

# Szakértői állásfoglalás

UB – 03 – 02

készült 2003.02.19.

**szakértő Prof. Dr.-Ing. Olaf Selle**

Tárgy: **A Drossbach cég által gyártott Agrosil szivárgócsövek és -aknák alkalmassága vasúti létesítmények vízelvezetéséhez**

Megbízó: Drossbach GmbH & Co. KG  
Max-Drossbach-Str. 7  
86641 Rain am Lech

Megbízás kelte: 2003.02.03

Jelen szakértői állásfoglalás 20 oldalt tartalmaz.

Jelen szakértői állásfoglalás sokszorosítása csak teljes terjedelmében lehetséges. Annak nyilvánosságra hozatalához, akár kivonatban is, be kell kérni az SPS CONSULT GmbH előzetes hozzájárulását.

# TARTALOMJEGYZÉK

<b>1 ELŐZETES MEGJEGYZÉSEK ÉS A FELADAT MEGHATÁROZÁSA.....</b>	<b>3</b>
<b>2 TERMÉKVÁLASZTÉK ÉS MINŐSÉGBIZTOSÍTÁS.....</b>	<b>3</b>
2.1 A Drossbach cég AS 2500 DB szivárgócső-választéka .....	3
2.2 A Drossbach cég AS ellenőrzőakna DB terméke .....	4
2.3 Lehetséges beépítési helyzetek .....	5
<b>3 A CSŐFALAZAT ELLENÁLLÁSA NEM TERVEZETT HELYI IGÉNYBEVÉTELEKKEL SZEMBEN.....</b>	<b>7</b>
<b>4 A SZIVÁRGÓCSÖVEK ÉS ELLENŐRZŐ AKNÁK KÁROSODÁS NÉLKÜLI ÁTÖBLÍTHETŐSÉGÉNEK IGAZOLÁSA (CSŐTISZTÍTÓ ESZKÖZÖKKEL SZEMBENI ELLENÁLLÓ KÉPESSÉG).....</b>	<b>9</b>
<b>5 VASÚTI KÖZLEKEDÉSI TERHELÉSNEK KITETT FELÉPÍTMÉNYEK STATIKUS- SZERKEZETI IGAZOLÁSA.....</b>	<b>10</b>
5.1 ATV-DVWK-A 127 szerint végzett statikus igazolás szivárgócsövekre .....	10
5.1.1 Alapvető tudnivalók .....	10
5.1.2 Szivárgócső-vezetékek a vasúti forgalmi terhelés hatásövezetén kívül .....	11
5.1. Szivárgócső-vezetékek a vasúti forgalmi terhelés hatásövezetén belül .....	12
5.2 ATV A 127 szerint végzett statikus számítások az ellenőrző aknákra .....	13
5.2.1 Alapvető tudnivalók .....	13
5.2.2 Toldalékcső Agrosil 2500 DN315 .....	15
5.2. Ellenőrző aknák toldalékcsővére vonatkozóan végzett számítások a vasúti közlekedési terhelés hatásterületén kívül .....	15
5.2.4 Ellenőrző aknák toldalékcsővére vonatkozóan végzett számítások a vasúti közlekedési terhelés hatásterületén belül .....	16
5.2.5 Az akna-alaptestre végzett igazoló számítások .....	17
<b>6 KÖVETKEZTETÉSEK ÉS AJÁNLÁSOK .....</b>	<b>19</b>
<b>DOKUMENTUMJEGYZÉK.....</b>	<b>20</b>

# 1 ELŐZETES MEGJEGYZÉSEK ÉS FELADATMEGHATÁROZÁS

Vasúti pályalétesítmények vízelvezető berendezéseire vonatkozóan kötelezően alkalmazni kell a Ril 836 [4] műszaki szabályozás előírásait, ahol a 836.0803 modul tartalmazza az alagcsövezés kialakítására vonatkozó tudnivalókat. A műanyagból készült drén- és szállítóvezetékek alkalmazása tekintetében jelenleg egy külön Műszaki közlemény (TM) [6] van kidolgozás alatt. A TM feladata annak biztosítása, hogy a jövőben csakis olyan csövek kerüljenek beépítésre, amelyek robusztusak (kellő falvastagsággal rendelkeznek), hidraulikai és statikai szempontból megfelelő kör keresztmetszettel rendelkeznek és külön kísérletechnikai igazolások nélkül messzemenően méretezhetők az általánosan érvényes műszaki szabályozások szerint. A TM kidolgozása még nem zárult le. Az eredményeket később a 836.0803 [4] modul új kiadásába fogják majd beépíteni.

A többrétegű csövekből (kör keresztmetszetű csövek strukturált / profillal ellátott fallal) készült szivárgóvezetékek vonatkozásában azok alkalmazását egyelőre a DB AG egy vállalaton belüli engedélyével (UiG) tervezik, aminek az előfeltétele egy objektum-specifikus szakértői állásfoglalás elkészítése.

Jelen szakértői állásfoglalás a fenti, előkészületben lévő, a műanyag csövek szivárgó- és szállító vezetékként való alkalmazására vonatkozó TM [6] szellemében készült a Drossbach cég AGROSIL 2500 DB termékének alkalmazásához.

A Műszaki közlemény [6] tervezete szerint a szakvéleménynek a következő szempontok vonatkozásában kell állást foglalnia:

- az alkalmazott szivárgócsövek és ellenőrző aknák minőségbiztosításának igazolása
- az alkalmazott szivárgócsövek ellenálló képessége a nem tervezett helyi igénybevételekkel szemben a lefektetés és a használati idő során
- a szivárgócsövek ellenálló képessége a magas nyomáson történő átöblítéssel szemben
- a vasúti közlekedési terhelés ill. egyéb terhelések alatti alagcsövezés tervezett kialakításának statikus-szerkezeti igazolása.

A hidraulikus méretezés és tervezés nem képezi a szakvélemény tárgyát.

## 2 TERMÉKVÁLASZTÉK ÉS MINŐSÉGBIZTOSÍTÁS

### 2.1 A Drossbach cég AS 2500 DB termékválasztéka

A Drossbach cég speciálisan a DB AG vasúti létesítményei számára kifejlesztett egy új cső-termékcsoportot. E termékcsoport esetében egy, a DIN 4262-1 [10] szabványnak megfelelő R2 csőtípusú szivárgócső-termékcsaládról van szó. A gyártó gyári szabványa további specifikációkat is tartalmaz [13] [14] [15]. A termékcsoport jellemzői az alábbiak

- kör keresztmetszetű cső DN 160 / 200 / 250 / 315 / 355 strukturált falazattal és sima belső csőfelülettel, megadott minimális falvastagságokkal (ld. 7. ábra)
  - $e_4 \geq$  2,1 / 2,4 / 2,8 / 3,8 / 4,0 mm
  - $e_5 \geq$  1,1 / 1,7 / 1,9 / 2,2 / 2,3 mm
- részkialakítás fajtái MP, LP, TP DIN 4262-1 szerinti rés-elrendezéssel, résszélességek 1,0 és  $1,2 \pm 0,2$  mm között, központos elrendezéssel a „hullámvölgyben”

- PP alapanyag felhasználása a következő jellemzőkkel:
  - rövid idejű E-modulus  $E_{1min} = 1400 \text{ N/mm}^2$   
(DN 160 / 200 / 250 esetén)
  - $E_{1min} = 1600 \text{ N/mm}^2$   
(DN 300 / 355 esetén)
  - hosszú idejű E-modulus  $E_{50 \text{ év}} = 200 \text{ N/mm}^2$   
(DN355 esetén 220 N/mm<sup>2</sup>)
  - $E_{50 \text{ év}} = 220 \text{ N/mm}^2$   
(DN 300 / 355 esetén)
  - sűrűség (fajsúly)  $\gamma_R = 9,0 \text{ kN/m}^3$
  - határfeszültség hajlító húzás, rövid idejű  $\sigma_{bZ, 1min} = 39,0 \text{ N/mm}^2$
  - határfeszültség hajlító nyomás, rövid idejű  $\sigma_{bD, 1min} = 39,0 \text{ N/mm}^2$
  - határfeszültség hajlító húzás, hosszú idejű  $\sigma_{bZ, 50\text{év}} = 17,0 \text{ N/mm}^2$
  - határfeszültség hajlító nyomás, hosszú idejű  $\sigma_{bZ, 50\text{év}} = 17,0 \text{ N/mm}^2$
- csövek mechanikus tulajdonságai
  - ellenálló képesség ütő igénybevétellel szemben
  - gyűrűmerevség  $SN > 8 \text{ kN/m}^2$  DIN EN ISO 9969 [9] szerint

