

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA STAVEBNÍ

KATEDRA TECHNOLOGIE STAVEB



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

**STAVEBNĚ TECHNOLOGICKÝ PROJEKT
HALA HGD HRANICE U AŠE**

2023

ADAM KUSTOŠ

**VEDOUcí BAKALÁŘSKÉ PRÁCE:
ING. ROSTISLAV ŠULC, PH.D**

6. TECHNOLOGICKÝ POSTUP VÝROBY

Obsah

6. Technologický postup výroby	1
6.1 Základní identifikační údaje	1
6.1.1 Identifikační údaje výroby.....	1
6.1.2 Vymezení předmětu řešení.....	1
6.2. Použité materiály a jejich způsob dopravy na pracovišti.....	1
6.2.1 Výpis materiálu	1
6.2.2 Zásady manipulace, dopravy a skladování materiál	1
6.3 Pracovní podmínky	2
6.3.1 Struktura pracovní čety.....	2
6.3.2 Stroje a pracovní pomůcky	2
6.4 Technologický postup.....	2
6.4.1 Tyčové nosné prvky	2
6.4.1.1 Všeobecně	2
6.4.1.2 Formovací technika	2
6.4.1.3 Ukládání výztuže do forem a zajištění jeho překrytí.....	3
6.4.1.4 Kontrola bednění a uložení výztuže před betonáží	3
6.4.1.5 Postup betonování	4
6.4.1.6 Dokončení povrchu výrobku.....	4
6.4.1.7 Odformování a kompletace	5
6.4.1.8 Kontrola kvality a uskladnění.....	5
6.4.1.9 Normové požadavky na výrobu	5
6.4.2 Sendvičové dílce.....	5
6.4.2.1 Všeobecně	5
6.4.2.2 Formovací technika.....	6
6.4.2.3 Kontrola sestavené formy před zahájením betonáže	6
6.4.2.4 Postup betonáže, zhutňování a ukládání výztuže	6
6.4.2.5 Odformování a kompletace	7
6.4.2.6 Kompletace vyrobeného dílce	7
6.4.2.7 Kontrola kvality a uskladnění.....	7
6.4.2.8 Normové požadavky na výrobu	8
6.4.3 Dutinové předpjaté panely.....	8
6.4.3.1 Všeobecně	8
6.4.3.2 Formovací technika	8
6.4.3.3 Postup prací v jednom výrobním cyklu – na 1 dráze	8
6.4.3.4 Proces předpínání	8

6.4.3.5	Proces výroby.....	9
6.4.3.6	Zavádění předpětí.....	11
6.4.3.7	Kompletace.....	11
6.3.8	Skladování, manipulace, doprava.....	12
6.4.4	Předpjaté vazníky	12
6.4.4.1	Všeobecně	12
6.4.4.2	Formovací technika.....	13
6.4.4.3	Postup prací v jednom výrobním cyklu.....	13
6.4.4.4	Proces předpínání	13
6.4.4.5	Postup betonáže.....	14
6.4.4.6	Skladování, manipulace, doprava.....	14
6.4.4.7	Normové požadavky na výrobky	14
6.4.5	Schodišťová ramena	15
6.4.5.1	Všeobecně	15
6.4.5.2	Kontrola formy před zahájením betonáže	15
6.4.5.3	Postup ukládání výztuže a betonáž.....	15
6.4.5.4	Odformování a kompletace	15
6.4.5.5	Kontrola kvality a uskladnění.....	15
6.4.5.6	Normové požadavky na výrobky	16
6.4.6	Základové prvky.....	16
6.4.6.1	Všeobecně	16
6.4.6.2	Formovací technika	16
6.4.6.3	Ukládání výztuže do forem	16
6.4.6.5	Dokončení povrchu, tvrdnutí betonu.....	17
6.4.6.6	Dokončovací práce.....	17
6.4.6.7	Normové požadavky na výrobky	17
6.5	Plán bezpečnosti ochrany zdraví při práci.....	17
6.5.1	Základní ustanovení.....	17
6.5.2	Vymezení nejvýznamnějších rizik ve výrobní hale.....	18
6.5.3	Osobní ochranné pracovní pomůcky	18
6.5.4	Odpovědnost za dodržování bezpečnostních podmínek.....	18
6.5.5	Vliv výroby na životní prostředí.....	19
6.5.6	Kategorizace odpadů	19
6.6	Seznam obrázků a tabulek	19
6.7	Zdroje.....	19

6. Technologický postup výroby

6.1 Základní identifikační údaje

6.1.1 Identifikační údaje výroby

Název výroby: Prefa Praha a.s.

Místo výroby: Teplárenská 608/11, 108 00 Praha

Charakter výroby: Výrobna prefabrikovaných ŽB prvků

Stručný popis objektu: Prefa Praha a.s. je výrobcem širokého sortimentu železobetonových prvků s tradicí od roku 1975. Prefa Praha a.s. představuje komplexního dodavatele nosných konstrukcí v každé fázi realizace – od projektové přípravy, přes výrobu a dopravu až po montáž.

6.1.2 Vymezení předmětu řešení

Tento technologický postup výroby je zaměřen na provádění výroby prefabrikovaných železobetonových dílců na výstavbu nové haly HGD v Hranici u Aše.

6.2. Použité materiály a jejich způsob dopravy na pracovišti

6.2.1 Výpis materiálu

- Betonová směs – podle výrobní dokumentace
- Betonářská výztuž – B500B
- Formy/bednění z dřevěné překližky
- Separální prostředky
- Polystyren
- Fólie

6.2.2 Zásady manipulace, dopravy a skladování materiál

Betonová směs: Betonovou směs zajišťuje firma CEMEX Malešice s.r.o., která sídlí ve stejném areálu. Pomocí jednokolejového vozíku se přepraví betonová směs z míchačky do koše (bádie), z kterého za pomoci mostového jeřábu je možné betonovat po celé výrobní lince

Betonářská výztuž: Betonářská výztuž se převáží na výrobní linku z venkovní armovny pomocí VZV. Podle potřeby je možné dopravit výztuž kamkoliv pomocí mostového jeřábu.

Formy/bednění: Dřevěné překližky jsou dopravovány z truhlárny vedle 9. výrobní linky pomocí VZV.

Separální prostředky: Separální prostředky se nachází ve skladu vedle výrobních linek.

Polystyren: Sklad polystyrenů se nachází venku vedle výrobních linek. Dováží se podle potřeby pomocí VZV.

Fólie: Fólie jsou určeny k obnovitelnému používání.

6.3 Pracovní podmínky

6.3.1 Struktura pracovní čety

Struktura pracovní čety na jedné výrobní lince:

1x mistr
1x OTK
5x truhlář
4x armovač
1x jeřábník
1x hladič
2x kosmetik
1x uklízeč

6.3.2 Stroje a pracovní pomůcky

Míchačka, bádie, jeřáb, formy/bednění, hrábě, lopata, hladítko

OOP – helma, reflexní oděv, rukavice, pracovní obuv, brýle, protihluková sluchátka

6.4 Technologický postup

6.4.1 Tyčové nosné prvky

6.4.1.1 Všeobecně

Jedná se o prefabrikované prvky, které tvoří základní skladebnou část prefabrikované konstrukce – skelet.

