

DoTECHNICKÁ ZPRÁVA + STATICÝ VÝPOČET

DOKUMENTACE PRO STAVEBNÍ POVOLENÍ

STAVBA	Víceúčelový sportovní areál UKB - GP
STAVEBNÍK	Masarykova univerzita
OBJEDNATEL	Atelier Velehradský s.r.o., Výstaviště 1, 603 00 Brno
MÍSTO STAVBY	Masarykova univerzita ul. Netroufalky Brno
ČÁST PROJEKTU	D Dokumentace objektů a technických a technolog. zařízení D.1 Dokumentace stavebního nebo inženýrského objektu
DÍL PROJEKTU	D.1.2 Stavebně konstrukční část
OBJEKT	SO04.1 - Opěrná zeď - jižní

Revize	Datum	Popis revize
00	16.12.2021	1. vydání dokumentace



Hrubého 478/3, 612 00, Brno
Ing. Jiří Kocourek

Autorizovaný inženýr pro statiku a dynamiku staveb
ČKAIT: 1006116

otisk autorizačního razítka

Číslo zakázky	Počet vyhotovení	Vypracoval
2132	3	Ing. Jiří Kocourek

OBSAH

1	PŘEDMĚT PROJEKTOVÉ DOKUMENTACE	3
1.1	Rozsah dokumentace.....	3
2	Soubor použitých norem a literatury	4
2.1	Soubor norem ČSN EN	4
2.2	Zákony a vyhlášky	4
3	Použité programy	4
4	Koncepce konstrukčního řešení	5
5	Životnost stavby	5
6	Uvažovaná zatížení	5
6.1	Stálé	5
6.2	Nahodilé	5
7	Geologie	6
7.1	Geologické poměry.....	6
7.2	Příprava základové spáry	8
8	Materiálové charakteristiky	10
9	Bludné proudy	10
10	Ošetřování betonu	11
10.1	Teoretický úvod	11
10.2	Způsob a časový průběh ošetřování	11
11	Betonáž v zimním období	14
11.1	Podmínky s nízkými teplotami.....	14
11.2	Podmínky se zápornými teplotami	14
12	Betonáž v letním období	15
13	Svařování betonářské výztuže	16
13.1	Nenosné svarové spoje	18
13.2	Nosné svarové spoje	18
13.3	Základní podmínky pro úspěšné svařování betonářské výztuže:	18
14	Trhliny v betonu	19
14.1	ČSN EN 1992-1-1:2011	19
15	Provádění, tolerance a kontroly	20

16	Požadavky na kontrolu zakrývaných konstrukcí	20
17	Vyztužení styku železobetonová stěna deska	21
18	obecná kombinační pravidla zatěžovacích stavů	22
18.1	Kombinace podle metodiky EN 1990:2004	22
19	POŽADAVKY NA BEZPEČNOST PŘI PROVÁDĚNÍ	24
20	Statický výpočet	25
21	ZÁVĚR	37



1 PŘEDMĚT PROJEKTOVÉ DOKUMENTACE

1.1 ROZSAH DOKUMENTACE

V této části dokumentace je posouzena SO04.1 - Opěrná zeď – jižní. Jedná se o opěrnou stěnu na hranici pozemku investora. Opěrná stěna vyrovnává výškový rozdíl mezi atletickým oválem a sousedním pozemkem. Maximální rozdíl mezi terény je cca 2m. Pata stěny je netypicky otočená směrem k nižší výšce terénu (na pozemek investora). Na sousední pozemek se nezasahuje žádnou nadzemní ani podzemní konstrukcí. V budoucnu se na sousedním pozemku plánuje parkoviště. To je uvažováno ve statickém výpočtu jako přetížení. Na vrcholku stěny bude ukotvený ocelový přístřešek. Síly od přístřešku do konstrukce jsou uvažovány. Stěna bude opatřena žebry, na které budou kotveny lavičky pro diváky.

Dokumentace je zpracována ve stupni pro stavební povolení. Tato dokumentace nemůže být použita pro provádění stavby. Veškeré konstrukce, které nejsou explicitně uvedeny a posouzeny v tomto dokumentu musí být posouzeny zvlášť.

2 SOUBOR POUŽITÝCH NOREM A LITERATURY

2.1 SOUBOR NOREM ČSN EN

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 1991-1-3 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-3: Obecná zatížení – Zatížení sněhem

ČSN EN 1991-1-4 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-4: Obecná zatížení – Zatížení větrem

ČSN EN 1992-1-1 Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí. Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby – oprava 1, 2; změny A1, Z1, Z2, Z3; NA ed. A; ed.2 - změna A1, Z1

ČSN EN 1993-1-1 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí. Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby – oprava 1, 2; změna A1, Z1, Z2, Z3; NA ed. A; ed.2 - oprava 1, změna A1

ČSN EN 1996-1-1+A1:2013 Eurokód 6: Navrhování zděných konstrukcí. Část 1-1: Obecná pravidla pro vyztužené a nevyztužené zděné konstrukce – Na ed.A

ČSN EN 1997-1 Eurokód 7: Navrhování geotechnických konstrukcí. Část 1: Obecná pravidla – oprava 1; změna NA ed.A

ČSN EN 1090-2+A1 Provádění ocelových konstrukcí a hliníkových konstrukcí - Část 2: Technické požadavky na ocelové konstrukce

ČSN 73 1201:2010 Navrhování betonových konstrukcí pozemních staveb

ČSN 73 1004 Navrhování základových konstrukcí

ČSN ISO 2394:2016 Obecné zásady spolehlivosti konstrukcí.

2.2 ZÁKONY A VYHLÁŠKY

Zákon č. 183/2006 Sb o územním plánování a stavebním řádu v platném znění Nařízení vlády č. 502/2000 o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací

Vyhláška č. 405/2017 Sb. Kterou se mění vyhláška 499/2006 Sb., částka 163 z 10.11.2006 o dokumentaci staveb ve znění Vyhlášky č. 62/2013 Sb., částka 28 účinnost 29.03.2013

3 POUŽITÉ PROGRAMY

FINE (soubor programů pro zatížení, úhlové stěny a založení objektu)

4 KONCEPCE KONSTRUKČNÍHO ŘEŠENÍ

Jedná se o úhlovou stěnu. Pata stěny je netypicky otočena směrem k nižší výšce terénu z důvodu nemožnosti zásahu do pozemku souseda. Pata stěny má tloušťku 400mm, dík stěny tloušťku 250mm. Na vrcholku stěny bude umístěn ocelový přístřešek. Kotvení přístřešku se předpokládá do předem zabetonovaného kování.

Dilatace operné stěny se předpokládá po 6m.

Vhodným opatřením bude zabráněno hromadění vody za rubem konstrukce (např. provedení drenáží atd.). Více viz stavebně architektonické řešení.

Zásyp na rubu konstrukce bude proveden nesoudržnou zeminou vhodnou do zásypů.

Před betonáží stěna je nutná úprava základové spáry a provedení hutněného štěrkového polštáře (viz popis v kapitole příprava základové spáry).

5 ŽIVOTNOST STAVBY

Životnost stavby je stanovena dle EN 1990, článku NA1.1, tabulky 2.1 (CZ) – kategorie návrhové životnosti 4, informativní návrhová životnost 50 let.

6 UVAŽOVANÁ ZATÍŽENÍ

6.1 STÁLÉ

Tlak zeminy – počítáno výpočetním programem

Skladba podlahy parkoviště – 5kN/m²

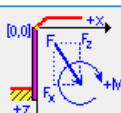
Ocelový přístřešek – vlastní tíha přístřešku

6.2 NAHODILÉ

Parkoviště – přitížení od pojezdu vozidel 10kN/m²

Ocelový přístřešek – Zatížení větrem a sněhem

Název :	Ocelový přístřešek		
Typ	přímkové		
Působení :	proměnné		
Působíště :	x =	-0,12	[m]
Působíště :	z =	0,00	[m]
Velikost síly :	F_x =	-2,50	[kN/m]
Velikost síly :	F_z =	0,50	[kN/m]
Velikost momentu :	M =	-2,00	[kNm/m]



7 GEOLOGIE

7.1 GEOLOGICKÉ POMĚRY

Geologické poměry jsou podrobně popsány v inženýrsko-geologickém průzkumu provedeným BALUN geo s.r.o., Gromešova 3, 621 00 BRNO, zakávkové číslo 21265 dne 16.7.2021. V této části se jedná z velké části o citace. Tento průzkum je nedílnou součástí této dokumentace.

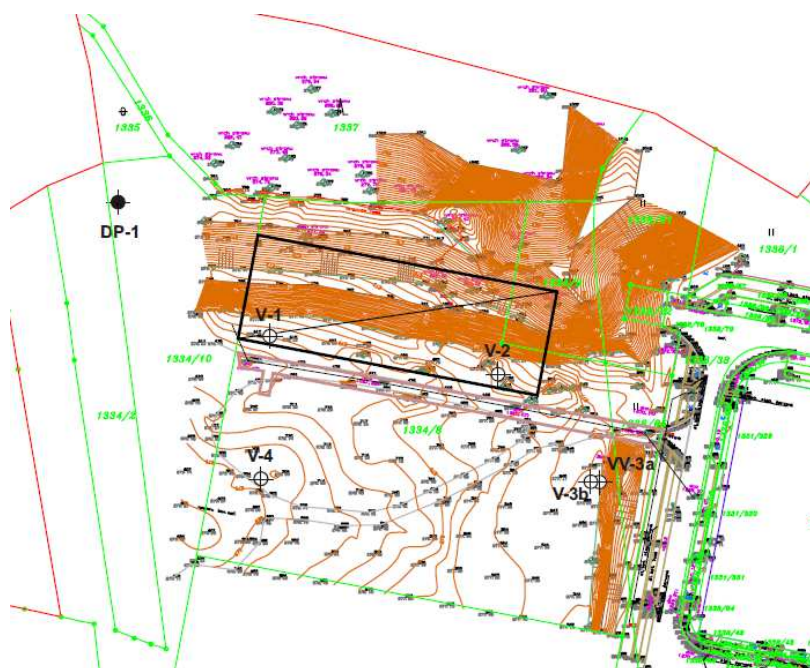
Celkově bylo provedeno pět sond. Dvě mělké v místě sportoviště u opěrných stěn.

Tři v místě hlavní budovy - z toho dvě vrtané do hloubky a jedna penetrační zkouška. Penetrační zkouška byla provedena z důvodu výrazně svažitého terénu a nemožnosti použít vrtnou soupravu. Konečná hloubka vrtů byla 1,0; 3,0; 4,0; 24,0 a 26,0 m pod stávajícím terénem. Při sondážních pracích byl přímo na místě přítomen geolog, který vytěžený materiál, získaný ze sond, vizuálně makroskopicky hodnotil a podle tohoto hodnocení rozdělil geologický profil do vrstev zhruba stejně hodnotných (z geotechnického hlediska) základových půd. Jednotlivé vrstvy byly na základě příslušných fyzikálně-indexových vlastností zařazeny do tříd podle klasifikace ČSN P 73 1005 a ČSN EN ISO 14688.

Z provedených vrtů s označením V-1 a V-2 byly odebrány celkem tři poloporušené vzorky rostlé zeminy. Na těchto vzorcích se v laboratoři mechaniky zemin uskutečnily základní klasifikační rozborů.

sonda	JTSK (m)		globální souřadnice		výška terénu (Bpv)
	X	Y	severní šířka	východní délka	
V-1	1 162 080,0	601 381,4	49 10 48,5	16 33 57,8	278,3
V-2	1 162 090,0	601 322,4	49 10 48,3	16 34 00,7	277,7
VV-3a	1 162 117,9	601 296,7	49 10 47,5	16 34 02,1	277,2
V-3b	1 162 117,8	601 297,9	49 10 47,5	16 34 02,1	277,2
V-4	1 162 117,2	601 384,0	49 10 47,2	16 33 57,9	278,9
DP-1	1 162 045,6	601 421,0	49 10 49,4	16 33 55,7	269,6

Provedené sondy



Situace sond

Hladina podzemní vody byla zastižena již v průběhu vrtných prací pouze v hlubokých sondách s označením V-1 a V-2 a následně došlo k nastoupení ustálené hladiny podzemní vody do hloubky 8,6 m pod stávajícím terénem v sondě s označením V-1. V sondě V-2 došlo po dovtáčení v úrovni zhruba 5,5 m pod stávajícím terénem ke stažení vrtu, a tudíž nebylo možné ustálenou hladinu podzemní vody zaměřit. Sondážní práce byly provedeny v poměrně suchém období. Naopak v období vydatnějších srážek může docházet ještě k mírnému nastoupení této hladiny. Hladina podzemní vody v této hloubce nebude mít vliv na způsob založení ani na geotechnické parametry základové půdy v dosahu aktivní zóny přitížení projektovaným objektem.