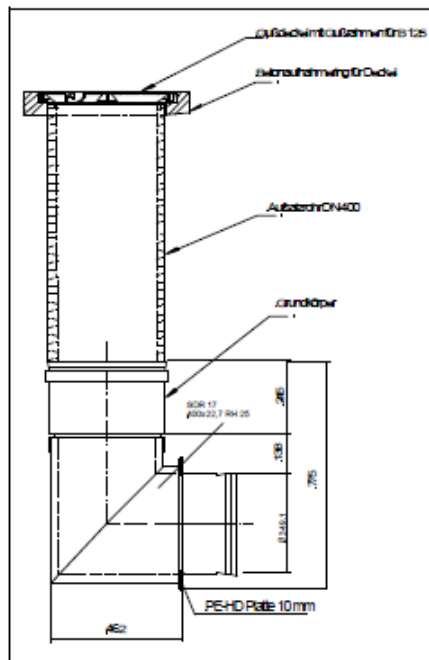
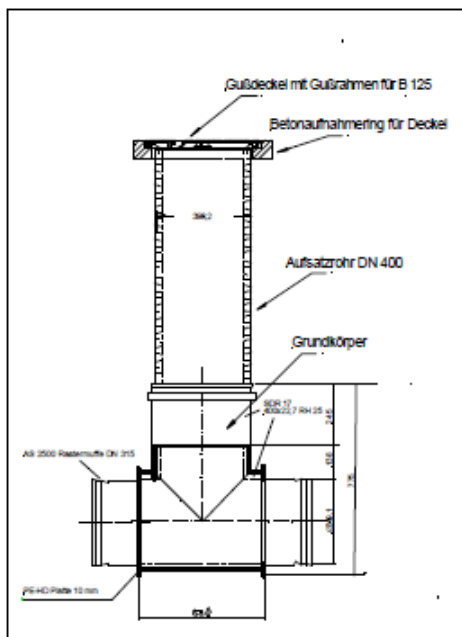
A fent megadott tulajdonságokkal, amelyek túlmennek az érvényes DIN 4262-1 [10] követelményein, a termékcsoport általános tulajdonságira és méreteire vonatkozó követelmények mellett lehetőség van a termékek mechanikus tulajdonságainak megbízható értékelésére, amiket a gyár által végzett saját minőségbiztosítás ill. a külső gyártásfelügyelet is igazol.

## 2.2 A Drossbach cég AS Kontrollschacht DB ellenőrző aknái

A szivárgócsövek termékcsoportjához tartozó ellenőrző akna a következő részekből áll, amiket a gyártói utasításoknak megfelelően az építkezés helyén kell komplett aknává összeépíteni (ld. 1. ábra).

1. öntöttvas fedél öntöttvas kerettel B 125-höz
2. beton alátétgyűrű a fedélhez
3. toldalékcső DN 400
4. akna-alaptest

A toldalékcső és a beton alátétgyűrű között nem kerül erőzáró kötés kialakításra annak érdekében, hogy a vertikális terhelések ne menjenek át a toldalékcsőre.

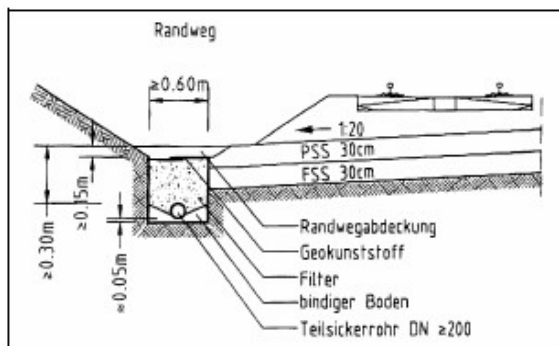


1. ábra: Agrosil ellenőrző aknák két elvezetéssel és 1 elvezetéssel

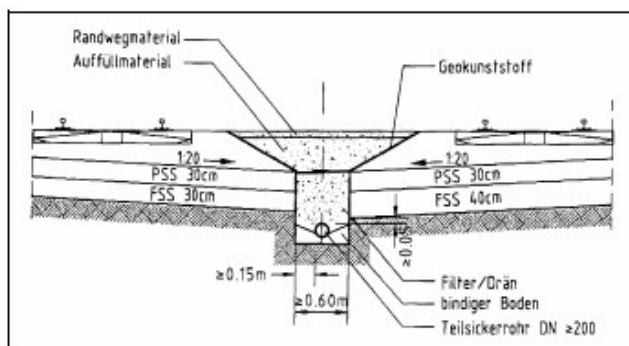
### 2.3 Lehetséges beépítési helyzetek

A 2-5. ábrák példaképpen bemutatnak Ril 836 szerinti fontosabb kialakítási lehetőségeket az alagszövezésre:

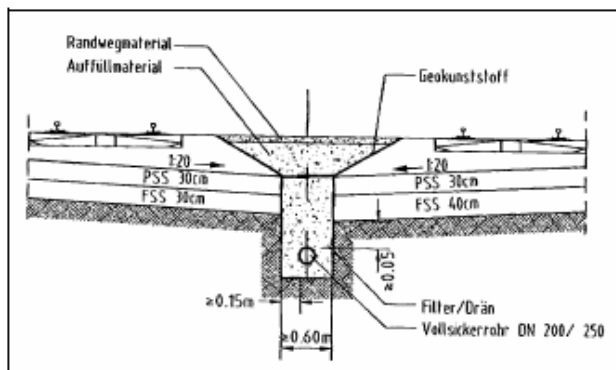
- **Becsözött vasúti árok** részleges szivárgócsőként (de ugyanígy kialakítható teljes szivárgócsőként ill. kombinált csőként) kialakítva a vasúti közlekedési terhelés hatásövezetés kívül, 0,50 m-es minimális fedéssel.
- **2 vágány között kialakított alagszövezés** teljes szivárgócsőként, részleges szivárgócsőként és kombinált csőként kialakítva a vasúti közlekedési terhelés hatásövezetében, 1,50 m-es minimális fedéssel.



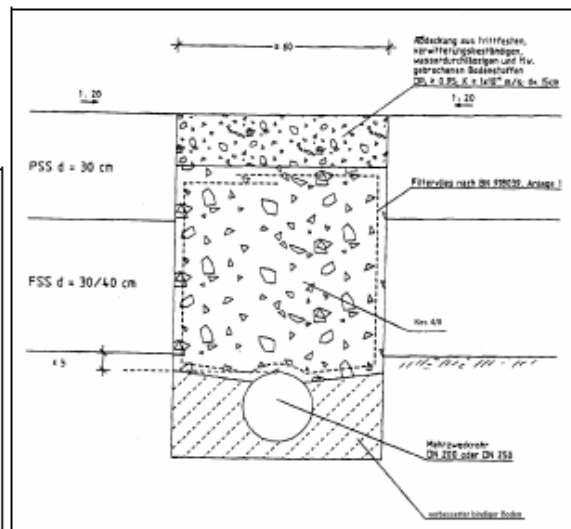
2. ábra: Becsözött pályáárok; Beépítési variáció: részleges szivárgócső (LP)



3. ábra: 2 vágány közötti alagszövezés; Beépítési variáció: részleges szivárgócső (LP)



4. ábra: 2 vágány közötti alagsövezés;  
Beépítési variáció: teljes szivárgócső (TP)



5. ábra: Nagyított részlet 2 vágány közötti alagsövezés;  
Beépítési variáció: kombinált cső (TP)

A szűrőként / drénként használt Ril 836.0803 [4] szerinti laza közetnek teljesítenie kell

- szemcseméret 10% szítalattal  $D_{10} > 0,1 \text{ mm}$
- vonatkoztatott relatív tömörség  $ID \geq 0,33$  (közepesen tömör)

követelményeket (például az 5. ábrán kavics 4/8) és geotextilként egy DB AG - TL 918039 szerinti terméket kell használni.

A szűrő / drén beépítésekor általánosan különbséget kell tenni a

- részleges szivárgócsőként ill. kombinált csőként való beépítési variáció
- teljes szivárgócső, mint beépítési variáció között.

