



Időszerű megoldások betonutakhoz és közlekedési műtárgyakhoz
2021. januári szám

update 59

Központi autóbusz pályaudvar Singenben

A Singen város (Németország) központi autóbusz pályaudvarát, ezt a jelentős közlekedési csomópontot kiépítési, közlekedéstechnikai és megjelenési szempontból is korszerűsíteni kellett. A döntéshozók a betonburkolatot választották, mert ez legalább 30 éves élettartamot biztosít. A betonfelületet vasalatlan hézagokkal megosztott lemezekként készítették. A most így átrendezett buszpályaudvar okos és időtálló megoldási példa a beton alkalmazására a korszerű utépítésben.

Központi autóbusz pályaudvar Singenben

Grünewald, Alexander okl. mérnök, projektvezető mérnök, Ostfildern, Németország
Prof. dr. Großmann, Andreas, HTWG Konstanz, Közlekedési és térrendezési szakág, Németország
Müller, Gert okl. mérnök (FH); Müller mérnöki Kft. (Engineering GmbH), Wäldi, Svájc

Bevezetés

A singeni központi autóbusz pályaudvar (KAP; németül: ZOB) a singeni térség legjelentősebb csomópontja egyrészt a helyi közlekedésnek, de egyúttal összeköti a Bodeni-tó térségének körzeti és távolsági közlekedését is. A távolsági közlekedési csomópont jelentőségének megfelelően Singen városnak sürgős kérelme az volt, hogy a vasúti főpályaudvar melletti központi autóbusz pályaudvart kiépítési, közlekedéstechnikai és megjelenési szempontból is korszerűsítsék. A buszpályaudvart az összes helyi járat érinti. Singen környezetét sok középtávolságú buszjárat köti ide. A singeni vasúti pályaudvarról naponta sok vonat jár Offenburg, Konstanz, Stuttgart, Schaffhausen és Friedrichshafen irányába, ezek a városok átszállás nélkül érhetők el innen.

Az eddigi KAP-nál a menetrendalkotás korlátozva volt, mind a távolsági összeköttetések, mind a helyi igények ki-elégítésében. Nem volt a rendszerben semmi tartalék és rugalmasság. A kisebb üzemi zavarok vagy a csúcsidők alatti teljes kihasználtság egyre súlyosbodó korlátozásokat okoztak a közösségi közlekedésben.

A korszerűsített és bővített singeni KAP az időtálló beton alkalmazásának egyértelműen jó példája a közösségi útépítésben.

Az új beálló helyeket elválasztás nélkül képezték ki. Az egymástól független ki- és beállásokhoz a várakozási helyek elrendezése a szokott fűrészfogas alakzatú volt, azaz a beállóhelyet a közlekedési útszakaszról ferde rákanyarodással lehetett elfoglalni. A KAP ki- és behajtó végén egy-egy körforgalmi csomópont épült a minden irányú közlekedés és a vasúti pályaudvar személy- és áruforgalmának gyors levezetésére.

A Rapp Regioplan GmbH, Közlekedéstervező irodát (Konstanz) 2015 májusában bízták meg a KAP általános tervének elkészítésével. A részlet- és kiviteli tervek esztétikai kialakítási kérdéseit (beálló, tetők, beállóhelyek felszerelése, világítás, zöldterületek) külön építészirodára bízták. Egy műhely (workshop) megbeszélés keretében négy tervezőiroda fejtette ki saját elgondolásait, amelyeket aztán megvitattak és átvizsgáltak. A singeni városi tanács hozzájárulása után a tájépítési részlet- és kiviteli tervek elkészítésével a freiburgi „faktorgrün” tájtervezőt bízták meg.

A singeni pályaudvar központi jelentőségét kiemelő, a teret egységes anyagi megjelenítéssel képezték ki. A gépjármű közlekedés felületeit „tartós helyszíni betonból” készítették, a gyalogjáró felületeket világos, optikailag is megfelelő térkövekkel képezték ki.

Singen városának eddig kevés tapasztalata volt a betonút-építésben. A beton burkolat előnyeit az aszfalttal szemben a felelős döntéshozók Sigg, Ekkehard osztályvezető és helyettese Spreitzer, Michael építésvezető jól látták, elsősorban a beton a lényegesen hosszabb üzemi élettartamában, nagy teherbírásában és a jobb kialakítási lehetőségeiben.

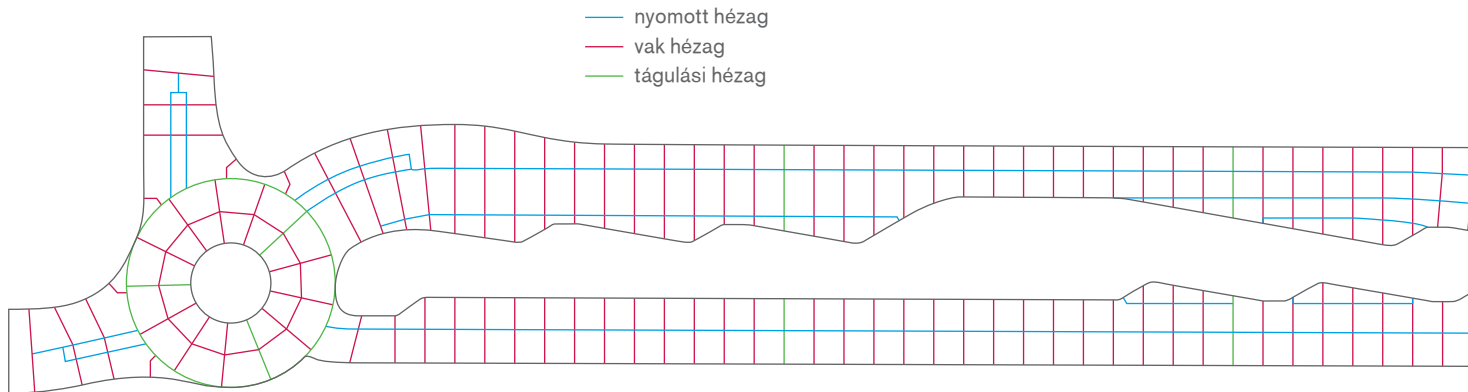


A singeni központi autóbusz pályaudvar az átépítés előtt (légi felvétel)