6.4.1.2 Formovací technika

Formy – bednění pro výrobu tyčových nosných prvků se vyrábí převážně z betonářské foliované překližky.

Bednění musí být zabezpečeno proti uvolnění, posunutí, vybočení nebo zborcení, a musí být provedeno tak, aby mohlo být snadno odstraněno bez poškození detailů či dílčích částí výrobku.

Po odformování a vyzvednutí výrobku z předchozí betonáže je nutno formovací části bednění řádně očistit od zbytků a nečistot. Po očištění se na bednění nanese tenký film vhodného separačního prostředku a vloží se výztužný armokoš.

Formy a bednění musí být dostatečně těsné, aby zejména na stycích bednění vytvářející hrany nevytékala při betonáži a hutnění cementová malta. Případné netěsnosti

formy/bednění je nutno utěsnit např. pomocí molitanové lepící pásky. Pokud dojde k poškození kterékoliv části formy/bednění, musí se vyměnit za nové.

Při sestavování dílčích částí forem/bednění musí být velikosti odchylek polohy, rozměrů a tvaru hotového bednění voleny tak, aby nebyly překročeny mezní odchylky hotového výrobku.

Formovací bednění horních konzol musí být provedeno tak, aby umožnilo odformování konzoly bez tlučení do bednění. Při odformování konzoly je třeba spoje bednění uvolnit, aby bylo možné bednění odtáhnout od betonu a vysunout nahoru.

6.4.1.3 Ukládání výztuže do forem a zajištění jeho překrytí

Armování výrobků se provádí převážně pomocí výztužných armokošů vyrobených v armovně.

Před uložením do forem/bednění musí být výztuž očištěna od všeho, co by mohlo ovlivnit její soudržnost s betonem. Před uložením výztuže do forem/bednění je potřeba zkontrolovat počet, tvar, průměr, včetně poloměrů ohybů podle výkresové dokumentace výztuže.

Předepsané krytí výztuže betonem se zabezpečuje pomocí plastových nebo betonových distančních tělísek. Pomocí tělísek se vymezuje hodnota nominálního krytí výztuže, která je uvedena ve výkresové dokumentaci dílců. Distanční tělíška nesmí ovlivnit antikorozi ochranu výztuže a jejich rozmístění musí fixovat polohu výztuže proti posuvu při plnění formy/bednění betonem.

6.4.1.4 Kontrola bednění a uložené výztuže před betonáží

Před zahájením betonáže je potřeba zkontrolovat výhradně:

Rozměry, tvar a provedení bednění či forem, provedení výztuh, vzpěr a zajištění proti zborcení nebo vybočení části forem při betonování. Dále se kontroluje poloha a rozměry, tvary otvorů, prostupů a další úpravy tvarování.

Těsnost dílců bednění, těsnost jejich styků, spojení dílů navzájem.

Provedení a uložení výztuže podle výkresové dokumentace, druh, profil betonářské oceli, počet prutů, tvar a umístění výztužných vložek, správnost polohy výztuže uložené do formy/bednění, zajištění distančních tělísek, umístění spojovacích a případných kompletačních prvků či zámečnických výrobků HTA, HMS apod.

6.4.1.5 Postup betonování

Mistr výrobní linky objedná betonovou směs příslušné receptury podle výrobní a výkresové dokumentace (průvodní list, výkres tvaru). K betonáži se používá samozhutňovací betonová směs bez potřeby následného zhutňování.

Betonová směs musí být zpracována co nejdříve po dodání na výrobní linku. Z jednokolejového vozíku se směs přelije do koše o objemu 1 m³, který se nad místo určení (formu) dopraví pomocí jeřábu. Betonová směs se ukládá plynule do formy v souvislých, vodorovných vrstvách.

Forma musí být řádně vyplněna betonem, nesmí docházet k rozměšování betonové směsi zvláště v místech s hustým výskytem výztuže nebo v místech křížení výztuže. Betonová směs musí být ukládána tak, aby nedošlo k porušení či posunutí výztuže, popř. bednění, čímž by došlo k porušení výrobní tolerance výztuže a výrobku.

Přerušení betonáže je možné, pokud předchozí vrstva ještě netuhne, aby bylo umožněno rovnoměrné propojení obou vrstev.

Pokud nejsou součástí výztuže závěsné prostředky, osadí se na předepsané místo DEHA závěsy či jiné manipulační prostředky.

6.4.1.6 Dokončení povrchu výrobku

Zabetonovaný stavební dílec se na horní ploše srovná ocelovou latí a následně se provede uhlazení povrchu v rámci dokončování ploch stavebních dílců.

Po dokončeném hlazení je možné formu překrýt PVC folií, aby se zabránilo nadměrnému odpařování vody z tvrdnoucího betonu.

Urychlené tvrdnutí betonu u výrobků umožňuje použití receptur betonové směsi s rychlovazným cementem, jehož vývoj hydratačního tepla vytváří lepší předpoklady k rychlému nárůstu pevností a tím i možnost odformování druhý den po zabetonování.

6.4.1.7 Odformování a kompletace

Po dosažení pevnosti betonu cca 15 MPa, tj. za 16-18 hodin po betonáži se provede rozebrání formy a odformování. Pozornost je třeba věnovat při odformování a manipulaci s dílcem zejména, aby nedocházelo k poškozování hran a ostatních ploch.

Po uložení dílce jeřábem na kompletační pracoviště se provedou potřebné kosmetické opravy, popř. opravy poškozených hran. Případné nedostatky musí být odstraněny a kvalitně vyspraveny.

6.4.1.8 Kontrola kvality a uskladnění

Kontrolu kvality každého stavebního dílce provádí pracovník technické kontroly OTK. Kontrolor TK provede přeměření vyrobeného dílce dle výrobní dokumentace a provede záznam do průvodního listu výrobku a do záznamu z provedeného měření prvku dle předepsaných četností měření.

Pokud je stavební dílec bez závad či kosmeticky opraven, je označen výrobním štítkem a CE štítkem.

Poté je výrobek převezen jeřábem na SHV (sklad hotových výrobků) vedle výrobní haly a kompletačního pracoviště, kde je výrobek připravený k expedici. Pokud se výrobek expeduje později než do 3 týdnů, je převezen na skládku na pozemku PREFA PRAHA, aby nezabíral místo na SHV (např. předpjaté vazníky, sloupy).

6.4.1.9 Normové požadavky na výrobu

Železobetonové předem předpínané tyčové prvky musí být navrženy a vyrobeny v souladu s normou **ČSN EN 13225:2013 Betonové prefabrikáty – Tyčové nosné prvky**. [1]

Tato norma se zabývá požadavky, základními funkčními kritérii a hodnocením shody prefabrikovaných tyčových prvků, které se používají pro nosné stavební konstrukce.

