



KÖZÚTI ÉS MÉLYÉPÍTÉSI SZEMLE

57. ÉVFOLYAM 2. SZÁM

2007. FEBRUÁR



tartalom

1 **SOMFAI ANDRÁS**

A belterületi utak és egyéb közterületek komplex minőségi fejlesztése

8 **DR. RIGÓ MIHÁLY**

Hálózatfejlesztési koncepciók és a korszerű tanulmányterv

11 **DR. FARKAS GYÖRGY – KOVÁCS TAMÁS – DR. SZALAI KÁLMÁN**

Betonszerkezetek tervezése az Eurocode szerint

26 **TÁRCZY LÁSZLÓ**

Meszes talajkezelés

TANÁCSADÓ TESTÜLET:

Apáthy Endre, Dr. Boromisza Tibor, Csordás Mihály

Dr. Farkas József, Dr. Fi István, Dr. Gáspár László

Hórvölgyi Lajos, Huszár János, Jaczó Győző

Dr. Keleti Imre, Dr. Mecsi József, Molnár László Aurél

Pallay Tibor, Dr. Pallós Imre, Regős Szilveszter

Dr. Rósa Dezső, Schulek János, Schulz Margit,

Dr. Schváb János, Dr. Szakos Pál, Dr. Szalai Kálmán,

Tombor Sándor, Dr. Tóth Ernő, Varga Csaba,

Veress Tibor

A cikkekben szereplő megállapítások és adatok a szerzők véleményét és ismereteit fejezik ki és nem feltétlenül azonosak a szerkesztők véleményével és ismereteivel.

FELELŐS KIADÓ László Sándor (Magyar Közút Kht.)

FELELŐS SZERKESZTŐ Dr. Koren Csaba

SZERKESZTŐK Dr. Gulyás András

Rétháti András

Szőnyi Zsolt

Dr. Tóth-Szabó Zsuzsanna

A címlapon és a borító 2. oldalán megjelent fotók

Gyukics Péter felvételei.

KÖZÚTI ÉS MÉLYÉPÍTÉSI SZEMLE

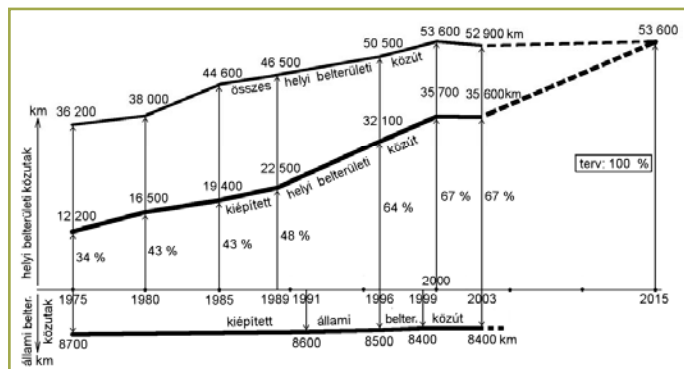
Alapította a Közlekedéstudományi Egyesület.

A közlekedésépítési és mélyépítési szakterület mérnöki tudományos havi lapja.

Az újság elérhető a web.kozut.hu honlapon is.

1. A belterületi utak fejlesztése iránti igények változása

Az 1990-es rendszerváltás nyomán a települések jóval nagyobb mértékben dönthettek önállóan pénzük felhasználásáról, mint korábban. Ettől kezdve – a társadalom valós igényeinek jobban megfelelően – nagyobb lendületet vett a helyi utak és utcák kiépítése. Az országosan majdnem kétszeresre nőtt évenkénti útkiépítési teljesítmény következtében a szilárd burkolatú utak aránya 1989-től napjainkig 48 %-ról kerekén 70 %-ra nőtt (1. ábra.)



1. ábra: A helyi és az állami belterületi közutak kiépítettségének alakulása 1975-2002 között

Örvendetes ez a fejlődés és helyes a 2003-as Magyar Közlekedéspolitikai közlekedéspolitikai azon előirányzata is, hogy 2015-re valamennyi belterületi út szilárd burkolatú legyen.

Örvendetes és helyes a mennyiségi gyarapodás, de ez ma már nem elegendő: javítani kell a közterületminőség általános állapotán is. A korszellem is ezt sugallja: a mai piaci viszonyok között a települések közterületi színvonala fontos tényezője lett a lakossági közérzetnek, az idegenforgalmi vonzerőnek és a különböző befektetőkért a folyó küzdelemnek

Mit is kellene hát konkrétan a szakmának tennie?

Széleskörű humán-reál kutatómunkával megalapozottan össze kellene állítani egy közterületminőség-javítási tervezési segédletet és a benne kínáltak megvalósítását sokféle eszköz segítségével meg kellene gyorsítani.

Miért kellene ilyen nagy körítést adni annak a néhány egyszerű ötletnek?

Azért, mert a virágosítás, a faragott utcanévtáblák, a faltól-falig térburkolatok csak a legegyszerűbb minőségjavítási lehetőségeket jelentik. A magasabb szint a közterület-kultúra emelése, amely sokkal szélesebb tevékenységet jelent és nemcsak díszítés-jellegű. Műszakilag kiterjed a közművekre és a csapadékvíz-elvezetésre és humán szempontból is sokkal mélyebbre is nyúlik: az utca lakóinak véleményét és néha még az utca történetét is indokolt a fejlesztéshez megismerni. Esetenként bonyolult, többszakmás feladat a közterületi elemek utcaszakaszonkénti helyes arányának és esztétikai-szociológiai harmóniájának biztosítása. Harmónia az utcákon és tereken, a térszínen és térszint alatt, az érintett lakóval és érintett vállalkozóval egyaránt. Nemcsak az exponált színterekkel kell foglalkozni, hanem – szerényebb szinten – valamennyi városi és falusi utca közterületi minőségének emelésével, színvonal-javítási lehetőségeinek bemutatásával.

A következőkben felvázolt néhány technikai és szellemi

javaslat bemutatásával szeretnénk felhívni a figyelmet a nem-szokványos minőségfejlesztési lehetőségekre.