Légi felvétel az átépítés közben.
A szaggatott vonallal körülhatárolt építési területen alkalmaztak beton pályaburkolatot.

Hézagkiosztás (tájékoztató ábra)



Általános elvek

A teljes kiviteli tervezési megbízást a már említett Büro Rapp Regioplan GmbH konstanzi leányvállalata kapta meg. Az odaítélés alapja Singen város alapvető egyetértése volt a bemutatott terveknek az időtálló és közlekedéstechnikailag nagyteljesítményű megoldási tartalma miatt. Különösen a betonanyagú közlekedési felületek igényesek egy különleges „know-how”-ra („tudjuk hogyan”-ra). A „Rapp Regioplan” cég itt visszanyúlhatott Müller, Gert (Müller Engineering GmbH, Svájc) szaktervezési tapasztalataihoz. Az ő együttműködésük már régebben is sikeres projekteket eredményezett és ebben az esetben is szavatolta a jól átgondolt tervezés-irányítást és a minden oldalt kielégítő végeredményt.

A nyomsávkövető busz-, taxi- és teherforgalom és a közelben lévő bevásárló központ miatt is a közlekedéstervezők (Singen város hozzájárulásával) még Großmann, Andreas professzort is bevonták a betonpálya (a burkolat) statikai méretezésébe és tervezésébe. Großmann professzor a konstanzi főiskola építőmérnöki karán a közlekedéstudományt és területtervezést tanítja. Az alább következő méretezési kiindulási feltételeket választották:

A beton pályaburkolat tervezése

A méretezés alapelvei

A helyes (elbírást) hézagkiosztás egyik követelménye és a méretezés, lemezvastagság, valamint a pályaszerkezet tervezés alapja a „Beton közlekedési felületeknek tervezése, szerkezete és építése” irányelv (Merkblatt: M VaB; Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, FGSV, 2013). A hézagkiosztás tervezésekor bírálónak kell elemezni az álló és sávkötő járművek alatti, a fékezésnek kitett, a becsatlakozási és aszfaltszerkezetű

pályához csatlakozó lemezfelületeket. A hézagkiosztás tervezésekor mindezekre figyelmet kell fordítani. Ehhez segítséget nyújtanak a mértékadó járművek üldözőgörbéinek (trantrix) tervei is. Ezen ismeretek birtokában lehet megállapítani a kritikus lemez méretet, amely aztán a pályalemez méretezéséhez és vastagságának megállapításához lesz mértékadó.

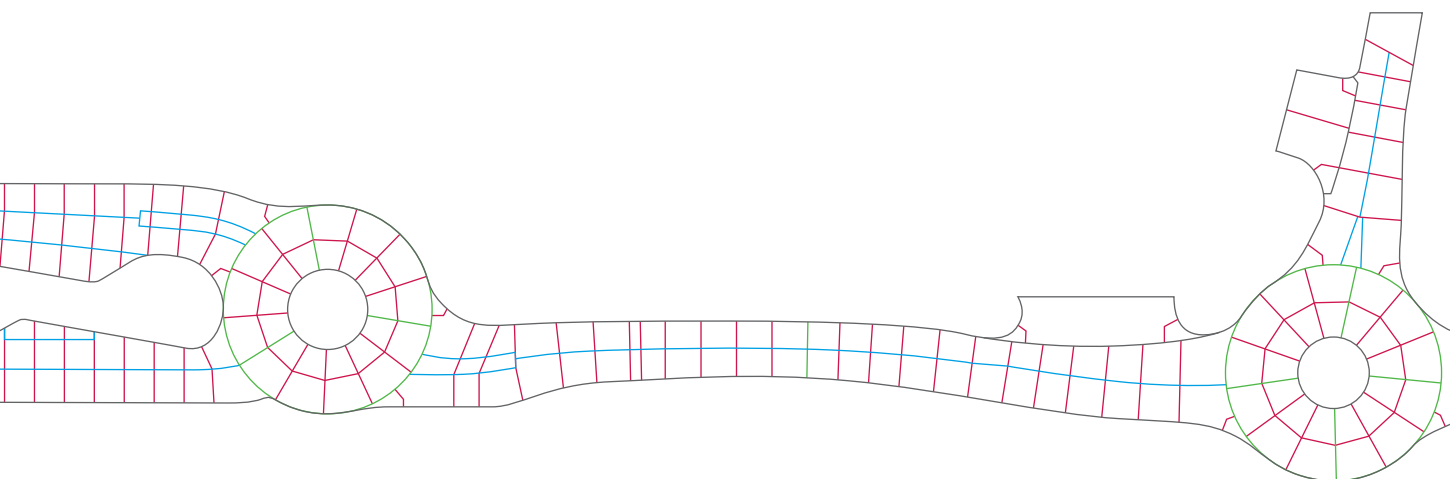
Méretezés

Előjáróban megjegyzendő, hogy a singeni központi autóbusz pályaudvar esetében – a fennálló peremfeltételek közt a felszerkezetek szabványosítására vonatkozó irányelv, azaz az RStO 12 [FGSV, 2012] nem volt alkalmazható. Ennek – többek közt – az volt az oka, hogy az RStO 12-ben előírt követelmények (a kereszt hézagok teherátadó vasalása, a dűbelezés, a hossz hézagok lehorgonyozása és az ottani 2., ill. 4. táblázatban előírt lemez geometriai és keresztmetszeti előírások) itt teljesíthetetlenek voltak.