6.4.2 Sendvičové dílce

6.4.2.1 Všeobecně

Sendvičové panely jsou obvodové třívrstvé panely skládající se z:

- Nenosné fasádní vrstvy
- Tepelně izolační vrstvy (polystyren/extrudovaný polystyren)
- Vnitřní nosné betonové stěny

Výroba sendvičových dílců se provádí na naklápěcích stolech osazených na 6. výrobní lince

6.4.2.2 Formovací technika

Formy se zhotovují ze dřeva a vhodné laťovky. Formy musí odolat tlakům při betonáži a zhutňování. Podle výkresové dokumentace se provede kontrola detailů, pravouhlosti a rozměrů formy. Části forem musí být snadno odformovatelné, aby nedošlo k poškození vyrobeného dílce.

Před betonáží je nutné části forem očistit od nečistot po předchozí betonáži.

Formy musí být dostatečně těsné, aby zejména na stycích bednění vytvářející hrany nevytékaly jemný cementový tmel. Případné netěsnosti formy/bednění je nutno utěsnit např. pomocí molitanové lepicí pásky. Pokud dojde k poškození kterékoliv části části formy/bednění, musí se vyměnit za nové.

6.4.2.3 Kontrola sestavené formy před zahájením betonáže

Provede se kontrola sestavené formy, vč. příslušného záznamu se zaměřením na rozměry, tvar, provedení výztuh a vzpěr, které mají zabezpečit tuhost formy při zhutňování.

6.4.2.4 Postup betonáže, zhutňování a ukládání výztuže

Po kontrole formy se odlije první vrstva betonové směsi o tloušťce 3,5-4 cm. Betonová směs se vyrovná po celé ploše a zhutní se pomocí příložných vibrátorů osazených na naklápěcím stole.

Sendvičové dílce jsou vystavovány mrazu a vlhkému prostředí. Je nutné použít přísadu do vlivu stupně prostředí XF4 do betonové směsi, při které je potřeba použít zhutňovací prostředky.

Na předzhuťnou betonovou vrstvu se podle výkresové dokumentace uloží výztužné sítě a příslušné kompletační a propojovací prvky, které jsou předvyrobeny v armovně (venku vedle výrobních linek). Správnost uložení armatur zkontroluje mistr výrobní linky a udělá záznam do průvodního listu.

Následuje přisypání 3,5-4 cm betonové směsi a zhutnění v celé tloušťce moniérky 8 cm. Je nutné po celou dobu sledovat kvalitu hutnění a rovinnost horní plochy případně upravit dle potřeby.

Na zhuťnou a vyrovnanou fasádní vrstvu se ukládá vhodná tepelná izolace. Při pokládce izolace je důležité dbát na těsné uložení desek v celé ploše hlavně ve styku s bočnicemi. Desky izolace se musí překrývat tzn. druhá vrstva izolace musí překrývat vzniklé spáry z první pokládky. Desky osazujeme „napichováním“ na propojovací nerezové prvky bez

předchozího prořezání otvorů. Dbáme na to, aby v místě průchodu tepelnou izolací nevzniklo zbytečné poškození polystyrenové izolace.

Krytí výztuže na vnitřní nosné vrstvě dosáhneme pomocí betonových distančních tělísek rozmístěných na polystyrenové vrstvě. Tloušťku krycí vrstvy a rozmístění tělísek provedeme podle předepsané výrobní dokumentace. Poté uložíme nosnou výztuž do formy a zajistíme boční krytí výztuže pomocí plastových distančních tělísek. Před zahájením betonáže mistr výroby zkontroluje správnost a úplnost provedené výztuže podle výrobní dokumentace.

Pomocí koše a jeřábu se předepsaným betonem podle výrobní dokumentace vybetonuje vnitřní vrstva sendvičového prvku. Horní betonová vrstva se zhutňuje pouze pomocí ponorných vibrátorů. Srovnání a zhutnění povrchové vrstvy se provede pomocí vibrační lišty.

Konečná úprava povrchu, který není zakryt formou se provede minimálně dvojnásobným hlazením.

6.4.2.5 Odformování a kompletace

Po dosažení pevnosti betonu cca 15 MPa, tj. za 16-18 hodin po betonáži se provede rozebrání formy a odformování. Pozornost je třeba věnovat při odformování a manipulaci s dílcem zejména, aby nedocházelo k poškozování hran a ostatních ploch.

6.4.2.6 Kompletace vyrobeného dílce

Potřebné kosmetické úpravy se provedou na kompletačním pracovišti výrobní linky. Případné nedostatky z výroby musí být odstraněny kvalitní opravou.

6.4.2.7 Kontrola kvality a uskladnění

Po vyjmutí výrobku z formy se dílec zvedne do svislé polohy pomocí hydraulického naklápečího stolu a za zdvihací zařízení DEHA se mostovým jeřábem dopraví na kompletační pracoviště výrobní linky. Zde proběhne kosmetické zapravení poškozených částí výrobku a kontrolor TK provede přeměření vyrobeného dílce dle výrobní dokumentace, provede záznam do souhrnného průvodního listu výrobku a do záznamu z provedeného měření prvku dle předepsaných četností měření.

Poté se výrobek označí výrobním štítkem a CE štítkem a převeze se na SHV, kde je výrobek připravený k expedici na stavbu.

6.4.2.8 Normové požadavky na výrobu

Sendvičové stěnové prvky musí být navrženy a vyrobeny v souladu s normou **ČSN EN 14992:2007/A1:2012 Betonové prefabrikáty – stěnové prvky**. [2]

6.4.3 Dutinové předpjaté panely

6.4.3.1 Všeobecně

Pro provádění a výrobu dutinových stropních panelů z předpjatého betonu platí norma **ČSN EN 1168+A3 – Betonové prefabrikáty – Dutinové panely**. [3]

Dutinové panely (prvky převážně stropních konstrukcí) se považují za konstrukce, jimž přísluší vyšší náročnost na provádění a kontrolu.

Předpjaté dutinové panely se vyrábějí podle výrobní dokumentace, která musí obsahovat úplný a dostatečný postup provádění, včetně výkresu kladení a statického výpočtu.

6.4.3.2 Formovací technika

Výroba dutinových předpjatých panelů probíhá na čtyřech drahách o šířce 1200 mm a délce 90 m pomocí formovacího extrudéru finského dodavatele ELEMATIC, který se v rámci výrobního cyklu (betonáže) přemísťuje na jednotlivé dráhy. Rozměrové (délkové) parametry výrobků se upravují podle výrobní dokumentace konkrétní zakázky. Výškové přestavení extrudéru provádí pracovníci výrobní linky.

Čištění drah, natahování lan a nanášení separačního oleje je prováděno pomocí zaváděcího stroje BETMASTER. Při zavádění lan přístroj zajišťuje separaci lan od nanášeného oleje.