Svrchní vrstva je tvořena v případě všech sond mocnou vrstvou navážky různého charakteru. Ve svrchních částech se jedná zejména o nesoudržné a nehomogenní navážky a hlouběji se jedná převážně o navážky charakteru rostlé půdy. Nesoudržná navážky byla zastižena do hloubky v rozmezí 0,7 až 7,0 m pod stávajícím terénem a navážka charakteru rostlé zeminy dosahuje do hloubky v rozmezí 3,0 až 19,0 m pod stávajícím terénem. V případě navážky charakteru rostlé zeminy jde především o zeminy charakteru jílu, jílu se štěrky, jílovotopísčité hlíny, štěrkovité hlíny a zahliněného a slabě zahliněného štěrku třídy F6-Cl, F5-Ml, F4-CS, F1-MG, G4-GM a G3-G-F z hlediska klasifikace dle ČSN P 73 1005 a dle ČSN EN ISO 14688 je označujeme jako grCl, grsiCl, fgrsiCl, grsasiCl, siCl, fsaSi, fgrfsaSi, sasiCl, grSi, siGr, saGr a Gr. Konzistence těchto jemnozrnných zemin a výplně zahliněného štěrku je stanovena jako tuhá, tuhá až pevná a pevná. Index ulehlosti suchého štěrku je stanoven jako ulehlý. Vrstva navážky se tedy bude pravděpodobně nacházet na celé posuzované ploše, avšak její mocnost bude proměnlivá.

Ve smyslu přílohy E ČSN P 73 1005, E.1.2.3. jde na dané lokalitě o základové poměry složité. Důvodem je především výskyt nerovnoměrně uložené a mocné vrstvy navážky, nerovnoměrně uložené geologické podloží a hladina podzemní vody.

Použití do zásypů

Jemnozrnné zeminy je možné označit dle normy ČSN 73 6133 jako podmíněčně vhodné a nevhodné do násypů a pro podloží. Z hlediska namrzavosti se jedná o nebezpečně a vysoce namrzavé zeminy. Nesoudržné štěrkovité zeminy je možné označit dle normy ČSN 73 6133 jako podmíněčně vhodné a vhodné do násypů a pro podloží. Z hlediska namrzavosti se jedná o mírně namrzavé a nenamrzavé zeminy. Zásyp na rubu konstrukce bude proveden nesoudržnou zeminou bezpodmínečně vhodnou do zásypů dle normy ČSN 73 6133.

Detail mělkých sond v místě atletického oválu a opěrných stěn:

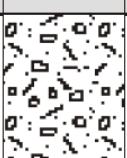
Geologický profil sondou V-3b

Název akce: Brno - Bohunice - Kampus - p.č. 1334/8 a 1334/9 - sportovní areál MU + vsak

Kóta terénu: 277,2 m

Měřítko 1 : 50

Datum: 16.7. 2021

Hloubka (m)	Grafická značka	Petrografický a geotechnický popis základových půd	Klasifikace ČSN 73 1005 ČSN EN ISO 14688	R _{dt} (kPa)	Těžitelnost ČSN 73 3050 ČSN 73 6133
1,0		Navážka - hlína, štěrky, kousky cihel, místy písčité - středně ulehlá	Y, Mg	-	3, I


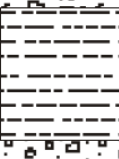
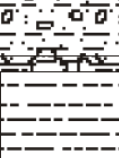
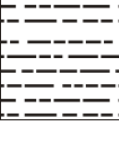

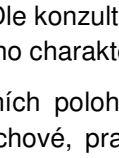
Geologický profil sondou V-4

 Název akce: Brno - Bohunice - Kampus - p..č.
 1334/8 a 1334/9 - sportovní areál MU + vsak

Kóta terénu: 278,9 m

Měřítko 1 : 50

Datum: 16.7. 2021

Hloubka (m)	Grafická značka	Petrografický a geotechnický popis základových půd	Klasifikace ČSN 73 1005 ČSN EN ISO 14688	R _{dt} (kPa)	Těžitelnost ČSN 73 3050 ČSN 73 6133
0,8		Navážka - hlína, šterčíky, hominová suť, ojed. cihličky, slabě písčité - středně ulehlá	Y, Mg	-	3, I
1,1		Navážka - hlína, šterky, hominová suť, ojed. cihličky, slabě písčité - středně ulehlá	Y, Mg	-	3, I
2,0		Navážka charakteru hlíny jílovitoprachové, hnědá, místa s proplást šedého jílu, se šterky, slabě písčité, středně plastická, pevná	Y, Mg (F6-Cl (grsiCl	- 200	3, I 3) I)
2,5		Navážka charakteru hlíny šterkovité, jílovitoprachové, hnědé, slabě písčité, tuhé až pevné	Y, Mg (F1-MG (grSi	- 250	2, I 2) I)
2,6		Balvan charakteru navětralé skalní horniny	R4	450	5, II
4,0		Navážka charakteru hlíny jílovitoprachové, hnědá, se šterky, slabě písčité, středně plastická, pevná	Y, Mg (F6-Cl (grsiCl	- 200	3, I 3) I)

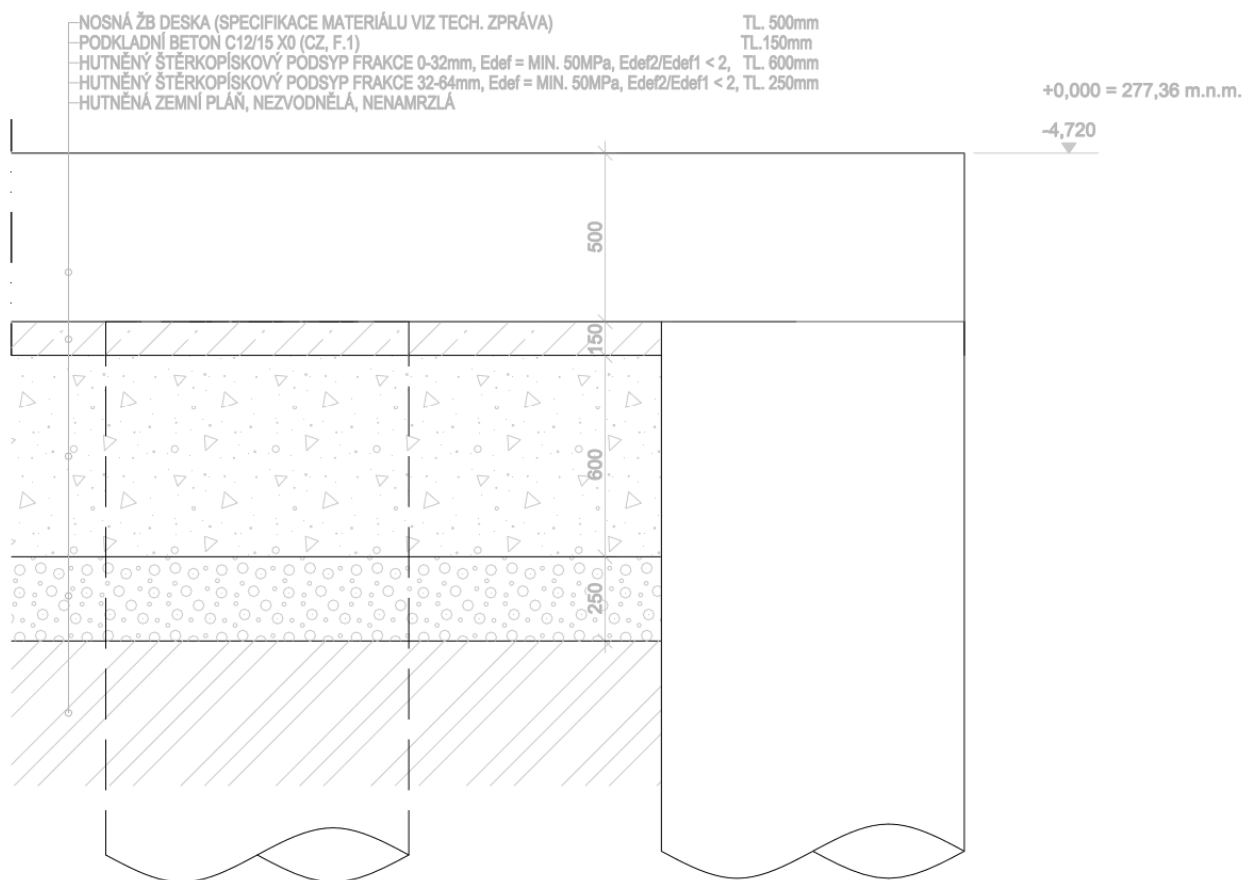
7.2 PŘÍPRAVA ZÁKLADOVÉ SPÁRY

Z průzkumu vyplývá, že v místě stavby se nachází proměnlivé vrstvy navážek charakteru hlíny jílovitoprachové. V těchto historických navážkách se nachází úlomky cihel, příměsi šterků a organických zbytků. Dle konzultace se zpracovatelem posudku geologem Ing. Danem Balunem jsou navážky historického charakteru a většinou mají parametry rostlé zeminy.

Ve svrchních polohách základových půd, se jedná převážně o navážky charakteru jemnozrné jílovité, jílovitoprachové, prachové, jílovitopísčité a šterkovité zeminy a hlouběji se jednalo i o nesoudržné slabě zahliněné a zahliněné šterky. Mocnosti nesoudržné navážky dosahovala do hloubky až cca 20,0 m pod úroveň terénu. V případě použití tohoto materiálu pro založení je nutné před položením nového povrchu přehutnit povrch stávající. Požadová míra zhutnění se musí zkontrolovat zatěžovací zkouškou, která by ověřila splnění požadovaného modulu deformace E_{def,2} min 50MPa a poměru mezi prvním a druhým zatěžovacím cyklem <2. Plán zkoušek musí být součástí realizačního projektu. Je však třeba upozornit na to, že charakter navážky se v rámci celého rozsahu posuzované plochy může měnit a mohou se zde vyskytovat i zcela nevhodné materiály. Bude tedy nutná jejich výměna za jiný vhodný zhutnitelný materiál, případně zlepšení jejich vlastností vápennou stabilizací. Mocnost nutné výměny bude nutné posoudit na základě momentálního stavu zemního tělesa v době provádění zemních prací a v závislosti na provlhlčení srážkovými vodami. Z tohoto důvodu doporučuji provedení důsledné kontroly základových půd v úrovni pláň po odstranění konstrukčních vrstev a volbu vhodné úpravy dle zjištěných druhů zemin a jejich stavu. Kontrola musí být provedena autorizovaným geotechnikem a statikem.

Svrchní vrstva zeminy bude vyměněna v mocnosti min. 850 mm. Příprava povrchu bude provedena výše popsaným hutněním a následně provedením šterkového polštáře dle schématu níže.

TYPICKÝ ŘEZ PRO ÚPRAVU ZÁKLADOVÉ SPÁRY



S výše uvedenou úpravou je nutné počítat jako s nejmenší možnou.



8 MATERIÁLOVÉ CHARAKTERISTIKY

Podkladní beton - C12/15-X0(CZ,F.1)

Beton v kontaktu se zemínou - C30/37 -XC2,XA1(CZ,F.1)-Cl 0,4-Dmax 8-S4

Měkká výztuž B500 B resp. R10505 resp. BSt 500

Poznámka: U oceli 10 425 a 10 505 je nutno rozlišovat způsob jejich výroby. Oceli dodávané pod označením 10 425.0 10 505.0 nejsou tepelně zpracovávány, jsou legovány titanem, resp. vanadem. Tyto oceli jsou zaručeně svařitelné. Oceli označené 10 425.9 a 10 505.9 jsou zpracovány tepelně tzv. řízeným ochlazováním (zakalení povrchu prudkým zchlazením vodou a popuštěním vnitřním žářem tyče) a jejich svařitelnost není zaručená, spíše je obtížná. V podmínkách běžné stavby je není možno svařovat.

9 BLUDNÉ PROUDY

Opatření proti bludným proudům nejsou v dokumentaci pro stavební povolení řešeny. V dalších stupních dokumentace musí být proveden korozní průzkum a na jeho základě navržena případná opatření dle TP124.