A hossz hézagok lehorgonyozása az itt fennforgó ségély- és aszfaltcsatlakozások miatt lehetetlen volt. A lemezperemeket ezáltal szabadon felfekvőként kellett megtervezni. Ebből következően a betonlemez vastagságát az RDO szerint kellett megállapítani.

Követelmények az alapréteggel szemben

A tárgyalt építkezés esetén az M VaB [FGSV, 2013] irányelv szerint aszfalt alapréteget (ATS) javasoltak. Figyelembe véve a ZTV Asphalt-StB [FGSV, 2013] és az RDO Beton [FGSV, 2012] előírásait, egy „lehető legtömörebb” aszfalt alapréteget (ATS) kellett megcélózni. A beépített réteg legnagyobb hézagossága: V_{max} az RDO [FGSV, 2012] szerint kötőanyag nélküli ágyazat (ToB) esetén legfeljebb 5,5 térf% lehet. Végül is a singeni KAP műszaki előírása szerinti 10 cm-es aszfalt alapréteget javasoltak, AC 22 TN minőségben, 70/100 penetrációjú bitumennel.



teljes hossz kb. 420 m
 beton pályaburkolat kb. 7500 m²
 betontérfogat kb. 2500 m³

A Bk terhelési osztály megállapítása a méretezéshez mértékadó igénybevételre (B-szám)

Az RStO 12 [FGSV, 2012] szerinti B-szám és vele együtt a megkövetelt Bk terhelési osztály megállapítása az RDO Beton [FGSV, 2012] előírásról való tájékozódás alapján történt – már ami a számítási eredményeket illeti –. A „B-szám” az egyenértékű 10 tonnás tengelyáthaladásokból 18 millióra adódott: ez a Bk 32 terhelési osztálynak felel meg.

Lemezvastagság az M VaB szerint

Az M VaB [FGSV, 2013] a lemezvastagságot illetően az RStO [FGSV, 2012] előírásról alapszik. A lemezvastagságot azonban 2 cm-rel meg kell növelni, ha a lehorgonyzás nem lehetséges. Minthogy a buszok közlekedési felületei esetében nem volt lehetséges a lehorgonyzás, nagyobb Bk terhelési osztályt kellett választani. Az M VaB [FGSV, 2013] irányelvei a közlekedési felületek szerkezetére az alábbi megállapításokhoz vezettek:

- A lemez vastagságát 2 cm-rel meg kellett növelni, mert a szegélyekhez a lemezeket nem lehetett lehorgonyozni. A Bk 32-höz aszfalt alaprétteg (ATS) esetén az RStO 12. 2. táblázat szerint $25+2=27$ cm vastagság adódnék.
- Autóbuszok közlekedési felületeihez nagyobb terhelési osztályt javasolnak, így itt Bk 100-at. Ehhez a Bk 100-hoz ATS aszfalt alaprétteggel az RStO 12 szerint (2. táblázat) 26 cm-es lemezvastagság adódik.

Mindezek szerint egy 27 cm-es lemez lenne kötelező. A szakértők szerint azonban ez a lemezvastagság nem elegendő a komplex közlekedési igénybevétel (autóbuszok és átmenő forgalom) és az egyenlőtlen lemezkiosztás miatt.

Az „RDO Beton” szerinti méretezés

A méretezési számítás – kész hézagkiosztási terv híján – a kritikus lemez méret első becslésére vonatkozott. A számításokat az „AWD Stako” programmal végezték. Ebből a mértékadó lemezvastagság – oldalsó lehorgonyzás híján – a kritikus helyeken 33,5 cm-re adódott. Az adott, már említett peremfeltételek esetén erre a komplex hézagrendszerrel 34 cm legnagyobb vastagságot javasoltak.

Betontechnológia/felszerkezet/méretezés

Az itt alkalmazott beton megfelel a jelenlegi, a közösségi útépitésre vonatkozó német FGSV szabályozásnak, azaz az alábbiaknak: ZTV Beton-StB 07, TL Beton-StB 07, TP Beton-StB 10. Ezek az előírások viszont a DIN IN 206-1 és a DIN 1048 szabványhoz igazodnak. Transzportbetont alkalmaztak legalább 37 MPa szavatolt kockaszilárdsággal és $\geq 4,5$ MPa hajlítoszilárdsággal (típus vagy első vizsgálat), 28 napos korban. A Meichle+Mohr GmbH Transportbetonwerk Radolfzeel/Böhringen szállította a betont.

Vasalatlan pályaburkolati betont terveztek és készítettek a szokásos XM2 és XF4 környezeti osztályokhoz. Az XM2 „erős koptatóhatás, felületkezeléssel”, amely itt seprűzéses rovátkolást és szilícium-karbid kemény anyagos rászórást jelentett.

