

TECHNOLOGICKÉ ASPEKTY MIMOSTAVENISKOVEJ DOPRAVY ČERSTVÉHO BETÓNU

TECHNOLOGICAL ASPECTS OF READY - MIX CONCRETE TRANSPORT

Ing. Lukáš Prokopčák, PhD., Ing. Katarína Prokopčáková, PhD.

ABSTRACT

Mimostavenisková doprava čerstvého betónu predstavuje dodanie čerstvého betónu na stavenisko z betonárne, a to pri zachovaní kvalitatívnych parametrov výslednej konštrukcie, stavebného diela. Táto úloha je splnená len vtedy, ak je zachovaná akceptácia technologických požiadaviek na kvalitu hotového produktu.

***Kľúčové slová:** Mimostavenisková doprava, spracovateľnosť betónu, dopravná vzdialenosť*

ABSTRACT

The ready-mix concrete transport is delivering of fresh concrete plant, while preserving the qualitative parameters of the final construction, the building works. This task is can be fulfilled only when we accept technological requirements for the quality of our final product

***Key words:** ready-mix concrete transport, workability of ready mix concrete, transport distance*

1 ÚVOD

Výstavbový proces je zložitý proces, ktorý prebieha na konkrétnom mieste, v konkrétnych podmienkach, vyžaduje symbiózu širokého okruhu profesií a musí vychádzať z konkrétnych požiadaviek na výsledný produkt a zároveň musí zohľadňovať požiadavky legislatívy, technických noriem, prípadne aj iných požiadaviek spoločnosti ako ochrana životného prostredia, ochrana zdravia, bezpečnosť práce, energetická náročnosť a pod. Takýto proces treba potom chápať **komplexne** a nie je možné pri rozhodovaní brať do úvahy len jedno, prípadne viacero hľadísk bez poznania vzájomného spolupôsobenia rozhodovacích kritérií. Betonárske procesy (súčasť doprava čerstvého betónu) vyžadujú akceptáciu technologických požiadaviek na kvalitu hotového produktu a zároveň tieto požiadavky majú priamy vplyv na ekonomické ukazovatele procesu.

2 TECHNOLOGICKÉ ASPEKTY MIMOSTAVENISKOVEJ DOPRAVY ČERSTVÉHO BETÓNU.

Technologické aspekty predstavujú predovšetkým splnenie podmienok technických noriem. Všeobecne platí požiadavka, aby sa **čerstvý betón vyrobil, dopravil a spracoval do začiatku tuhnutia**, čo je závislé od mnohých faktorov, ku ktorým patria predovšetkým [1]:

- vlastností čerstvého betónu - druh a trieda použitého cementu, vodný súčiniteľ, použité prísady a prímiesy,

- teplota prostredia - pri miešaní, doprave, spracovaní čerstvého betónu,
- doprava a manévrovanie – z betonárky po komunikáciách k miestu určenia, po stavenisku,
 - časové faktory – čas miešania a plnenia bubna domiešavača, čistenie bubna, čas spracovania (zhuťovania) čerstvého betónu.
- Ustanovenia normy okrem iného hovoria :
- Počas nakladania, dopravy a ukladania treba minimalizovať škodlivé zmeny čerstvého betónu, ako sú segregácia, odlučovanie vody, strata cementového tmelu, zmena konzistencie atď.
- Čerstvý betón sa nesmie znečistiť alebo znehodnotiť poveternostnými vplyvmi.

Z uvedeného je zrejmé, že ide o funkciu priameho prepojenia vlastnosti čerstvého betónu, dopravných prostriedkov, poveternostných a iných vplyvov (životné prostredie a bezpečnosť pri práci).