6.4.3.3 Postup prací v jednom výrobním cyklu – na 1 dráze

Čištění dráhy po předchozí betonáži od zbytků a nečistot provádí automatický stroj BETMASTER. Poté stroj nanese optimální množství separačního prostředku. Následně stroj provede zavedení předpínacích lan dle požadavků výkresové dokumentace. Maximální počet zaváděných lan v jednom pojezdu je 6 ks.

6.4.3.4 Proces předpínání

Lana se předpínají pomocí hydraulické předpínací pistole PAUL na následující hodnoty:

Horní lana: 100 bar – měření protažení – dopnutí na požadované hodnoty – měření protažení

Dolní lana: 100 bar – měření protažení – dopnutí na požadované hodnoty – měření protažení

Měření se provádí od konce upínací kotvy ke konci lana se zaokrouhlením 1 mm. Kalibrace předpínací pistole se provádí 2x ročně nebo v případě nejasností měření či poškození přístroje.

Technik výrobní linky provede kontrolu stavu předpětí, včetně vizuální kontroly stavu lan na celé výrobní lince. Z kontroly provede zápis včetně hodnot do předpínacího protokolu. Během předpínání je potřeba dodržovat a zabezpečovat 100% provozuschopnost všech součástí, přístrojů a upínacích kleštin.

6.4.3.5 Proces výroby

Podle předepsané pevnostní třídy betonu ve výrobní dokumentaci se zvolí vhodná receptura betonové směsi. Konzistence směsi měřená sednutím cca 1-2 cm, povolená korekce vody jsou cca ± 5 l na m^3 betonu, což odpovídá optimálnímu vodnímu součiniteli ($w=v/c$) 0,39 až 0,43.

Ukládání betonové směsi do násypky extrudéru se provádí pomocí jeřábu se zavěšeným zavážecím košem (bádii) na beton. Rychlost extrudéru je dána konzistencí betonu. Při betonáži je nutné dodržovat provozní předpis pro příslušné výrobní zařízení.



Obrázek 1 – doplnění betonové směsi bádii do extrudéru [1]

Po vytvoření panelu je nutné provést tzv. výhraby pro instalace podle výkresové dokumentace.

- 1) Ihned po vytvoření panelu do ještě nezatvrdlého betonu
- 2) Pomocí diamantového kotouče do zatvrdlého betonu

Je zakázáno tyto otvory vysekávat nebo vybourávat. Všeobecně se doporučuje provést tyto úpravy až v zabudované konstrukci dle pokynů statika.

Horní plocha výrobků se neupravuje. Po vytvoření panelu se zhotovený předpjatý dutinový panel přikryje nepropustnou fólií, umístěnou na manipulačním vozíku s ručním navijákem. Fólie chrání beton proti úniku vody potřebné k hydrataci betonu a zabraňuje úniku tepla. Před přikrytím umístí strojník výrobní linky na jednotlivé panely výrobní štítky.

V souladu s požadavky ČSN je v průběhu betonáže zajišťován odběr vzorků betonové směsi, za účelem sledování nárůstu pevnosti zabetonovaných dutinových panelů v reálném čase a podle požadavků výroby.

V případě potřeby je možné průběh nárůstu pevnosti urychlit proteplením.

6.4.3.6 Zavádění předpětí

Předpětí se do betonu zavádí pozvolna a plynule. Předpětí se může zavést, jakmile beton dosáhne minimální požadované krychelné pevnosti předepsané pro zavedení předpětí v projektové dokumentaci (předpínacím protokolu). Povolení k předpětí dává pracovník laboratoře na základě přepočtené krychelné pevnosti betonu z nedestruktivního měření tvrdoměrnou metodou.

6.4.3.7 Kompletace

Po dosažení plné pevnosti betonu dutinových předpjatých panelů, tj. 16-18 hod. po betonáži se panely nařežou podle výkresové dokumentace na požadovanou délku přístrojem ELEMATIC s diamantovým kotoučem.

OTK provede kontrolu zhotovených výrobků a v případě potřeby nechá odstranit nedostatky (trhliny, důlky, praskliny a jiné kosmetické vady).

Pracovníci OTK provedou vizuální kontrolu, kontrolu prokluzu lan, vzhled výrobku a změří rovinatost a rozměry výrobků dle příslušné normy ČSN EN 1168. Případné neshody zaznamenají do záznamu z provedeného měření prvků. V kladném případě označí výrobek štítkem a uvolní k expedici.



Obrázek 2 – přístroj ELEMATIC na řezání spirallů [4]

6.3.8 Skladování, manipulace, doprava

Pomocí dvou jeřábu se samosvornými kleštěmi nebo vahadla se předpjaté dutinové panely přepraví na SHV. Při skladování je nezbytné věnovat maximální pozornost stabilitě prvků. Stabilitu lze zajistit prokládáním dřevěných latí mezi dílce. Latě musí být suché a nezamrzlé dl. min. 1200 mm. Latě musí být umístěny z obou stran a to 1/10 celkové délky prvku od jeho okraje. Maximální skladovací výška je 2,5 m. Terén pro skládku panelů musí být rovný, odvodněný, zpevněný a umožňující bezpečné skladování a nakládání dílců. Mezi jednotlivými skládkami a řadami dílců musí být zachován bezpečný průchod o šířce nejméně 750 mm. Na uskladněné dílce je zakázáno vystupovat, vylézat apod.

6.4.4 Předpjaté vazníky

6.4.4.1 Všeobecně

Pro provádění a výrobu vazníků a konstrukce z předpjatého betonu platí norma:

ČSN EN 13225:2004 +A1:2006 – Betonové prefabrikáty – Tyčové nosné prvky [5]

Konstrukce z předpjatého betonu se považují za konstrukce, jímž přísluší vyšší náročnost na provádění a kontrolu.

6.4.4.2 Formovací technika

Výroba předpjatých vazníků je zajišťována na dvou stacionárních drahách pomocí formovacích bočnic od firmy NUSPL. Rozměrové parametry formy je možno upravovat podle potřeby.

K vyvození předpětí do předpínacích lan slouží předpínací zařízení od firmy PAUL.

6.4.4.3 Postup prací v jednom výrobním cyklu

Nejprve je potřeba očistit veškeré formovací plochy od nečistot a následně na formovací plochy nanést odformovací prostředek. Některé části formy je vhodné ošetřit separační pastou.

Zkontroluje se stav formy a těsnění a v případě zjištění závady se provede výměna.

Na jedné dráze se za sebou betonují 3 až 4 vazníky. Armování výztužných košů provádí na místě betonáže pracovníci armovny. Před protažením lan na předepnutí se na podlaze rozmístí příslušné počty třmínků pro vyztužení spodního pasu vazníků a prvků výztuže. Současně se rozmístí roznášecí stoličky. Polohu výztužného koše je nutné po navázání fixovat dvěma dřevěnými vzpěrami po obou stranách.

