



Időszerű megoldások betonutakhoz és közlekedési műtárgyakhoz
2020. januári szám

update 56

Tartós közlekedési csomópontok: betonpálya egy nagyterhelésű útke- reszteződéshez

Mielőtt – 2020 végére – az A81-es autópályának a stuttgarti kereszteződés és a böblingen-hulbi ipari terület közti szakasza kiépülhet, számos bontásra és átépítésre van szükség a belvárosi útszakaszokon. Az egyik legfontosabb művelet ezzel összefüggésben a böblingeni tartományi kerületben az úgynevezett Daimler-keresztezés kiépítése. Az egész kerületben ez az első betonburkolatú „csomópont”.

Betonpálya egy nagyterhelésű útkereszteződéshez

Grünewald, Alexander, okl. mérnök, InformationsZentrum Beton GmbH, Ostfildern (Németország)

A betonnak, mint útépítési anyagnak sok előnyös tulajdonsága van, – ilyenek a nagy szilárdság, az alaktartóság, a tartósság, a tömörség, a világos szín, a formai kialakítás és színezés kreatív lehetőségei.

Az útpálya rétegek betonból való építése más igényeket támaszt, mint a „hagyományos” anyagok (értsd: aszfalt): ilyenek az eltérő tervezési költségek, az építési folyamat, az építés ütemezése, az útelzárások az építőanyaggal szembeni követelmények és végül a feladatkiírás igényei a későbbi forgalomba helyezhetőség miatt. Itt más gondolkodásmódra van szükség: el kell térni a „feketeburkolatos” tervezési hagyományoktól, amelyek évtizedeken át sok kárt és költséget okoztak és fognak is még okozni, – bizonyos útépítési alkalmazásuk miatt. Figyelembe kell venni, hogy a DIN EN 206-1* és a DIN 1045 szabályozási iratokban előírt tulajdonságok, mint a szilárdság, tartósság és alkalmasság szerződés szerint csak a beépítés utáni 28. napon valósulnak meg. Ez nem jelenti azt, hogy a forgalomba-helyezés (építési forgalom, szokásos forgalom) csak 28 nap múlva következhet be. Sőt, a forgalomba-helyezés egy bizonyos nyomószilárdság elérésekor már lehetséges. Ez a helyzet a szokásos C30/37 XM2, XF4 betonosztály alkalmazásakor is: a ZTV Beton-StB (kiadó: FGSV, Forschungsgesellschaft für Strassenwesen und Verkehr) szerint 26 N/mm² nyomószilárdság ehhez már elegendő. Noha ez a külső hőmérséklettől is függő, fenti korai szilárdság 20 °C-on általában már ugyan 10 nap alatt elérhető, de az útelzárásokat és az ütemtervet ehhez a beton építési módhoz kell igazítani (lásd az 5. oldali ábrát is: a Daimler csomópont rétegtrendjére).

Kiviteli tervezés

Az igen nagy terhelésű Daimler-keresztezés Sindelfingen/Böblingenben a négysávos K 1073 kerületi út szakaszát köti össze Singelfingen-Böblingen és Sindelfingen-Dagersheim (Böblinger Strasse területén a Gottlieb-Daimler úttal északi, ill. a Dornierstrasse úttal déli irányban. A legutóbbi forgalomszámlálás elemzése szerint itt napi 28 000 személygépjá-

kocsi és 3640 db 3,5 tonna fölötti nehézgépjármű halad át oda vagy vissza a sindelfingeni Daimler-Művekhez. Ennek megfelelően az aszfaltburkolatú Daimler-keresztezésben erős nyomvályúk és elvékonyodások találhatók a tehergépkocsi forgalom miatt.

Az igényelemzések és a tervezett átépítések alapján a Daimler-csomópont továbbfejlesztéséhez, valamint a belvárosi résznek „Repülőter” (Flugfeld), az A81-es út és a Böblingen City közti szakaszán a közlekedési igény 37 700 szgk/nap és 4310 tgc/nap szintre emelkedik. Ehhez tartozik még az autógyártó Daimler-AG előrejelzése, miszerint a Mercedes-Benz „S” osztályú, továbbá a jövőbeni elektromos hajtású autókat a sindelfingeni telephelyen gyártják majd.

A csomópont átépítésének és bővítésének tervezési irányelvei a 2012-2016 közti forgalom-növekedésen és az előrejelzésből várható terheléstöbbleten alapulnak.

A kiviteli tervezés mértékadó tényezői, egyúttal irányelve volt a teljesítőképesség növelése, a tartósság és a teljes pályaszerkezeti felépítmény hozzáigazítása a várható statikai és dinamikai terheléshez.

A jelenlegi közlekedési adatok és az igényelemzés részletei:

	Jelenlegi terhelés	Igényelemzés
Szgk.	28 000/nap	37 700/nap
Tgc.	3640/nap	4310/nap

A növekvő teljesítőképesség iránti igényt kielégítendő, nemcsak tartós és teherbíró útburkolati anyagról kellett gondoskodni, hanem a keresztezés környékét négyről ötsávosra kellett bővíteni. A sávok új elrendezése a csomópont átteresztő képességét jelentősen növeli és ezt lényegében a Daimler-Művek időzített „just in time” szállítási igényei teszik szükségessé.

Ez a megnövekedett teherszállítási igény és a növekvő személygépkocsi forgalom az alapelgondolásban aztán ahhoz a belátáshoz vezetett, hogy ezt az útépítési műtárgyat tartós, mechanikailag a legteherbíróbb anyagból kell megvalósítani.