A **teljes szivárgócső** esetében a cső beágyazása a szűrőanyagba történik, célszerűen olyan szűrőanyagot kell használni, amelyiknél a

- legkisebb szemcseméret  $>$  szivárgórészek szélessége
- legnagyobb szemcseméret  $<$  a DIN 4262-1 szerinti R2 termékcsoport „hullámvölgyének” profilszélessége.

A teljes szivárgócső köröskörül szűrőanyagban van beágyazva úgy, hogy a statikus számításoknál minimálisan  $2\alpha = 120^\circ$  alátámasztási szöggel lehessen számolni.

A **részleges- / kombinált cső** esetében a szűrőben történő közvetlen beágyazás nem adott. Ahogy az 5. ábrából látható, az alsó ágyazat előkészített (feljavított) kötött anyagból áll és a perforált terület egy geotextil-lefedést kap úgy, hogy a szivárgócsövek nem kerülnek a szűrőanyagba / drénbe beágyazásra. E kialakítás révén a beágyazáskor egy  $2\alpha \geq 120^\circ$  természetes alátámasztási szög adott, ami a statikus számításnál alkalmazható.

Ezáltal egy specifikus teherelosztás lép fel a csövön, amit az jellemez, hogy a perforálási tartományban lévő hullámvölgyek nem telnek meg teljesen a beépítéshez használt anyaggal. Nevezett okokból a teljes szivárgócső esetén el lehet térni a szemcsenagyság irányítottagsától.

Részleges szivárgó- ill. kombinált csövek alkalmazása esetén a szivárgóvezetékek ágyazatát a Ril 836.0803 [4] előírásainak megfelelően vízáteresztően pl. kötött talajjal és a perforált csőterületig ferdén kialakítva kell elkészíteni úgy, hogy a szivárgó víz messzemenően elszivárgás nélkül a csövekbe jusson.

A szivárgóvezetékek tulajdonságainak további vizsgálata szempontjából jelentőséggel bíró tényezők:

- a töltéskoronaszintből, fagyvédő rétegből (FSS), töltéskorona-védő rétegből (PSS) ill. pályakavicsból álló sínaléptmény megkövetelt teherbírásának biztosítása,
- a vizet át nem eresztő réteg ágyazat beépítésének biztosítása előkészített, feljavított kötött anyagból a szivárgócső egyenletes ágyazásával a perforált részig,
- a tervnek megfelelő szűrő / drén beépítésének biztosítása a megkövetelt közepesen sűrű alátámasztással és a geotextília megfelelő elhelyezésével.

Eközben a fagyvédő réteg, a töltéskorona-védő réteg területén megfelelő intézkedésekkel és a szűrő /drén és FSS/PSS ezt követő utólagos tömörítésével biztosítani kell a teherbírást / stabilitást.

### 3 A CSŐFAL ELLENÁLLÁSA NEM TERVEZETT HELYI IGÉNYBEVÉTELEL SZEMBEN

Strukturált / profillal ellátott falú perforált szivárgócsövek (TM [6] szerinti csövek is) alkalmazása esetén különös jelentősége van annak, hogy a csőfal megfelelő ellenállási biztonsággal rendelkezzen a nem tervezett helyi, a beépítés és a használati idő során fellépő igénybevételekkel szemben. Lényegében ez a felhasználásra kerülő szivárgócsövek és ellenőrző aknák falának felépítésével szemben támasztott követelményeket érinti a szűrő / drén beépítésével összefüggésben.

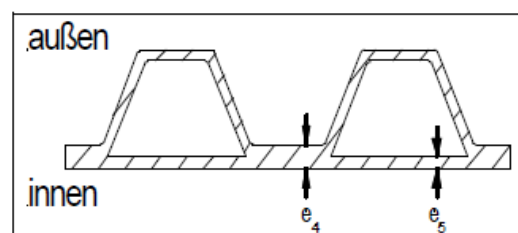
Egy jelenleg lehetséges közelítési módot kínálnak a profillal ellátott szennyvízvezetékek alkalmazásának az alapelvei. A felhasznált szűrő / drén anyagok DIN EN 1610 [7] szerint megengedett nem kötött beépített anyagok (ATV-DVWK-A 127 [3] szerinti G1-es földanyag-csoport) 20/40 mm-es legnagyobb szemcseméretig.

A fal felépítésére vonatkozóan már rendelkezésre áll a német részről már megszavazott prEN 13476-1 [11] tervezet az abban leírt falvastagságokkal a szóban forgó szivárgócső-profilra (a prEN 13476-1-ben B csőtípusként szerepel) a következő legkisebb

$$e_{4, \min} = 1,3 \text{ mm}$$

$$e_{5, \min} = 1,0 \text{ mm}$$

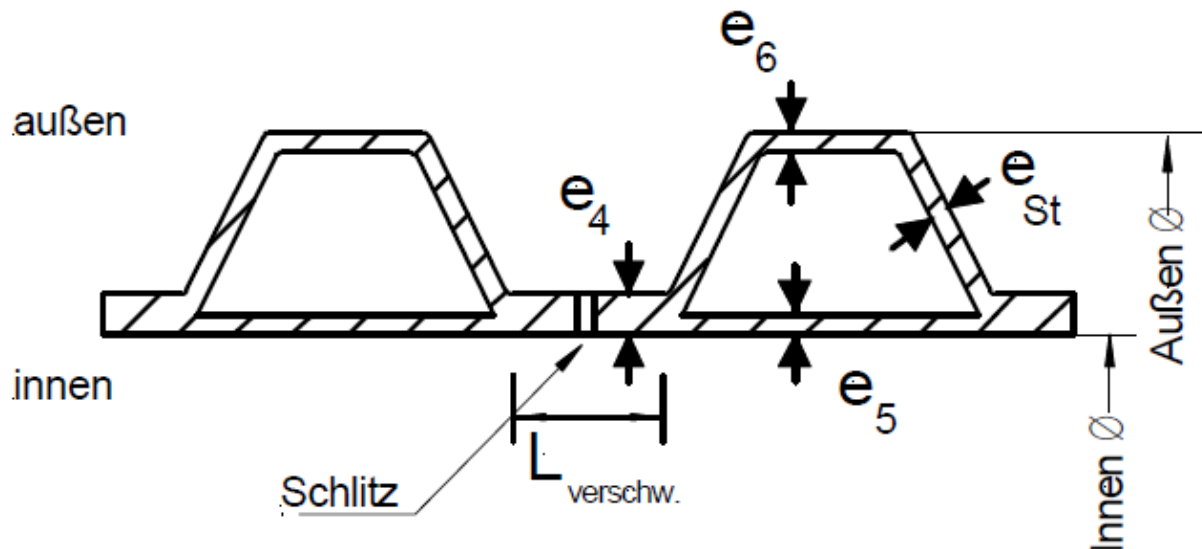
falvastagságokkal a legkisebb DN 160-as névleges átmérőre.



6. ábra: Falvastagságok jelölése a prEN 13476-1 szerint

A Drossbach cég AGROSIL 2500 DB termékcsoportja DN 160 [13] névleges átmérőre a következő profilméretekkal rendelkezik (ld. 7. ábra):

$e_4$	$\geq 2,1 \text{ mm}$
$e_5$	$\geq 1,1 \text{ mm}$
$e_6$	$\geq 1,2 \text{ mm}$
$e_{\text{Steg}}$	$\geq 1,5 \text{ mm}$
$L_{\text{verschweiß}}$	$\geq 4,6 \text{ mm}$



7. ábra: Falvastagságok megnevezései a Drossbach cég AGROSIL 2500 DB termékcsoportjára

A szennyvízvezetékekkel és a vizsgált szivárgócső-termékcsaláddal szembeni követelmények összevetéséből adódik, hogy a prEN 13476-1 egymással összehasonlítható profilméreteivel szemben a Drossbach cég AGROSIL 2500 DB DN 160, mint legkritikusabb termékcsoport névleges méretei [13]

$e_4$	$\geq 2,1 \text{ mm}$
$e_5$	$\geq 1,1 \text{ mm}$

jelentősen a megkövetelt / megadott prEN 13476-1 [11] méretek felett vannak és ezáltal a laza anyagok felhasználása tekintetében a termékek a feltétel nélkül alkalmazhatók közé sorolandók. A további  $e_6$  und  $e_{\text{Steg}}$  méretek értékelése során figyelembe kell venni, hogy ebben a tartományban egy „kettős fal” van, ami egy olyan gondolat, amit az  $e_5$  érték prEN 13476-1 szerinti meghatározásánál is figyelembe vesznek.