2. A közterületi elrendezés nagyobb megváltoztatásával járó minőségi fejlesztések

A közterület-kultúra színvonalát nagy általánosságban az egyes szakágak különböző műszaki-anyagi színvonala és ember-központú összehangoltsága (vagy összehangolatlansága) „adja össze”. Mindkettő javításában még nagyon sok a teendőnk, mert nálunk a szakági fejlesztések is eltérő sebességgel haladnak és mert tudatos, összehangolt, a humán-reál összefüggésekkel is foglalkozó közterület-színvonal-javítás csak kevés helyen tapasztalható. Emellett meglehetősen éles választóvonal van a nyíltárkos illetve a zártcsatornás csapadékvíz-elvezetésű falusi-városi utcák között is, mert a nyíltárkosokból általában hiányzik az a – legalább viszonylagos – rendezettség, nettség, amely a zártcsatornákat általában jellemzi.

Mivel a közterület-építés igen pénzigényes feladat, a minőségfejlesztés legtöbbször több ütemre bontva készül és csak ritkán tudnak mindenre kiterjedő közterület-fejlesztést megvalósítani. Ez arra int, hogy először határozzuk meg a komplex fejlesztés minden elemét és az egyes ütemeket annak részeként hajtsuk végre.

2.1. Az utcai parkolás ügye

1990-ig a napi parkolási igényeket a közterületen igyekeztünk kielégíteni, a távlati igényekre pedig homályosan körvonalazott parkológarázsokat irányoztunk elő. A rendszerváltás után – „felfedezve” a magántulajdonos kötelességeit – hirtelen az ellenkezőjére váltottunk: a járműtárolást telken belül kell megoldani! A napi gyakorlat azonban bebizonyította, hogy erre sok meglevő építménynél fizikailag nincs lehetőség, de bizonyos kereskedelmi-szolgáltatási létesítményeknél és pl. családi vendégfogadásnál is általában a közterületi parkolás az életszerű megoldás. Ebből az következik, hogy az utcai parkolás kérdésével igenis foglalkozni kell – de reálisabban, ember-léptékűen.

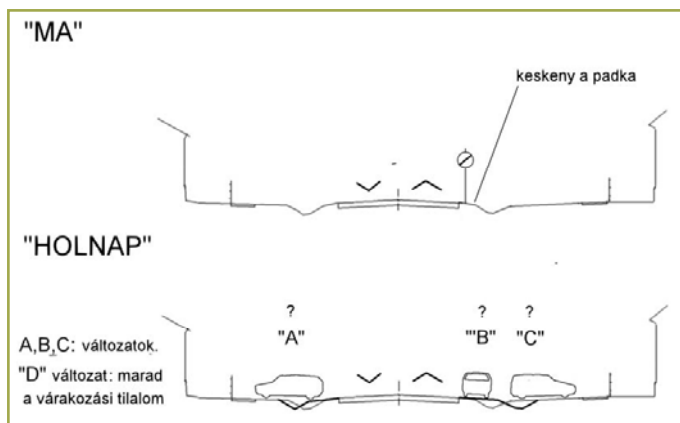
A helyszínrajzi és más adottságok függvényében sok variáció lehetséges. Közülük néhány a 2., a 3. és a 4. ábrán szerepel. Az ilyenekhez azonban (ismét) rugalmasabb műszaki előírásokra és a nagyszámú lehetőséget bemutató tervezési segédletre lenne szükség. Persze nemcsak így, mintakeresztelvény-jelleggel, hanem telkenként, pontonként kell a parkolással foglalkozni. A több szellemi munka „befektetése” a rendelkezésre álló tér jobb kihasználását, olcsóbb parkolóhely-létesítést és az igények jobb kielégítését is elő tudná segíteni.

2.2. A járdaszélesség kérdése

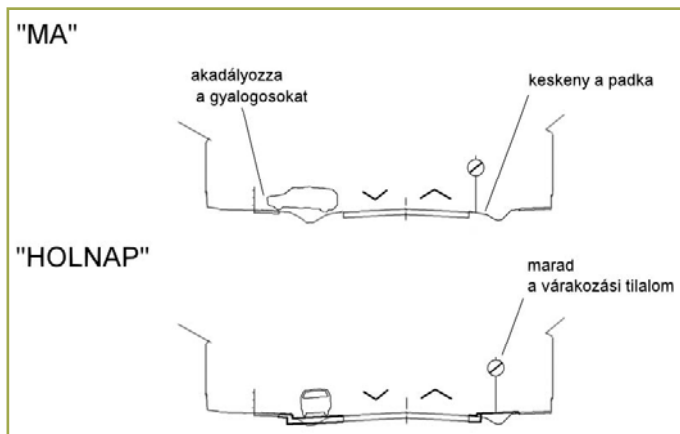
Egyetérthetünk a Közutak tervezése (KTSZ) Útügyi Műszaki Előírás [1] azon előírásával, hogy az utcai gyalogjárda úrszelvényének szélessége általában kétsávos (2x0,75=1,5 m) legyen. Annál is inkább, mert falun is nő az ülőfoglalkozásuk és az öregek aránya, akik napi sétálását és emberi kapcsolattartását – egészségügyi és

¹ A 34. Útügyi Napokon, Egerben elhangzott előadás szerkesztett változata

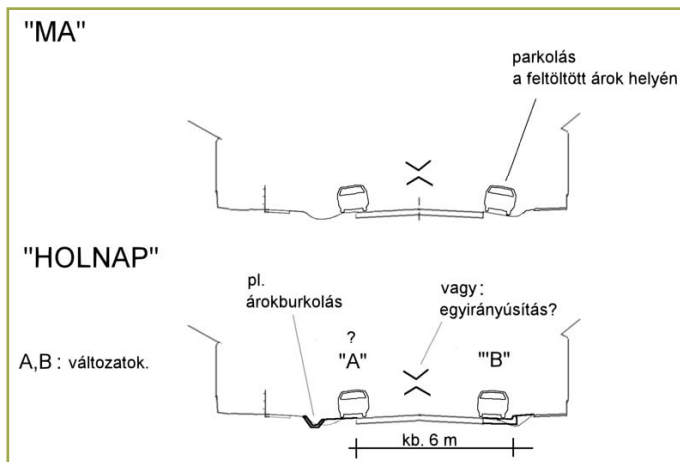
² okl. mérnök, okl. közúti és városi forgalmi szakmérnök, önkormányzati és vállalkozói szaküzemgazdász, egyéni vállalkozó közlekedéstervező, Győr Tel/Fax: 36/96/416-237 e-mail: somfai.andras@gyor.net honlap: www.somfai.try.hu