* Az irodalomjegyzékben, az Update 17. oldalán az összes hivatkozott szerződési-szállítási, vizsgálati előírás, az irányelvek és műszaki tájékoztatók (Merkblatt) teljes címe megtalálható; ezekre ebben a cikkben általában rövidített jellel hivatkoznak.



A Daimler-keresztveződés az átépítés előtt



Benyomódások az aszfaltban a túl nagy terhekből fékezés, állva járatás és indítás miatt

A tervezőhatóság óriási tapasztalati tára (tartományi hivatal Böblingen) a körforgalmak pályaszerkezetének betonnal való elkészítésében leegyszerűsítette a döntést pályaszerkezet ügyében: „fekete” vagy „fehér”. Vasalatlan táblákból álló, hézagokkal, horgonyvasakkal és teherátadó tüskékkel jellemezhető rendszer mintegy predesztinálva volt az itteni, geometriailag vonalas lineáris csomóponti műtárgyhoz.

A forgalomszámlálás elemzésén, az igények tervezésén, a megfelelő osztályba sorolásból, beleszámítva a szomszédos szövetségi utakkal való összehangolást is az RStO 12 alapján a Bk jelű terhelési osztály adódott. Ezen belül a Daimler-keresztezéshez a Bk 32 jelű terhelési osztály tartozik az ebből következő 25 cm vastag betonburkolattal és az ennek megfelelő alsó teherhordó aszfalt-réteggel és alapépítménnyel. Végül 26 cm-es betonburkolatot építettek, mert így az aszfaltréteg vastagságát 10 cm-ről 8 cm-re lehetett csökkenteni (lásd a Daimler-csomópont rétegtrendjét az 5. oldal ábráján).

A betontechnológia

Az útburkolati beton az érvényes FGSV-közútépítési szabályozási rendszernek felel meg: ZTV Beton-StB 07, TL Beton-StB, TP Beton-StB 10. Ezek az előírások a DIN EN 206-1 és DIN 1045 szabvánnyal összhangban vannak.

C30/37 XM2, XF4, WS, műszálas (rosterősített) C1/F3 konzisztenciájú, 16 mm max. szemnagyságú transzportbetont építettek be. Ez egy „szokványos 37 N/mm² (MPa) jellemző kockaszilárdságú útbeton, $\geq 4,5$ MPa hajlítoszilárdsággal – 28 napos korban és $v/c \leq 0,45$ -tel. Vasalás nélküli betonpályalemezt terveztek, a szokásos XM2 és XF4 környezeti osztályban. Az XM2 osztály jelenti az „erős koptató hatást, beleértve a felületképzés módját” is (seprűs rovatkolás). Itt figyelembe kellett venni azt is, hogy a német szabályozás az XM2 osztályban legfeljebb 360 kg/m³ cementtartalmat enged meg. Ezt azonban a megbízó egyetértésével a szemeloszlási görbéhez igazítva kissé meg lehetett emelni és ezt a közösségi betonút építésben a száladagolás alapján és kézi beépítéshez tartozó – gyakran lágyabb – konzisztencia végett elfogadják. A második kiírt XF4 környezeti osztály a nagy víztelítettségű beton jégolvasztó szerrel értett fagyállóságára vonatkozik. Az XF4 itt légbuborékos betont ír elő. A folyósító és a légbuborékképző szer kombinált adagolásával a frissbetonban elért 5,5 térf.% (4,5 % + 1 %) mesterséges buborékok szabad

szemmel ugyan nem láthatók, de ezek révén elérhető, hogy a kapillárisokon beszivárgó víz megfagyáskor elegendő tágulási teret kapjon, és így a jégképződéshez tartozó térfogat-növekedés nem tudja tönkretenni a beton felszínét. A légbuborékok megszakítják a vízfelszívó kapillárisokat is és így megakadályozzák azt, hogy a beton mélyebb rétegei vízzel telítődjenek. Így esetleges, nem látható károsodás kizárható a betonpályalemez belsejében is.

Érdekes még, hogy a beton adalékanyagának bevizsgáltnak „WS”-re (adalék-alkáli reakciónak, AAR-nek) ellenállásra alkalmasnak kell lennie. Az adalékanyag 0/2, 2/8 és 8/16 mm frakciókból állt. A „WS” szerinti nedvességtartalmi osztály (nedves+alkáli utánpótlás van+ dinamikus igénybevétel) különlegesen megvizsgált (≥ 2 mm-es) adalékanyagot ír elő, továbbá kis alkáli tartalmú cementet az AKR (német rövidítése az alkáli-kovavas-reakciónak) elkerüléséhez. Egyszerűbben mondva, a „WS” előírással a sav-lúg reakciót a betonban a legkisebbre kell lezörzteni. A szabályozásban előírt, pl. V2 „WS”-alapvizsgálat olyan adalékanyagot enged meg, amely az ún. „BASt-Liste” jegyzékben szerepel és az útbetonban való alkalmasságra megvizsgálták; – egyúttal a cement Na₂O egyenértéke nem lehet 0,8-nél nagyobb. A cement-adalék együttesnek ellenőrző vizsgálatára Németországban még további (alább felsorolt) lehetőségek vannak közutak esetére. Mindezek az ARS 04/2013-ban (Allgemeine Rundschreiben Strassenbau) megtalálhatók.