Následuje napnutí lan za účelem eliminace průvěsu pomocí síly 30 až 70 bar.

Dále pracovníci armovny vyvážou jednotlivé armokoše vazníků. Vyvážané armokoše se přizvednou jeřábem, aby bylo možné rozmístit plastová distanční tělíska na podlaze k zabezpečení spodního krytí výztuže. Distanční tělíska se rozmístí rovněž po stranách armokošů k zajištění krytí od bočnic. Před usazením bočnic a sestavením formy se provede předepnutí lan na předepsanou hodnotu podle výrobní dokumentace.

6.4.4.4 Proces předpínání

Lana se předpínají pomocí hydraulické pistole na tzv. absolutní nulu (tj. předpětí cca 100 bar), což je hodnota, při které se zcela odstraní průvěs lan a případné nerovnosti výztuže.

Změří se délky volných konců všech předpínacích lan za účelem určení jejich prodloužení a hodnoty se zapíší do protokolu jako počáteční hodnota.

Dále se lana předepnou na konečné hodnoty, tj. hodnoty stanovené výrobní dokumentací. Orientačně se tyto hodnoty pohybují kolem 230-300 bar. Po každém

předepnutí se měří prodloužení u každého lana, které se zapisuje do předpínacího protokolu. Následně se provede vyhodnocení podle vzorců uvedených v protokolu.

Po provedeném napnutí předpínacích lan se osadí bočnice a čela formy vazníku a provede se utěsnění mezer v oblasti průchodu předpínací výztuže polystyrénem, molitanem, neoprenem či jiným vhodným materiálem.

6.4.4.5 Postup betonáže

Před betonáží je nutné utěsnit veškeré škvíry a mezery mezi bočnicemi a základní formovací plochou.

Receptura betonové směsi se volí podle předepsané pevnostní třídy betonu ve výrobní dokumentaci.

Ukládání betonové směsi do forem se provádí pomocí jeřábu košem na beton.

Horní plocha se upravuje hlazením podle výrobní dokumentace.

Po úpravě povrchu a po mírném zavadnutí se vazník překryje polystyrénovými deskami za účelem zateplení a proti úniku vody potřebné k hydrataci betonu.

Během betonáže se odebere vzorek betonové směsi ke sledování nárůstu pevnosti zabetonovaných vazníků v reálném čase. K odformování vazníků a odříznutí předpjaté výztuže dochází po 3 dnech.

6.4.4.6 Skladování, manipulace, doprava

Předpjaté vazníky se pomocí dvou jeřábů přesunou na SHV. Zde se provede odříznutí přečnívajících konců lan a konce vazníků se vyspraví hmotou Sika Top 122 SP. Kontrolor TK přeměří výrobek a posoudí kosmetický stav. Pokud nejsou potřeba žádné kosmetické úpravy, kontrolor TK označí výrobek štítkem CE a vazník je připravený k expedici na stavbu.

Při skladování odformovaných vazníků je nutné věnovat pozornost stabilitě uložených dílců a řádně je zajistit vzpěrami. Vzpěry musí být vždy 2 ks na jedné straně a cca 2 m od kraje dílce.

6.4.4.7 Normové požadavky na výrobky

Železobetonové předpjaté vazníky musí být navrženy a vyrobeny v souladu s normou **ČSN EN 13225:2004 + A1:2006 – Betonové prefabrikáty – Tyčové nosné prvky** a dle příslušné technické dokumentace.

Výše uvedená norma se zabývá požadavky, základními funkčními kritérii a hodnocením shody prefabrikovaných předem předpjatých vazníků.

6.4.5 Schodišťová ramena

6.4.5.1 Všeobecně

Schodišťová ramena se vyrábějí ve dvou základních typech forem:

- vertikální formy
- horizontální formy

6.4.5.2 Kontrola formy před zahájením betonáže

Před zahájením betonáže je potřeba provést kontrolu sestavené formy, včetně záznamu se zaměřením na rozměry, tvar, provedení výztuh a vzpěr, které zabezpečují tuhost formy.

6.4.5.3 Postup ukládání výztuže a betonáž

Betonáž schodišťového ramena se provádí pomocí jeřábu a koše se samozhutňovacím betonem předepsaným ve výrobní dokumentaci.

Konečná úprava povrchu se po zavadnutí betonu provede dvojím hlazením.

6.4.5.4 Odformování a kompletace

Po dosažení minimální pevnosti betonu cca 15 MPa, tj. po 16-18 hodinách po betonáži se provede rozebrání dřevěné formy a odformování. Zvýšenou pozornost je třeba věnovat hranám a nášlapným plochám schodišťových prvků.

Na kompletačním pracovišti se provedou potřebné kosmetické úpravy. Případné nedostatky musí být odstraněny a kvalitně vyspraveny také na plochách vnitřní nosné vrstvy.

6.4.5.5 Kontrola kvality a uskladnění

Po vyzvednutí výrobku z formy se výrobek převezve pomocí mostového jeřábu na kompletační pracoviště, zde mimo jiné již zmíněné kosmetické úpravy proběhne kontrolorem TK přeměření výrobku dle výrobní dokumentace a kontrolor TK provede záznam do souhrnného průvodního listu výrobku a do záznamu z provedeného měření prvku dle předepsaných četností měření.

Současně se výrobek označí, pokud je bez vad, výrobním štítkem a CE štítkem.

Poté se výrobek přemístí na SHV, kde je připraven k expedici na stavbu.

6.4.5.6 Normové požadavky na výrobky

Schodišťová ramena musí být navrženy a vyrobeny v souladu s normou ČSN EN 14843:2007 Betonové prefabrikáty – Schodiště.

Tato norma určuje požadavky na materiály, výrobu, vlastnosti, požadavky na zkoušení a metody zkoušení prefabrikovaných betonových schodišť vyráběných v celku a prefabrikovaných betonových prvků používaných k vytvoření železobetonových nebo předpjatých schodišť.

Norma platí pro vnitřní i vnější nosná schodiště.

6.4.6 Základové prvky

6.4.6.1 Všeobecně

Jedná se o železobetonové základové prvky určené pro základy svislých konstrukcí.

6.4.6.2 Formovací technika

Formy musí být navrženy, aby odolaly tlakům, které na ně působí při betonáži a nepřipustily deformace a přetvoření. Formy se musí dát snadno rozebrat, aby při odbednění nedošlo k poškození detailů dílčích částí. Snazšího odbednění docílíme, pokud před betonáží použijeme separační olej na plochy vnitřního bednění.

6.4.6.3 Ukládání výztuže do forem

Armování výrobků se provádí převážně pomocí výztužných košů, předvyrobených z armovny podle příslušné výrobní dokumentace.

Před uložením výztužných košů do forem, je třeba zkontrolovat průměr, počet, tvar a rozměry výztuže i poloměr ohybů. Dále je potřeba zkontrolovat, zda je mezi výztuží dost místa pro ponorný vibrátor, aby byly všechny místa řádně zvibrovány.