2. ábra: Parkolás széles, közepes forgalmú utcában



3. ábra: Parkolás keskenyebb, közepes forgalmú utcában

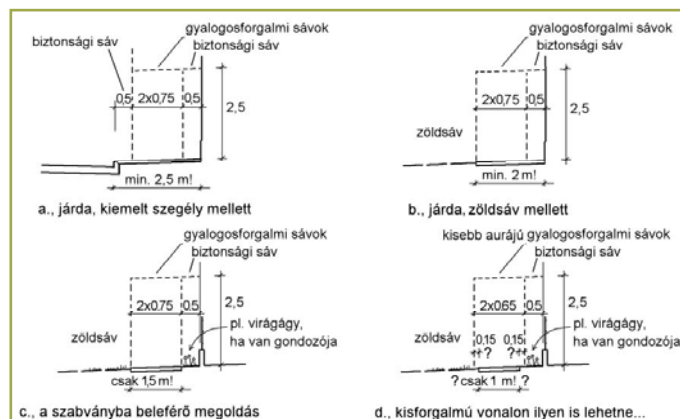


4. ábra: Parkolás keskeny, kisforgalmú utcában

pszichológiai okokból – ezzel is indokolt elősegíteni.

Ugyanakkor viszont érdemes lenne foglalkozni az úrszelvény-szélesség és a hasznos járdaszélesség viszonyával, mert KTSZ-ben a két méret azonos. (Ez azért elgondolkodtató, mert a járműforgalomnál a kettő eltér egymástól.) A különbségtétel indokoltsága főleg olyankor merül fel, amikor a járda melletti zóldsáv is van – márpedig járdánál ez az általános eset. Tanulmányozni kellene a falun szokásos „ösztönös” 1,2 – 1 – 0,8 m-es gyalogjárda működését és a kerítés mellett virágágnak-zöldnek kihagyott 20-50 cm-es sávokat is, mert a szabvány szerint itt min. $1,5 + 0,5 = 2$ m-es (!) járdaburkolatot kellett volna építeni. További vizsgálat kérdése az, hogy ahol a gyaloglók ritkábban járnak és valamennyien ismerik egymást és a kisebb aura-méret miatt kisebb az egymás mellett elhaladási távolság is, ott nem lehetne-e keskenyebb a gyalogos úrszelvény szélessége is? – Ha az útpálya-szélesség meghatározásánál többféle körül-

ményt is figyelembe veszünk, akkor miért ne tehetnénk ezt a járdánál is? – Nem kellene-e ugyanekkor a lokális járdaszűkületek hossz- és keresztirányú méreteivel ill. megengedhetőségi feltételeivel is foglalkozni? – Lehet, hogy két babakocsi egymás melletti elhaladása határozza majd meg a minimális járdaszélességet (5. ábra) ?

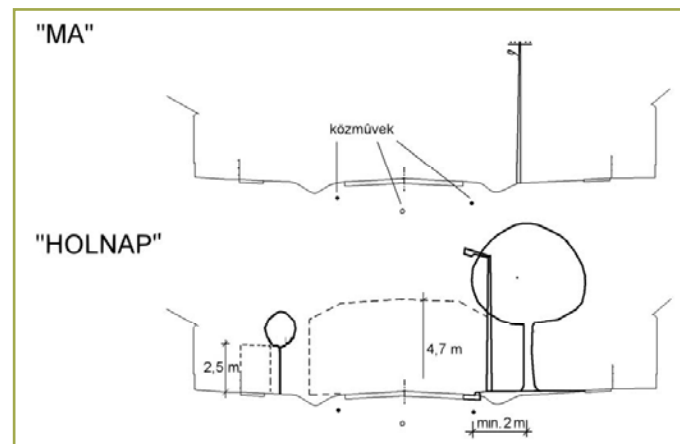


5. ábra: Járdaszélesség problémák

Az utcák több gondolható zöldje, kevesebb burkolatigénye és így kisebb költségigénye érdekében érdemes lenne a tervezési szabályokat továbbfejleszteni...

2.3. Az utcai fasorok telepítése

Az utcákban – különösen a szűkebbekben – szinte minden felnőtt fa potenciális veszélyt jelent a közúti forgalomra, a gyalogosokra vagy mindkettőre. Ezzel együtt is indokolt a belterületi utcák fásítása, környezetesztétikai, légfrissítési és napfény elleni védelmi szempontból. A balesetveszélyt pedig a fák és fasorok jól megfontolt elhelyezésével, valamint a közúti és a gyalogos úrszelvények szabádon tartásával kell elkerülni vagy minimalizálni (6. ábra).



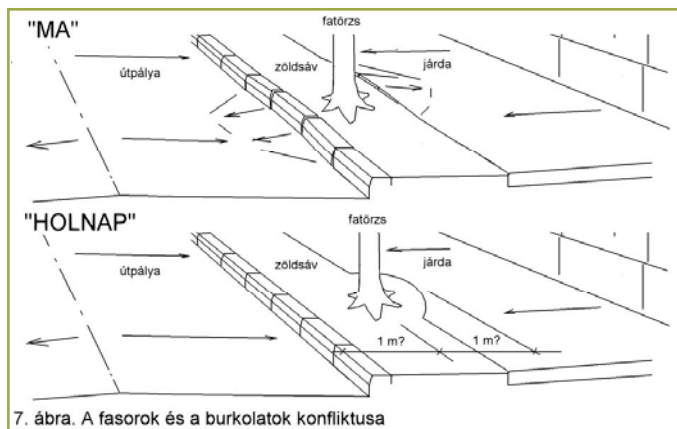
6. ábra: Fasorokat a szélesebb utcákba - de csak szakszerűen!

A fasorok egy része sajnos más szempontból is kifogásolható. Például belterületi utcákban sokszor még ma is nem ún. „várostűrő” fajtákat telepítenek, hanem olyanokat, amelyek csak közparkba valók. Nem alkalmasak utcákba a gyalogos- ill. közúti úrszelvénybe belógó lombkoronájú, alacsony tőmagasságú fák, így általában a fenyők sem. Kedvező viszont, ha a lombkorona mérete és formája illeszkedik egymáshoz és az utca méreteihez, stílusához, hangulatához.

A fasorok és a földalatti közművezetékek minimális távolságának szabályát a régebbi, társadalmi munkában történt faültetési akciók során sokszor megsértették. Mivel ennek negatív következményei általában csak egy-két évtized után jelentkez-

nek a közművezetékek megproppanásában, a mai kor közterület-rendezőjének a feladata még az is, hogy a fellelt ilyen veszélyt megszüntesse. Ha kell, a fasor kivágásával és más helyzetű fasor ültetésével.