A másik az XF4 osztály a „fagynak, erős víztelítettségnek és olvasztósóknak” való megfelelést jelenti. Az XF4 osztály légbuborékos betont ír elő. A légbuborékképző és folyósítószer együttes alkalmazásakor átlagosan 5,0 térf% (4,0+1,0) mesterséges légbuborékot kell szavatolni ($D_{max}=22$ mm esetére), hogy a betonba a kapillárisokon át bejutó víz megfagyásakor elegendő tágulási tere legyen a jégnek. A buborékok a kapillárisok megszakítása révén azt is megakadályozzák, hogy a víz a betonkeresztmetszet mélyebb rétegeibe hatoljon. Emiatt kizárható, hogy a beton mélyebb rétegeiben kívülről nem látható károsodás keletkezzen.

A fentieknél figyelembe veendő a „(Légbuborékos) Beton TL Beton Stb 07” fejezet lágjegyzete is, nevezetesen, hogy a légbuborékképző hatását az ugyanakkor adagolt képlékenyítő (BV), vagy folyósító adalékszer (FM) kedvezőtlenül befolyásolhatja. A lehetséges kedvezőtlen együtttható miatt (légbuborékképző és folyósítószer) 1 térf%-kal nagyobb légtartalmat kell megkövetelni.

A buboréktartalom és az eloszlás sok, egymással ellentétes hatású tényezőtől függ. Tájékoztatás: +1 térf% bevitt buborék a (nyomó) szilárdságot kb. 2N/mm^2 -rel csökkenti. (A fordító megjegyzése: ez kb. megfelel a hazai előírásokban emlegetett 4-5%-os szilárdságcsökkenésnek; pl. egy 40N/mm^2 átlagszilárdságú betonnál -5% megfelel -2N/mm^2 -nek.) Az MLP-FGSV „Írányelv légbuborékos beton készítésére és bedolgozására” c. előírásra nyomatékosan felhívjuk a figyelmüket.

Érdekes a „WS”-nek nevezett beton alkalmazása. Németországban a betonútépitésben minden Bk 1,8 feletti terhelési osztályban kötelező az ARS 04/2013 általános körlevél alkalmazása. Egyszerűbben: a „WS” előírással egy esetleges lúg-sav reakciót kívánnak megelőzni az adalékanyag és a cement közt, amikor az olvasztószerekkel alkáli-akat viszünk be a betonba. (Fordító: ezt általában alkáli-szilikát, ASR reakciónak nevezik.)

A fenti lehetséges reakció kizárása végett az ARS 04/20 is különböző vizsgálati fajtákat ír elő a cement-adalékanyag kombinációk alkalmasságának megítélésére a Bk 1,8 terhelési osztály felett.

A 30-34 cm vastag pályalemezt szilícium-karbiddal szórják be. Ez a kemény anyag a kopást csökkenti (ellenállást növeli) az erős közlekedéstelherrel szemben és – optikailag – a napsugárzást tekintve érdekes csillogó hatású (Fordító: tehát nem tükröző).

Az útbetonok tulajdonságai (>Bk 1,8)

Nyomószilárdság	C 30/37
Környezeti osztályok	XF4, XM2, XC4, XD3 (DIN 1045 alapján)
Nedvességi osztály	WS
Cementtartalom	≥ 340 kg/m ³ (ZTV Beton-Stb 07) ≤ 360 kg/m ³ (XM2 miatt)
Kloridtartalmi osztály	Cl 0,4
Max. szemcse nagyság	$D_{max}=22$ mm
Konzisztencia osztály	C2, ill. F2/F3, kézi beépítés, a „C” tömörítési mérték 1,25-1,26

Kiegészítő követelmények

A frissbeton légtartalma	4 – 6 térf%
Hajlítoszilárdság	fctk,fl (t=28 d) $\geq 4,5$ N/mm ² 28 napos korban
PSV-érték	> 50 (Koptató hatással szembeni ellenállás)
Zúzott szemcsék aránya ^{*)} , XM2	legalább 60–70 %
Kemény (felületkezelő) anyag felszórása	A még meg nem kötött, matt-nedves beton felületre előzetes kikészítés nélkül pl. 0-3 mm szilícium-karbidot kell felszórni és bedolgozni. Adagolás: 1-2 kg/m ²

A frissbeton legkisebb megkövetelt légtartalma (TL beton StB)

Legnagyobb szemcsenyag [mm]	A beton legkisebb légtartalmának átlaga [térf%]	A beton legkisebb légtartalma (térf%) C2 vagy \geq F2 vagy C1 betonban, ha képlékenyítőt (BV) vagy folyósítót (FM) használnak
8	5,5	6,5*
16	4,5	5,5*
32 vagy 22	4,0	5,0*

*) Ha a típus (első) vizsgálat során a szilárdbetonon igazolják, hogy a légbuborék rendszer követelményeit teljesítik, akkor a +1 térf% elővigyázatossági többlettől el lehet tekinteni. Ennél a fenti vizsgálatnál a „mikrolégtartalom” A300 \geq 1,8 térf%, továbbá a távolsági tényezőre vonatkozó $L \leq 0,20$ mm követelményt teljesíteni kell. Ennél a vizsgálatnál a típusvizsgálati (első vizsgálati) beton légtartalma nem lehet több az alábbi értéknél: $D_{max}=8$ mm \rightarrow 6,0 térf%; $D_{max}=16$ mm \rightarrow 5,0 térf%; $D_{max}=22$ vagy 32 mm \rightarrow 4,5 térf%.