A cement/adalékanyag együttesnek alkalmasságára vonatkozó vizsgálatok a betonútépítésben (a Bk 1,8 feletti osztályokban)

- AKR megfelelési vizsgálat (V1): egy adott betonreceptúra jóváhagyása
- WS alapvizsgálat (V2) a durva (> 2 mm) adalék alkalmazra
- WS-megerősítési (igazoló) vizsgálat: egy AKR-megfelelési (V1), vagy a WS alapvizsgálat (V2) kedvező eredménye alapján

A 26 cm vastagságú betonlemez 6 cm hosszú polipropilén (PP) szállal erősítették, 3 kg/m³ adagolással (lásd az ábrát a 6. oldalon). Ezek ugyan statikailag érdektelenek, de számos más, a betontulajdonságokat javító hatásuk van. Jelentősen csökkentik pl. a zsugorodás okozta repedési hajlamot a beton exoterm kötési folyamata miatt.

Az RStO 12 és RStO 01 szerinti osztályba sorolás szembeállítás ¹⁾

Teherbírási osztály	Méretezésre mértékadó „B” igénybevétel	Jellegzetes példa	RStO 01 szerinti építési osztály
Bk 100	> 32	autópálya gyorsforgalmi út	SV
Bk 32	> 10 és ≤ 32	ipari utak	I
Bk 10	> 3,2 és ≤ 10	kereskedelmi főutak	II
Bk 3,2	> 1,8 és ≤ 3,2	bekötő utak	III
Bk 1,8w	> 1,0 és ≤ 1,8	gyűjtő utak, kisforgalmú kereskedelmi utak	III
Bk 1,0	> 0,3 és ≤ 1,0	lakóterületi utak	IV
Bk 0,3	≤ 0,3	lakóterületi utcák	V és VI

¹⁾ Osztályba sorolás a mai időszerű és általános szakismeretek alapján



A Daimler-csomópont általános rétegrövidje (pályakeresztmetszet)

A frissbeton előírt legkisebb légtartalmai (TL Beton-StB ¹⁾)

d_{max} (mm)	Legkisebb átlagos frissbeton légtartalom [térf%]
8	5,5
16	4,5
32 ill. 22	4,0

A szilárd beton buborékrendszerének jellemzői (TL-Beton-StB ¹⁾)

	A_{300} [térf%] mikrobuborék tart.	Távolsági tényező (mm)
Típusvizsgálat	≥ 1,8	≤ 0,20
Önellenőrzés	≥ 1,5	≤ 0,24

¹⁾ Hidraulikus-kötésű betonanyagú pályaburkolat teherhordó rétegek építőanyagainak és anyagkeverékeinek műszaki szállítási feltételei



A WP Forta Ferro polipropilén (PP) szálak

Ugyanígy: a szálak növelik az anyag összetartó képességét mechanikai igénybevételekkel szemben, növelik az utórepedési húzószilárdságot és a törési nyúlóképességet (duktilitást), végül a szálakon tapadó víz révén az egész „betonmátrixnak” utólagos nedves („belső utókezelést”) biztosítanak. Ez azt jelenti, hogy a cementnek az időben elhúzódó vízigényét a még később is jelenlévő (a szálakon) tapadó víz kiszolgálja.

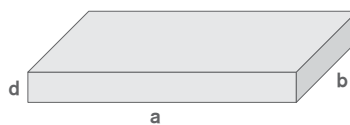
A frissbeton konzisztenciája a beépítési módtól függ: finiser alkalmazásakor a C1 osztály határain belül, vibrogerendás kézi beépítéskor pedig az F3 határain belül, – folyósítószerrel.

Mindezen paraméterek kielégítése érdekében, – hogy a beépítési helyszínen megfelelően működő receptúrát fejleszthessenek ki – a megbízott transzportbeton gyárában próbaszakaszt építettek meg. Ez megfelelt az M VaB (Közlekedési felületek tervezési, építésszerkezeti, építési előírásai) című műszaki tájékoztatónak, figyelembe véve a kiegészítő műszaki szerződési feltételeket: ZTV Beton-StB 07 is.

Az építés módja

A „Daimler-csomópontot” az építető a böblingeni kerületi tanácsai hivatal (LRA BB) vasalatlan, lemezekre osztott különféle hézagokkal kiképzett pályaként képzelte el, és a generáltervezés is eszerint zajlott. Betontechnológiai tanácsadóként az InformationsZentrum Beton, Ostfildern volt segítségükre, amely Németország-szerte bármikor igen

kedvelt közreműködő, a betonanyagú közösségi közlekedési felületek ügyében. A hézagokkal elválasztott mezőkben a húzófeszültségek leépíthetőek, amelyek a beton kötése és zsugorodása és a későbbi, időjárás okozta hőmérsékleti hatásokból erednek. Betonozáskor a pontosan elrendezett helyzetű hézagokat horgonyvasakkal és teherviselő vasbetétekkel biztosították. A teherátadó vasbetéteket egymástól 25 cm-nyire, nagyjából a betonlemez középvonalában (a haladási irányban) támasztó kosarakra helyezték el, és így betonozták be. Ezek a lemezmezőknek egymástól való függőleges irányú eltolódását akadályozzák meg (lemezsüppedés); – eltolódást a függőleges erők és a keletkező nyomatók okozhatnak. Ilyen függőleges eltolódásokat a hézag vagy a lemezszélek fölötti járműáthaladás okozhat, – ritkább esetben az alapépítmény ülepedése is. A horgonyokat a haladási irányra merőlegesen helyezték el (jelen esetben mezőnként 3 db-ot): ezek is összetartják a lemezmezőket. Így a horgonyok megakadályozzák a haladás irányú elcsúszásokat. A vasalatlan betonból való építés esetén az adódó geometriai követelmények betartásához kedvezőtlen hossz/keresztirányú viszonyok, vagy elkerülhetetlen csúcsok-sarkok esetén a pályába felül egyrétegű hálóvasalást tesznek (itt: 6,12 kg/m², Q424 A jelűt). Eközben az itt következő ábra szerinti geometriai a már említett M VaB (1+2 rész) irányelv sorozat szerint be kell tartani.