10 OŠETŘOVÁNÍ BETONU

10.1 TEORETICKÝ ÚVOD

V průběhu tuhnutí a tvrdnutí betonu dochází k řadě chemických procesů dostatečně popsanych v odborné literatuře. Řada těchto procesů má vliv na mechanické vlastnosti betonu a jeho celistvost. Nedílnou součástí hydratace cementu je chemické smrštění způsobené tím, že objem produktů hydratace je menší než objem cementu a vody. Kromě toho dochází k jevu zvanému samovysychání. Po zatvrdnutí beton hydratuje dále a pro tento proces odebírá vodu z kapilárních pórů. Vlivem kapilárních sil takto vyvolaných dochází ke smršťování vysycháním zevnitř betonu. Souhrnně se používá termínu autogenní smrštění. Tyto jevy jsou umocněny používáním betonů se superplastifikátory a tím nízkým vodním součinitelem a velmi hutnou strukturou. Ošetřovací voda proniká do betonu obtížně a zvolna.

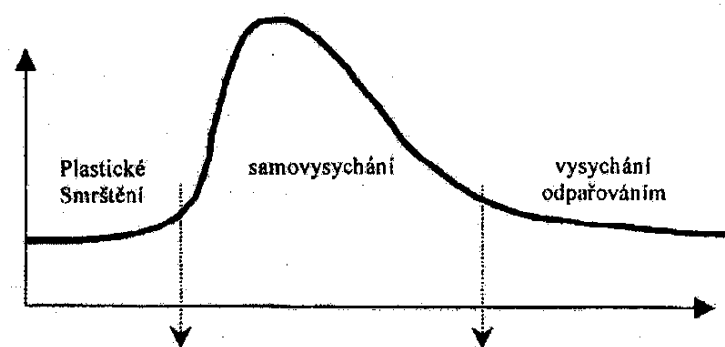
Souběžným jevem při hydrataci je vývoj hydratačního tepla. V první fázi tvrdnutí dochází k tzv. teplotní expanzi. Ta jde proti hydratačnímu smrštění, objemové změny jsou tudíž nepatrné. Po dosažení maximální teploty dochází k ochlazování – teplotní kontrakci. Sčítá se zde smršťování vlivem hydratace s ochlazováním. Toto období je pro vznik mikrotrhlin patrně nejkritičtější. Proto je ošetřování v této fázi neobyčejně důležité.

V neposlední řadě je nutno zmínit tzv. alkalicko-křemičitou reakci. Ta probíhá výrazněji v popraskaném betonu. Voda zde může migrovat ke vznikajícím gelům, díky mikrotrhlinám je beton křehčí a rozpínavé gely jej mohou snadněji poškodit.

10.2 ZPŮSOB A ČASOVÝ PRŮBĚH OŠETŘOVÁNÍ

Ošetřování betonu je nutno zahájit bezprostředně po ztuhnutí, nejprve zabráněním odpaření záměsové vody. Poté je nutno kropením doplnit vodu spotřebovanou hydratací. Po intenzivní hydrataci je možné beton pouze zakrýt. Geotextilie nebo podobné materiály nesmí být položeny na beton suché, protože způsobí okamžité odsátí vody z povrchu betonu a tím následné spráskování jeho povrchu. Savé vrstvy je tedy nutno pokládat navlhčené. Pokud se používá rosení nebo mlžení, nesmí být voda příliš studená, aby nevyvolala v povrchových vrstvách betonu tepelný šok. (zdroj www.transportbeton.cz).

Časový průběh ukazuje přiložený graf.



Jak ošetřovat beton, aby měl co nejmenší smrštění



Graf smrštění a ošetřování betonu

V první fázi dochází k plastickému smrštění. V této fázi je nutno beton zakrýt neprodyšnou folií nebo povrch mlžit tak, aby nedocházelo k odpařování vody z betonu. Ve fázi samovysychání je nutno beton kropit nebo mlžit. Důvodem je náhrada vody spotřebované zevnitř betonu pro hydratační proces. Je-li do betonu přiváděno dostatečné množství vody zvenku, nedochází k odsávání vody v kapilárách, čímž se zabrání tvorbě menisků a silovým účinkům v kapilárních pórech, způsobujícím další smrštění betonu. Teprve ve fázi vysychání odpařováním překrytím povrchu nepropustnou folií.

Časově se tyto fáze určují poměrně obtížně. Záleží na typu cementu a jeho výrobci (na Moravě jsou třeba Hranice podstatně rychlejší než Mokrý), na vodním součiniteli, na přísadách, teplotě atd. Obecně lze říci, že beton by se měl kropit nebo mlžit ihned poté, co zatuhne. Tento okamžik se pozná podle toho, že beton začíná "topit". Nastává většinou nejpozději po 12 hodinách, ale může to být i dříve. Cement začíná uvolňovat výrazněji teplo už asi po třech hodinách. Jemně nanášená voda mu tedy neuškodí již třeba po zmíněných třech hodinách. Kropit by se mělo vodou přibližně stejné teploty, jako má beton, aby v důsledku rozdílu teplot nedošlo ke vzniku trhlinek na jeho povrchu. Následně platí, že čím déle se bude s kropením pokračovat, tím lépe. Alespoň jeden nebo dva dny, spíše déle. U betonů s vysokými nároky na pohledovou vrstvu až týden. Zkrátka po dobu, kdy cement výrazně hydratuje. Dokud pevnost prudce roste, mělo by se kropit, ať se může voda spotřebovaná hydratací doplňovat. Po skončení kropení je nutno beton přikrýt. Překrytí ponechat opět čím déle, tím lépe.

Ošetřování betonu a jeho ochranu specifikuje odstavec 8.5 normy ČSN EN 13670 a příloha F 8.5.. Dobu ošetřování specifikuje Tabulka 4 – Třídy ošetřování:

Tabulka 4 – Třídy ošetřování

	Třída ošetřování 1	Třída ošetřování 2	Třída ošetřování 3	Třída ošetřování 4
Doba ošetřování (hodin)	12 ^a	nepoužívá se	nepoužívá se	nepoužívá se
Procentní hodnota předepsané charakteristické 28denní pevnosti	nepoužívá se	35 %	50 %	70 %

^a Za předpokladu, že tuhnutí nepřekročí 5 hodin, a teplota povrchu betonu je 5 °C nebo vyšší.

Třídy ošetřování betonu podle ČSN EN 13670

Tabulka F.3 – Nejkratší doba ošetřování pro třídu ošetřování 4 (odpovídající povrchové pevnosti betonu rovnající se 70 % stanovené charakteristické pevnosti)

Teplota povrchu betonu (t), °C	Nejkratší doba ošetřování, dny ^{a)}		
	Vývoj pevnosti betonu ^{c, d)} ($f_{cm2}/f_{cm28} = r$)		
	rychlý $r \geq 0,50$	střední $0,50 > r \geq 0,30$	pomalý $0,30 > r \geq 0,15$
$t \geq 25$	3	5	6
$25 > t \geq 15$	5	9	12
$15 > t \geq 10$	7	13	21
$10 > t \geq 5$ ^{b)}	9	18	30

^{a)} Plus doba tuhnutí přesahující 5 hodin.
^{b)} Pro teploty nižší než 5 °C se může doba ošetřování prodloužit o dobu rovnou trvání teploty nižší než 5 °C.
^{c)} Vývoj pevnosti betonu je poměr průměrné pevnosti v tlaku po 2 dnech k průměrné pevnosti v tlaku po 28 dnech stanovených z průkazných zkoušek nebo založených na známém chování betonu s porovnatelným složením (viz EN 206-1).
^{d)} Pro velmi pomalý vývoj pevnosti betonu mohou být uvedeny speciální požadavky v prováděcí specifikaci.

Nejkratší doba ošetřování betonu podle ČSN EN 13670

11 BETONÁŽ V ZIMNÍM OBDOBÍ

Podmínky pro betonáž za nízkých teplot jsou podrobně popsány v již neplatné normě ČSN 73 2400.

11.1 PODMÍNKY S NÍZKÝMI TEPLOTAMI

Prostředí, jehož průměrná denní teplota v průběhu alespoň 3 dnů po sobě je nižší než +5°C pro betony s cementy portlandskými a nižší než +8°C pro betony s cementy směsnými, přičemž nejnižší denní nebo noční teplota neklesne pod 0°C. Je potřeba zajistit, aby teplota betonu v době jeho zrání neklesla pod +5 °C.

11.2 PODMÍNKY SE ZÁPORNÝMI TEPLOTAMI

Prostředí, jehož teplota klesne pod 0°C. Při výrobě betonové směsi cement nesmí přijít do styku s vodou ani s kamenivem, které mají teplotu vyšší než 60°C (směsné cementy) a 50°C (portlandské cementy). Teplota betonové směsi při vysypání z míchačky nesmí převyšovat hodnotu 30°C (transportbeton) a 25°C (staveništní betonárny). Nejdelší doba dopravy betonové směsi při teplotě prostředí menší než +5°C je 45 minut. Teplota betonové směsi při vysypání z míchačky musí být taková, aby působením tepelných ztrát během plnění, dopravy a další manipulace až do místa uložení neklesla pod +10°C. Bednění a výztuž musí být před betonováním očištěny od sněhu a námrazků, povrch podkladu, na který se betonuje, musí mít teplotu nejméně +5°C. Teplota betonové směsi nesmí klesnout před uložením do bednění pod +10°C a musí být taková, aby na začátku tuhnutí byla teplota čerstvého betonu nejméně +5°C. Konstrukce se musí neprodleně po ukončení betonáže přikrýt a ošetřovat tak, aby teplota povrchu betonu neklesla pod +5°C po dobu nejméně 72 hodin nebo nebyla vystavena působení mrazu, dokud krychelná pevnost betonu nedosáhne u betonu třídy:

C8/10 a nižší	4,0 MPa
C12/15 – C20/25	6,0 MPa
C20/25 a vyšší	8,0 MPa

Tepelný odpor krytu konstrukce nesmí být nižší než tepelný odpor bednění, je třeba dbát na stejnoměrné vychlazení konstrukce. Při teplotě prostředí pod +5°C se beton nesmí kropit vodou, vlhčit ani zaplavovat a je třeba zabránit působení deště a sněhu na povrch betonu. Pokud se beton ošetřuje proteplováním (ohřevem) a není stanoven na základě porovnávacích zkoušek technologický postup, nesmí teplota betonu při proteplování přestoupit hodnotu +70°C. Chladnutí povrchu konstrukce musí být pozvolné a rovnoměrné. Pokles teploty nesmí přesáhnout hodnotu 20°C /hod.

Podle dosavadních zkušeností s dosažitelností a účinností těchto opatření, je reálné provádět betonáž do teploty prostředí cca -5°C až -7°C. Pokud by teplota prostředí klesla pod tyto hodnoty, opatření výše uvedená by nemusela být účinná a proces tuhnutí a náběhu počátečních pevností by mohl být narušen. Pokud by se i v těchto podmínkách mělo betonovat, byla by vhodná masivnější opatření – např. elektroohřev.

12 BETONÁŽ V LETNÍM OBDOBÍ

Citace z časopisu Beton – Technologie, Konstrukce, Sanace, 2/2003 – Materiály a technologie: Letní betonáž, Doc. Ing. Dohnálek Jiří, CSc.

Za letní teploty se obvykle uvažují teploty nad 25°C ve stínu, kdy osluněný povrch betonové konstrukce může dosahovat teplot až 40-60°C. Hydratace cementu, která způsobuje zrání betonu je procesem, který je významně urychlován zvýšenými teplotami (zvýšení teploty o 15-20°C vede ke zvýšení rychlosti hydratace o 100%). Dále v letním období dochází k nárůstu teploty výchozích složek, zejména kameniva, které se také nepříznivě projevuje na vlastnostech betonu.

Hlavní změny parametrů betonu v důsledku betonáže za zvýšených teplot:

- Snížení zpracovatelnosti betonové směsi (zvýšení teploty o 15°C představuje 20% snížení zpracovatelnosti).
- Pokles pevnosti betonu až do úrovně cca 10%, který je dán poměrně rychlým odpařováním vody z povrchu betonové konstrukce i horšími podmínkami zpracování betonové směsi.
- Pokud je beton následně zvlhčen, lze počítat s dodatečným nárůstem betonu v delších termínech než jsou normové (28 dní).
- Z hlediska objemových změn je výrazné rané hydratační smrštění, které se projevuje u vyztužených konstrukcí trhlinami, které kopírují horní výztuž (viz foto). Tyto trhliny jsou pak následně rozšiřovány smrštěním vlivem rychlého vysychání betonu. Tyto trhliny mohou mít důsledky zasahující statiku konstrukce (soudržnost výztuže a betonu, celistvost průřezu), ale zejména jsou ze strany investora nepřijatelné z estetických důvodů, případně z hlediska trvanlivosti konstrukce.