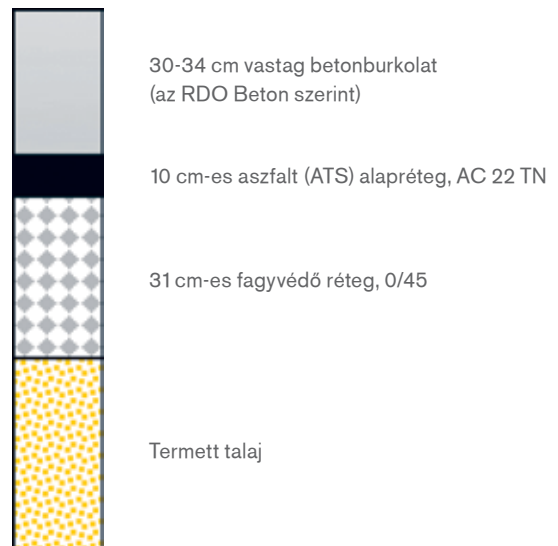
Kivitelezés/szerkezet

Amint a megelőző, „A beton pályaburkolat tervezése” c. fejezetben megírtuk, a pályalemez szerkezeti felépítése a jobboldali keresztmetszeti ábra szerinti. Ennél a közösségi betonút építésnél is aszfalt alaprétet alkalmaztunk.

Az aszfalt alaprét (ATS) előnyei:

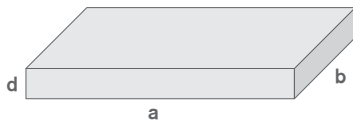
- jó síkfevés és pontos magassági szintbeállítás (szintvezérlő dróttal)
- nagy és egyenletes EV2-modulus
- az építéshelyi és beszállító teherforgalmat jól viseli
- szilárd alaprét a peremzaluzat a hézagvasalás és alátámasztó kosarai számára
- tisztasági réteggé működik

Mint Németországban általában és manapság már sok sikeres projektben bizonyítottan, Singen város is a vasalatlan, hézagokkal osztott lemezes betonépítés mellett döntött. Ennél a hézagolt építési módnál (szemben a végigvasalt, repedéskorlátozásra méretezett pályalemezzel), a beton kötéséből, zsugorodásából, a későbbi időjárási hőmérséklet-változásból adódó húzófeszültségeket azzal egyenlítik ki, hogy betonozáskor a pontosan tervezett helyű fűgákat horgonyokkal és/vagy teherátadó vasalással (dűbelekkel) kiküszöbölik. A dűbeleket a haladási iránnyal párhuzamosan, kb. a lemezvastagság közepén, egymástól 25cm-nyi tartókosarakon előre elhelyezik, és aztán rábetonoznak. Ezek megakadályozzák a függőleges irányú eltolódásokat, elmozdulásokat a lemezrendszerben: ezeket egyébként a nyíróerők és nyomatók okoznák. Az ilyen függőleges eltolódások a hézagok, ill. a lemezperem felett átgördülő terhekből keletkezhetnek, vagy ritkábban az aljzat ülepedéséből.



A singeni buszpályaudvar szerkezete

A horgonyokat a haladási irányra merőlegesen osztják ki egyenlő távolságokra, amelyek megakadályozzák a táblák hosszirányú eltolódását egymáshoz képest. A vasalatlan pályalemez építésnél a lemez méretarányait be kell tartani, ezért a kedvezőtlen hossz/szélesség arányok esetén, vagy elkerülhetetlen hegyesszögű lemezekben felül, egy rétegben elhelyezett hálóvasalásra van szükség: ez itt Q 335-ös háló volt, 5cm betonfedéssel, a hézagok felett megszakítva. A lemez méretére az alábbi geometriai alapelvek érvényesek, a tervezésre, pályaszerkezetre és építésre vonatkozó M VaB 1. és 2. része szerint.



$a \leq 20 \times d$ $\frac{a}{b} \leq 1,5$ és $b \geq 50 \text{ cm}$ szög $\geq 70^\circ$
--

Ökölszabály a lemezméretek legkisebb/legnagyobb arányaira

A singeni központ autóbusz pályaudvar (KAP) teljes projektjének kivitelezése a „Schleith GmbH Baugesellschaft” cég (székhelye: Waldshut-Tiengen) feladata lett. Schleithéknek már sok tapasztalata volt beton térburkolat készítésében, pl. beton körforgalmakat építettek, de a feladat bonyolultsága miatt egy alvállalkozót is meg kellett bízni az egész betonpálya építésében. A döntés végül ismét a „Sengel-Bau” cégre esett (Aach, Hegau), amelynek fő tevékenysége térbetonok készítése. A nagyon igényes „Zinser-háromszög” (Zinser-Dreieck) építésével (Tübingenben) a Sengel-Bau minden elképzelhető referenciát is bemutatott.

A szorosra tervezett építési ütemtervet az elképzelt kivitelezési időszakaszokkal és tartalékidővel (időjárás!) nem lehetett mindig betartani, és ezért a pályaépítést több kisebb szakaszra kellett bontani. Ez egyúttal több felvonulási feladatot is jelentett, de a fővállalkozó Schleith-céggel való egyeztetések révén ez elfogadható határok közt maradt.