Sok úttervező nem tiszteli a fák szabadtérszint-igényét és nem hagy elegendő burkolatlan felületet a fák körül. Ennek egy-két évtized – vagy akár már néhány év – után a burkolatok lehetnek a kárvallottjai: a fák erejét félrenyomott szegélyek, felpúposodott út- és járdaburkolatok mutatják (7. ábra).

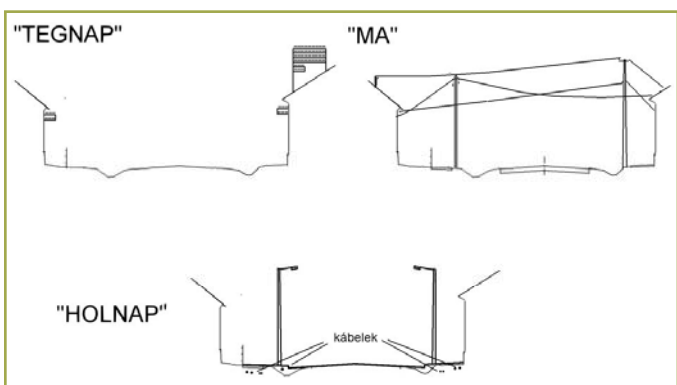


7. ábra: A fasorok és a burkolatok konfliktusa

7. ábra: A fasorok és a burkolatok konfliktusa
A közúti méret-előírásokon túl tekintő, a – jól kiválasztott – fák élettani jellemzőit is figyelembe vevő előírás-finomításra van szükség.

2.4. Légvezetékek és tartóoszlopaik

Ötnegyed évszázada jelentek meg az elektromos vezetékek a közterületeinken. A házfalra-háztetőkre erősített drótsereg fokozatosan eltűnt, nagyrészüket átterelték oszlopokra, egy részük pedig kábelbe. A kábelelés azonban mintha megállt volna a városok sűrű beépítésű területeinek határán. A kandeláberes közvilágítás kiterjedése is hasonlóan korlátozott maradt. Ma legtöbb utcában betongyámos faoszlopok vagy áttört vasbeton oszlopok állnak, légvezetékekkel és légkábelekkkel. A 90-es évek telekommunikációs forradalma nyomán 0,4-es, telefonos és kábeltévis „pókháló” alakult ki a közterületek felett, mert rövidtávon ez a legolcsóbb megoldás (8. ábra).



8. ábra: A közterületi elektromos vezetékhálózat fejlődése

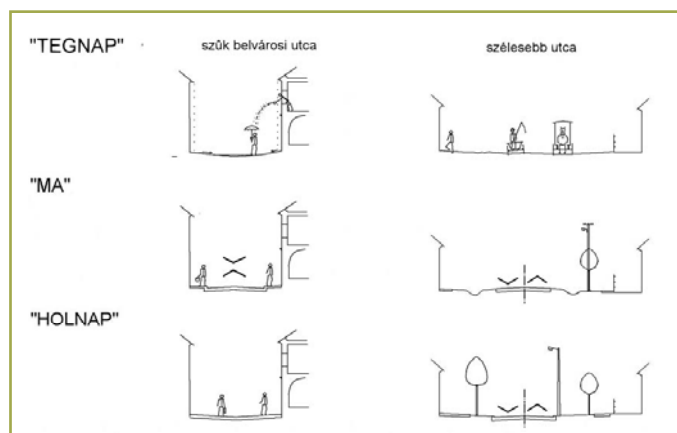
A fejlett országokban nemcsak az exponált részeken, hanem minden beépített területen földkábeles vagy földalatti védőcsöves-vezetékes ellátást létesítenek – biztonsági és esztétikai okokból, és mert már *most* van rá pénzük. Mivel ma már Magyarországon is csak mintegy háromszor annyiba kerül a kábeles ellátás, mint a légvezetékes, költsége pedig töredéke a lakásépítési költségének, terjedőben van a kábeles ellátás (persze a döntést még több más tényező is befolyásolja). A

tehetősebb falvak egy része településközpontjukat vagy főutcájukat is igyekszik megszabadítani a vezetékhálótól, mert a városiasodás egy fokozatát látják benne. Ennek szellemében célszerű a belterületi útépitéseknél a mi szakmánknak is szorgalmaznia a kábelvezetést – vagy legalább a kábelhálózat későbbi lefektetéséhez szükséges védőcsövek elhelyezését (és pontos térképi bemérését).

És még egy esztétikai-szemléleti kérdés. A faoszlopok betongyámjai és az áttört vasbeton oszlopok négy-öt évtizeddel ezelőtt nagy előrelépést jelentettek a földbe ástott faoszlopokhoz viszonyítva, de mára már nagyon-nagyon technokrata konstrukciónak minősülnek. Nemcsak a nyugatiakhoz, hanem Szlovákiához viszonyítva is, mert ott a kónuszos fenyőfátörzs természetes alakját idéző vasbeton csőoszlopokat is alkalmaznak. Érdekes lenne az ezzel kapcsolatos véleményeket, akadályokat és lehetőségeket egyszer megvitatni.

2.5. A csapadékvíz-elvezetés

A középkori városok szűk, burkolatlan, az úttengely felé lejtő utcáiban az egészségügyi és az esztétikai igények növekedésével fokozatosan alakult ki a mai burkolt, kiemelt szegélyes és zártcsatornás „városi” utcakeresztmetszet. A többi, általában szélesebb utcában folyókákkal és árkokkal kialakított csapadékvíz-elvezető rendszerek nagy része fizikailag elfogadhatóan működik, „urbanizálása” település-politikai szempontból már jóval kevésbé feszítő feladat és hatalmas fajlagos költségei miatt csak vontatottan halad. A fejlett országok közműfejlődés-története alapján azonban valószínűsíthető, hogy a közlekedési területigény és a közterületi minőség-igény további növekedése nyomán a belterületi utcák nagyrészt is valamilyen zárt esővíz-elvezető rendszerrel fogjuk majd ellátni (9. ábra).



9. ábra: Az utcakeresztmetszet és a csapadékvíz-elvezetés fejlődési fázisai

A technikai fejlődés és a környezettudatos vízgazdálkodás azonban új gyűjtési és kezelési módszereket kínál ill. kényszerít ki, amelyek alkalmazására sürgősen fel kell készülnünk. A felkészülés része az is, hogy – a külön meghatározandó utcaszakaszok kivételével – biztosítsunk helyet egy nagytérű vezetéknek az utcakeresztmetszetekben.