$$a \leq 20 \times d$$

$$\frac{a}{b} \leq 1,5 \text{ mit } b \geq 50 \text{ cm}$$

„Ökölszabály” a lemezméret arányaira, max/min



A kosarakon támaszkodó teherátadó vasak („dübelek”) helyzete egy geometriailag kényes, hálószerű szakaszon

Az építési idő tervezése/ütemterv

Az építési idő tervet lényegében a két ütemben való építés melletti döntés határozta meg, – mindezt azért, hogy a teljes útlezárást elkerülhessék. A nyugati építési szakaszba márciusban fogtak bele és 2019 júliusában be is fejezték. A második szakasz ellenirányú közlekedéssel bonyolódott le 2019. július közepétől szeptember közepéig, végül forgalomba helyezték 2019. szeptember 25-én. A folyamatot az alábbi időrendben tervezték meg és eszerint kiviteleztek is:

- az aszfaltpálya és a jelzőberendezések bontása
- mélyépítési munkák: az új vízvezető rendszer, levezető csövek, aknák, az új jelzőberendezések alapozása, pályaszélesítés a lekanyarodási lehetőségek javítása
- aszfalt teherhordó réteg
- zsaluzás
- betonpálya építés seprűs rovátkolással
- hézagtömítés
- a szegélykövek felragasztása
- felfestett jelzések
- a biztosító berendezése építése, jelzőtáblák, jelzőlámpák

A betonpályát többnyire a betonfelület beépítésére alkalmas finiszerrel építették meg a 8 cm vastag aszfalt teherhordó aljzatra. Egyes részfelületeket, ahová a finiser nem tudott behajtani, vagy kisebb szakaszokat kézi erővel betonozták, vibrogerendával. A legérdekesebb és legigényesebb feladat a finiser mozgásának megtervezése volt. Itt nemcsak a műszaki áttelepítésről volt szó, hanem az építési ütemtervről, a gazdaságossági hatékonyságról és az időjárásról is. Utóbbi a nyári hetekben lehet kritikus, mert a $\leq 30\text{ °C}$ frissbeton hőmérsékletet tartani kell, de a léghőmérsékletet is, amelynek felső határát a ZTV Beton-StB 07 25 °C -ban szabta meg. Mindezek a szabályok a tartós szilárdbeton elérését szolgálják. A tervezés az ilyen hőmérsékleti viszonyok esetén a betonozást a ZTV kiegészítésében leírt „csak különleges intézkedések mellett” írta elő; ezeket az intézkedéseket a Kivitelezés fejezetben külön, részleteiben is tárgyalják.

Hőmérsékleti határértékek betonozáshoz a TL Beton-StB 07 szerint

A betonbeépítési léghőmérséklet, frissbeton hőmérséklet		
megengedett	$5\text{ °C} \leq T_L \leq 25\text{ °C}$	$5\text{ °C} \leq T_B \leq 30\text{ °C}$
csak különleges intézkedések mellett	$T_L < 5\text{ °C}$ $T_L > 25\text{ °C}$	
nincs megengedve	Tartós fagy $T_L \leq -3\text{ °C}$	–
	–	$T_B < 5\text{ °C}$ $T_B > 30\text{ °C}$