Opatření pro bezrizikové betonáže v období vysokých teplot:

- Z technologických opatření se doporučuje použití betonové směsi s co nejnižším vývojem hydratačního tepla a zajištění co nejnižší teploty výchozích složek betonové směsi. Obvykle se doporučuje použití směsných cementů místo cementů čistě portlandských a použití zpomalovacích přísad. V betonárně by měla být připravena „letní receptura“ betonové směsi.
- Z organizačních opatření je nejjednodušší přesunutí betonáží na ranní, večerní či noční hodiny. Velkou výhodou je, pokud v době 6-12h po betonáži není beton přímo ozařován sluncem za vysokých teplot.
- Za efektivní ošetření betonové konstrukce lze považovat její zakrytí provlčenou geotextílií nebo jinou sorbující látkou. Pouhé kropení nebo mlžení nelze považovat za účinné opatření. Nelze také spoléhat na ochranné nástřiky, které odpar vody zbrzdí, ale nejsou schopny jej zablokovat.
- Vhodným opatřením je zmenšení betonovaných úseků za cenu nárůstu pracovních spár a zvýšení dohledu na technologickou kázní při ošetřování vybetonovaných částí.

13 SVAŘOVÁNÍ BETONÁŘSKÉ VÝZTUŽE

Svařování se řídí normami ČSN EN ISO 17660-1 a ČSN EN ISO 17660-2. Je-li na stavbě uvažováno s použitím nosných i nenosných svarových spojů betonářské výztuže, je nutné používat výztuž splňující podmínky normy ČSN EN 10080, která definuje omezení nutná pro svařitelnost. Jedná se o uhlíkový ekvivalent a o omezení obsahu některých dalších prvků viz ČSN EN 10080 bod 7.1.2 a bod 7.1.3.

7.1.2 Maximální hodnoty jednotlivých prvků a uhlíkového ekvivalentu nesmí přesahovat hodnoty uvedené v tabulce 2.

7.1.3 Hodnota uhlíkového ekvivalentu C_{eq} musí být spočtena pomocí následujícího vzorce:

$$C_{eq} = C + Mn/6 + (Cr+Mo+V)/5 + (Ni+Cu)/15$$

kde symboly chemických prvků označují jejich obsah v hmotnostních %.

POZNÁMKA Ohledně informací týkajících se svařování betonářských ocelí viz prEN ISO 17660.

Tabulka 2 – Chemické složení (hmotnostní %)

	Uhlík ^{a)}	Síra	Fosfor	Dusík ^{b)}	Měď	Hodnota uhlíkového ekvivalentu ^{a)}
	max.	max.	max.	max.	max.	max.
Tavební analýza	0,22	0,050	0,050	0,012	0,80	0,50
Výrobová analýza	0,24	0,055	0,055	0,014	0,85	0,52
^{a)} Povoluje se překročení maximální hodnoty uhlíku o 0,03 hm. % za předpokladu, že hodnota uhlíkového ekvivalentu je snížena o 0,02 hmotnostního %.						
^{b)} Vyšší obsahy dusíku se povolují v případě přítomnosti dostatečného množství prvků, které dusík váží.						

ČSN EN 10080, body 7.1.2 a 7.1.3 a Tabulka 2

Přípustné postupy svařování podle namáhání spoje jsou uvedeny v ČSN EN 1992-1-1 tabulce 3.4.

Tabulka 3.4 – Přípustné postupy svařování a příklady použití

Zatěžovací stav	Způsob svařování	Tažené tyče ¹⁾	Tlačené tyče ¹⁾
Převážně statický (viz 6.8.1 (2))	odporové svařování	tupý spoj	
	ruční obloukové svařování a obloukové svařování s plněnou elektrodou	tupý spoj s $\phi \geq 20$ mm, příložkové, přeplátované, křížové spoje ³⁾ , spoj s jinými ocelovými prvky	
	obloukové svařování v ochranné atmosféře ²⁾	příložkové, přeplátované, křížové spoje ³⁾ a spoj s jinými ocelovými prvky	
		–	tupý spoj s $\phi \geq 20$ mm
	svařování třením	tupý spoj, spoj s jinou ocelí	
	odporové bodové svařování	přeplátovaný spoj ⁴⁾ křížový spoj ^{2), 4)}	
Nikoliv převážně statický (viz 6.8.1 (2))	odporové svařování	tupý spoj	
	ruční obloukové svařování	–	tupý spoj s $\phi \geq 14$ mm
	obloukové svařování v ochranné atmosféře ²⁾	–	tupý spoj s $\phi \geq 14$ mm
	odporové bodové svařování	přeplátovaný spoj ⁴⁾ křížový spoj ^{2), 4)}	
POZNÁMKY			
¹⁾ Lze svařovat pouze tyče přibližně stejného jmenovitého průměru.			
²⁾ Přípustný poměr průměrů spojovaných tyčí $\geq 0,57$.			
³⁾ Pro nosné spoje $\phi \leq 16$ mm.			
⁴⁾ Pro nosné spoje $\phi \leq 28$ mm.			

Přípustné postupy svařování podle namáhání spoje (ČSN EN 1992-1-1)

Seznam způsobu svařování vhodných pro svařování betonářské výztuže je v tabulce 1 normy ČSN EN ISO 17660-1 respektive dle ISO 4063.

Tabulka 1 – Seznam metod svařování a jejich čísel podle ISO 4063

Metoda svařování	Název metody
111	Ruční obloukové svařování obalenou elektrodou
114	Obloukové svařování plněnou elektrodou bez ochranného plynu
135	Obloukové svařování tavící se elektrodou v aktivním plynu; MAG svařování
136	Obloukové svařování plněnou elektrodou v aktivním plynu
21	Bodové odporové svařování
23	Výstupkové svařování
24	Odtavovací stykové svařování
25	Stlačovací stykové svařování
42	Třecí svařování
47	Tlakové svařování s plamenovým ohřevem

Seznam způsobu svařování vhodných pro svařování betonářské výztuže

13.1 NENOSNÉ SVAROVÉ SPOJE

Dle ČSN EN ISO 17660-2 nesmí nenosné svary ovlivnit plnou únosnost a tažnost výztuže a postup svařování nesmí způsobit zkřehnutí materiálu. Nenosné svary je nutné provádět se stejnou pečlivostí jako nosné svary. Nenosné svary se používají pro zajištění tvaru armokošů a pro vodivé propojení armokošů při nebezpečí bludných proudů. Délka neúnosného svaru je dána jeho účelem. Pozor! Nenosné svary mohou při neodborném provádění poškodit staticky nutnou výztuž.

13.2 NOSNÉ SVAROVÉ SPOJE

Svařovací materiály u nosných svarových spojů musí mít minimální mez kluzu v tahu nejméně 70% meze kluzu základního materiálu – betonářské výztuže. U tupých nosných svarů musí být mez kluzu v tahu přídatných materiálů stejná nebo větší než mez kluzu svařované betonářské oceli. Nosné svary je možné provádět pouze v místech předepsaným statikem, mimo místa maximálního namáhání výztuže.

13.3 ZÁKLADNÍ PODMÍNKY PRO ÚSPĚŠNÉ SVAŘOVÁNÍ BETONÁŘSKÉ VÝZTUŽE:

- Před zahájením svařování ověřit kvalitu betonářské výztuže
- Při svařování betonářské výztuže je nutno postupovat dle ČSN EN 17660-1 resp. -2.
- Svářeč i svařovaný spoj musí být chráněni proti přímým účinkům povětrnostních vlivů, jako je vítr, déšť a sníh. V oblasti a okolí svařovaného spoje se musí odstranit veškerá nečistota, mastnota, oleje, vlhkost, koroze a okuje, povlaku a nátěry a vše, co může negativně ovlivnit kvalitu svaru. I vzdušná vlhkost může negativně ovlivnit kvalitu svaru.
- Každý svar musí být vizuálně kontrolován. Pro nosné svary platí stupeň jakosti C podle ISO 5817.
- Při svařování drátovými elektrodami je nutné používat pouze vakuová balení elektrod. Dle ČSN 420139 jsou betonářské oceli při dodržení podmínek svařování (parametrů svařování, vhodného výběru přídatného materiálu) a s ohledem na způsob výroby (řízení ochlazování, tváření za studena) vhodné ke svařování podle ČSN EN ISO 4063 metodou číslo: 21,24,111,114 a 135. Pro zajištění svařitelnosti a zabezpečení kvality svarových spojů betonářských ocelí vyráběných podle této normy je nutno, aby zpracovatel (organizace provádějící svářečské práce) splňoval požadavky stanovené v normách ČSN EN ISO 17660.

14 TRHLINY V BETONU

Trhliny v betonových konstrukcích jsou dvojího druhu. Jednak jsou to trhliny smršťovací, jednak ohybové. Příčina jejich vzniku může být samozřejmě i v kombinaci obou příčin.

K trhlinám ohybovým. Ohybová trhlina je nezbytně nutná pro aktivaci nosné funkce tahové výztuže. Moment na vzniku trhliny je výrazně menší, než moment únosnosti ohýbaného průřezu (v terminologii již neplatné ČSN 73 1201). Z uvedeného vyplývá, že vznik ohybové trhliny je zcela legitimní a všechny betonářské normy s ní počítají. Pro výpočet tuhostí betonového průřezu uvažuje literatura (tedy nejen ČSN) s třemi různými stádii. První, kdy ohybový moment nepřesahuje hodnotu momentu při vzniku trhlin - průřez působí jako homogenní. Třetí stadium začíná okamžikem, kdy ohybový moment přesáhne 5ti násobek hodnoty momentu při vzniku trhlin. V tomto případě se uvažuje tuhost se zcela vyloučeným betonem v tahu. Druhé stadium je mezi nimi a tuhost se stanovuje lineární interpolací (opět dle neplatné ČSN 73 1201).

Ohýbané průřezy se navrhují nejen na mezní stav únosnosti, ale i použitelnosti. To znamená, že se posuzuje deformace prvku a šířka trhliny. Přípustná šířka trhliny pro běžná prostředí v uzavřených objektech je podle většiny předpisů 0,3.

K trhlinám smršťovacím. Smršťování je naprosto přirozená vlastnost betonu, kterou není možno eliminovat. Lze jej redukovat např. ošetřením betonu, množstvím záměsové vody atd.. Metodika výpočtu je obsažena v Eurocodech (v ČR ČSN EN 1992-1-1), resp. Model Codu 90, který byl teoretickým zdrojem pro normy EN. Jiný postup zveřejnil Prof. Z. P. Bažant, model B3. Pokud si vyneseme průběh smršťování v čase, jedná se u všech metod přibližně o logaritmickou křivku, která se začíná zplošťovat přibližně v čase několika let. Ani potom však nemá graf vodorovný průběh, k vodorovné se pouze asymptoticky přibližuje. To znamená, že proces smršťování probíhá celou dobu životnosti konstrukce. Rozvoj trhlin se dá omezit výztuží. To však funguje tak, že je trhlin více, ale jsou menší.

Na závěr citace z normy.

14.1 ČSN EN 1992-1-1:2011

Stupeň vlivu prostředí	Železobetonové prvky a prvky předpjaté nesoudržnou výztuží	Prvky předpjaté soudržnou výztuží
	Kvazi-stálá kombinace zatížení	Častá kombinace zatížení
X0, XC1	0,4 ¹⁾	0,2
XC2, XC3, XC4	0,3	0,2 ²⁾
XD1, XD2, XS1, XS2, XS3		Dekomprese
¹⁾ Pro stupně vlivu prostředí X0, XC1 nemá šířka trhliny vliv na trvanlivost a uvedená hodnota má zajistit přijatelný vzhled. Pokud nejsou kladeny požadavky na vzhled, lze uvedenou hodnotu zvětšit.		
²⁾ Pro tyto stupně vlivu prostředí má být kromě toho posouzena dekomprese při kvazi-stálé kombinaci zatížení.		

ČSN EN 1992-1-1 část 7.3.1, Tabulka 7.1N

15 PROVÁDĚNÍ, TOLERANCE A KONTROLY

Nosná konstrukce bude prováděna do systémového bednění. Při provádění je nutno dodržet předepsané krytí výztuže a konzistenci betonové směsi v době ukládání betonu. Vhodným složením betonové směsi, dodržováním technologické kázně při transportu a v době ukládání betonové směsi a zejména kvalitním ošetřováním uloženého betonu jsou významně omezovány účinky od smršťování. Stropní desky je možné odbednit po dosažení 70% pevnosti betonu.

Umístění pracovních spár a jejich úpravu je třeba dohodnout se statikem.