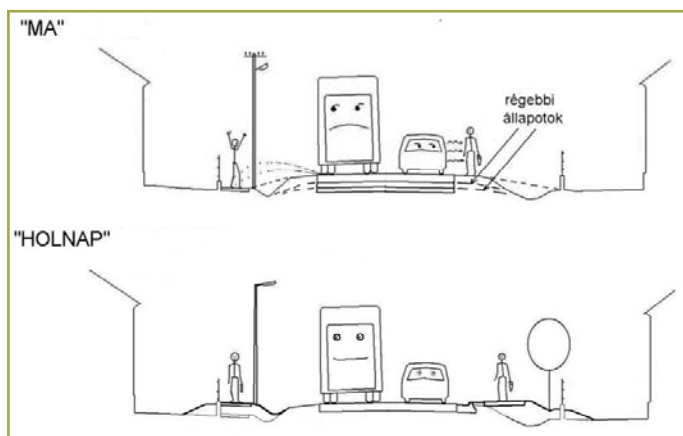
A csapadékvíz-csatornázás utolsó maradványa meglehetősen nagy fejtörést és súlyos költségtöbbleteket fog okozni egyes településeknél, a gravitációs szennyvízcsatorna-hálózat-hoz történő magassági alkalmazkodás kényszere miatt. Ha a két hálózatot egyszerre megtervezték volna, el lehetett volna kerülni az ésszerűtlen magassági keresztezéseket. A kései helybiztosítás is költségtöbblettekkel járhat, hiszen nem kevés arányban kell 40-60-80 cm átmérőjű csöveknek – és 1 m átmérőjű tisztí-

tóaknáiknak – helyet biztosítani a közművekkel már behálózott közterületeken. *Ez is sürgeti azt, hogy a közművezetékek elhelyezési előírásait felülvizsgálják és kiegészítsék.* Annál is inkább, mert a mai előírások olyan talajtani feltételezéseken alapulnak, amelyek a közművesítési munkáknak csak nagyon kis hányadában vannak meg.

2.6. A térszint-szabályozás és a térszint-rendezés

A győri vár történelmi főterén, a mai Széchenyi-téren a 40 cm aszfalt alatt 2 m mélyen találták meg a régészek a 18. századi szintet, 4 m-en a 13. századi és 5,5 m-en a római utat. Bár a térszint két évezredes emelkedésének több oka is volt, a méretek rámutatnak arra, hogy az anyagráhordásos útfenntartási és útjavítási technológiák milyen tekintélyes – és egyes épületek átalakítását is kikényszerítő – térszint-emelést produkáltak.

Ha ez csak a történelmi korokban lett volna így, kevesebb lenne a térszint-szabályozási gondunk. Az emelés azonban a mostani „aszfaltos” korban is folytatódik: szőnyeget szőnyeggel fedünk, azt újabb szőnyeggel javítjuk és csak nagyritkán bontjuk el a pályaszerkezetet és süllyesztjük le útpálya-szintet. Külterületen ritkán származik baj a folyamatos emelésből, belterületen azonban relatíve egyre mélyebbre kerül az átépítésre nem kerülő járda és a kapuküszöb – és velük együtt a gyalogos is. Egyre meredekebb lesz a kapubejáró és egyre alacsonyabb lesz az ablakpárkány is az úthoz viszonyítva. Egyre többször „terítik be” az autók vízzel-hólével a járdán gyaloglókat. Az ilyen „mélyülő” járdán – amely sajnos sokszor már eleve alacsonyabbra épült az úttestnél – nyomasztó érzés közlekedni a nagyobb veszélyeztetettség miatt, de a járda vízelvezetési, hóbefűvási, burkolatromlási és egyéb problémái is hamarabb jelentkeznek (10. ábra).



10. ábra: A mélyen fekvő járda emelési lehetőségei előkertés utcában

A fizikailag magasabb úton közlekedő jármű vezetője lélektanilag is fölényben érzi magát: könnyebben lépi át a sebességhatárt, különösen akkor, ha más településen lakik. (A közúti forgalom mellett a mély, illetve normál helyzetű járdán való gyaloglás pszichológiai különbségét bárki meg tapasztalhatja, de képzelje el az összehasonlítást pl. gyermekkosztól anyja esetén is!) Az aszfaltszőnyegezés különösen ellenszenves formája az, amikor a többedik szőnyegezés alkalmával már csak a kiemelt szegélyt emelik meg, külső oldalához közvetlenül tapadó járdát azonban nem. Ez már nem takarékoskodás, ez durva fizikai-lélektani veszélyeztetés.

A változatkövetkezők a közterületi szintrendezés alapvető törekvései: a településen belül a gyalogos járósjá nyíltárkos esetben is lehetőleg legyen magasabban az úttestnél és erre az útpálya-szőnyegezések során is gondolni kell. Kiemelt

szegélyes útpálya esetén a járda lehetőleg legyen magasabban a kiemelt szegélynél és a járda vize lehetőleg gravitációs módon befolyni az út vápájába. Új utca kialakítása esetén pedig – a jövőbeli fejlődési folyamatokra számítva – az a helyes, ha a kerítés- vagy épület-tőszint 10-15 cm-rel magasabbra kerül az út pályaszintjénél. (Pontosabb értéket konkrét egyedi utcaelrendezés alapján lehet számolni.)