T_B = betonhőmérséklet, T_L = léghőmérséklet

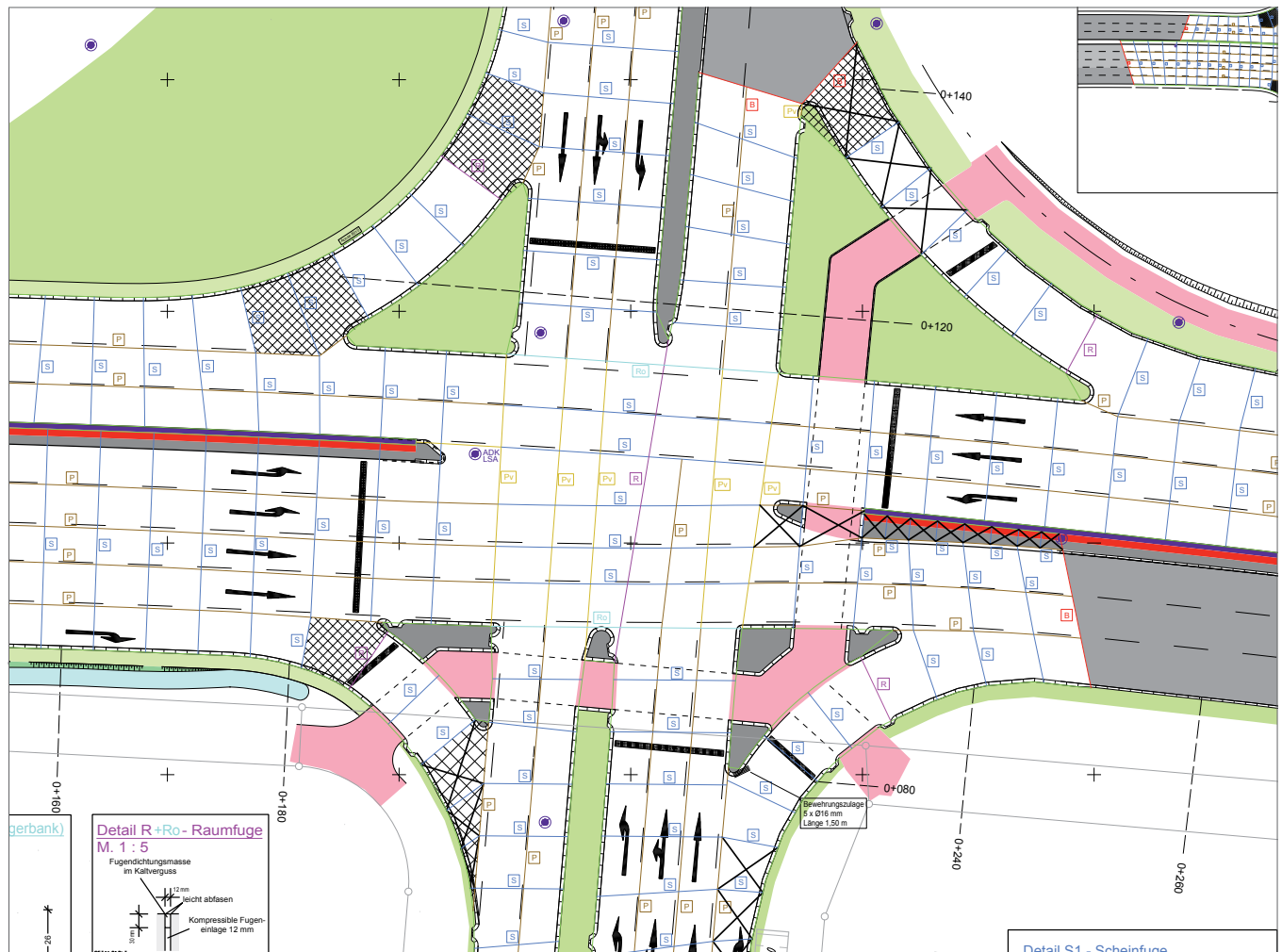
Az alábbi ábrán jól látható a finiser mozgásának ütemterve. A nyugati oldalon a 20 tonnás finiser minden nehézség nélkül végigjárta az előírt sávokat, mielőtt a keleti oldali építési szakaszra állt volna át. A tervezett 20 m/h haladási sebességet a 7,5 m széles sáv betonozásakor általában elérték és ez hozzájárult a gyors előrehaladáshoz. Nagy kihívás volt a felszín keresztvezésének töréspont nélküli megtervezése. Ezért újabb magassági tervezésre volt szükség a megfelelő keresztvezéssel úgy, hogy ezekkel az új, megváltozott magassági viszonyokkal a finiselési technika összhangban legyen.

Kisebbszakaszokat, vagy a finiserrel nem bejárható felületeket kézi erővel, vibrogerendával betonozták. A vibrogerendás beépítési mód a legjobb lehetősége körforgalmaknál és ezzel optikailag is, műszakilag is kiváló felületek

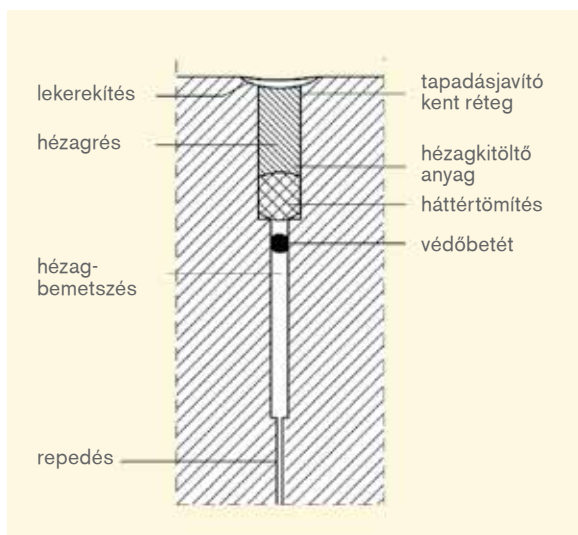
érhetőek el. Ennek előnye az alkalmazkodóképesség és a könnyű kiszolgálhatóság. Hátrányként a jóval kisebb teljesítőképesség és a finiserhez képest rosszabb síkfekvés említhető.

Felületképzés

Az XM2 osztályhoz olyan felületképzést szoktak előírni, amelyet a közösségi betonútépítésben általában seprűzessel érnek el. A menetirányra merőleges seprűs rovátkolás eredménye a megkívánt zárt felület, az így megdolgozott felület jobb tapadó képessége; – a rovátka egyúttal az esővíz keresztirányú elvezetését segíti. Az úgynevezett „mosott beton” építési mód – amelyet Németországban a főútvonalakon rendszeresen alkalmaznak, – a közösségi (helyi) betonutakon ezideig nem használatos.



A finiser haladásának ütemterve és a hégzelrendezés



Vakhézag

Utókezelés

A vízszintes betonfelületek utókezelését különös gonddal kell megtervezni és elvégezni. A beépített térfogathoz képest nagy terület, amelyet az időjárás közvetlenül érint, e tekintetben érzékennyé teszi a betont. Ezt az érzékenységet a nagy terület használata okozza, amelyből a hidratációhoz szükséges víz elpárologhat. Ha ez megtörténne, akkor ez a később igen nagy terhelésnek kitett felület számára katasztrofális: zsugorodási repedések, szilárdságcsökkenés, hidratálatlan a cement, amely a seprűs rovátkák mentén könnyen elkoptatható cementhabarcsot okoz és mindez csökkent minőséget jelent. Ezek miatt az utókezelésre már a tervezéskor különös figyelmet kell fordítani. Ennél a betonút-építésnél ezért kétszeres, – szélsőséges időjárás esetére három fokozatú – utókezelésre volt szükség. Amint a beépített beton a seprűs rovátkolás után matt-nedvessé lett, útépítési folyékony utókezelő szert szórtak fel kézi permeterzőkkel és ezzel zárt, fehér „Curing” párazáró réteget nyertek. Szélsőséges időjárás, azaz nagy hőmérséklet és/vagy erősebb szél esetén közvetlenül a finiselt felületre, de még a seprűzés előtt egy közbelső párazáró réteget hordtak fel. A lépésszilárdság elérése után fehér színű, víztartó paplannal takarták be a betont, majd rögzítették és vízzel telítették.