Tolerance se obecně řídí ustanoveními ČSN EN 13670 Provádění betonových konstrukcí konkrétně kapitola 10 a Příloha G. Tolerance prefabrikovaných konstrukcí dále řeší norma ČSN 73 0210 - Geometrická přesnost ve výstavbě - Podmínky provádění – Část 1: Přesnost osazení.

Kontroly a kritéria shody jsou uvedeny v ČSN EN 206 Beton. Vlastnosti, výroba, ukládání a kritéria hodnocení změna Z3, kapitole 8.

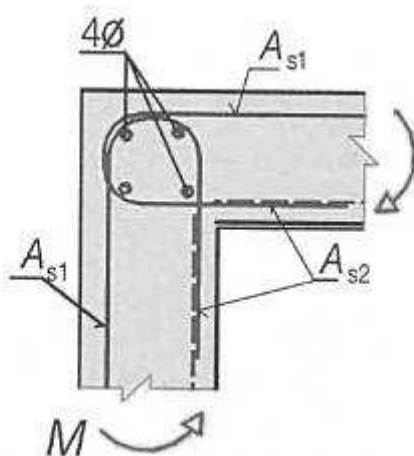
16 POŽADAVKY NA KONTROLU ZAKRÝVANÝCH KONSTRUKCÍ

U betonových konstrukcí se jedná o kontrolu výztuže před betonáží technickým dozorem, ve speciálních případech a na vyžádání statikem. Kontrolováno bude uložení výztuže v bednění – krycí vrstva betonu, soulad s výkresy výztuže atd., Kontroly budou probíhat dle ČSN EN 13670-1 Provádění betonových konstrukcí - Část 1: Společná ustanovení, změna Z1.

17 VYZTUŽENÍ STYKU ŽELEZOBETONOVÁ STĚNA DESKA

Rámové rohy monolitických železobetonových konstrukcí jsou vyztuženy v souladu s doporučeným postupem podle normy ČSN EN 1992-1-1 vycházejícím z nelineárních analýz, praktických zkušeností a závěru experimentů. Jak vlastních, tak s odkazem na příspěvek v odborném časopise BETON 5/2010 v sekci Věda a výzkum od autorů ing. Jiřího Šmejkal, CSc. a Prof. Ing. Jaroslava Procházky, CSc. na stranách 66-73.

Vyztužení podle níže uvedeného obrázku je vhodné pro napojení stropní desky na železobetonovou stěnu. Spojení je vhodné pro stupeň vyztužení podélnou výztuží $\rho_L \leq 0,4 \%$ s průměrem podélné výztuže $\Phi_L \leq d/20$, kde d je účinná výška průřezu desky.



Vyztužení rámového rohu

18 OBECNÁ KOMBINAČNÍ PRAVIDLA ZATĚŽOVACÍCH STAVŮ

18.1 KOMBINACE PODLE METODIKY EN 1990:2004

Kombinace pro ověřování mezních stavů únosnosti v trvalých a dočasných návrhových situacích dle NA ČSN EN 1990 čl. 2.4 a 2.5:

Pozn.: Složené závorky „{ }“ představují výběrovou množinu, z níž je do kombinace vybírán vždy nejvíce nepříznivý účinek požadované veličiny.

- a) EQU – ztráta statické rovnováhy konstrukce - tab. A1.2(A)(CZ)

$$\begin{aligned} 1,1G_{k,j,\text{sup}} + \{1,5Q_{k,1}; 0\} + \{1,5\psi_{0,i}Q_{k,i}; 0\} \\ 0,9G_{k,j,\text{inf}} + \{1,5Q_{k,1}; 0\} + \{1,5\psi_{0,i}Q_{k,i}; 0\} \end{aligned} \quad (\text{výraz 6.10})$$

- b) STR – porucha, o níž rozhoduje pevnost konstrukčního materiálu - tab. A1.2(B)(CZ) -1 (bez geotechnických zatížení)

$$\begin{aligned} 1,35G_{k,j,\text{sup}} + \{1,5\psi_{0,1}Q_{k,1}; 0\} + \{1,5\psi_{0,i}Q_{k,i}; 0\} \\ 1,00G_{k,j,\text{inf}} + \{1,5\psi_{0,1}Q_{k,1}; 0\} + \{1,5\psi_{0,i}Q_{k,i}; 0\} \end{aligned} \quad (\text{výraz 6.10a})$$

$$\begin{aligned} 1,15G_{k,j,\text{sup}} + \{1,5Q_{k,1}; 0\} + \{1,5\psi_{0,i}Q_{k,i}; 0\} \\ 1,00G_{k,j,\text{inf}} + \{1,5Q_{k,1}; 0\} + \{1,5\psi_{0,i}Q_{k,i}; 0\} \end{aligned} \quad (\text{výraz 6.10b})$$

- c) GEO – porucha, o níž rozhoduje odolnost základové půdy - tab. A1.2(B)(CZ), A1.2(C)(CZ) (obsahuje geotechnická zatížení)

$$1,00G_{k,j,\text{sup/inf}} + \{1,3Q_{k,1}; 0\} + \{1,3\psi_{0,i}Q_{k,i}; 0\} \quad (\text{výraz 6.10})$$

$$\begin{aligned} 1,35G_{k,j,\text{sup}} + \{1,5\psi_{0,1}Q_{k,1}; 0\} + \{1,5\psi_{0,i}Q_{k,i}; 0\} \\ 1,00G_{k,j,\text{inf}} + \{1,5\psi_{0,1}Q_{k,1}; 0\} + \{1,5\psi_{0,i}Q_{k,i}; 0\} \end{aligned} \quad (\text{výraz 6.10a})$$

$$\begin{aligned} 1,15G_{k,j,\text{sup}} + \{1,5Q_{k,1}; 0\} + \{1,5\psi_{0,i}Q_{k,i}; 0\} \\ 1,00G_{k,j,\text{inf}} + \{1,5Q_{k,1}; 0\} + \{1,5\psi_{0,i}Q_{k,i}; 0\} \end{aligned} \quad (\text{výraz 6.10b})$$

Kombinace pro ověřování mezních stavů únosnosti v seizmických návrhových situacích dle NA ČSN EN 1990 čl. 2.6:

$$G_{k,j,\text{sup/inf}} + \{\gamma_I A_{Ek}; A_{Ed}\} + \psi_{2,i} Q_{k,i} \quad (\text{výraz 6.12a/b})$$

Kombinace pro ověřování mezních stavů únosnosti v mimořádných návrhových situacích dle NA ČSN EN 1990 čl. 2.6:

$$\{G_{k,j,\text{sup}}; G_{k,j,\text{inf}}\} + A_d + \{\psi_{1,1}; \psi_{2,1}\} Q_{k,1} + \psi_{2,i} Q_{k,i} \quad (\text{výraz 6.11a/b})$$

Kombinace pro ověřování mezních stavů použitelnosti dle ČSN EN 1990 čl. A1.4, tabulka A1.4:



Charakteristická

$$\{G_{k,j,\text{sup}}; G_{k,j,\text{inf}}\} + Q_{k,1} + \psi_{0,i} Q_{k,i} \quad (\text{výraz 6.14})$$

Častá

$$\{G_{k,j,\text{sup}}; G_{k,j,\text{inf}}\} + \psi_{1,1} Q_{k,1} + \psi_{2,i} Q_{k,i} \quad (\text{výraz 6.15})$$

Kvazistálá

$$\{G_{k,j,\text{sup}}; G_{k,j,\text{inf}}\} + \psi_{2,1} Q_{k,1} + \psi_{2,i} Q_{k,i} \quad (\text{výraz 6.16})$$

Zatížení je ve smyslu ČSN EN podle proměnnosti v čase klasifikováno takto:

G – stálá zatížení,

S – geotechnická stálá,

P – zatížení od předpětí (stálá))

Q – proměnná zatížení

A – mimořádná zatížení

$G_{k,j,\text{sup}}$ – horní charakteristická hodnota j -tého stálého zatížení (95% kvantil)

$G_{k,j,\text{inf}}$ – dolní charakteristická hodnota j -tého stálého zatížení (5% kvantil)

$Q_{k,1}$ – charakteristická hodnota hlavního proměnného zatížení

$Q_{k,i}$ – charakteristická hodnota i -tého proměnného zatížení

y_0 – součinitel pro kombinační hodnotu proměnného zatížení

y_1 – součinitel pro častou hodnotu proměnného zatížení

y_2 – součinitel pro kvazistálou hodnotu proměnného zatížení



19 POŽADAVKY NA BEZPEČNOST PŘI PROVÁDĚNÍ

Veškeré práce budou prováděny podle platných předpisů o bezpečnosti a ochraně zdraví při práci. Všichni pracovníci zhotovitele budou používat pracovní pomůcky a ochranné prostředky ve smyslu platných předpisů. Zhotovitel zpracuje pro uvedené práce v tomto projektu Technologický postup.

Základním bezpečnostním předpisem je zákon č. 309/ 2006 Sb. a vyhlášky č. 591/2006 Sb., č. 362/2005 Sb. Při provádění stavebních prací nesmí docházet k poškozování životního prostředí. Celý prostor staveniště musí být označen a zabezpečen proti přístupu nepovolaných osob.

Je nutno dodržovat vymezení ploch určených pro pojezd stavebních mechanismů. Při stavebních pracích za snížené viditelnosti musí být zajištěno dostatečné osvětlení.



20 STATICKÝ VÝPOČET

Projekt

Datum : 10.12.2021

Nastavení

Standardní - EN 1997 - DA2

Materiály a normy

Betonové konstrukce : EN 1992-1-1 (EC2)

Součinitele EN 1992-1-1 : standardní

Výpočet zdí

Metodika posouzení : výpočet podle EN 1997

Výpočet aktivního tlaku : Coulomb (ČSN 730037)

Výpočet pasivního tlaku : Caquot-Kerisel (ČSN 730037)

Výpočet zeměřesení : Mononobe-Okabe

Tvar zemního klínu : počítat šikmý

Výstupek základu : výstupek uvažovat jako šikmou základovou spáru

Dovolená excentricita : 0,333

Návrhový přístup : 2 - redukce zatížení a odporu

Součinitele redukce zatížení (F)			
Trvalá návrhová situace			
		Nepříznivé	Příznivé
Stálé zatížení :	$Y_G =$	1,35 [-]	1,00 [-]
Proměnné zatížení :	$Y_Q =$	1,50 [-]	0,00 [-]
Zatížení vodou :	$Y_w =$	1,35 [-]	

Součinitele redukce odporu (R)			
Trvalá návrhová situace			
Součinitel redukce odporu na překlopení :	$Y_{Rv} =$	1,40 [-]	
Součinitel redukce odporu na posunutí :	$Y_{Rh} =$	1,10 [-]	
Součinitel redukce odporu základové půdy :	$Y_{Re} =$	1,40 [-]	

Kombinační součinitele pro proměnná zatížení			
Trvalá návrhová situace			
Součinitel kombinační hodnoty :	$\psi_0 =$	0,70 [-]	
Součinitel časté hodnoty :	$\psi_1 =$	0,50 [-]	
Součinitel kvazistálé hodnoty :	$\psi_2 =$	0,30 [-]	

Materiál konstrukce

Objemová tíha $\gamma = 23,00 \text{ kN/m}^3$

Výpočet betonových konstrukcí proveden podle normy EN 1992-1-1 (EC2).