2.1 Vlastnosti čerstvého betónu

Vlastnosti čerstvého betónu sú odrazom požiadavky funkcie, ktorú bude betónová konštrukcia v stavebnom objekte plniť a zároveň akceptuje aj vplyvy vonkajšieho prostredia, ktorému musí počas životnosti odolávať. Požiadavky na čerstvý betón - podrobné zásady návrhu sú obsiahnuté v európskej norme *STN EN 206: Betón, časť 1: Špecifikácia, vlastnosti, výroba a zhoda..*

Definované sú vlastnosti ako :

- § spracovateľnosť - komplexná reologická (opisná) vlastnosť zahrňujúca súbor čiastkových vlastností, ako sú :
 - miešateľnosť, dopravovateľnosť, ukladateľnosť, tvárnosť, pohyblivosť, zhuťovateľnosť, plasticosť, súdržnosť a tuhosť

Dôležitým parametrom z hľadiska spracovania betónu je čas začiatku tuhnutia cementového tmelu. V zmysle STN EN 196-3 : „pojmom čas začiatku tuhnutia sa rozumie doba, ktorá uplynie od prvého kontaktu cementu s vodou až do nadobudnutia pevnosti cementového tmelu v tlaku 0,5 MPa. Čas začiatku tuhnutia vyjadruje aj začiatok výraznej straty plasticity cementového tmelu v dôsledku formovania hydratačných produktov a väzieb medzi nimi navzájom i na rozhraní cementový tmel a kamenivo“. Čas začiatku tuhnutia sa stanovuje pre každý druh aj triedu cementu zvlášť a to s presnosťou na jednu minútu .

2.2 Teplota prostredia

Ako bolo už v predchádzajúcich statiach konštatované - podľa ustanovení *STN EN 206* platí : „teplota betónu pri dodaní nesmie prekročiť +30 °C. Pri masívnych konštrukciách sa odporúča zohľadniť vývin hydratačného tepla. Pri teplote vzduchu medzi +5 °C a -3 °C nesmie teplota betónu pri dodaní poklesnúť pod +5 °C. Teplota betónu nesmie klesnúť pod +10 °C, ak je obsah cementu v betóne menší ako 240 kg/m³ alebo ak sa použil cement s nízkym hydratačným teplom. Pri teplote vzduchu pod -3 °C musí byť teplota betónu pri dodaní najmenej +10 °C. Ak sa vyžaduje iná minimálna teplota betónu alebo naopak maximálna teplota, treba ju uviesť s dovoľenými odchýlkami“.

Letné obdobie - teplota betónu pri dodaní nesmie prekročiť +30 °C. Doprava čerstvého betónu v letnom období má byť plynulá, bez prestojov, tak aby sa betón dostal v čo najkratšom čase do debnenia.

Zimné obdobie - Podľa *STN EN 206* Teplota betónu, musia byť splnené tieto požiadavky na teplotu čerstvého betónu a to „pri teplote vzduchu medzi +5 °C a -3 °C nesmie poklesnúť teplota betónu pri dodaní pod +5 °C. Teplota betónu nesmie poklesnúť pod +10°C ak je obsah cementu v betóne menší ako 240 kg/m³ alebo ak bol použitý cement s nízkym hydratačným teplom. Pri teplote vzduchu pod -

3°C musí byť teplota betónu pri dodaní najmenej +10 °C“. Doprava čerstvého betónu pri nízkych teplotách musí byť taktiež plynulá, bez čakania na vyprázdňovanie domiešavačov.

2.3 Mimostavenisková doprava čerstvého betónu

Doprava predstavuje dôležitý článok efektívnosti výstavbového procesu, pretože nepravidelný, oneskorený zásobovací cyklus na stavbe môže spôsobiť prerušenie stavebných prác (konkrétne betonáže), s čím súvisia aj organizačné zmeny na stavenisku - prestoje pracovníkov a zariadení, zmena kvalitatívnych parametrov dodávaného materiálu a pod.. Organizačné opatrenia predstavujú aj dôkladné zadefinovanie zásobovanie stavby – dopravné trasy a pri betonárskych procesoch je to o to dôležitejšie, pretože dopravný proces je podmienený špecifickými vlastnosťami čerstvého betónu [2].

Plynulosť dopravy je závislá na :

- parametroch dopravných prostriedkov - kapacita, výkonnosť, rýchlosť presunu, emisie...,
- umiestnení betonárky a staveniska - vzdialenosť,
- dopravnej situácii.
- vzdialenosť betonárky – jej možnosť výberu pre konkrétnu stavbu,
- poveternostné vplyvy,
- komunikácie v okolí a ich priechodnosť v čase,
- samotné dopravné prostriedky určené pre prepravu čerstvého betónu a pod.