Předepsané krytí výztuže docílíme pomocí distančních tělísek rozmístěných podle výkresové dokumentace. Distanční tělíska nesmí ovlivnit antikorozi ochranu výztuže.

6.4.6.4 Betonování a zhutňování

Mistr objedná předepsanou recepturu betonové směsi podle výkresové dokumentace. Pomocí jeřábu a bádie se betonová směs ukládá plynule do forem v souvislých vrstvách cca 15 cm. Vibrace pomocí ponorných vibratorů se pouští po vysypání každého jednotlivého m³ betonové směsi a jeho zhutnění trvá cca 50 sec. Při betonování je třeba zamezit rozměšování betonové směsi a vzniku šterkových hnízd. Betonová směs musí být ukládána tak, aby nedocházelo k posunutí výztužných prvků.

Ukládání další vrstvy je dovoleno až po zhutnění předchozí vrstvy. Přerušit betonování je možné, pokud předchozí betonová vrstva ještě netuhne, aby bylo umožněno rovnoměrné a dobré spojení obou vrstev.

6.4.6.5 Dokončení povrchu, tvrdnutí betonu

Srovnání pohledové vrstvy se provede hladítkem dle požadavků výrobní dokumentace.

Urychlené tvrdnutí betonu výrobku je umožněno použitím betonové směsi s rychlovazným cementem. Vytvořené hydratační teplo umožňuje odformování dílce druhý den po zabetonování, tj. cca 16 hod. po ukončení betonáže. Po uběhnutí této doby vykazuje beton pevnost kolem 13-15 MPa.

6.4.6.6 Dokončovací práce

Po odformování se pomocí DEHA závěsů a mostového jeřábu výrobky vyvozí na kompletační pracoviště, kde proběhnou finální kosmetické úpravy dílců. Kontrolor TK přeměří vyrobené dílce dle výrobní dokumentace a provede záznam do souhrnného průvodního listu výrobku a do záznamu z provedeného měření prvku dle předepsaných četnostní měření.

Současně provede označení výrobku výrobním štítkem a CE štítkem. Poté se výrobek převezí na SHV, kde je připraven k expedici na stavbu.

6.4.6.7 Normové požadavky na výrobky

Železobetonové základové prvky musí být navrženy a vyrobeny v souladu s normou **ČSN EN 14991:2007 Betonové prefabrikáty – základové prvky** [6]

Tato norma se zabývá požadavky a základními funkčními kritérii prefabrikovaných základových prvků vyrobených z obyčejného železobetonu, které se používají pro nosné i nenosné základové stavební konstrukce.

6.5 Plán bezpečnosti ochrany zdraví při práci

6.5.1 Základní ustanovení

Všichni zaměstnanci musí být seznámeni s plánem bezpečnosti ochrany zdraví při práci (BOZP) a s pokyny k zajištění bezpečnosti na pracovišti. Všichni pracovníci jsou povinni používat ochranné pracovní prostředky (helmu, reflexní oblečení, pracovní boty, rukavice apod.).

Nejdůležitější zákony, vyhlášky a nařízení vlády, které se musí dodržovat:

Zákon č. 262/2006 Sb. – zákoník práce [7]

Zákon č. 309/2006 Sb. – zákon, který upravuje další požadavky bezpečnosti a ochrany zdraví při práci v pracovněprávních vztazích a o zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při činnostech nebo poskytování služeb mimo pracovněprávní vztahy. [8]

Nařízení vlády č. 361/2007 Sb. – kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci. [9]

Nařízení vlády č. 591/2006 Sb. – o bližších minimálních požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví při práci na staveništích. [10]

Nařízení vlády č. 362/2005 Sb. – o bližších požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví při práci na pracovištích s nebezpečím pádu z výšky nebo do hloubky. [11]

6.5.2 Vymezení nejvýznamnějších rizik ve výrobní hale

Riziko	Zdroj	Opatření
Pád osoby ze žebříku	Nedbalost pracovníka, špatný technický stav žebříku	Zvýšená pozornost všech pracovníků, kontrola technického stavu žebříků
Pád předmětu z výšky	Nedbalost pracovníka	Zvýšená pozornost všech pracovníků
Pád břemene z jeřábu	Nedbalost pracovníka	Zvýšená pozornost při zavěšení či uvázání břemena
Neoprávněný vstup osoby na jeřábovou dráhu	Nedostatečné ochranné prostředky	Zvýšení bezpečnosti ochrany u vstupu na pracoviště
Nestanovená hmotnost břemen, přetížení jeřábu	Nedbalost pracovníka	Zjištění a označení hmotnosti břemen
Vadné, poškozené vázací prostředky	Opotřebením, přetížením	Vyřazení vadných vázacích prostředků
Bodné, tržné rány vazačů	Nedbalost pracovníka	Používání OOPP (rukavice)
Zakopnutí, uklouznutí	Nedbalost pracovníka, kluzká podlaha	Kvalitní pracovní obuv, úklid pracoviště, protiskluzné podlahy

Tabulka 1 – Přehled rizik ve výrobní hale [4]

6.5.3 Osobní ochranné pracovní pomůcky

Každý pracovník je povinen po dobu své přítomnosti na pracovišti používat osobní ochranné pracovní pomůcky (OOPP), mezi které patří: ochranná helma, pracovní obuv s výztužnou špičkou, reflexní oblečení, rukavice, ochranné brýle, ochranná sluchátka, či jiné osobní ochranné pomůcky vyžadující činnost. Každý pracovník se při převzetí OOPP přesvědčí o jejich úplnosti, funkčnosti a bezvadném stavu.

6.5.4 Odpovědnost za dodržování bezpečnostních podmínek

Za dodržování BOZP na výrobní lince je zodpovědný mistr dané linky, který je povinen všechny pracovníky proškolit a seznámit s plánem rizik a plánem BOZP.

6.5.5 Vliv výroby na životní prostředí

Během výroby prefabrikovaných železobetonových výrobků se nepředpokládá negativní vliv na životní prostředí vzhledem k lokalitě výrobní haly. Jedná se o vnitřní výrobu, tudíž vliv hlučnosti a prašnosti bude minimální až nulový.