A további vizsgálódáshoz ezen felül számításba kell venni azt, hogy a prEN 13476-1 [11] európai tervezete megengedi a DIN EN 1610 [7] szerinti max. 11 mm legnagyobb szemcseméretű zúzott anyag felhasználását, ami azt jelenti, hogy lényegesen kritikusabb a helyi terhelés, mint a kerek szemcsés anyag esetében.

A szakvélemény készítője a Berlini Német Építéstechnikai Intézetben [24] végzett szakértői tevékenysége keretében és a Lipcsei Egyetemen [26] tudományos munkája keretében átfogó vizsgálatokat végzett a profillal ellátott csövek – többek között az itt tárgyalt prEN 13476 szerinti A2 csőtípus (ellenőrző akna toldalékcsőve) – helyi tökéletlenségeiről. Az ahhoz szükséges terhelések, hogy egy 1,2 mm-nél vastagabb falú PE-HD cső külső burkolata (profil) roncsolódjon, még a zúzott anyag esetében is a gyakorlatilag nem fellépő terhelések tartományába estek.



Ebből kiindulva az alkalmazott profilok esetében nem szabadna a használatiérték-tulajdonságokat érintő károsodásnak fellépnie a kerekszemcsés szűrőanyag / drén következtében. Szakértői szemszögből a felhasznált szűrőanyag / drén tömörítése problémamentes, mivel a szóban forgó szemcseeloszlás esetében a laza és a tömörített réteg közötti különbség igen csekély ill. nincsen egy jellegzetes Proctor-görbe egy optimális víztartalommal.

#### **4 A SZIVÁRGÓCSÖVEK ÉS ELLENŐRZŐ AKNÁK KÁROSODÁS NÉLKÜLI ÁTÖBLÍTHETŐSÉGÉNEK IGAZOLÁSA (CSŐTISZTÍTÓ ESZKÖZÖKKEL SZEMBENI ELLENÁLLÓ KÉPESSÉG)**

A szakértő által végzett vizsgálatokban [23] a szennyvízvezetékek magas nyomással történő átöblítéséből adódó igénybevételek meghatározása történt, gyakorlati kísérletekkel a svájci 592012 szabványra támaszkodva, 120 bar nyomással elvégezve a Drossbach cég szivárgó vezetékein és ellenőrző aknáin. A vizsgálatok célja annak az igazolása volt, hogy a termékek a vasúti építmények felhasználva alkalmasak a DB AG tisztító berendezéseivel való tisztításra.

Ennek során megmutatkozott, hogy a szennyvíz-területről meglévő, az igénybevételekre és az alkalmatlansági kritériumokra vonatkozó ismeretek csak közelítőleg igazak, és vannak lényeges különbségek. Így például a szennyvízvezetékek esetében fő kitélt jelentő tömítetlenség a szivárgócsöveknél alárendelt szerepet játszik, és a szelvényezett csövek statikus-szerkezeti viselkedését az egyes hiányzó helyek (szivárgórészek) nem befolyásolják hátrányosan.

A szelvényezett falfelépítés egyik lényeges kritikai pontja a profil összehegesztési területén történő lehetséges meghibásodás. Ez szorosabb értelemben a perforáció elrendezése és a lehetséges résszélesség közötti összefüggés kérdését veti fel.

A szelvényezett falfelépítésnél alapvetően csak a „hullámvölgyben” történő központos elrendezés az, ami szerkezeti megengedett [19]. A kialakított résszélességet közvetlen összefüggésben kell látni a minimális összehegesztési hosszal  $L_{verschweiß}$ . A vizsgálandó kritikus DN 160 méretnél az összehegesztési hossz 4,6 mm, úgyhogy a  $1,2 \pm 0,2$  mm szélességű rés központos elhelyezését nem kell kritikusnak tekinteni.

A fenti méretek betartását a gyártó minőségbiztosítási rendszerében kell igazolni.

Egy nyitott problémakört jelentenek a kiválasztott tisztítási technológiától függő igénybevételek. Különösen a nyomás, az átfolyás, a fúvókafej ill. a fúvókabetétek, az elérni kívánt tisztítási teljesítménytől függő besugárzási szög nem meghatározott alkalmazása azok a tényezők, amik a vezeték és az akna károsodásaihoz vezethetnek. Jelenleg még nem létezik egy olyan gyári szabvány, amelyik a magas nyomással történő átöblítés minden szakaszában szabályozza az eljárást.

A [23] esetben vizsgált szelvényezett szivárgócsöveken és ellenőrzőaknákon nem keletkeztek olyan barázdák vagy más felületi hibák, amelyek hátrányosan befolyásolnák a csövek és az akna teljesítőképességét. Ezzel megállapításra került, hogy a jelenleg használt és szakszerűen kivitelezett tisztítási eljárások alkalmazása esetén nem kell számolni a használatiérték-tulajdonságokat negatívan befolyásoló sérülésekkel.

Mérnöki felépítmények (pl. pályatestek) tisztítási feladatainak kiadása esetén a tervezett szabványos előírások megszületéséig célszerű a feladat elvégzésével elismert szakcégeket megbízni, hogy elkerüljék a nem szakszerű átöblítési technológiából eredő károkozásokat.

## **5 VASÚTI KÖZLEKEDÉSI TERHELÉSNEK KITETT FELÉPÍTMÉNYEK STATIKUS-SZERKEZETI IGAZOLÁSA**

### **5.1 ATV-DVWK-A 127 szerint végzett statikus igazolás szivárgócsövekre**

#### **5.1.1 Alapvető tudnivalók**

A TM [6] tervezetben alapvetően különbséget tesznek a

- vasúti közlekedési terhelés hatásterületén kívüli, és a
- vasúti közlekedési terhelés hatásterülete alá eső számítások között.

A TM [6] tervezetben a vasúti közlekedési terhelések vízszinteshez mért 60°-os lehetséges hatásterületei szerint a vizsgálandó vezetékek nagy száma a terhelések hatásterületén kívül található. Ez azonban csak részben igaz a jelenleg érvényes 45°-os hatásszögre.

A TM [6] tervezet szerint vasúti közlekedési terhelések hatásterületének számít a Ril 836.0300 (elődje a DS 836) előírásban definiált SO alatt 4 m mélységű nyomásterület.

A határesetek vizsgálatokor a becsővezett vasúti árok és a 2 sínpálya közötti alagcsővezés esetén igazoló számításokat készítenek a vasúti közlekedési terhelésből adódó terhelések igazolására. Ennek során figyelembe veendő jellegzetes alkalmazási lehetőségek a következők:

- DN 160 - DN 355 a vasúti közlekedési terhelés hatásterületén kívül, 0,5 – 2,5 m-es befedéssel és DIN 1072 / 2. táblázat szerinti LKW 12-es terheléssel
- DN 160 - DN 355 a vasúti közlekedési terhelés hatásterületén belül, 1,5 – 2,5 m-es befedéssel és DS 804 (többvágányos) szerinti UIC 71 terheléssel.

A DB-AG [22] 2001.07.02-én kelt PB-01-04 vizsgálati jelentésében, „A DB-AG vasúti pályatestjei alatt a földben lefektetett AGROSIL 2500 szivárgócsövek meghibásodással szembeni statikus biztonságának meghatározása többnyire nem nyugvó terhelés alatt” komoly tényállásokat tudtak meghatározni a PE-HD szivárgócsövek szilárdsági küszöbértékeire vonatkozóan. Így például igazolni tudták, hogy a PVC-U-csőveken végzett eddi ismert vizsgálatokkal szemben a lüktető terhelésnek kitett PE-HD-csővek nem mennek tönkre, és a terhelés megszűnése után a csövek szinte teljes mértékű visszaalakulása következik be.

A fent nevezett okokból és a TM [6] tervezettel összhangban el lehet tekinteni a változó terhelés miatt fellépő viselkedés igazolásától és egy ATV-DVWK-A 127 [3] szerinti statikus igazolást lehet végezni. Ennek során egy határérték-szemléletet követve a teljes lefektetési területet megbecsülik.