Az építkezés 2019 áprilisában kezdődött és a legutolsó útbetonozás 2020 októberében volt. A pályát sávonként építették vibrogerendával tömörítve, amely egyfelől a zsaluzatra, másfelől a már elkészült betonsávra támaszkodott. A vibrogerendát csörlőkkel húzták át a már elkészült beton szakaszon. A szabályozásban előírt tömörítést a felületen magával a vibrogerendával, a mélységben pedig kézi erővel,



Betonbedolgozás szivattyúval

merülő (rúd) vibátorokkal tömörítették. Az időjáráshoz igazított betonozás biztosította azt, hogy a beépített légbuborékos beton hosszú, legalább 30 éves élettartamú legyen. Ezért nemcsak a betartandó légtartalomra, tehát az átlagos 5,5 térf%-ra ügyeltek kinosan, hanem az F2 jelű konzisztenciára is (kb. 40cm terület) és külön hangsúllyal a tökéletes utókezelésre is.



A beton bedolgozása csúszda és vibrohenger segítségével



Hézagok/horgonyok/aszfalt alaprétteg (ATS). Vasalás és táglási hézag.

Utókezelés

Tudván azt, hogy a térfogatukhoz képest nagy felületű betonok e tekintetben az időjárásnak ki vannak téve és sérülékenyek, ennél a betonozásnál kétféle lépés, de szélsőséges hőmérsékletek esetén akár háromlépcsős utókezelést alkalmaztak. Amint a betont seprűzéssel rovátkolták és matt-nedvesnek látszott, folyékony fehér „Curing” filmet hordtak fel kézi permetezővel. Szélsőséges időjárás esetén (hőmérséklet és/vagy szél) közvetlenül a betonozás után, még a seprűzés előtt közbenső utókezelő réteget hordtak fel. Amikor a betonfelület már lépésálló lett, az egész betonlemezt a „Christo Csodacsomagoló Vállalat” módszerével (Verspackungskünstlers Christo), – kiegészítve víztartó paplannal vagy strapabíró fóliával – becsomagolták és alatta vízzel is elárasztották. (Fordító: a fentieket a hazai betonpálya építőknek külön hangsúlyozom!)

Az XM2 (száznak XK2[H]) környezeti osztálynak a közösségi betonút építésnél általában a seprűs rovátkolás megfelel. A haladási irányra merőleges seprűzéssel a szükséges zárt felület elérhető, a felület jó tapadó-képessége is megvalósul és a rovátkák közt kis „csatornák” a keresztirányú vízelvezetést is megoldják.

Hőmérsékleti határok a beton beépítésekor a TL Beton Stb 0,7 szerint

A betonozás	Léghőmérséklet	A frissbeton hőmérséklete
Megengedett	$5^{\circ}\text{C} \leq T_L \leq 25^{\circ}\text{C}$	$5^{\circ}\text{C} \leq T_B \leq 30^{\circ}\text{C}$
Csak külön biztonsági intézkedés esetén megengedett	$T_L < 5^{\circ}\text{C}$ $T_L > 25^{\circ}\text{C}$	
Nincs megengedve	Tartós fagy $T_L \leq -3^{\circ}\text{C}$	-
	-	$T_B < 5^{\circ}\text{C}$ $T_B > 30^{\circ}\text{C}$



Hézagkiöntés forró, N2 típusú bitumennel

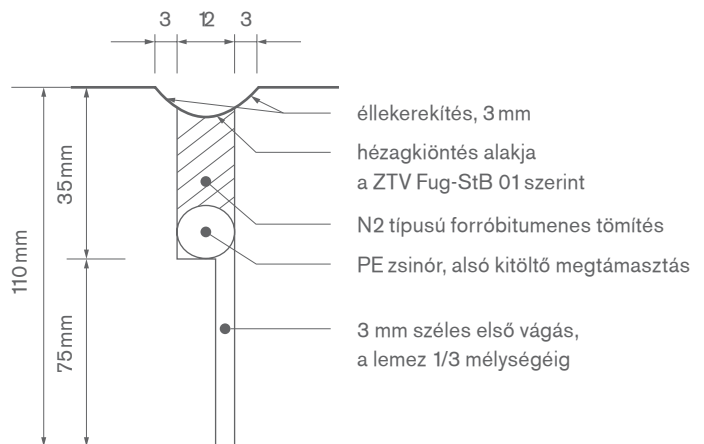
A hézagok

A kivitelezési módhoz tartozó vakhézagokat még az utókezelés (párazárók) időtartama alatt be kell vágni. Itt különösen is ügyelni kell a kicsi „időablakra”, amelyen belül az 1/3 mélységig terjedő bevágás elvégzendő. Ha túl korán vágják be a fűgát, amikor a beton szilárdsága még nem elégséges, akkor a felület a gépi berendezés terhétől vagy magától a vágás tényétől megsérülhet. A túl korai bevágástól a hézagok is letörhetnek (életörés, ang: spalling). (Fordító: ez az életörés esetleg sokkal később jelentkezhet, mert a hézag környéke csak megrepedt és a törés az üzemi terhek miatt később következik csak be.) Ha túl későn vágjuk be a vakhézagot, akkor a beton már ennek előtte, szabálytalan vonalban átrepedhet: ez a vadrepedés, amely a beton-táblát szabálytalan és teherátadás szempontjából vasalatlan (nem dűbelezett) hézaggal osztja ketté. Az ilyen hézag nem tud erőt és nyomatékot átadni egyik lemezrészről a másiknak, amikor a jármű áthalad fölötté. Az ilyen „vad” hézagok éle idővel letöredezik és a lemezrész lesüllyedhet. Már csak optikai és esztétikai szempontból is mindenáron el kell kerülni a vadrepedéseket a közösségi betonanyagú közlekedési felületeken.