Beton: C 30/37

Válcová pevnost v tlaku

$$f_{ck} = 30,00 \text{ MPa}$$

Pevnost v tahu

$$f_{ctm} = 2,90 \text{ MPa}$$

Ocel podélná: B500B

Mez kluzu

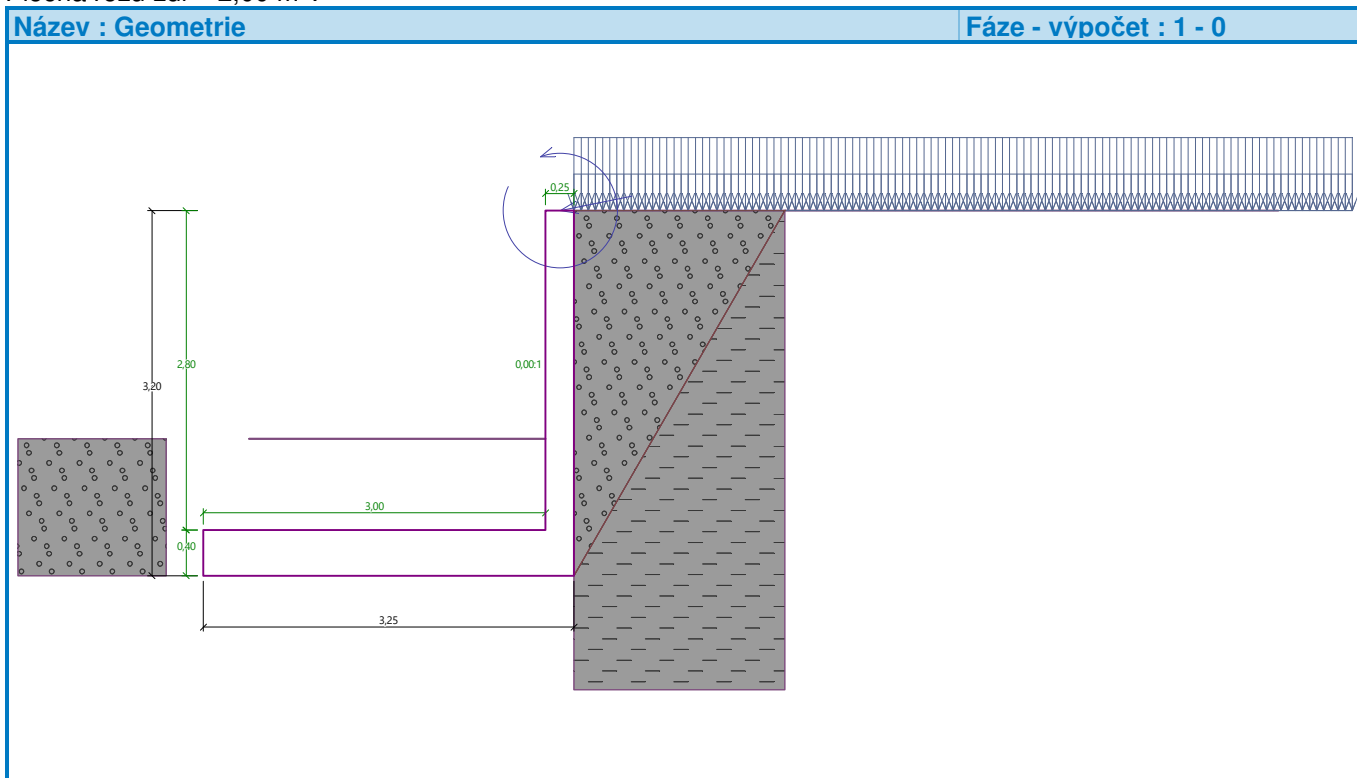
$$f_{yk} = 500,00 \text{ MPa}$$

Geometrie konstrukce

Číslo	Pořadnice X [m]	Hloubka Z [m]
1	0,00	0,00
2	0,00	2,80
3	0,00	3,20
4	-3,25	3,20
5	-3,25	2,80
6	-0,25	2,80
7	-0,25	0,00

Počátek [0,0] je v nejhořejším pravém bodu zdi.

Plocha řezu zdi = 2,00 m².



Základní parametry zemín

Číslo	Název	Vzorek	φ_{ef} [°]	c_{ef} [kPa]	γ [kN/m ³]	γ_{su} [kN/m ³]	δ [°]
1	Třída F6, konzistence tuhá		18,00	10,00	21,00	11,00	5,00
2	Třída G2, středně ulehlá		35,50	0,00	20,00	10,00	5,00

Parametry zemín pro výpočet tlaku v klidu

Číslo	Název	Vzorek	Typ výpočtu	φ_{ef} [°]	ν [-]	OCR [-]	K_r [-]
1	Třída F6, konzistence tuhá		soudržná	-	0,40	-	-
2	Třída G2, středně ulehlá		nesoudržná	35,50	-	-	-

**Parametry zemin****Třída F6, konzistence tuhá**

Objemová tíha :	γ = 21,00 kN/m ³
Napjatost :	efektivní
Úhel vnitřního tření :	φ_{ef} = 18,00 °
Soudržnost zeminy :	c_{ef} = 10,00 kPa
Třecí úhel kce-zemina :	δ = 5,00 °
Zemina :	soudržná
Poissonovo číslo :	ν = 0,40
Obj.tíha sat.zeminy :	γ_{sat} = 21,00 kN/m ³

Třída G2, středně ulehlá


Objemová tíha :	γ = 20,00 kN/m ³
Napjatost :	efektivní
Úhel vnitřního tření :	φ_{ef} = 35,50 °
Soudržnost zeminy :	c_{ef} = 0,00 kPa
Třecí úhel kce-zemina :	δ = 5,00 °
Zemina :	nesoudržná
Obj.tíha sat.zeminy :	γ_{sat} = 20,00 kN/m ³

Zásyp za konstrukcí

Přiřazená zemina : Třída G2, středně ulehlá

Sklon = 60,00 °

Geologický profil a přiřazení zemin

Číslo	Mocnost vrstvy t [m]	Hloubka z [m]	Přiřazená zemina	Vzorek
1	-	0,00 .. ∞	Třída F6, konzistence tuhá	

Založení

Typ založení : zemina - geologický profil

Tvar terénu

Terén za konstrukcí je rovný.

Vliv vody

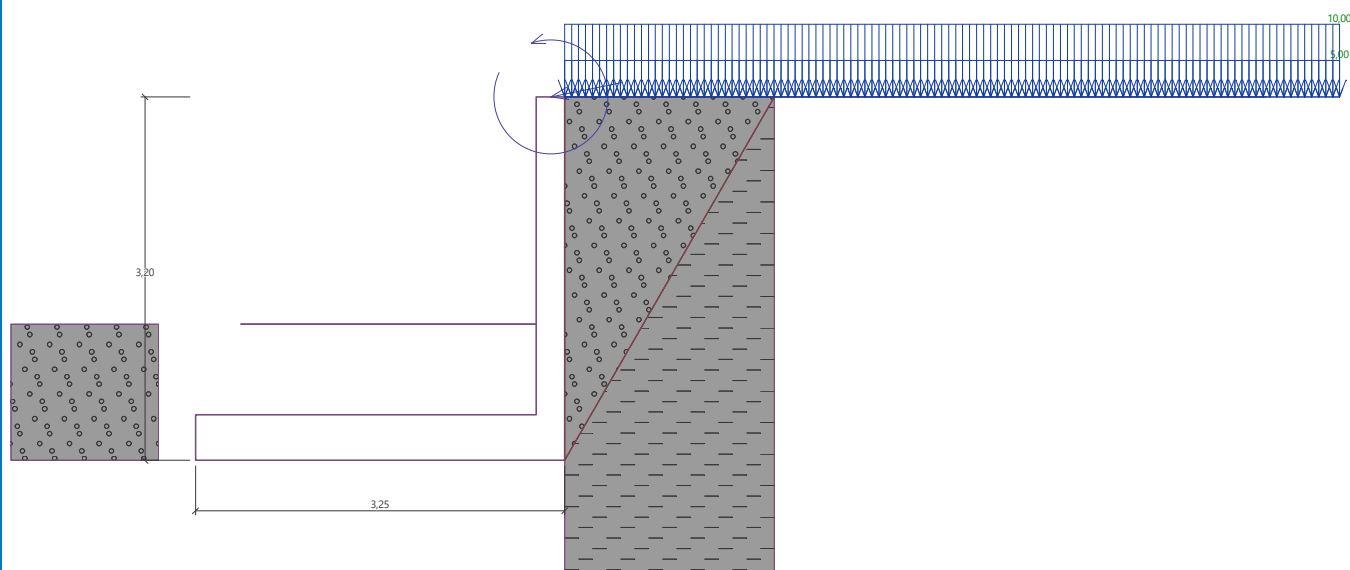
Hladina podzemní vody je pod úrovní konstrukce.

Zadaná plošná přitížení

Číslo	Přítížení		Působ.	Vel.1 [kN/m ²]	Vel.2 [kN/m ²]	Poř.x x [m]	Délka l [m]	Hloubka z [m]
	nové	změna						
1	Ano		stálé	5,00				na terénu
2	Ano		proměnné	10,00				na terénu
Číslo	Název							
1	Skladba na terénu							
2	Užitné (např. zatížení dopravou)							

Název : Přetížení

Fáze - výpočet : 1 - 0



Odpor na líci konstrukce

Odpor na líci konstrukce: 1/3 pas., 2/3 v klidu

Zemina na líci konstrukce - Třída G2, středně ulehlá

Třecí úhel kce-zemina $\delta = 5,00^\circ$

Výška zeminy před zdí $h = 1,20 \text{ m}$

Terén před konstrukcí je rovný.

Zadané síly působící na konstrukci

Číslo	Síla		Název	Působ.	F_x [kN/m]	F_z [kN/m]	M [kNm/m]	x [m]	z [m]
	nová	změna							
1	Ano		Ocelový přístřešek	proměnné	-2,50	0,50	-2,00	-0,12	0,00

Nastavení výpočtu fáze

Návrhová situace : trvalá

Zed' se může přemístit, je počítána na zatížení aktivním tlakem.

Posouzení čís. 1

Spočtené síly působící na konstrukci

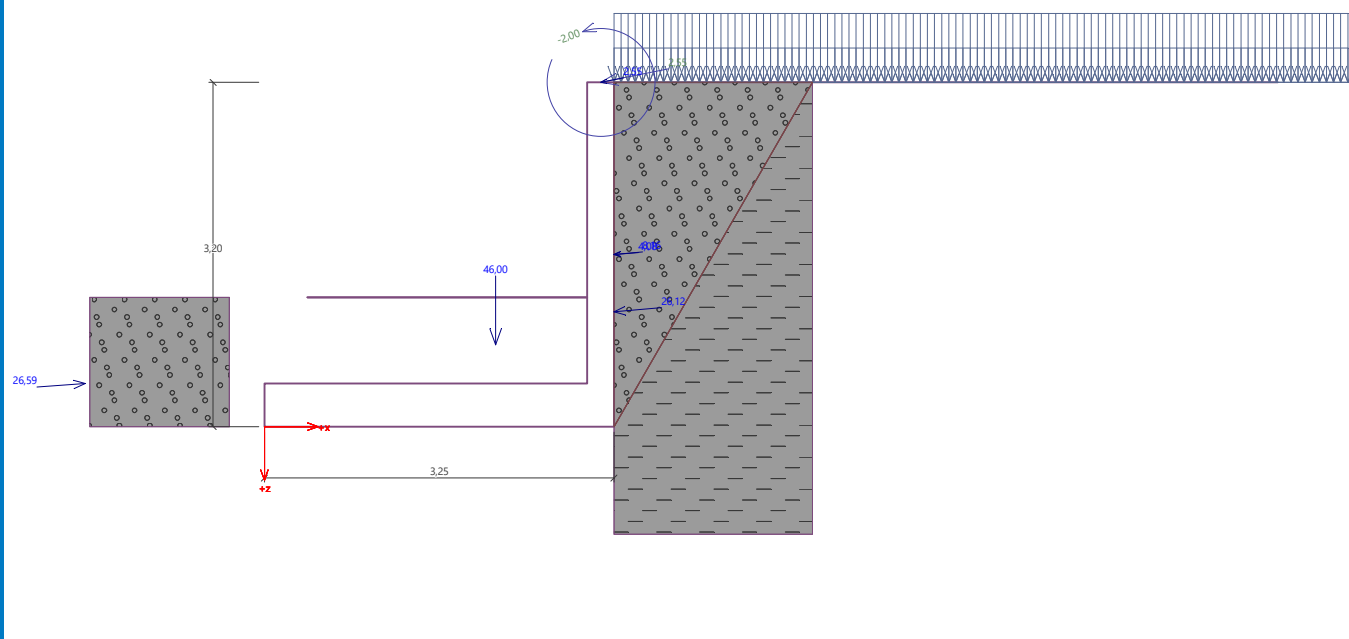
Název	F_{hor} [kN/m]	Působíště z [m]	F_{vert} [kN/m]	Působíště x [m]	Koef. překl.	Koef. posun.	Koef. napětí
Tíh.- zed'	0,00	-0,76	46,00	2,15	1,000	1,000	1,350
Odpor na líci	-26,52	-0,40	-1,94	-1,67	1,000	1,000	1,350
Aktivní tlak	26,02	-1,07	2,28	3,25	1,350	1,350	1,350
Skladba na terénu	4,07	-1,60	0,36	3,25	1,350	1,350	1,350
Užitné (např. zatížení dopravou)	8,13	-1,60	0,71	3,25	1,500	1,500	1,500
Ocelový přístřešek	2,50	-3,20	0,50	3,13	1,500	1,500	1,500

Posouzení celé zdi

Posouzení na překlopení

Moment vzdorující $M_{res} = 85,36 \text{ kNm/m}$ Moment klopící $M_{ovr} = 70,14 \text{ kNm/m}$ **Zed' na překlpení VYHOVUJE****Posouzení na posunutí**Vodor. síla vzdorující $H_{res} = 32,76 \text{ kN/m}$ Vodor. síla posunující $H_{act} = 30,04 \text{ kN/m}$ **Zed' na posunutí VYHOVUJE****Celkové posouzení - ZED' VYHOVUJE**