Pri doprave čerstvého betónu v priestore je potrebné uvažovať aj s hodnotami, ktoré sa dajú vopred definovať a niektoré majú náhodilý charakter a ich určenie predstavuje komplikovaný proces [3]. Tu je na mieste aspoň niektoré, ktoré nie je možné opomenúť, a to :

- priechodnosť križovatiek,
- typ komunikácie – cesta 1.tr., 2.tr.,.....,
- povrch komunikácie – asfaltový, betónový povrch, nespevnené a spevnené povrchy,
- poveternostné podmienky – dážď, poľadovica,.....,
- technický stav stroja a jeho poruchy,
- ľudský faktor.

Prejavy vplyvov na dopravu čerstvého betónu sú vyjadrené v koeficientoch, ktoré sú výsledkom štúdií stavebných firiem, údajov získaných snímkaním v konkrétnych podmienkach a predstavujú :

- vplyvy počasia k_{po}
- vplyvy vonkajšej teploty k_t
- koeficient povrchu komunikácie (cesty) k_{pc}
- koeficient životnosti stroja k_z
- koeficient vplyvu kvalifikácie k_k
- koeficient vplyvu organizácie práce $k_č$
- koeficient priechodnosti križovatiek k_{pk}

Pri akceptácii všetkých požiadaviek a vplyvov je výsledkom vzťah pre **určenie dopravnej vzdialenosti (dopravné trasy)** z miesta výroby a miesta zabudovania čerstvého betónu [4].

$$S_{B-S} = T_d \cdot (v \cdot k_{po} \cdot k_t \cdot k_{pc} \cdot k_z \cdot k_k \cdot k_č \cdot k_{pk}) \quad [\text{km}]$$

kde : T_d maximálny disponibilný čas na dopravu (transport)
v priemerná rýchlosť dopravného prostriedku [$\text{km} \cdot \text{hod}^{-1}$]

Z takto získanej hodnoty - dopravnej vzdialenosti medzi betonárkou a stavbou je možné určiť:

1. Dopravný rádius stavieb zásobovaných z konkrétnej betonárky.

2. Dopravný rádius zásobovania stavby čerstvým betónom z disponibilných betonárok.

2.4 Ochrana životného prostredia

Samotná ekológia predstavuje parciálnu časť v mnohých vedných disciplínach a má multidisciplinárny charakter. Postavenie v stavebnej výrobe má parciálny charakter a rieši sa pasívnymi opatreniami s cieľom dosiahnuť súlad s legislatívou a technickými požiadavkami (normami). Najväčší negatívny vplyv na samotné aspekty životného prostredia majú najmä stavebné stroje.

Z uvedené je možné hovoriť, že povinnosťou účastníka výstavbového procesu je využívať všetky možné a dostupné prostriedky na ochranu životného prostredia tkz „ekologizáciu“.

Príkladom je, ak sa stavebný projekt bude realizovať v zastavanom území, kde je presne definovaná prípustná hladina hluku. Ak projekt túto hladinu prekračuje, povinnosťou spracovateľa je vyriešiť tento problém a navrhnúť riešenie. Takýmto riešením môže byť obmedzenie doby nasadenia stavebných strojov (presné stanovenie času, kedy môžu pracovať), prípadne vybudovanie pomocných zariadení (bariéry) znižujúcich hladinu hluku. V rámci dopravy čerstvého betónu predstavujú negatívum predovšetkým :

- vplyv na ovzdušie (prašnosť) ,
- hluk a vibrácie,
- pôda a zeleň (únik nežiadúcich látok – zvyšky betónu, ropné látky)
- ochrana zdravia pri práci.

Konkrétne opatrenia pre konkrétny proces predstavujú:

- pri doprave čerstvého betónu, je najdôležitejšie udržiavať dopravný prostriedok v dobrom technickom stave – pravidelný servis, technické kontroly, musí mať platnú STK a EK-zabezpečiť sa zabránenie uvoľňovaniu emisií do ovzdušia, k úniku pohonných hmôt do pôdy a k nadmernému hluku,
- pri čistení stroja sa musí zabrániť úniku zvyškov betónu do pôdy, kanalizácie, podzemnej vody, a to tým, že čistenie bude prebiehať na vyhradenom mieste,
- oplotenie staveniska a kropenie staveniskovej komunikácie zabraňuje zvýšeniu prašnosti pri pohybe strojov po stavenisku.