A megkövetelt ATV-DVWK-A 127 [3] szerinti igazolás kritikus esetét a részleges szivárgócső jelenti, mivel

- a perforáció nagyobb, mint a kombinált cső esetében, és a szükséges alátámasztási szög (ágyazási szög) kisebb, ami azt jelenti, hogy a kombinált cső statikai-szerkezeti szempontból kevésbé ad aggodalomra okot, amint azt az összehasonlító számítások is mutatták.
- a teljes keresztmetszeten kialakított szivárgócsövet csak az elszivárogtatásra képes alaptalajban alkalmazzák és ezzel az összes talajalkotó-jellemző (pl. deformációs modulok) jobb, mint a kevert talajokba lefektetett részleges szivárgócsövek alkalmazásakor, amint az összehasonlító számításokból is látható.

A számítások az EasyPipe98 Version 1.4 [20] programmal készülnek. A méretezésre a szivárgórések miatti keresztmetszet-gyengülést figyelembe véve került sor.

## 5.1.2 Szivárgócső-vezetékek a vasúti közlekedési terhelés hatásövezetén kívül

A Ril 836.0803-hoz készült műszaki közlemény tervezetének [6] felhasználásával a következő kiindulási értékeket vették a statikai számítások alapjául:

- részleges szivárgócső (LP) DN 160, DN 200, DN 250, DN 315, DN 355
- cső-alapanyag PP
- DIN 1072 / 2. táblázat szerinti LkW 12-es tehergépjármű terhelés
- 0,50 m vastag lefedés (kritikus terhelési esetként a megadott fektetési területen), 1,5 m, 2,5 m
- árok szélesség 0,60 m - 0,9 m, majd feltöltés szűrőanyaggal / drénanyaggal (kavics)
- környező kötött kevert talaj G3 (mint legkritikusabb kialakítási mód)  $D_{Pr} = 95\%$
- A1/B1 lefedési- és ágyazási feltételek
- alátámasztási szög  $2\alpha = 120^\circ$

A kiszámított hosszú idejű deformáció kisebb, mint  $0,02 \times d_m$ , ami azt jelenti, hogy a deformáció még a fent megadott, határesetként értékelendő kiindulási feltételek mellett is kisebb, mint a vasúti közlekedési terhelések hatásterületében megengedett deformáció.

**1. táblázat: Statikai számítások eredményei a vasúti közlekedési terhelés hatásövezetén kívül**

Cső	Lefedés	Árok- szélesség	Deformáció	Biztonsági jellemzők		
				Horpadás	Feszültség	Hosszú idejű
DN	m	m	Hosszú idejű $\delta v$ [%]	Hosszú idejű $\gamma_{Beul}$	Hajlító nyomás (boltozat) $\gamma_{Bdi}$	Hajlító nyomás (fenék) $\gamma_{Bda}$
Agrosil	Szükséges:					
	$\leq 2\%$			2,0	2,5	2,5
	Tényleges:					
160	0,5	0,6	1,39	25,84	7,93	5,81
	1,5	0,8	0,65	47,64	16,63	13,32
	2,5	0,9	0,95	32,56	16,59	11,26
200	0,5	0,6	0,96	33,93	12,87	8,38
	1,5	0,8	0,74	36,50	20,17	11,98
	2,5	0,9	1,03	26,40	16,70	9,92
250	0,5	0,8	1,63	20,80	7,50	5,20
	1,5	0,8	0,93	29,48	15,73	10,16
	2,5	0,9	1,28	20,87	13,81	8,74
315	0,5	0,9	1,45	24,31	7,47	5,39
	1,5	0,9	0,89	32,77	14,46	9,96
	2,5	0,9	1,36	20,85	11,70	7,98
355	0,5	1,2	1,47	22,89	7,87	5,35
	1,5	1,2	0,89	30,79	15,23	9,72
	2,5	1,2	1,32	19,91	12,47	7,93

A számításokat a vizsgált lefedési vastagságokra az 1. táblázat tartalmazza. A kiválasztott feltevés a környező talajról és a  $D_{Pr} = 95\%$ -os szűrőanyagnak a csőtakarás környezetében történő, a környező talajjal összefüggő tömörítésének konzervatív figyelembe vételével valószínűleg minden gyakorlati alkalmazási eset lefedésre kerül. A környezetben lévő nem kötött talajok kedvezőbb értékeket adnak.

A nevezett alkalmazási területre az AGROSIL 2500 DB PP termékcsoport felhasználása statikai szempontból kikötés nélkül igazolva lett.

### 5.1.3. Szivárgócső-vezetékek a vasúti forgalmi terhelés hatásövezetén belül

A Ril 836.0803 [6] geotechnikus beépítésre vonatkozó műszaki közlemény tervezetét alkalmazva a következő kiindulási értékeket vették a statikai számítások alapjául:

- részleges szivárgócső (LP) DN 160, DN 200, DN 250, DN 315, DN 355
- cső-alapanyag PP
- DS 804 szerinti UIC 71 terhelés (ld. ATV-DVWK-A 127 3.2.2. fejezet ill. 5.2.2.2 fejezet)
- 1,50 m vastag lefedés (minimális befedési vastagság), 2,0 m, 2,5 m
- árokszélesség 0,80 m – 1,2 m, majd feltöltés szűrőanyaggal / drénanyaggal (kavics)
- környező kötött kevert talaj G3 (mint legkritikusabb kialakítási mód)  $D_{Pr} = 95\%$
- A1/B1 lefedési- és ágyazási feltételek
- alátámasztási szög  $2\alpha = 120^\circ$

Amint az a 2. táblázatból látható, a kiszámított hosszú idejű deformáció kisebb, mint  $0,02x_{d_m}$ , ami azt jelenti, hogy a deformáció kisebb, mint ami a vasúti közlekedési terhelések hatásterületében megengedett.

A környező nem kötött ill. gyengén kötött talajokra, vagy kombinált csövekre nézve az igazolás még kedvezőbb értékeket ad. A kikötött jellemzők biztosítása a plánusra megkövetelt igazoló számítások révén adott.

A statikai számítások eredményeit valamennyi vizsgált lefedési vastagságra a 2. táblázat tartalmazza. A kiválasztott feltevés a környező  $D_{Pr} = 95\%$ -os talajról és a szűrőanyagnak a csőtakarás környezetében történő, a környező talajjal összefüggő  $D_{Pr} = 95\%$ -os tömörítésének konzervatív figyelembe vételével valószínűleg minden gyakorlati alkalmazási eset lefedésre kerül. A környezetben lévő nem kötött talajok kedvezőbb értékeket adnak.

A nevezett alkalmazási területre az AGROSIL 2500 DB PP termékcsoport felhasználása statikai szempontból kikötés nélkül igazolva lett.

**2. táblázat: Statikai számítások eredményei a vasúti közlekedési terhelés hatásövezetén belül**

Cső	Lefedés	Árok-szélesség	Deformáció	Biztonsági jellemzők		
				Horpadás	Feszültség	Hosszú idejű
DN	m	m	δv [%]	γ <sub>Beul</sub>	γ <sub>Bdi</sub>	γ <sub>Bda</sub>
Agrosil			Szükséges:			
			≤ 2%	2,0	2,5	2,5
			Tényleges:			
160	0,5	0,8	1,27	26,92	8,88	6,22
	1,5	0,9	1,33	25,05	8,70	6,04
	2,5	0,9	1,40	23,26	8,52	5,87
200	0,5	0,8	1,56	20,11	8,06	5,03
	1,5	0,9	1,49	20,59	8,61	5,21
	2,5	0,9	1,55	19,13	8,48	5,09
250	0,5	0,8	1,83	17,26	7,00	4,77
	1,5	0,9	1,79	17,14	7,30	4,85
	2,5	0,9	1,88	15,85	7,18	4,72
315	0,5	0,9	1,12	31,01	9,18	6,19
	1,5	0,9	1,12	30,40	9,27	6,23
	2,5	0,9	1,12	30,00	9,42	6,13
355	0,5	1,2	1,75	17,97	6,90	4,61
	1,5	1,2	1,83	16,65	6,78	4,49
	2,5	1,2	1,92	15,37	6,64	4,37

## 5.2 ATV A 127 szerint végzett statikus számítások az ellenőrző aknákra

### 5.2.1 Alapvető tudnivalók

A csövekre végzett statikai számításokkal egyező módon igazoló számítások készültek

- a vasúti közlekedési terhelés hatásterületén kívül eső ellenőrző aknákra 2,5 m-ig terjedő beépítési mélységgel és DIN 1072 2. táblázat szerinti LKW 12-es terhelésre
- a vasúti közlekedési terhelés hatásterületén belül eső ellenőrző aknákra 1,5-2,5 m-es terjedő beépítési mélységgel és DS 804 (több vágányos) szerinti UIC 71-es terhelésre.