Maximální napětí v základové spáře : 24,75 kPa

Název : Posouzení**Fáze - výpočet : 1 - 1**

Únosnost základové půdy

Síly působící ve středu základové spáry

Číslo	Moment [kNm/m]	Norm. síla [kN/m]	Pos. síla [kN/m]	Excentricita [-]	Napětí [kPa]
1	16,55	64,85	20,76	0,079	23,67
2	30,96	49,43	30,04	0,193	24,75

Normové síly působící ve středu základové spáry (výpočet sedání)

Číslo	Moment [kNm/m]	Norm. síla [kN/m]	Pos. síla [kN/m]
1	9,92	47,90	14,19

Posouzení únosnosti základové půdy

Tvar napětí v základové půdě : obdélník

Posouzení excentricityMax. excentricita normálové síly $e = 0,193$ Maximální dovolená excentricita $e_{alw} = 0,333$

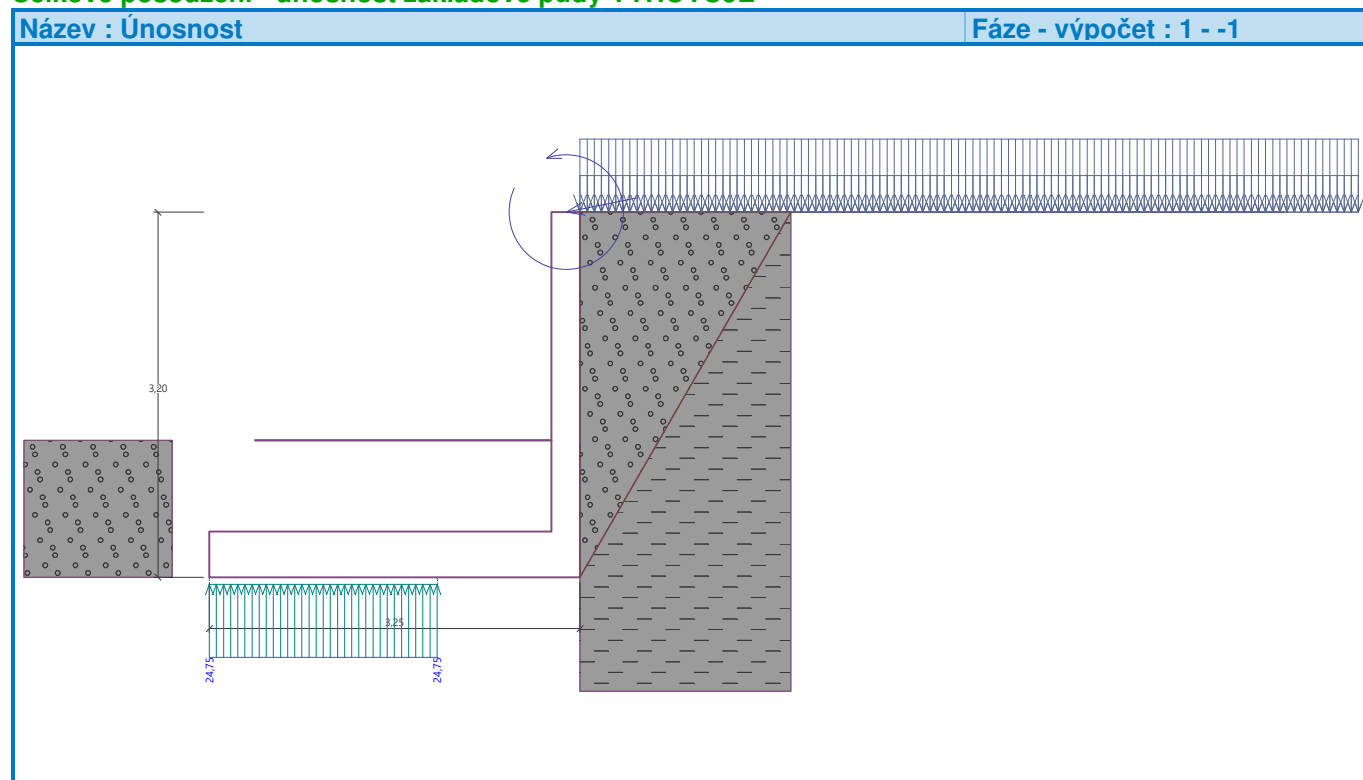
Excentricita normálové síly VYHOVUJE

Posouzení únosnosti základové spáry

Únosnost základové půdy $R = 150,00 \text{ kPa}$
Součinitel redukce odporu základové půdy $\gamma_{Rv} = 1,40$
Max. napětí v základové spáře $\sigma = 24,75 \text{ kPa}$
Návrhová únosnost základové půdy $R_d = 107,14 \text{ kPa}$

Únosnost základové půdy VYHOVUJE

Celkové posouzení - únosnost základové půdy VYHOVUJE



Dimenzace čís. 1

Posouzení dříku - přední výztuž

Spočtené síly působící na konstrukci

Název	F_{hor} [kN/m]	Působíště z [m]	F_{vert} [kN/m]	Působíště x [m]	Koef. moment	Koef. norm.sila	Koef. pos.sila
Tíh.- zed'	0,00	-1,40	16,09	0,12	1,000	1,350	1,000
Odpor na líci	-11,77	-0,27	-0,87	0,00	1,000	1,000	1,000
Tlak v klidu	32,87	-0,93	0,00	0,25	1,350	1,000	1,350
Skladba na terénu	5,87	-1,40	0,00	0,25	1,350	1,000	1,350
Užitné (např. zatížení dopravou)	11,74	-1,40	0,00	0,25	1,500	0,000	1,500
Ocelový přístřešek	2,50	-2,80	0,50	0,13	1,500	1,500	1,500

Posouzení dříku - přední výztuž

Přední výztuž není nutná.


Posouzení dříku - zadní výztuž
Spočtené síly působící na konstrukci

Název	F_{hor} [kN/m]	Působíště z [m]	F_{vert} [kN/m]	Působíště x [m]	Koef. moment	Koef. norm.sila	Koef. pos.sila
Tíh.- zeď	0,00	-1,40	16,09	0,12	1,000	1,350	1,000
Odpor na líci	-11,77	-0,27	-0,87	0,00	1,000	1,000	1,000
Tlak v klidu	32,87	-0,93	0,00	0,25	1,350	1,000	1,350
Skladba na terénu	5,87	-1,40	0,00	0,25	1,350	1,000	1,350
Užitné (např. zatížení dopravou)	11,74	-1,40	0,00	0,25	1,500	0,000	1,500
Ocelový přístřešek	2,50	-2,80	0,50	0,13	1,500	1,500	1,500

Posouzení dříku - zadní výztuž

Posouzení zdi v pracovní spáře 2,80 m od koruny zdi

Vyztužení a rozměry průřezu

6 ks profil 20,0 mm, krytí 50,0 mm

 Zadaná plocha výztuže = 1885,0 mm²

 Nutná plocha výztuže = 1130,3 mm²

Šířka průřezu = 1,00 m

Výška průřezu = 0,25 m

 Stupeň vyztužení $\rho = 0,99 \% > 0,15 \% = \rho_{min}$

 Poloha neutrálné osy $x = 0,05 \text{ m} < 0,12 \text{ m} = x_{max}$

 Posouvající síla na mezi únosnosti $V_{Rd} = 141,31 \text{ kN} > 61,89 \text{ kN} = V_{Ed}$

 Moment na mezi únosnosti $M_{Rd} = 139,76 \text{ kNm} > 87,33 \text{ kNm} = M_{Ed}$
Průřez VYHOVUJE.
Posouzení výstupku
Spočtené síly působící na konstrukci

Název	F_{hor} [kN/m]	Působíště z [m]	F_{vert} [kN/m]	Působíště x [m]	Výpočtový koeficient
Tíh.- zeď	0,00	-0,76	46,00	2,15	1,350
Odpor na líci	-26,52	-0,40	-1,94	-1,67	1,350
Aktivní tlak	26,02	-1,07	2,28	3,25	1,350
Skladba na terénu	4,07	-1,60	0,36	3,25	1,350
Užitné (např. zatížení dopravou)	8,13	-1,60	0,71	3,25	1,500
Ocelový přístřešek	2,50	-3,20	0,50	3,13	1,500

Posouzení výstupku

Vyztužení a rozměry průřezu

6 ks profil 16,0 mm, krytí 50,0 mm

 Zadaná plocha výztuže = 1206,4 mm²

 Nutná plocha výztuže = 598,7 mm²

Šířka průřezu = 1,00 m

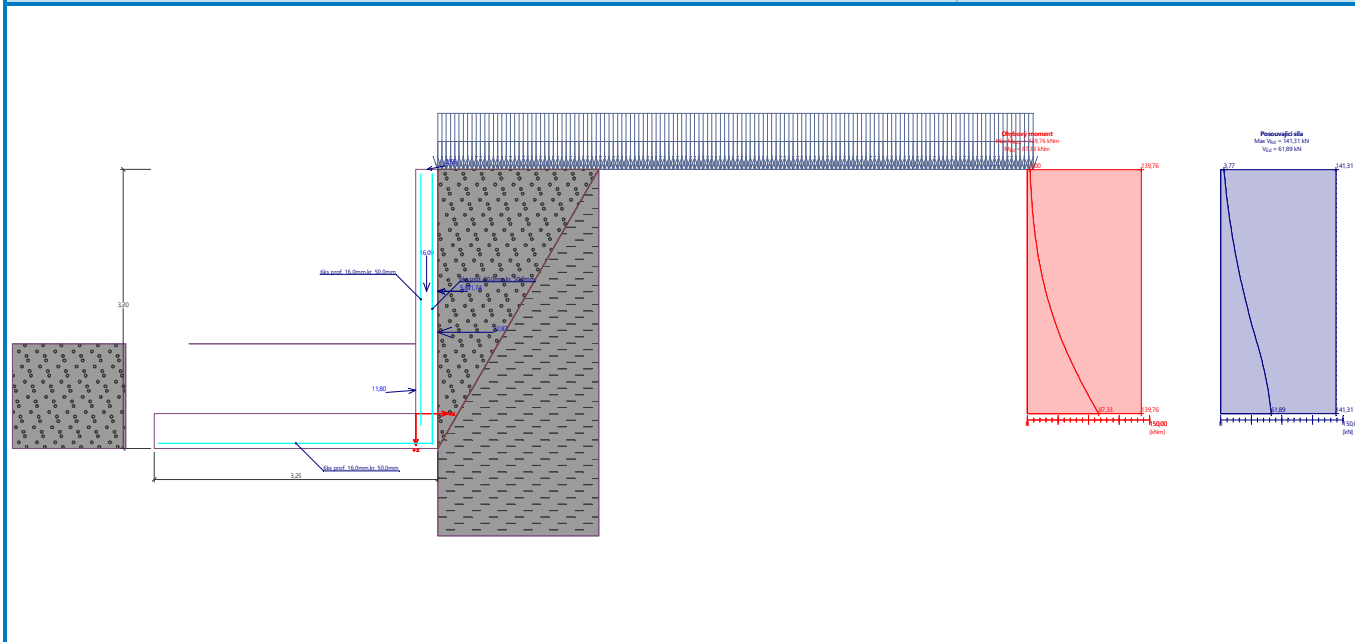
Výška průřezu = 0,40 m

 Stupeň vyztužení $\rho = 0,35 \% > 0,15 \% = \rho_{min}$

 Poloha neutrálné osy $x = 0,03 \text{ m} < 0,21 \text{ m} = x_{max}$

 Posouvající síla na mezi únosnosti $V_{Rd} = 159,00 \text{ kN} > 34,43 \text{ kN} = V_{Ed}$

 Moment na mezi únosnosti $M_{Rd} = 172,50 \text{ kNm} > 87,33 \text{ kNm} = M_{Ed}$
Průřez VYHOVUJE.