Opatrenia predstavujú technickú náročnosť a samozrejme sú funkciou nákladových položiek, ktoré priamo úmerne vplyvajú na efektívnosť výstavby.

2.5 Bezpečnosť a ochrana zdravia pri práci

Mechanizované stavebné procesy patria k rizikovým činnostiam v rámci výstavbového procesu, a preto majú svoje adekvátne postavenie v riešení problematiky BOZP. To platí aj o betonárskych procesoch, kde je potrebné rešpektovať určité zásady, ktoré vychádzajú z požiadaviek legislatívy, technických noriem, tak aby bola zabezpečená bezpečnosť a ochrana zdravia pracovníkov pri práci.

Dodržanie týchto opatrení predstavuje zvýšenie nákladov na organizačné opatrenia súvisiace s výstavbou. Je nutné poznamenať, vo výstavbovom procese platí všeobecná zásada „ radšej predchádzať nebezpečným a kolíznym situáciám, ako riešiť následky“.

Podstatou takéhoto prístupu k BOZP je zaujatie stanoviska organizácie k dodržiavaniu povinností vyplývajúcich z legislatívnych predpisov. Na základe uvedeného vzniká rozhodnutie, či sa bude investovať do prevencie alebo do nápravy neželateľných škôd.

3 ZÁVER

Stavebno - technologická príprava má svoje postavenie vo výstavbovom procese a jej výsledkom je efektívna výstavba. Rozhodovaniu o spôsobe výstavby musí predchádzať dôkladná analýza, ktorý vyústi to konkrétneho riešenia. Návrh optimálneho spôsobu zásobovania (dopravy) stavby čerstvým betónom musí akceptovať všeobecné podmienky výstavby s dôrazom na konkrétosti a obmedzujúce parametre, ktoré vyplývajú z realizovaného procesu. V prvom rade je to doba (čas) transportu, ktorá je závislá na čase tuhnutia betónu a v modeli vychádzam z predpokladov presnej špecifikácie objednávky dopravy čerstvého betónu – trieda betónu (zložiek čerstvého betónu), jeho vlastnosti a tým aj určenie doby spracovania – uloženia čerstvého betónu do pomocnej konštrukcie (miesta zabudovania). Zároveň sú plne akceptované vyhlášky cestnej dopravy. Ostatné vplyvy, ktoré pôsobia na samotnú dopravu, sú premietnuté do technických parametrov stroja a sú vyjadrené deterministicky pomocou koeficientov. Tieto koeficienty je možné získať snímkovaním, štúdiami výrobcov strojov a stavebných firiem zabezpečujúcich aj dopravu čerstvého betónu.

Príspevkom bolo poukázané na fakt, že účastník výstavbového procesu môže využívať zdroj v zásobovaní v takom rozsahu, ktorý rešpektuje v prvom rade technologické vlastnosti čerstvého betónu a tak aj volí výber miesta výroby čerstvého betónu. V neposlednom rade dôraz kladie aj na ostatné parametre ako životné prostredie, bezpečnosť pri práci a hlavne na ekonomické parametre.

Použitá literatúra

- [1] BAJZA, A., ROUSEKOVÁ, I. : Technologická betónu . Jaga Group s.r.o., Bratislava 2006, ISBN 80-8076-032-2.
- [2] BRIATKA, P. – ŠTEFÁNIK, L. – MAKYŠ, P.: Mimostavenisková doprava čerstvého betónu a vplyv teploty prostredia. BETON TKS 4/2009, Praha, 2009, str. 50-54.
- [3] HULÍNOVÁ, Z. : Modelovanie stavebných procesov. Modelovanie v čase. Bratislava: STU v Bratislave, 2009. 80 s. ISBN 978-80-227-3160-7.
- [4] PROKOPČÁK, L.: Optimalizácia pri modelovaní mimostaveniskovej dopravy čerstvého betónu z hľadiska efektívnosti výstav, dizertačná práca Bratislava, 2017.