6.5.6 Kategorizace odpadů

Odpad je zařazován ke druhu a kategorii podle **zákona č. 541/2020 Sb.**, o odpadech, tříděn dle přílohy č. 1 **Vyhlášky 93/2016 Sb.** [12]

Popis odpadu	Číslo	Využití/odstranění odpadu
Beton	17 01 01	recyklace
Ocel a železo	17 04 05	Následně využití, recyklace
Dřevo	17 02 01	Následně využití, recyklace
Směsný odpad	17 09 04	Třídění a následný odvoz specializovanou firmou

Tabulka 2 – Zatřídění odpadu [13]

6.6 Seznam obrázků a tabulek

Obrázek 1 – doplnění betonové směsi bádií do extrudéru

Obrázek 2 – přístroj ELEMATIC na řezání spirallů

Tabulka 1 – Přehled rizik ve výrobní hale

Tabulka 2 – Zatřídění odpadu

6.7 Zdroje

[1] ČSN EN 13225:2013 Betonové prefabrikáty – Tyčové nosné prvky. Technicke-normy-csn.cz [online]. [cit. 2023-4-20]. Dostupné z: <https://www.technicke-normy-csn.cz/csn-en-13225-723052-219737.html>

[2] ČSN EN 14992:2007/A1:2012 Betonové prefabrikáty – stěnové prvky. Technicke-normy-csn.cz [online]. [cit. 2023-4-20]. Dostupné z: <https://www.technicke-normy-csn.cz/csn-en-14992-a1-723062-219760.html>

[3] ČSN EN 1168+A3 – Betonové prefabrikáty – Dutinové panely. Technicke-normy-csn.cz [online]. [cit. 2023-4-20]. Dostupné z: <https://www.technicke-normy-csn.cz/csn-en-1168-a3-723060-219754.html>

[4] Autor BP

[5] ČSN EN 13225:2004 +A1:2006 – Betonové prefabrikáty – Tyčové nosné prvky. Technicke-normy-csn.cz [online]. [cit. 2023-4-20]. Dostupné z: <https://www.technicke-normy-csn.cz/csn-en-13225-723052-219737.html>

- [6] ČSN EN 14991:2007 Betonové prefabrikáty – základové prvky. Technicke-normy-csn.cz [online]. [cit. 2023-4-20]. Dostupné z: <https://www.technicke-normy-csn.cz/csn-en-14991-723050-219731.html>
- [7] Zákon č. 262/2006 Sb. – zákoník práce. Zákony pro lidi.cz [online]. [cit. 2023-4-20]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2006-262>
- [8] Zákon č. 309/2006 Sb. – zákon, který upravuje další požadavky bezpečnosti a ochrany zdraví při práci v pracovněprávních vztazích a o zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při činnostech nebo poskytování služeb mimo pracovněprávní vztahy. Zákony pro lidi.cz [online]. [cit. 2023-4-20]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2006-309>
- [9] Nařízení vlády č. 361/2007 Sb. – kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci. Zákony pro lidi.cz [online]. [cit. 2023-4-20]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2007-361>
- [10] Nařízení vlády č. 591/2006 Sb. – o bližších minimálních požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví při práci na staveništích. Zákony pro lidi.cz [online]. [cit. 2023-4-20]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2006-591>
- [11] Nařízení vlády č. 362/2005 Sb. – o bližších požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví při práci na pracovištích s nebezpečím pádu z výšky nebo do hloubky. Zákony pro lidi.cz [online]. [cit. 2023-4-20]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2005-362>
- [12] zákona č. 541/2020 Sb., o odpadech. Zákony pro lidi.cz [online]. [cit. 2023-4-20]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2020-541>
- [13] Katalog odpadů [online]. [cit. 2023-4-20]. Dostupné z: <https://isoh.cenia.cz/groupisoh/katalog.php?rok=2009&akce=vse>

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA STAVEBNÍ

KATEDRA TECHNOLOGIE STAVEB



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

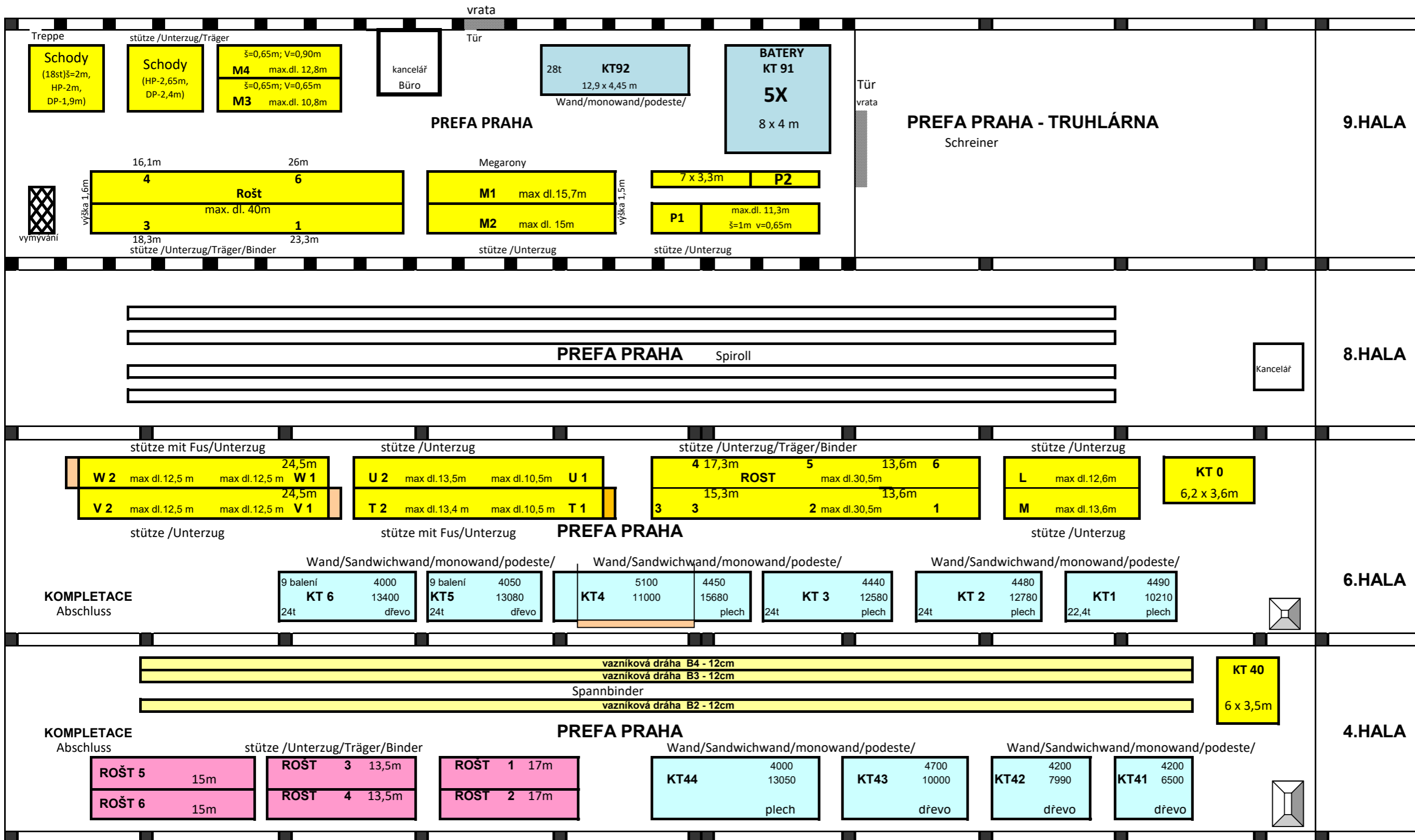
**STAVEBNĚ TECHNOLOGICKÝ PROJEKT
HALA HGD HRANICE U AŠE**