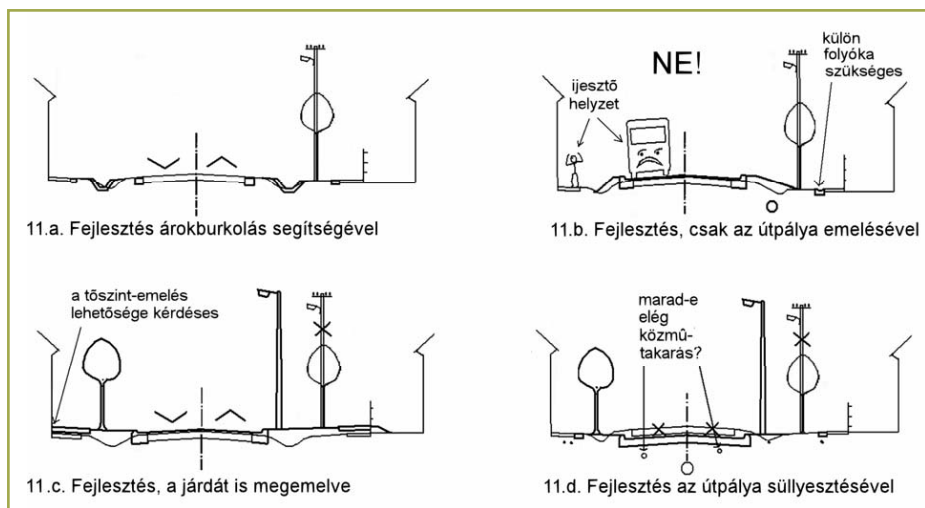
A magas útpálya és a mély járda ellentmondásos helyzetnek feloldása sok időbe és/vagy sok pénzbe kerül, különösen a szűkebb utcákban. A lehetséges megoldások palettájáról négy eset a 11. a-b-c-d. ábrán is szerepel. Ha 10-20 cm-rel mélyebben levő járdát egyes kritikus helyeken vagy átmeneti ideig megtartani kényszerülünk, akkor az árkok burkolásával (és további részletfinomságok alkalmazásával) lehet némileg javítani az összképen. Nagyobb – 40-50 cm-es – szintkülönbséget szűk utcában már veszélyes megtartani vagy ráfejeléses-kiemeltszegélyes útpálya-fejlesztéssel fokozni. A közeli út-járda helyzet nyomasztó és ijesztő a gyalogos számára, a járda vízelvezetése és ennek fenntartási-üzemelési problémái pedig kedvezőtlenek a járda számára. A *standard, elfogadható megoldás (11.c. ábra) az útpálya kiemelt szegéllyel való ellátása és a kiemelt szegély felé lejtő járda (és zöldsáv) kialakítása.* Ez azonban legtöbb esetben a kerítés vagy az épület tőszintjének megemelését igényli, amelyhez esetenként küszöböket-kapukat, kerítéslábazatokat, pinceablakokat kell megemelni vagy az emelhetetleneket megkurtítani – ha az érintett ingatlantulajdonossal meg lehet állapodni. Ha megállapodás híján (néha) a tőszint-emelés nem lehetséges, a körülményeket mérlegelve az is elképzelhető, hogy a járda csak a szóban forgó ingatlan hosszában marad mélyen. – Negyedik változat az útpálya süllyesztése olyan mértékig, hogy a szintben maradó járdák és az esetleges zöldsáv is a lesüllyesztett útpálya kiemelt szegélye felé lejtjen. Ez kétségtelenül a legdrágább megoldás és még az is a feltétele, hogy a közművek kötelező minimális takarása biztosított legyen, vagy a kritikus helyzetű közművet átépítsék.

A felsorolt változatoknál nagyszámú részletkérdés és egyéb szempont befolyásolja a döntést, amelynek mérlegelnivaló kritériumait indokolt mielőbb kidolgozni. Természetesen a leghelyesebb lenne a problémák megelőzése a közművek, az utak és az épületek-kerítések építési engedélyezése során, mert anyagilag ez a legolcsóbb és morálisan is ez a kötelező. Ennek részleteit és az eljárási folyamatba illesztését is mielőbb ki kellene dolgozni.

2.7. Terek, teresedések

A beépített területek kitüntetett helyei a terek és a teresedések. Ezek a közlekedési szakág számára általában közúti csomópont, parkolók és nagyobb gyalogos felületek kialakításának helye, míg az építész, a közigazdász, a kertész és a többi, másban-szakember állampolgár számára a településképi lehetőségek tere, fontos és értékes hely. A köztér tudatos vonzó kialakítása értékteremtő erővé válik, amely felértékelheti a tér körüli telkeket és épületeket anyagi és presztizs-szempontról egyaránt. A települési értéknövelésnek és érték-gazdálkodásnak ez is fontos része; érdemes tehát a közterek „felöltöztetésével” kiemelten foglalkozni.

Vajon mi, közlekedésiek megteszünk-e mindent ezért az értéknövelésért, amit megtehetünk? A régebbi és új, a jó és kevésbé jó térkialakításokat összehasonlítva erre nem biztos, hogy igenlő válasz adható. Meglátszik, hogy hol volt gondos a közlekedés-tervező, hol vett részt kertész, építész, netán művész egy tér megtervezésében és meglátszik az is, hogy hol hiányzott mindez. A 21. század köztér-felületének „megdolgozásában” a



11. ábra: Útpálya-fejlesztési változatok keskeny utcákban

közlekedési szakembernek legalább kertész szakemberrel, de zamatosabb feladat esetén építésszel is együtt kell dolgoznia! A csapatmunka általánosságban is és nemcsak műemléki környezet esetében indokolt, hiszen egy tér látványát a rajta levő sík és térbeli elemek, valamint a teret övező építmények együttesen adják.

Azt, hogy a közlekedéstervezési pályázatoknál és közbeszerzéseknél a bővített munkatársi kör ne hátrány legyen, hanem mindenkitől elvárt feltétel, azt a szakmánknak magának kell kiharcolnia. Mert ha karmester akarunk lenni a terek és terecsedések tervezésében, akkor ahhoz zenekar is kell, de abban ne a hegedős fújja a klarinétot...

3. Néhány technikai finomrészlet

Az előzőkben néhány nagyobb jelentőségű és általában költséges minőségjavítási lehetőséget vázoltunk fel. A következőkben több olyan lokális jobbító vagy beidegződés-módosító javaslat szerepel, amelyek jelzik, hogy a részletek terén is bőven vannak újragondolnivalók.

3.1. Nem mindig tanácsos a gyalogjáróval egyesíteni a kerékpárutat

Ha egy kiépítendő kerékpárút jelentősebb tranzit-forgalmat, netán nemzetközi idegenforgalmat is hordoz, lehetőleg ne szorítsuk hozzá közvetlenül a falusi járdához, ha a járda maga is rátapad a házakra vagy kerítésekre. A „távolsági” kerékpározó ugyanis óhatatlanul kissé gyorsabban halad, nem ismeri az útvonal kritikus helyeit és ezért nagyobb veszélyt jelent a gyalogosokra, a kapun kilépő öregekre, gyerekekre.