Hézagvágás és tömítés

A vasatlan betonpálya építésekor a hézagok szükségessége alapvető fontosságú. Ezek a lemez vadrepedéseit akadályozzák meg, leépítik a betonszerkezet feszültségeit,

előre kijelölt repedés képet és kifogástalan hézagtömítést tesznek lehetővé, – ez esetben öntött, hideg tömitőről van szó. Részletezve: a már említett hézagkiosztási terv alapján képezték ki a vakhézagokat, a tágulási hézagokat, a nyomott és végül a műszakvégi, szintén nyomott hézagokat. A tágulási hézagokat vagy teherátadó vasbetétekkel („dübel”), vagy vasalás nélkül aláépített beton keresztgerendákkal tervezték, 12 mm fúgaszélességgel és víztaszító hézagbetéttel.

Minden vakhézagot két ütemben vágta be és a hézagleket ívesen lekerekítették. Az első bevágás („résberovás” $b_t = 3 \text{ mm}$) meggyengítette a keresztmetszetet mintegy egyharmadnyi lemezvastagságig és így az átrepedés a tervezett helyen keletkezik. A második, felbővítő bevágás („bemetszés” $b_a = 8 \text{ mm}$) teszi lehetővé a hézagtömítő rendszer elhelyezését (9. oldali ábra). Az előkészített hézag (a „fuga”) oldalfalait előzőleg egy primer tapadásnövelővel kezelték és végül két-komponensű hideg hézagtömítővel zárták le, hogy a szennyezés és víz behatolását megakadályozzák. A hideg hézagkitöltő tömítés előnyei: tapasztalat szerint ennek jobb a tapadása a résfalon, kevesebb a résfal menti átrepedés, egészségügyi szempontból előnyös, mert elmarad a bitumenes meleg tömítésből elpárolgó szénhidrogén és a szürke színű hézagtömítésre jól elkészíthetők a burkolati jelek.



Mélyépítési munkák: új, nagyteljesítményű vízvezetők a pályához

Szegélyek és pályalehatárolás

Közlekedési felületek szegélyeinek feladata a pálya lehatárolása, a túlfutás elleni védelem és a lefolyó víz terelése. A „Daimler-csomópontnál” ragasztott szegély mellett döntöttek, amelyet a túlnyúló betonsávra kétkomponenses gyantával, ütközést tűrően és elmozdíthatatlanul ragasztottak fel. Tapasztalat szerint a jó tapadáshoz tökéletes tisztaság és pormentesség szükséges mindkét találkozó felületen (fogadó felület és a kőborda felülete), továbbá a ragasztógyanta teljesen egyenletes eloszlása. Ezt a követelményt a teljesítmény jegyzékben egyértelműen előírták és a böblingeni kerületi tanács pontonként ellenőrizte.

Kivitelezés

Az egész keresztezési műtárgy fővállalkozója a Firma Eurovia cég stuttgarti leányvállalata volt, amely a betonozás

munkákat a passzai Berger Bau SE-re, mint alvállalkozóra bízta. A kiírásban a pályának finiseres, sürgős megépítése szerepelt. A Berger Bau számára is új volt egy beton anyagú csomópont megépítése, de a betonkörforgalmak, benzinkutak, pihenőhelyek és más beton anyagú közösségi közlekedési felület építésében szerzett nagy tapasztalatai alapján ezt a feladatot a Berger Bau SE önállóan elvállalhatta.

Ennek az igényes feladatnak gyakorlati megvalósítása során az előkészítéskor az alapépítménybe új, nagyteljesítményű előregyártott beton esővíz levezető elemeket építettek be. A 8 cm vastag teherbíró alsó aszfaltréteget huzalvezérlésű (GU) aszfaltfiniserrel gond nélkül építették be és viszonylag nagy EV_2 modulus, a jó síkfekvés és a pontos magassági szint beállítás tökéletes alapot jelentett a majdani betonpályának.



Az aszfaltréteg egyúttal a munkahelyi és anyagszállítási forgalomnak is megfelelt és a zsaluzatot is ehhez az aljzathoz rögzítették. A finiseres bedolgozáshoz a C1 konzisztencia jelű betont 28 tonna hasznos terhelésű (11 m³) nyerges vontatókkal szállították a helyszínre.

A következő hetekben az egyes betonpályák zökkenőmentesen elkészültek és jól láthatóan egységes közlekedési csomóponttá álltak össze. A jól beállított összetételű légbuborékos C1 konzisztenciájú beton 12 km-ről a gärtringeni transzportbeton üzem szállította (Heidelberg-Beton), lehetővé téve ezzel a folyamatos építést és a jó minőséget

Kézi beépítéskor (kisebb, vibrogerendás felületek) a betonozó szerelvényt kissé át kellett alakítani és a mixerres F3 légbuborékos beton fogadására beállítani. A beton legked-

vezőbb bedolgozásához több merülővibrátorral – még a vibrogerenda előtt – mélységében is tömörítették a betont – közben a tűvibrátokat lassan hosszirányba kellett elfordítani, és ugyanekkor a vibrogerenda mögött már beépített útbeton lyukacsmentes felületzárását is ellenőrizni kellett, hogy az esetleg hibás részeket kézi simítóval utána igazítsák. A rákövetkező seprűs rovátkolást és a párazáró szer felszórását (Curing) mindkét betonozási módnál kézi erővel végezték (pl. 14. oldal középső ábra).