2023

ADAM KUSTOŠ

**VEDOUcí BAKALÁŘSKÉ PRÁCE:
ING. ROSTISLAV ŠULC, PH.D**

6.8 GRAF VÝROBY PREFA DÍLCŮ



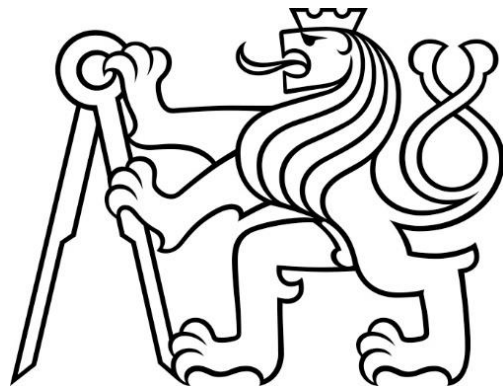
NOE C

PATKY (ROŠT)
max.dl. 10,7m
VM velký megaron

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA STAVEBNÍ

KATEDRA TECHNOLOGIE STAVEB



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

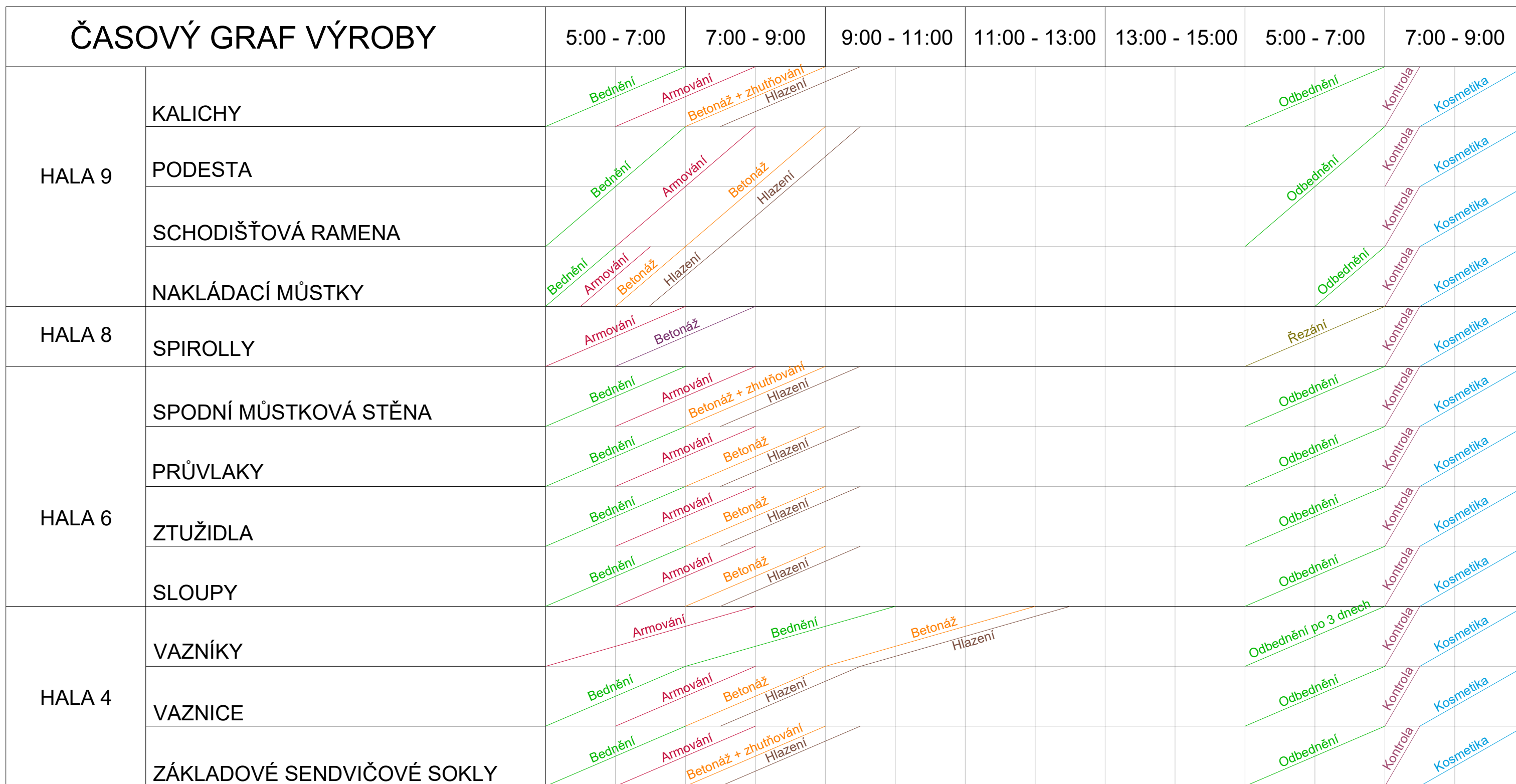
**STAVEBNĚ TECHNOLOGICKÝ PROJEKT
HALA HGD HRANICE U AŠE**

2023

ADAM KUSTOŠ

**VEDOUCÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE:
ING. ROSTISLAV ŠULC, PH.D**

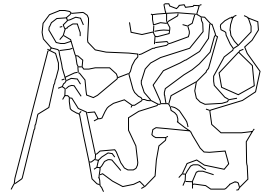
6.9 ČASOVÝ GRAF VÝROBY PREFA DÍLCŮ



PRACOVNÍ ČETA:

- 1 - TRUHLÁŘ
- 2 - ARMOVAČ
- 3 - JEŘÁBNÍK - BETONÁŘ
- 4 - HLADIČ
- 5 - KOSMETIK
- 6 - ŘIDIČ EXTRUDÉRU
- 7 - ŘEZAČ SPIROLLŮ
- 8 - KONTROLOR

POZNÁMKA: Tento graf je sestaven pouze na výrobu dílců na zakázku HGD Hranice u Aše. Většina prvků se nevyrábí současně, viz. graf výroby. V případě volných časových oken se pracovníci budou věnovat výrobě dílců na jiné zakázky.

KATEDRA:	ROK PRÁCE:	JMÉNO STUDENTA:	ČVUT v Praze Fakulta stavební 
TECHNOLOGIE STAVEB 2023		ADAM KUSTOŠ	
JMÉNO VEDOUCÍHO BAKALÁŘSKÉ PRÁCE:			
Ing. ROSTISLAV ŠULC, Ph.D.			
BAKALÁŘSKÁ PRÁCE:			
STAVEBNĚ TECHNOLOGICKÝ PROJEKT - HGD HRANICE U AŠE			
NÁZEV VÝKRESU:	ČASOVÝ GRAF VÝROBY		