A statikai számításoknál a következő felevésekből indultak ki

- a toldalékcső és az akna-alaptest a fedél/alátétgyűrű szerkezeti kialakításának köszönhetően nincs vertikális közlekedési terhelésnek kitéve, úgyhogy az erre vonatkozó igazoló számítások elmaradhatnak
- a szerkezetre vonatkozóan a szivárgócsövekre végzett statikai számításokra támaszkodva szintén csak egy  $\Delta_{di} \leq 2\%$  deformáció megengedett.

Az aknaköpenyre (toldalékcsőre) végzett számítások az EasySchacht98 [20] programmal készülnek. Ahhoz, hogy az EasySchacht98 [20] használható legyen, a következők lettek feltételezve:

- fedél kialakítási formája: külön felhelyezett fedél, amire nem kell külön igazoló számítás
- talajépítési forma: külön alapozás nélkül, beton betöltése nélkül egy betonlappal (DB = 400 mm), ami az alaptestet szimulálja, ami külön értékelésre kerül.

Az EasySchacht98 programmal a következő igazoló számításokat végzik el:

Deformáció igazolása  $\delta v$  [%]

Feszültség igazolása radiális irányban  $\gamma_{BDi}$  ,  $\gamma_{BDa}$

Feszültség igazolása axiális irányban  $\gamma_{ax}$

Nyíró feszültség igazolása  $\gamma_{\tau}$

Stabilitás igazolása radiális irányban  $\gamma_{Stab,rad}$

Stabilitás igazolása axiális irányban  $\gamma_{Stab,ax}$

Radiális és axiális horpadás kölcsönhatás-igazolása (hosszú idejű), mivel az aknaköpeny egyidejűleg axiális és radiális igénybevételnek is ki van téve.

$$\left[ \frac{\gamma_{stab,min}}{\gamma_{stab,rad,L}} \right]^{1,25} + \left[ \frac{\gamma_{stab,min}}{\gamma_{stab,ax,L}} \right]^{1,25} \leq 1,0$$

Az akna-alaptestre vonatkozó számításokhoz az EasySchacht98 program felhasználása nem jött szóba, mivel a program nem tudja pontosan visszaadni az itt vizsgált aknaszerkezetet. Az akna-alaptest terhelés alatti deformációs viselkedése kísérleti vizsgálatokkal került meghatározásra. Ennek során a szakértő korábbi, a szennyvíztechnika területén végzett kísérletekre támaszkodik [30].

### 5.2.2 Toldalékcső Agrosil 2500 DN 315

A vizsgálatokhoz a Drossbach cég kemény polietilén (PE-HD) alapanyagból készült DN 315 [17] [18] méretű aknacsöve került felhasználásra.

#### Anyagfelhasználás:

A Hostalen cég GM 5010 – T3 gyári jelölésű PE-HD-anyaga a következő jellemzőkkel:

○ rövid idejű E-modulus	$E_{1min}$	= 800 N/mm <sup>2</sup>
○ hosszú idejű E-modulus	$E_{50 év}$	= 160 N/mm <sup>2</sup>
○ sűrűség (fajsúly)	$\gamma_R$	= 9,45 kN/m <sup>3</sup>
○ határfeszültség hajlító húzás, rövid idejű	$\sigma_{bz, 1min}$	= 21,0 N/mm <sup>2</sup>
○ határfeszültség hajlító nyomás, rövid idejű	$\sigma_{bd, 1min}$	= 21,0 N/mm <sup>2</sup>
○ határfeszültség hajlító húzás, hosszú idejű	$\sigma_{bz, 50 év}$	= 14,0 N/mm <sup>2</sup>
○ határfeszültség hajlító nyomás, hosszú idejű	$\sigma_{bd, 50 év}$	= 14,0 N/mm <sup>2</sup>

#### Keresztmetszet-értékek

Külső átmérő  $d_a = 398,5 \pm 2,5$

Belső átmérő  $d_i = 344,0 \pm 3$  mm

Az egyes elemek falvastagságait a 3. táblázat tartalmazza.

#### 3. táblázat: A toldalékcső minimális méret-értékei

S 1 belső fal mm	1,4
S 2 külső fal mm	1,4
S 3 profil kívül mm	1,0
S 4 profil belül mm	1,4
S 5 összehegesztés kívül mm	2,0
S 6 összehegesztés belül mm	2,2
T szakasz hossza mm	35,5
L 1 összehegesztés hossza belül mm	7,0
L 2 összehegesztés hossza kívül mm	8,0

### 5.2.3 Ellenőrző aknák toldalékcsővére végzett számítások a vasúti közlekedési terhelés hatásterületén kívül

A Ril 836.0803 [6] geotechnikus beépítésre vonatkozó műszaki közlemény tervezetét alkalmazva a következő kiindulási értékeket vették a statikai számítások alapjául:

- cső-alapanyag PE
- DIN 1072 / 2. táblázat szerinti LkW 12-es terhelés
- beépítési mélység 1,0 m (gyakorlati terhelési eset a megadott lefektetési területen, 1,5 m, 2,5 m)



- munkatér 1,6 m, majd feltöltés szűrőanyaggal / drénanyaggal (kavics) ill. durva szemcsés kavicsal 8/45
- környező kötött kevert talaj G3 (mint legkritikusabb kivitelezési mód)  $D_{Pr} = 95 \%$
- aknafedél kialakítási formája körgyűrű alakú alappal a terhelés (saját súly, földdel történő lefedés és közlekedési terhelés) elvezetéséhez közvetlenül az építési alapba
- beágyazás: G1;  $D_{Pr} = 95 \%$

4. táblázat: **Toldalékcsőre végzett számítások eredményei a vasúti közlekedési terhelés hatásterületén kívül**

Beépítési mélység	Deformáció hosszú idejű	Biztonsági tényezők						
		feszültség		feszültség	nyíró feszültség			
		radiális irány		axiális irány		radiális irány	axiális irány	
		belül	kívül	kívül			hosszú idejű	hosszú idejű
m	$\delta_v$ [%]	$\gamma_{BDi}$	$\gamma_{BDa}$	$\gamma_{ax}$	$\gamma_{\tau}$	$\gamma_{Stab, rad}$	$\gamma_{Stab, ax}$	
Szükséges érték:								
	$\leq 2$ %	1,5	1,5	1,5	2,5	2,5	2,5	$\leq 1,0$
Tényleges érték:								
<b>1,0</b>	1,10	22,78	25,51	109,6	75,69	32,03	25,5	0,10
<b>1,5</b>	1,13	16,79	18,8	47,76	55,35	23,6	9,41	0,25
<b>2,5</b>	1,20	11,0	13,32	18,15	36,13	15,46	3,26	0,82

Amint az a 4. táblázatból látható a kiszámított hosszú idejű deformáció kisebb, mint  $0,02x_{d_m}$ , ami azt jelenti, hogy a deformáció még a fent megadott, határesetként értékelendő kiindulási feltételek mellett is kisebb, mint ami a vasúti közlekedési terhelések hatásterületében megengedett.

A nevezett alkalmazási területre az AGROSIL Ellenőrző akna DB felhasználása statikai szempontból kikötés nélkül igazolva lett.