3.2. Segítsük elő a járdáról a zöldfelületre tartó víz mozgását

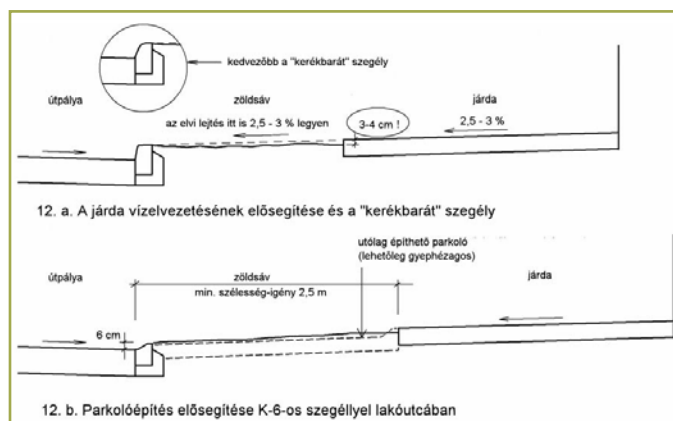
Régi rossz szokás az útpályát határoló kiemelt szegélynek ill. a zóldsáv másik oldalán levő járdaszélnek azonos szintre tervezése és a zóldsáv színültig feltöltése. A járda vízének a zóldsáv általi befogadása emiatt néhány év alatt lelassul, majd szinte meg is szűnik, a kialakuló növényzet feldúsulása és a talaj természetes kolmatálódása (eltömődése) miatt. A kényyszerű vízben-gyaloglás és a járda korai tönkremenetelének elkerülése érdekében célszerű a zóldsáv szintjét felújításkor 3-4 cm-rel a járdaszél szintje alá süllyeszteni, új építés esetén pedig a járda szélét a kiemelt szegélytől számított min. 2,5-3 %-os emelkedéssel magasabbra tervezni és a zóldsáv felszínét ekkor is alacsonyabbra venni (12. ábra).

3.3. Építsünk be K-6-os szegélyt a parkolás továbbfejlesztetősége érdekében

Piacgazdasági viszonyok között sok esetben nem tudható előre az, hogy egy útszakaszon belül hol lesz szükség utcai parkolóhelyre valamely bolt, vállalkozás vagy vendégek számára (12. ábra). Ha egy út ki- vagy átépítésekor a zártcsatornás vízvezetetésű útpályát a klasszikus kiemelt szegély helyett csak a 6 cm magas K-6-os szegéllyel határoljuk és legalább 2,5 m zóldsáv is van, akkor a zóldsáv terhére utólag is kialakítható hosszirányú parkoló. Ehhez persze szabványfinomítás és kultúraltabb autósok is kellenek, akik a K-6-os szegélyen nem hajtanak át, ha csak zóldsáv van mögötte.

3.4. Mellőzzük a tompítatlan élű kiemelt szegélyt

Néhány éve ismét gyártanak közel függőleges homlokfalú, mindössze 2 cm-es sugarú ívvel letompított élű kiemelt szegélyt. A gyártmány legális, mert az érvényes EU-szabvány a nemzeti szabványokra utalja a lehetséges homlokdali lesarkítás szabályozását – ám nincs érvényes magyar szabvány. A szakmánknak egyértelmű fellépéssel kellene elérnie azt, hogy Magyarországon ismét csak „kerékpárát” kiemelt szegély kerülhessen az utak szélére (12. ábra).



12. ábra: A közterület-minőség egyes finomrészletei

3.5. Hozzuk azonos szintre a régebbi típusú csatorna aknafedlapokat és fedlapkeretüket

Bizonyos típusoknál ugyanis 0,8-2 cm-rel mélyebben van a fedlap a keretnél. Az ezeken áthaladó nehézgépjárművek ütései fásasztják mind a burkolatot, mind pedig az aknát, tompa ütésszajukkal ingerlik a lakókat és kritikus esetben balesetet is okozhatnak. Célszerű lenne kidolgozni a szintkülönbség megszüntetésének legalkalmasabb módszerét vagy módszereit – köztük a helyszínen alkalmazhatót is.

3.6. Igazítsuk a burkolat síkjába az aknafedlapokat

Az előző hibához hasonló, de még durvább következményekkel járhat az aknafedlapok és kereteik együttes megsüllyedése. Bár a betongalléros aknafedlap-stabilizálási eljárás [2] nem a kiváló ok megszüntetésére irányul, viszonylagos olcsósága és egyszerűsége miatt ajánlható a hibák 5-8 évre szóló, időleges megszüntetésére. Célszerű lenne az eljárást továbbfejleszteni.

3.7. Ne az utcai járdára vezessük ki az ereszcsonna vizét

Meglehetősen kellemetlen az, amikor zuhogó esőben át kell gyalogolni az ereszcsonna vízkiöppőjéből kivágódó zuhatagon. Ennek kezelésére a járdába mélyített vájat nem elegendő, balesetet viszont okozhat. A közterületek átépítésénél az ilyen kialakításokat meg kell szüntetni a csapadékvíznek a járda alatti átvezetésével vagy közvetlenül a csatornarendszerbe kötésével. A keleti országrészben bevett szokás az ereszcsonna vizének a gyalogosok feje feletti átvezetése a zóldsávba, amely megoldás – ha a helyi kollektív ízlés elfogadja – akkor szintén alkalmazható.

3.8. Vezessük tovább az utcasarkokon a járdákat az útburkolat széléig

A többnyire egykor társadalmi munkában készült lakóutcai járdáknál maradt el a járdasávok továbbvezetése az utcai kerítés-sarkoktól az útburkolat széléig. Emiatt a gyaloglónak a keresztezésekben kétszer 3-5 m-t porban-sárban kell megtennie. A jövőben a települési közterület-minőség természetes része kell, hogy legyen a gyalogosok számára folyamatos szilárd burkolatú járőfelület biztosítása.

3.9. Legyünk óvatosak a településeken belüli zajterelő falak telepítésénél

A hazai jó és nem jó példák alapján megállapítható, hogy nálunk még nem alakult ki a zajvédő építmények települési környezetbeillesztési kultúrája. A klasszikus monofunkcionális zajterelő fal egyébként is településidegen elem: annak a nyílt bevallása, hogy a közösségi élet színteréről szolgáló településen belül egy érdeklentetőt csak ilyen durva szétválasztó eszközökkel tudott (egyelőre) az emberiség kezelni. Remélhetőleg a világ technikai és anyagi fejlődése a nem túl távoli jövőben valamilyen más megoldást talál a probléma kezelésére. – Addig is, ki kell finomítani a kevésbé feltűnő, más funkcióval kombinált, barátságosabb és urbánusabb zajterelési módszereket, de a védőfal szükségtelenné tételének sokféle módját is. Ebben a munkában a kertész- és építésztervezőkkel szorosan együtt kell működünk.