Az aszfaltréteg





Egy hálósalt, geometriailag kényes szakasz betonozás előtt.
A későbbi vakhézagok alatt kosarakra támasztott teherátadó vasak („dűbelek”).



A finiser első „nekiindulása” mindig izgalmas, de ezt a kiszolgáló és bedolgozó személyzet bravúrosan oldotta meg.



A seprűs rovátkolás



A beton és a PP szálak



Az utókezelő fehér „Curing” a pályára felszórva



Kiegészítő utókezelés vízmegtartó paplannal



A beton beépítése finiserrel, C1 konzisztencia osztály



Betonbeépítés vibrogerendával, F3 konzisztencia osztály

Üzemi ellenőrzés és belső gyártás

A minőségbiztosításhoz a friss és a megszilárdult betont az üzemi termelés ellenőrzéssel (német rövidítés: WPK, angol: FPC) mind a transzportbeton üzemben, mind a beépítő részéről átvételi vizsgálattal, folyamatosan ellenőrizték. Az ellenőrzést a vállalkozó, vagy annak megbízottja (alvállalkozója) végzi. Ilyenkor az alapanyagokat és a kész teljesítményt is megvizsgálják. Összefüggő, > 500 m²-es felületekre, ezt az MVaB (Merkblatt) és a ZTV Beton-StB 07 írja elő. Ebben a friss beton szállítólevelét a beépítés előtt, továbbá a konzisztenciát, a v/c tényezőt kiszáritással, a testsűrűséget, a légtartalmat, továbbá a beton és a légtér hőmérsékletét ellenőrzik.



A szegély felragasztása:
az elemek közt 3-5 mm-es hézag van



Hézagtömítés poliszulfid alapú két-komponensű hideg tömítőanyaggal



Burkolati jelek készítése



Hézagvágás: előtérben a hézagperem íves lekerekítése. Háttérben a hézagvágó gép az először készített hézagréshez (1.) és az utána készítettő bemetszéshez (2.) (Lásd még a 9. oldali ábrát is.)



Szakirodalmi hivatkozások:

BASt, Bundesanstalt für Straßenwesen

DIN 1045-2, Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton – Teil 2: Beton – Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität – Anwendungsregeln zu DIN EN 206

DIN 1164-10, Zement mit besonderen Eigenschaften – Zusammensetzung, Anforderungen und Übereinstimmungsnachweis von Zement mit niedrigem wirksamen Alkaligehalt

DIN EN 197-1, Zement – Zusammensetzung, Anforderungen und Konformitätskriterien von Normalzement

DIN EN 206-1, Beton – Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität

FGSV-Merkblatt für die Herstellung und Verarbeitung von Luftporenbeton

FGSV-Merkblatt für Planung, Konstruktion und Bau von Verkehrsflächen aus Beton (M VaB)

RStO 12, Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen

TL Beton-StB, Technische Lieferbedingungen für Baustoffe und Baustoffgemische für Tragschichten mit hydraulischen Bindemitteln und Fahrbahndecken aus Beton

TP Beton-StB 10, Technische Prüfvorschriften für Baustoffe und Baustoffgemische für Tragschichten mit hydraulischen Bindemitteln und Fahrbahndecken aus Beton

ZTV Beton-StB 07, Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Tragschichten mit hydraulischen Bindemitteln und Fahrbahndecken aus Beton

Összefoglalás

A Daimler-keresztződést a forgalmat fenntartva, két szakaszban, hat hónap alatt építették meg, áprilistól szeptemberig. Szeptember közepén a keresztzést teljes egészében átadták a forgalomnak. Maga a betonbeépítés két öthetes időszakban valósult meg 1560 m³ betonból, 6000 m² betonfelülettel.

A böblingeni tartományi kerület a maga 20 beton körforgalmával már jó tapasztalatokra tett szert. A nagy teherforgalmú keresztzésekhez (pl. ipari területeken) a betonos építés nyújtja a legkedvezőbb megoldást. A hosszú élettartam feltétele a jó tervezés. E megoldásnál valamivel hosszabb építési és forgalom elzárási idők adódnak és el kell térni a régi, részben már elavult tervezési hagyományoktól.

A sindelfingen-böblingeni régi Daimler-keresztződés bontása és bővített újraépítése jó példája az okos, a tartós betont választó megoldásnak az útépítésben. A hosszú időtartamú és önmagában is tartós úthasználat feltétele az ilyen erősen igénybe vett csomópontoknál a hatóságok, a tervezők és a kivitelező vállalkozók társas együttműködése – a tartós megoldás érdekében. A 2019 szeptemberében elkészült útkeresztződés a következő évtizedekben ebből az előrelátásból jól fog vizsgázni és biztonságosan fog működni.

Fordította:

Dr. Erdélyi Attila okleveles mérnök
nyug. műegyetemi docens (BME)
tudományos tanácsadó (CEMKUT Kft.)