#### 5.2.4 Ellenőrző aknák toldalékcsővére végzett számítások a vasúti közlekedési terhelés hatásterületén belül

A Ril 836.0803 [6] geotechnikus beépítésre vonatkozó műszaki közlemény tervezetét alkalmazva a következő kiindulási értékeket vették a statikai számítások alapjául:

- cső-alapanyag PE
- DS 804 szerinti UIC 71 terhelés (ld. ATV-DVWK-A 127 3.2.2. fejezet)
- beépítési mélység 1,5 m (minimális beépítési mélység); 2,5 m
- munkatér 1,6 m, majd feltöltés szűrőanyaggal / drénanyaggal (kavics) ill. durva szemcsés kavicsal 8/45
- környező kötött kevert talaj G3 (mint legkritikusabb kivitelezési mód)  $D_{Pr} = 95$  %
- aknafedél kialakítási formája körgyűrű alakú alappal a terhelés (saját súly, földdel történő lefedés és közlekedési terhelés) elvezetéséhez közvetlenül az építési alapba
- beágyazás: G1;  $D_{Pr} = 95$  %

A kiválasztott feltevés a környező (terhelésnek kitett) kevert talajról és a szűrőanyag befedés környezetében történő  $D_{Pr} = 95$ %-os tömörítésének konzervatív figyelembe vételével valószínűleg minden gyakorlati alkalmazási eset lefedésre kerül. A környező nem kötött talajokat ill. a részben elvégzett talajfeljavítást vagy egy megkövetelt  $D_{Pr} \geq 97$ %-os tömörítést figyelembe véve ebben az esetben is egy csekélyebb mértékű deformáció mutatható ki.

A statikai számítások legfontosabb eredményei az 5. táblázatban kerültek összefoglalásra.

5. táblázat: Toldalékcsőre végzett számítások eredményei a vasúti közlekedési terhelés hatásterületén belül

Beépítési mélység	Deformáció hosszú idejű	Biztonsági tényezők						
		feszültség		feszültség	nyíró feszültség			
		radiális irány		axiális irány		radiális irány	axiális irány	
		belül	kívül	kívül			hosszú idejű	hosszú idejű
m	$\delta_v$ [%]	$\gamma_{BDi}$	$\gamma_{BDa}$	$\gamma_{ax}$	$\gamma_{\tau}$	$\gamma_{Stab, rad}$	$\gamma_{Stab, ax}$	
Szükséges érték:								
	$\leq 2\%$	1,5	1,5	1,5	2,5	2,5	2,5	$\leq 1,0$
Tényleges érték:								
<b>1,0</b>	1,10	22,78	25,51	109,6	75,69	32,03	25,5	0,10
<b>1,5</b>	1,13	16,79	18,8	47,76	55,35	23,6	9,41	0,25
<b>2,5</b>	1,20	11,0	13,32	18,15	36,13	15,46	3,26	0,82

Amint az 5. táblázatból látható, a kiszámított hosszú idejű deformáció kisebb, mint  $0,02 \times d_m$ , ami azt jelenti, hogy a deformáció még a fent megadott, határesetként értékelendő kiindulási feltételek mellett is kisebb, mint a vasúti közlekedési terhelések hatásterületében megengedett deformáció.

A nevezett alkalmazási területre az AGROSIL Ellenőrző akna DB felhasználása statikai szempontból kikötés nélkül igazolva lett.

### 5.2.5 Az akna-alaptest igazoló számításai

Az akna-alaptest, mint térbeli alakzat a felfelé menő területen egy, a DN 315 méretű toldalékcső csatlakoztatására szolgáló karmantyúból, a fekvő területen pedig a befolyó ill. elfolyó csövek csatlakoztatására szolgáló csonkokból áll, egy köztes darabbal és merevítő lapokkal összekapcsolva.

A felfelé menő területen a karmantyúnál a stabilitást a toldalékcső adja, a fekvő területen a stabilitás a csatlakozó csonkok karmantyúival és a merevítő lemezekkel kialakított átmenő köztes darabbal érik el (ld. 1. ábra).

Az alaptest térbeli formája következtében a statikus rendszer nagyon bonyolult és csak igen nagy elméleti ráfordítással számítható ki.

Ezen okból az alaptest egy terheléses vizsgálatnak lett alávetve. Megterhelésként a számítás szerint lehetséges terheléseket különböző beépítési mélységekben földnyomásból és közlekedési terhelésből alakították ki. 2,5 m mélységben föld- és közlekedési terhelésből vízszintes igénybevételek maximálisan  $35 \text{ kN/m}^2$  nagyságrendben léphetnek fel. Azt kell igazolni, hogy ennél a talaj általi igénybevételnél az alaptest átmérő-deformációja  $\leq 2\%$ .

A kb.  $35 \text{ kN/m}^2$  nyomással terhelt kivetített felület a beépített alaptest esetében a 2 merevítőlemez között ill. a felfelé menő terület toldalékcső által nem stabilizált része az akna 1 (ld. 1. ábra) esetében kb.  $0,24 \text{ m}^2$ . Ezáltal itt egy  $P = 8,4 \text{ kN}$  nagyságú összesített erő hat.

Egy olyan terhelés-megosztás került kiválasztásra, ami az alaptest lehetőleg nagy deformációját éri el. Ehhez a terhelést egy koncentrált felületre ( $0,30 \text{ m} \times 0,40 \text{ m} = 0,12 \text{ m}^2$ ), az alaptest merevítő lemezek közötti leginkább hajlékony helyére irányították.

A vizsgálatokról rendelkezésre áll az MFPA Leipzig GmbH által készített P 2.4 /02 – 455 számú vizsgálati jegyzőkönyv.



**8. ábra: Az AS ellenőrző aknán végzett kísérlet felépítése**

A kísérleti felépítés a 8. ábrán látható.

A terhelés átvitele egy terheléstovábbító lemezzel történik az oldalára fektetett és gipszben rögzített akna alatt és felett.

A terhelés továbbítása a DIN EN ISO 9967 [8] előírásaira támaszkodva állandó 10 mm/min deformációs sebességgel történik.

Az út mérésére szolgáló mérőhelyek (a belső átmérő alakváltozásának meghatározása) az aknák kijáratain belül voltak, közvetlenül a terhelés bevitelének a helyén.

A mérési eredmények a 6. táblázatban olvashatók.

**6. táblázat: Mérési eredmények**

Terhelés	Terhelés jellemző tulajdonsága	Akna 1		Akna 2	
		Terhelés	Deformáció	Terhelés	deformáció
		kN	3 belső mérőhely középértéke %	kN	2 belső mérőhely középértéke %
	Terhelés 2,5 m beépítési mélységben (kb. 35 kN/m)	8,33	0,49	8,41	0,33
Terhelés növelése 2% deformációig [10mm/min]	Terhelés 2% deformációnál	29,3	2,0	35,9	2,0
	max. terhelés a kísérlet során	31,1	2,17	36,5	2,06

A 6. táblázatból látható, hogy a belső átmérő 2%-os deformációjához

- az 1-es akna esetében 29,33 kN erőre (122 kN/m<sup>2</sup> felületi terhelésnek felel meg egy 0,24 m<sup>2</sup> nagyságú felületre vonatkoztatva)
- a 2-es akna esetében 35,87 kN erőre (150 kN/m<sup>2</sup> felületi terhelésnek felel meg egy 0,24 m<sup>2</sup> nagyságú felületre vonatkoztatva)

lenne szükség. Az 1-es akna esetében ezek az erők kb. 3,5-ször nagyobbban, mint a lehetséges talajfeszültsége mértéke (a 2-es akna esetében ugyanez 4,2-szeres).

A 2,5 m beépítési mélységben gyakorlatilag fellépő vízszintes talajfeszültségek egy < 0,5 % nagyságú deformációt okoznak, és ezzel jelentősen a megengedett 2%-os deformáció alatt vannak.

## 6 KÖVETKEZTETÉSEK ÉS AJÁNLÁSOK

Vasúti árkok ill. 2 sín pár közötti alagcsövezés kialakítása során a Drossbach cég AGROSIL 2500 DB termékcsaládja (csövek és ellenőrző aknák) a vasúti forgalmi terhelés hatásterületén **kívül** a termékre és a beépítésre előírt minőségi kritériumok betartása mellett minden további külön (egyéb előírásokban már nem megkövetelt) felügyeleti- és óvintézkedés nélkül alkalmazható. A vezetékek üzembe helyezése előtt az átvétel keretében célszerű egy bejárást tenni.

A vasúti forgalmi terhelés hatásterületén **belüli** területre végzett vizsgálatok igazolták, hogy

- a vágány hatásterülete alatti szerkezeti rétegekkel szemben támasztott magas követelmények, és
- az ágyazat ill. szűrő /drén előírt kialakítása

révén az alkalmazott AGROSIL 2500 DB termékcsoporthoz – ellenőrző aknákkal bezárólag – egy  $\leq 0,02$  dm értékű hosszú idejű deformáció igazolható, úgyhogy egy nagy ráfordítással járó, a környező talaj és mélységi helyzet (2,5 m-ig) függvényében elvégzett statikus igazoló számításból el lehet tekinteni.