A Singenben alkalmazott vakhézagok keresztmetszete az alábbi ábrán látható. A hézagrés zárása előtt három lépésre van szükség:

1. előzetes részvágás 1/3 mélységig (3mm)
2. felbővítő részvágás (12mm)
3. íves éllekerekítés

Ezután következik a hézagtömítő rendszer beépítése. A berakott PE zsinór (Ø12 mm) megakadályozza, hogy a fűgaki-töltő anyag három oldalfelületen tapadjon, mert ha így van, akkor táguláskor a tömítőanyag elreped. A két oldalfelületen tapadásjavító „primer” kenést alkalmaznak, hogy a következő forró, vagy 2-komponensű hideg tömítőanyag jól tapadjon.



A betonlemezeket víztartó paplannal takarták (vagy erős fóliával), alatta vízzel kezelték és utána becsomagolták



Seprűs-rovátkolt felület (körforgalomban)



Bevágott még kitöltetlen hézag



A műszakilag elvárt zsugorodási átrepedés a pályalemezben a vakhézag alatt

Szegélyek

VA közlekedési felületekhez szegélyek is tartoznak azért, hogy a pályákat elválasszák egymástól, a túlfutást megakadályozzák és a vízvezetést is megoldják, mind a behajtó, mind a kihajtó ágba. A singeni KAP-on 3-féle szegélymegoldást alkalmaztak. Egyrészt a klasszikus „hátmegtámasztásos” (n.n kasseli szegély) betont, a ragasztott szegélyt és végül a hátrahorgonyzott belső, zárható gyűrűs szegélyt (német: Schramm bord).

A ragasztott bordát (pl. a körforgalom külső gyűrűjén) megtervezett, a pályabetonon túlnyúló ráhagyásra 2 komponensű gyantával ragasztották fel ütközésállóan és eltolhatatlanul. Ennek a nagyon is új szegélykiképzésnek az a tanulsága, hogy a jó tapadáshoz – a megkívánt felületi leszakító szilárdságon kívül – mindkét ragasztandó felület tökéletes tisztasága és pormentessége, valamint a ragasztó anyagnak a felületeken való teljesen egyenletes elosztása szükséges.

A közösségi betonút építésben a fentebb harmadikként említett hátrahorgonyzott belső gyűrű (kasseli) szegélye szintén bevált és ráhajtás-biztos megoldás. Ez a körforgalmak belső gyűrűjéhez kell, a központi terület lehatárolásához. Ennél a megoldásnál a szegély anyagát antracittal színezzik, (10 cm magasan) kiemelik a pályasíkból és így a járművezetőt megakadályozzák az elzárt területre való ráhajtásban.



Ragasztott szegély a sörrelt szórt/fúvott (durvított) betonfelületen



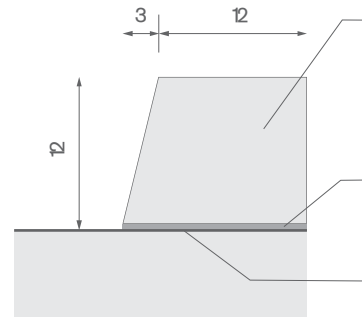
A klasszikus „kasseli” szegély, hátmegtámasztással



Járható belső gyűrű (körforgalomhoz, német: Schrammbord, lásd még a rajzot jobbra)

Ragasztott betonszegély

1:5 méretarány



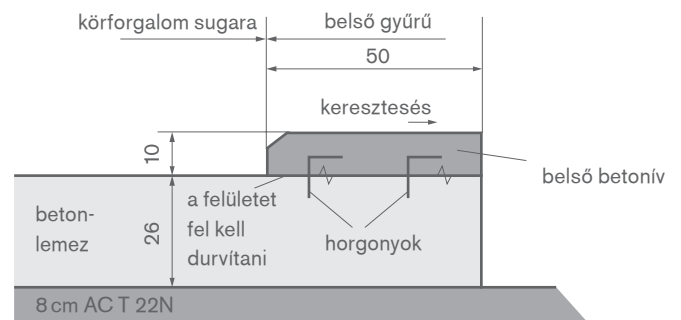
Magas szegélykő
DIN EN 1343-DIN 482-
HB-150-120 ragasztva,
a szegélykő alja
szemcséző-kalapáccsal
megdurvítva

2-komponensű epoxigyanta
ragasztó

A betonfelület feldurvítva,
cementpép réteg eltávolítva

50 cm széles belső vagy külső gyűrűs szegély

8-10 cm magas, színezett (antracit) beton



A pálya felőli élt 5x5 cm-ben le kell tompítani

Felügyelet, minőség-ellenőrzés, forgalomba helyezés

A friss- és szilárdbeton minőségellenőrzését a beton üzemi gyártásellenőrzés módszerével (Factory Production Control: FPC; németül: werkseigene Produktionskontroll, WPK), továbbá a beton beépítő vállalat beton átvételi vizsgálatával végezték, folyamatosan. Az üzemi gyártásellenőrzésen (FPC) a vállalkozónak vagy az általa megbízott alvállalkozónak vizsgálatait kell érteni. Ezen belül a minőségi tulajdonságokat, többek közt az alapanyagokét és a kész termékét (a „teljesítményt”) kell érteni. Az egybefüggő 500 m²-nél nagyobb felületekre az M VaB irányelv (tervezés, felszerkezet és építés) a ZTV Beton-StB előírásait követi, eszerint a frissbeton beépítése előtt a szállítási bizonylatot, a konzisztenciát, a testsűrűséget, a légtartalmat és a beton, ill. a levegő hő – kell jegyzőkönyvezni. A szokásos „C 30/37 XM2, XF4, WS” utépitési betont a ≥ 26 MPa nyomószilárdság elérésekor forgalomba lehet helyezni. A szabványos 28 napos nyomószilárdság a korábbi forgalomba helyezés szempontjából nem mértékadó.



