogs/betonove-konstrukce>

[15] KKstav, Nájezdová rampa v Chomutově [cit. 15.03.2020] Dostupné na: <http://www.kkstav.cz/cz/reference/betonove-podlahy-betony/betony-chomutov-najezdova-rampa>

[16] Podklady od firmy Statika Čížek, Stavba prefabrikované nájezdové rampy; odkaz na stránky: <https://statikacizek.cz/>

SEZNAM NOREM POUŽITÝCH PŘI VÝPOČTU

[17] ČSN EN 1990 – Eurokód - Zásady navrhování konstrukcí. Praha: Český normalizační Institut, 2004.

[18] ČSN EN 1991-1-1 – Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-1: Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb. Praha: Český normalizační institut, 2004.

[19] ČSN EN 1992-1-1 – Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí: Část 1-1: Obecná pravidla – Společná pravidla a pravidla pro pozemní stavby. Praha: Český normalizační institut, 2006.

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 2.1 Druhy ramp, schodišť a žebříků dle sklonu ramene [2]	11
Obr. 2.2 Rozměry dvouramenné šikmé rampy a umístění dveří na podestě [2]	15
Obr. 3.1 Základní druhy ramp [10]	19
Obr. 3.2 Použití celorampového parkování [11].....	20
Obr. 3.3 Řešení přechodových úseků mezi rampami [10]	22
Obr. 3.4 – Jednopruhová a dvoupruhová rampa v přímé a ve směrovém oblouku [10]	25

Obr. 3.5 – Vylamovací lišty připravené na betonáž rampy [16]	28
Obr. 3.6 – Provedení armatury nájezdové rampy [15]	29
Obr. 3.7 Schématický řez garáží [16]	30
Obr. 3.8 Ukládání dílců rampy [16]	30
Obr. 3.9 Pohled po uložení betonových dílců ramp [16]	30
Obr. 4.1 Situace	32
Obr. 4.2 Dispozičního schéma varianty A	33
Obr. 4.3 Dispozičního schéma varianty B	35
Obr. 4.4 Dispozičního schéma varianty C	37
Obr. 4.5 Konstrukční schéma varianty C1	39
Obr. 4.6 Konstrukční schéma varianty C2	39
Obr.4.7 Statické schéma rampy	44

SEZNAM TABULEK

Tabulka 3.2 Maximální podélné sklony ramp [10]	21
Tabulka 3.3 – Nejmenší šířky jednopruhových (dvoupruhových) ramp ve směrovém oblouku pro garáže pro skupinu vozidel 1 [10]	26

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1 – Výkres Varianty C1
Příloha 2 – Výkres Varianty C2
Příloha 3 – Výkres Výztuže