A minőség biztosítása érdekében ezen a területen célszerű

- a lefektetett mennyiségtől függően a termékcsoporthoz további vizsgálatokat elvégezni (az évenként 2 alkalommal egy elismert vizsgálóhely által végzett rendszeres vizsgálaton kívül)
- a bejárásos felügyelet mellett ellenőrző méréseket végezni a csőgerinc kialakult vertikális deformációjára vonatkozóan.

A vasúti pályaépítményekben a szivárgóvíz összegyűjtésére és elvezetésére használt, kamerákkal felügyelt és magas nyomáson tisztított rendszerekhez használt AGROSIL ellenőrzőakna DB az alábbi, külső felügyelet mellett gyártott egyedi darabokból áll: fedél, alátétgyűrű, aknacső és akna-alaptest. Az akna-alaptest egy PE-HD-tömörfalú csövekből kialakított egyedi szerkezet, míg az egyéb középítményekhez készült AGROSIL ellenőrző akna tagozott csövekből készül.

A szivárgócsövek és ellenőrző aknák beépítése és a rendszer azt követő üzemeltetése kapcsán semmilyen, a használatiérték-tulajdonságokat megváltoztató károsodás nem várható.

Lipcse, 2003.02.19.

Prof. Dr.-Ing. Olaf Selle

# DOKUMENTUMJEGYZÉK

- [1] ARGE Erdbau ABS Röhrmoos-Obermenzing GP Papenburg – WALTER HEILIT VWB GmbH: Regelquerschnitte einschließlich der Details zur Ausbildung des verrohrten Bahngrabens und der Tiefenentwässerung, Fax vom 23.08.2002 und vom 06.09.2002.
- [2] ARGE Erdbau ABS Röhrmoos-Obermenzing GP Papenburg – WALTER HEILIT VWB GmbH: Angaben für die Rohrstatik – Auflager- und Baugrundbedingungen, Fax vom 03.09.2002.
- [3] ATV-DVWK-Regelwerk: Arbeitsblatt ATV-DVWK-A 127: Statische Berechnung von Entwässerungskanälen und -leitungen, 3. Auflage, August 2000.
- [4] DB Netz Deutsche Bahn Gruppe: Richtlinie Ril 836 – Erdbauwerke, Modulgruppe 836.08XX – Entwässerungsanlagen; 20.12.1999.
- [5] Deutsche Bundesbahn Vorschrift für Erdbauwerke (VE) DS 836.
- [6] DB AG, DB Systemtechnik, Konstruktiver Ingenieurbau – TZF 62: Entwurf der technischen Mitteilung zum geotechnischen Ingenieurbau Ril 836 Modul 0803, modifiziert vom 23.07.2002.
- [7] DIN EN 1610: Verlegung und Prüfung von Abwasserleitungen und -kanälen, (1997-10).
- [8] DIN EN ISO 9967: Thermoplastische Rohre – Bestimmung des Kriechverhaltens; August 1995.
- [9] DIN EN ISO 9969: Thermoplastische Rohre – Bestimmung der Ringsteifigkeit, August 1995.
- [10] DIN 4262-1: Rohrleitungssysteme für die unterirdische Entwässerung von Ingenieurbauten; Teil 1: Kunststoffrohre; Januar 2001.
- [11] prEN 13476-1: Kunststoff-Rohrleitungssysteme aus Thermoplasten für drucklose erdverlegte Abwasserkanäle und -leitungen – Rohrleitungssysteme mit strukturierter Wandung aus weichmacherfreiem Polyvinylchlorid (PVC-U), Polypropylen (PP) und Polyethylen (PE) – Teil 1: Anforderungen an Rohre, Formstücke und das Rohrleitungssystem, (1999-03).
- [12] Drossbach: Werksnorm S.250.177.04 Sickerrohr Agrosil 2500 DB DN 160 PP, Fax vom 25.01.2003.
- [13] Drossbach: Werksnorm S.500.201.15 Sickerrohr Agrosil 2500 DB DN 200 PP, Fax vom 23.08.2002.
- [14] Drossbach: Werksnorm S.500.253.09 Sickerrohr Agrosil 2500 DB DN 250 PP; Fax vom 23.08.2002.
- [15] Drossbach: Werksnorm S.500.00.300.4 Sickerrohr Agrosil 2500 DB DN 315 PP; e-Mail vom 18.02.2003.
- [16] Drossbach: Werksnorm S.500.397.04. Sickerrohr Agrosil 2500 DB DN 355 PP; e-Mail vom 18.02.2003.
- [17] Drossbach: Werksnorm 6.400.00.01 AS Kontrollschacht DB DN 400 180°.
- [18] Drossbach: Werksnorm 6.400.00.02 AS Kontrollschacht DB DN 400 90°.
- [19] Drossbach: Schlitzanordnungen Mehrzweckrohr (MP), Teilsickerrohr (LP), Vollsickerrohr (TP) .
- [20] IngSoft: EasyPipe98 – Software zu Berechnungen nach Arbeitsblatt ATV -DVWK-A 127, 3. Auflage, August 2000.
- [21] IngSoft: EasySchacht98 – Software zu Berechnungen erdeingebauter Schächte in Anlehnung an das Arbeitsblatt ATV -DVWK-A 127, 3. Auflage, August 2000.
- [22] SPS CONSULT Forschungs-, Prüfungs- und Gutachtergesellschaft mbH: Untersuchungsbericht PB-01-04: Ermittlung der statischen Sicherheit gegen Versagen bei nicht vorwiegend ruhender Belastung bei erdverlegten Sickerrohren AGROSIL 2500 unter Gleiskörpern der Eisenbahnen der DB-AG; Leipzig; 02.07.2001.
- [23] SPS CONSULT Forschungs-, Prüfungs- und Gutachtergesellschaft mbH: Untersuchungsbericht UB-01-03: Prüfung von Sickerleitungen auf Widerstandsfähigkeit gegen Rohrreinigungsgeräte; Leipzig; 04.03.2002.
- [24] SPS CONSULT Forschungs-, Prüfungs- und Gutachtergesellschaft mbH: Prüfbericht PB-01-03: Zulassungserweiterung auf den gesamten Geltungsbereich der DIN EN 1610 für Abwasserrohre KANADUKT 3000/SN8 nach Zulassung-Nr. Z-42.1-261; Leipzig; 07.03.2002.
- [25] SPS CONSULT Forschungs-, Prüfungs- und Gutachtergesellschaft mbH: Brief an Fa. Drossbach: Anfrage zur Reinigungstauglichkeit von Sickerrohren AGROSIL DB der Fa. Drossbach, Leipzig, 08.07.2002.
- [26] Thiele, R.: Beitrag zu den Prüfgrundsätzen erdverlegter Abwasserkunststoffrohre; Diplomarbeit; Universität Leipzig, Wirtschaftswissenschaftliche Fakultät, Bereich Bauwesen, März 2001.
- [27] SPS CONSULT Forschungs-, Prüfungs- und Gutachtergesellschaft mbH Gutachterliche Stellungnahme zur Ausbildung der Tiefenentwässerung ARGE Erdbau ABS Röhrmoos-Obermenzing, GU-02-16 vom 09.09.2002.
- [28] Gutachterliche Stellungnahme zum Nachweis der Eignung von Agrosil Kontrollschächten beim Einsatz im Bereich der Tiefenentwässerung ARGE Erdbau ABS Röhrmoos – Obermenzing, UB-02-01b vom 06.12.2002.
- [29] MFPA Leipzig e.V., Statische Nachweisführung für ein Reinigungs- und Inspektionsformstück aus PE-HD mit dazugehörigem Aufsatzrohr aus PE-HD der Nennweite DN 350 für die Verlegung im Erdreich, Nr. UU/VI/98 – 608a vom 12.10.1998.
- [30] MFPA Leipzig e.V., Prüfbericht Nr. PB VI/00 - 403; Erstprüfung AGROSIL-Kontrollschacht und Aufsatzrohr in Anlehnung an DIN 4262 Teil 1 vom 24.11.2000.