A frissbeton ellenőrzése, laborgépkocsival

Üzemi gyártásellenőrzés (FKP, német: WPK) a friss és szilárdbetonon az M VaB, 1. rész szerint

Vizsgálat	< 100 m ³	≤ 500 m ³	> 500 m ³
Konzisztencia	Mindegyik jármű	Mindegyik jármű	ZTV Beton Stb
Hőmérséklet (frissbeton)	Az első jármű, utána óránként	Az első jármű, utána óránként	ZTV Beton Stb
Légtartalom	Mindegyik jármű	Mindegyik jármű	ZTV Beton Stb
Testsűrűség	Mindegyik jármű	Mindegyik jármű	ZTV Beton Stb
Nyomószilárdság	1 kocka	3 kocka műszakonként	ZTV Beton Stb
Fényképes dokumentáció	kötelező	igény szerint	igény szerint

Összefoglalás

A központi buszpályaudvar és a „Bahnhofstraße Ost” betonpályának megépítéséhez – a közlekedés folyamatos fenntartása mellett – kb. másfél évre volt szükség. 2019 áprilisától 2020 októberéig 2500m³ betont dolgoztak be, 7500 m² felületen, 420fm hosszban és ez most már zavartalan közlekedési és szállítási üzemeltetést jelent. Singen és a Bodeni tó környéke most jó tapasztalatra tették szert a betonanyagú közösségi utépítésben. Már eddig is sok körforgalmi csomópont és buszmegállóhely készült betonburkolattal és ezek már évek óta bizonyították – az erősen növekvő forgalmi terhelés ellenére is – jó tartósságukat. Ennek az építési módnak hosszú élettartama a jó tervezéstől függ. Ehhez tartoznak a valamivel hosszabb építési-elzárási időszakok, de egyúttal a régi és részben elavult tervezési elvek feladása is. A most korszerűsített és bővített singeni buszpályaudvar jó példája az okos és modern, időálló betonanyagú utépítésnek. Az ilyen nagy forgalmú csomópontok hosszúúléjárátú, tartós üzemének feltétele a hatóságok, a tervezők, a betonszállítók és a kivitelező vállalatok jó közösségi szellemű együttműködése, amely ennél a singeni projektnél kitűnően sikerült. Mindebből a 2020 októberében elkészült központi buszpályaudvar a következő évtizedekben hasznot is fog húzni, de mindenképp üzembiztosan fog működni.

Fordította:

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

A projekt adatai

Cím

Bahnhofstraße
78224 Singen
Deutschland

Építtető és megbízó

Stadt Singen am Hohentwiel
Hohgarten 2 (Rathaus)
78224 Singen

Projektfelelősök és résztvevők

Dipl.-Ing. Ekkehard Sigg –
Abteilung Straßenbau, Abteilungsleiter
Verkehrsplanung/Straßenbau,
Singen
Dipl.-Ing. Michael Spreitzer –
Abteilung Straßenbau, Bauleiter +
Stellvertreter Abteilungsleitung,
Singen

Tervezés, méretezés

Rapp RegioPlan GmbH,
Niederlassung Konstanz (D)
Prof. Dr.-Ing. Andreas Großmann,
HTWG Konstanz, Fachgebiet
Verkehrswesen, Raumplanung (D)
Dipl. Ing. (FH) Gert Müller,
Müller Engineering GmbH,
Kirchstrasse 25, 8564 Wäldi (CH)
Ingenieurbüro Rainer Neef, Singen

Művezetés

InformationsZentrum Beton GmbH
Dipl.-Ing. Alexander Grünwald,
Projekt-Ingenieur, Ostfildern (D)

Vállalkozók

GU: Schleith GmbH
Baugesellschaft,
Hauptsitz in Waldshut-Tiengen (D)
Betonfahrbahn: Sengel Bau GmbH &
Co. KG, 78267 Aach / Hegau (D)

Betonszállító

Meichle + Mohr GmbH, Hauptsitz in
88090 Immenstaad (D)
TB-Werk Radolfzell / Böhlingen (D)

Fényképek/ábrák

Stadt Singen
(Straßenbauamt Singen)
Gert Müller
(Müller Engineering GmbH)
Alexander Grünwald
(InformationsZentrum Beton GmbH)





Irodalomjegyzék:

DIN 10452, 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

Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV) – Merkblatt für die Herstellung und Verarbeitung von Luftporenbeton (M LP)

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

RStO 12, Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen

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

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

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

RDO Beton
Richtlinien für die rechnerische Dimensionierung von Betondecken im Oberbau von Verkehrsflächen

Schweizer Norm VSS, Forschung und Normierung im Strassen- und Verkehrswesen

SN 640 461, Betondecken für Verkehrsflächen
Konzeption, Ausführung und Anforderungen an die eingebauten Schichten

Baudirektion Kanton Zürich, Tiefbauamt
Merkblatt Betonfahrbahnen für Kreisel und Bushaltestellen

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

Otolecz Transzportbeton Kft.
otolecz@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

CeMBeton 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 59 című, 2021. 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