Název : Dimenzování
Fáze - výpočet : 1 - 1

Výpočet stability svahu
Vstupní data
Projekt
Nastavení

Standardní - EN 1997 - DA2

Stabilitní výpočty

Metodika posouzení : výpočet podle EN 1997

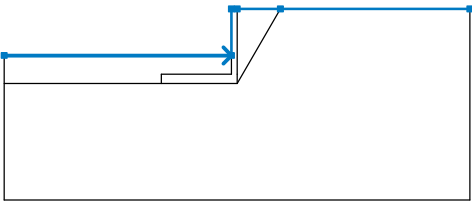
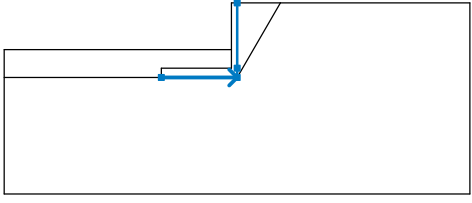
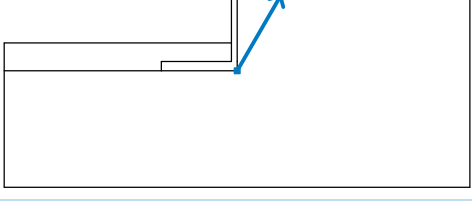
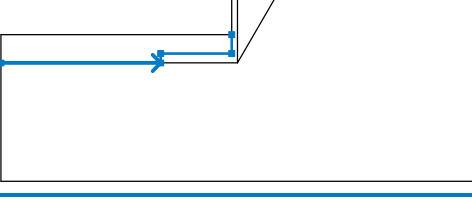
Výpočet zemětřesení : Standard

Návrhový přístup : 2 - redukce zatížení a odporu

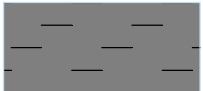
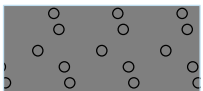
Součinitele redukce zatížení (F)			
Trvalá návrhová situace			
		Nepříznivé	Příznivé
Stálé zatížení :	$\gamma_G =$	1,35 [-]	1,00 [-]
Proměnné zatížení :	$\gamma_Q =$	1,50 [-]	0,00 [-]
Zatížení vodou :	$\gamma_w =$	1,35 [-]	

Součinitele redukce odporu (R)		
Trvalá návrhová situace		
Součinitel redukce odporu na smyk. ploše :	$\gamma_{Rs} =$	1,10 [-]


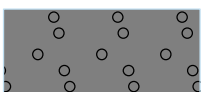
Rozhraní

Číslo	Umístění rozhraní	Souřadnice bodů rozhraní [m]					
		x	z	x	z	x	z
1		-10,00	-2,00	-0,25	-2,00	-0,25	0,00
		0,00	0,00	1,85	0,00	10,00	0,00
2		-3,25	-3,20	0,00	-3,20	0,00	-2,80
		0,00	0,00				
3		0,00	-3,20	1,85	0,00		
4		-10,00	-3,20	-3,25	-3,20	-3,25	-2,80
		-0,25	-2,80	-0,25	-2,00		

Parametry zemin - efektivní napjatost

Číslo	Název	Vzorek	φ_{ef} [°]	c_{ef} [kPa]	γ [kN/m ³]
1	Třída F6, konzistence tuhá		18,00	10,00	21,00
2	Třída G2, středně ulehlá		35,50	0,00	20,00

Parametry zemin - vztlak

Číslo	Název	Vzorek	γ_{sat} [kN/m ³]	γ_s [kN/m ³]	n [–]
1	Třída F6, konzistence tuhá		21,00		
2	Třída G2, středně ulehlá		20,00		

Parametry zemin

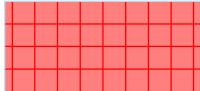
Třída F6, konzistence tuhá

Objemová tíha :	$\gamma = 21,00 \text{ kN/m}^3$
Napjatost :	efektivní
Úhel vnitřního tření :	$\varphi_{ef} = 18,00^\circ$
Soudržnost zeminy :	$c_{ef} = 10,00 \text{ kPa}$
Obj.tíha sat.zeminy :	$\gamma_{sat} = 21,00 \text{ kN/m}^3$

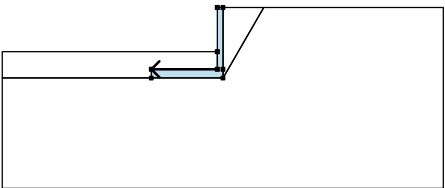
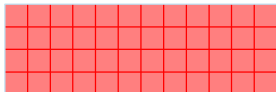
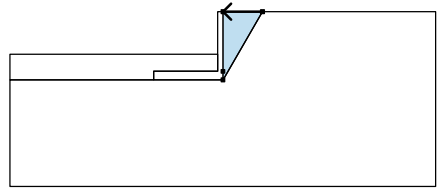
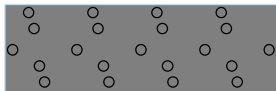
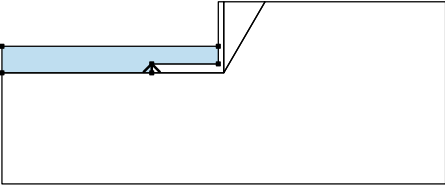
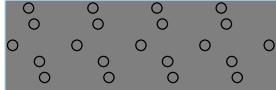
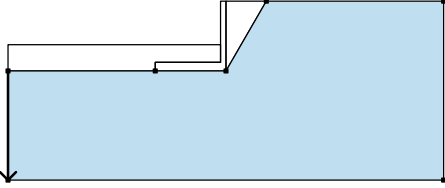
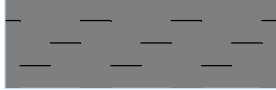
Třída G2, středně ulehlá

Objemová tíha :	$\gamma = 20,00 \text{ kN/m}^3$
Napjatost :	efektivní
Úhel vnitřního tření :	$\varphi_{ef} = 35,50^\circ$
Soudržnost zeminy :	$c_{ef} = 0,00 \text{ kPa}$
Obj.tíha sat.zeminy :	$\gamma_{sat} = 20,00 \text{ kN/m}^3$

Tuhá tělesa

Číslo	Název	Vzorek	γ [kN/m ³]
1	Materiál konstrukce		23,00

Přiřazení a plochy

Číslo	Umístění plochy	Souřadnice bodů plochy [m]				Přiřazená zemina
		x	z	x	z	
1		-0,25	-2,80	-3,25	-2,80	Materiál konstrukce 
		-3,25	-3,20	0,00	-3,20	
		0,00	-2,80	0,00	0,00	
		-0,25	0,00	-0,25	-2,00	
2		1,85	0,00	0,00	0,00	Třída G2, středně ulehlá 
		0,00	-2,80	0,00	-3,20	
3		-3,25	-3,20	-3,25	-2,80	Třída G2, středně ulehlá 
		-0,25	-2,80	-0,25	-2,00	
		-10,00	-2,00	-10,00	-3,20	
4		-10,00	-3,20	-10,00	-8,20	Třída F6, konzistence tuhá 
		10,00	-8,20	10,00	0,00	
		1,85	0,00	0,00	-3,20	
		-3,25	-3,20			

Přetížení

Číslo	Typ	Působení	Umístění z [m]	Počátek x [m]	Délka l [m]	Šířka b [m]	Sklon α [°]	Velikost		
								q, q_1, f, F, x	q_2, z	jednotka
1	pásové	stálé	na povrchu	$x = 0,00$	$l = 10,00$		0,00	5,00		kN/m ²
2	pásové	proměnné	na povrchu	$x = 0,00$	$l = 10,00$		0,00	10,00		kN/m ²

Názvy přetížení

Číslo	Název
1	Skladba na terénu
2	Užitné (např. zatížení dopravou)

Voda

Typ vody : Voda není

Tahová trhlina

Tahová trhlina není zadána.

Zemětřesení

Se zemětřesením se nepočítá.

Nastavení výpočtu fáze

Návrhová situace : trvalá

Výsledky (Fáze budování 1)

Výpočet 1

Kruhová smyková plocha

Parametry smykové plochy					
Střed :	x =	-1,60 [m]	Úhly :	α_1 =	-45,35 [°]
	z =	1,50 [m]		α_2 =	72,47 [°]
Poloměr :	R =	4,98 [m]			
Smyková plocha po optimalizaci.					

Posouzení stability svahu (Bishop)

Sumace aktivních sil : $F_a = 140,55$ kN/m

Sumace pasivních sil : $F_p = 230,34$ kN/m

Moment sesouvající : $M_a = 699,92$ kNm/m

Moment vzdorující : $M_p = 1042,80$ kNm/m

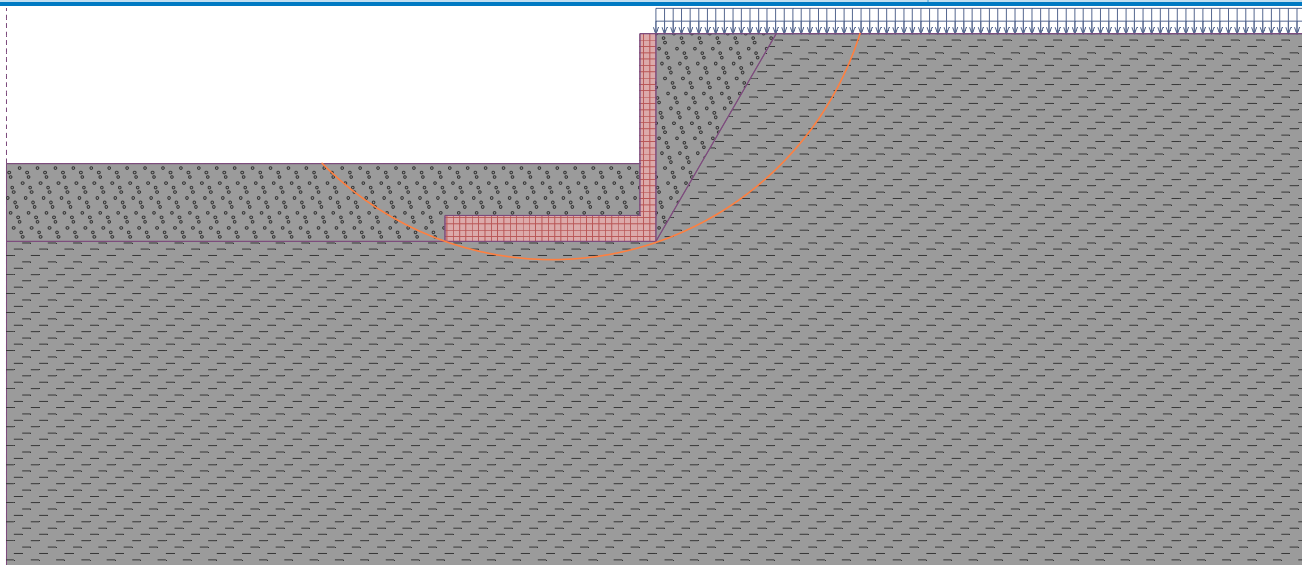
Využití : 67,1 %

Stabilita svahu VYHOVUJE



Název : Stabilita

Fáze - výpočet : 1 - 1



21 ZÁVĚR

Uživatel navržené a posouzené konstrukce si musí být plně vědom podmínek a předpokladů užívání objektu, ty jsou obecně platné podle stávajících norem EC a dalších předpisů, případné výjimky jsou definovány v této zprávě.

Konstrukce musí být za provozu řádně udržována. Celkový stav konstrukce bude zjišťován pravidelně se opakujícími prohlídkami prováděnými odborně způsobilou osobou.

Životnost stavby je stanovena dle EN 1990, článku NA1.1, tabulky 2.1 (CZ) – kategorie návrhové životnosti 4, informativní návrhová životnost 50 let.

Úroveň kontroly při navrhování je klasifikována dle EN 1990, přílohy B, tabulka B.4 jako běžná – kontrola jinými osobami organizace, než jsou ty, které zpracovaly návrh, a v souladu s obvyklými postupy organizace, tj. úroveň kontroly při navrhování DSL2.

Dle vybraných a zavedených opatření managementu jakosti musí zhotovitel stavby zavést patřičnou úroveň kontroly během provádění. Minimální úroveň kontroly během provádění IL2 dle EN 1990, přílohy B, tabulka B.5 – běžná kontrola v souladu s postupy organizace.

Konstrukce musí být zhotoveny a provedeny v souladu s platnými normami.

Tento projekt neřeší napojení na zemnicí systém. V případě potřeby bude řešeno dle elektro-části realizačního projektu.

Pokud je v dokumentaci uveden konkrétní název výrobku slouží pouze jako technický nebo designový vzor, lze jej nahradit výrobkem stejného nebo vyššího standardu než má uvedený příklad. Výrobek lze nahradit se souhlasem objednatele, architekta a projektanta po předložení vzorků.

V případě, že během výstavby budou zjištěny jiné skutečnosti než jsou předpoklady uvedené v projektu, je nutno kontaktovat statika ke konzultaci a případně úpravě navrženého řešení.

V Brně 12/2021

Ing. Jiří Kocourek