A sindelfingeni/böblingeni
Daimler-keresztzés építéséről
készített film elérhető:

<https://bit.ly/daimlerknoten>



A projekt adatai

Címek

Knotenpunkt Böblinger Str./
Gottlieb-Daimler-Str.
Sindelfingen/Böblingen
Baden-Württemberg

Beruházó és tervező

Landratsamt Böblingen (LRA)
Straßenbauamt
Parkstraße 16
71034 Böblingen

Projektfelelősök és résztvevők:

Jörg Aichele
Wolfgang Behrens
Jasmin Ribesell
Werner Röhm

Tervezés

Ingenieurbüro
Dipl.-Ing. K. Langenbach GmbH
In der Au 11
72488 Sigmaringen

Tervezési tanácsadó

InformationsZentrum Beton GmbH
(Ostfildern)

Vállalkozó

GU: EUROVIA Teerbau GmbH, Nie-
derlassung Stuttgart
Betonbau: Berger Bau SE, Passau

Betonszállító

Heidelberger Beton GmbH & Co.
Stuttgart KG
TB-Werk, 71116 Gärtringen

Fényképek, ábrák

InformationsZentrum Beton GmbH,
A. Grünwald
Landratsamt Böblingen,
Straßenbauamt
AWP Fasertechnik GmbH & Co. KG,
92237 Sulzbach-Rosenberg, Dr. W.
Pilhofer



Légifelvétel a kész Daimler-csomóponttól

A Magyar Cement-, Beton- és Mészipari Szövetség tagjai

AUTARK Szolgáltató Kft.
www.autark.hu

Bács Beton Kft.
tpkbeton@pr.hu

Beton Technológia Centrum Kft.
www.btclabor.hu

Bramac Kft.
www.bramac.hu

B&Z-BETON Kft.
www.bzbeton.com

Calmit Hungária Kft.
www.calmit.hu

Carmeuse Hungária Kft.
www.carmeuse.hu

CEMKUT Cementipari
Kutató-fejlesztő Kft.
www.cemkut.hu

CRH Magyarország Kft.
www.crhhungary.com

Danubiusbeton Dunántúl Kft.
www.beton-rendeles.hu

Danubiusbeton-Szolnok Kft.
www.cemex.hu

Duna-Dráva Cement Kft.
www.duna-drava.hu

Első Beton Kft.
www.elsobeton.hu

LAFARGE Cement
Magyarország Kft.
www.lafarge.hu

Mahler és Partner
Betonelemgyártó Kft.
www.partnerpaks.hu

Mapei Kereskedelmi Kft.
www.mapei.hu

MC – Bauchemie Kft.
www.mc-bauchemie.hu

Mondi Bags Hungária Kft.
www.mondigroup.com

Nord-Point Építőanyag Kft.
www.nord-point.hu/beton

Otolec Transzportbeton Kft.
otolec@t-online.hu

Readymix Zala Kft.
www.beton-rendeles.hu

Readymix-Lesence Kft.
www.readymixlesence.hu

Sika Hungária Kft.
www.sika.hu

TBG Balatonboglár
Transzportbeton Kft.
tbgboglar@t-online.hu

A Magyar Betonelemgyártó Szövetség tagjai

ASA Építőipari Kft.
www.asa.hu

betonEPAG Kft.
www.betonepag.hu

BETON-STAR Kft.
www.betonstar.hu

dvb Délmagyarországi
Vasbetonipari Kft.
www.dvb-szeged.hu

Első Beton Kft.
www.elsobeton.hu

Ferrobeton Zrt.
www.ferrobeton.hu

K.V Építőipari Kft.
www.kvkft.hu

Lábatlani Vasbetonipari Zrt.
www.railone.hu

MABA Hungaria Kft.
www.maba.hu

SW Umweltechnik
Magyarország Kft.
www.sw-umwelttechnik.hu

Avers Fiber Kft.
www.avers.hu

CARBOFERR Kereskedőház Zrt.
www.carboferr.hu

CRH Magyarország Kft.
www.crhhungary.com

D&D Drótáru Zrt.
www.drotaru.hu

Loschán Kft.
www.loschan.hu

Magyar Acél és Ásványi Anyag
Kereskedelmi Zrt.
www.maaak.hu

MC–Bauchemie Kft.
www.mc-bauchemie.hu

MEVA Zsalurendszerek Zrt.
www.meva.hu

Peikko Magyarország Kft.
www.peikko.hu

Sika Hungária Kft.
www.sika.hu

STEEL-TRANSZ Kft.
www.steeltransz.hu

CeM Beton az építés alapja

Magyar Cement-, Beton- és Mészipari Szövetség
H-1034 Budapest, Bécsi út 120. H-1300 Budapest, Pf: 230
E-mail: cembeton@mcsz.hu
www.cembeton.hu



Magyar Betonelemgyártó Szövetség
H-1034 Budapest, Bécsi út 122-124. H-1300 Budapest, Pf: 322
E-mail: info@mabesz.hu
www.mabesz.hu

A Magyar Cement-, Beton- és Mészipari Szövetség és a Magyar Betonelemgyártó Szövetség kiadványa.

Készült a lenti szövetségek update 56 című, 2020. januári kiadványának fordításával, az eredeti kiadók engedélyével.

BETONSUISSE

BETONSUISSE Marketing AG
Marktgasse 53, CH-3011 Bern
Telefon +41 (0)31 327 97 87, Fax +41 (0)31 327 97 70
info@betonsuisse.ch, www.betonsuisse.ch



InformationsZentrum Beton GmbH
Steinhof 39, D-40699 Erkrath
Telefon +49 (0)211 28048-1, Fax +49 (0)211 28048-320
erkrath@beton.org, www.beton.org



Verein Betonmarketing Österreich
Anfragen für den Bereich Betonstraßen an Zement + Beton
Handels- und Werbeges.m.b.H., Franz-Grillstraße 9, O 214, A-1030 Wien
Telefon +43 (0) 1 714 66 85-0
zement@zement-beton.co.at, www.zement.at