4. Egyes különleges rendezési tervi lehetőségek, feladatok

A spontán településfejlődés korában a települések organikusan szerveződtek, az utcák pedig általában kanyargósak és változó szélességűek voltak. A „tudatos” településfejlesztés 100-120 évének parcellázásai során hosszú ideig csak egyenes utcákat terveztek, nagyobb fejlesztés esetén a derékszögű rácsos utcahálózatot egyforma szélességgel, terek és hierarchia nélkül határozták meg. Később kezdtek más geometrikus utca-alakzatokat is tervezni, de ezekből is hiányzott a hierarchia és a tudatos településszerkezeti gondolkodás. Ma már az utcák is változatosabbak, de új teret csak nagyon ritkán tervezünk.

Napjainkra már tudunk úthálózatot hierarchikusan felépíteni, de a közlekedés- és településtudományok még adósak a mobilitási és kereskedelmi forradalomra adandó válasszal, a megfelelő települési- és agglomerációs szerkezeti képletek kidolgozásával. Fejleszténivaló tehát van bőven. Íme két rendezési tervi lehetőség, amelyek további gondolatokat ébreszthetnek:

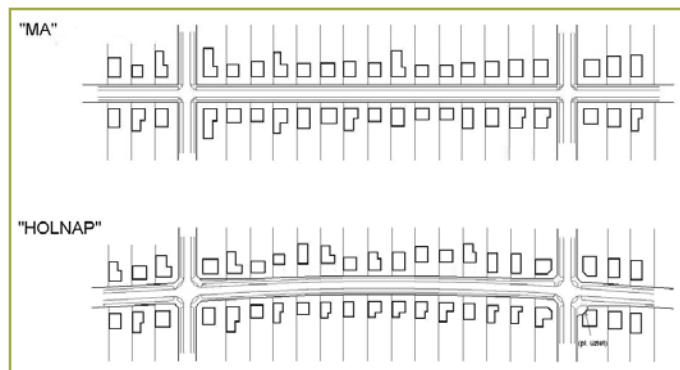
4.1. Meg kell újítani a településszerkezeti kutatásokat

A tudománynak válaszolnia kell a globalizációs kihívásokra és az eddigi, inkább rajzi személtű település-tervezést szerve-

zés-típusú tevékenységgé kell bővíteni, amely a helyi társadalom és a gazdaság érdekeit jobban figyelembe veszi és többet foglalkozik a településüzemelés gazdasági kérdéseivel. Ennek részleteit szakmaközi és nemzetközi viták alapján kell majd kidolgozni.

4.2. Több figyelmet az utcák változatosságára

4.2. Több figyelmet kell fordítani az utcák változatosságára és terek kialakítására, mert ezeknek fontos pszichológiai és szociológiai szerepük van a helyi közösség-szervezés folyamatában ill. a településszervezésben. Pl. az új utcák is inkább enyhén ívelők és enyhén változó szélességűek legyenek. Ez – a mai korhoz illő módon – életszerűbb változatosságot, az (utca-)soron belül is érzékelhető egységiséget adhat épületnek és lakójának egyaránt (13. ábra).



13. ábra: Utcaélénkítés ívesítéssel, változó szélességgel és a keresztezések teresítésével

Ebben a tevékenységben sok ötletet, gondolatot adhat a múlt és a jelen közterületi alakzatainak tanulmányozása [3]. – A térképezés egyszerű, a közlekedés mellett pszichológiailag is értékes esete az utca keresztezésekben az előkertes teleksarkok 2-3-5 m oldalhosszúságú lesarkítása, amelynek nyomán javul a beláthatóság, nőhet a kanyarodási sugár – és kialakul az átlós kerítésszakaszok által barátságosan körbeölelt, emberi léptékű kis légtér. Ez az összetartozást, a közösséget jelképezi, míg a hegyesen csúcsosodó kerítések a bizalmatlanságot, a különállást, az ellenségességet. A közterületnek is van lelke, van üzenete!

5. A közterület-kultúra emeléséhez több szellemi munka kell!

Mindegyik listát lehetne még folytatni, de az is hasznos lenne, ha minél többen elgondolkodnának rajta. Jó lenne, ha a közterület-minőség javítása, mint komplex tevékenység, szemléletében átszivárogná a „hétköznapi” úttervezésbe is. Mert nemcsak az exponált helyeken, hanem valamennyi út- és járdaépítésnél indokolt az általános technikai és esztétikai színvonalat javítani – legalább az adott közterület jelentőségével arányosan.

Mindez azonban problémák sorát veti fel a megbízónál, a közbeszerzési eljárásnál, az üzemeltetőnél, a terv jóváhagyásánál, a lakossági vélemények figyelembe vételénél, de még a tervezői csapaton belüli viták elrendezésénél is. Ezek eddigi szokásait, szabályozatlanságait és ellentmondásait alaposan ki kellene elemezni, hogy az ennek alapján kikristályosodó elvek írott szabályokká erősödhessenek.

Nagyon hasznos lenne egy ötletgyűjtemény, egy mintaterv-kollekció, de leginkább egy tervezési segédlet összeállítása. Még akkor is, ha nem is lenne nagyon időtálló és néhány év múlva, újabb tapasztalatokkal gazdagodva, fel kellene frissíteni. A közterület-kultúra minőségének fejlesztése részletesebb tervi

léptéket is igényel az úttervezésben szokásosnál. A munkalépték 1:250, 1:200, 1:100. A közterületet „beélő” ember finom-igényeit, a deciméter-léptékű fatörzset, az utcabútorokat, a burkolatmintákat, lépcsőket, védőtávolságokat és a szintjátékokat csak az ilyen ember-léptékű méretarányban lehet jól átlátni és jól működő rendszerbe foglalni. A mai számítógépes technika és geodéziai szemlélet mellett már nem okoz gondot ilyen részletességű térképek előállítás és az adott részfeladathoz legalkalmasabb léptékben történő tervezés.

A közlekedés- és településtudományok fordítsanak a jelenleginél sokkal nagyobb figyelmet a közterületi kultúrára, a közterületek minőségi fejlesztésére. Kiemelten indokolt foglalkozni a humán-reál határterületi vonatkozásokkal, de a közgazdasági-piaci értékekkel való összefüggésekkel is. Ezeket bele kellene szőni az érintett szak-ágak tananyagába is és hasznos lenne a gyakorló szakemberek továbbképzése is.

Az állampolgárok döntő többsége minden bizonnyal pozitívan fogadja a fokozatosan szaporodó, szépen kivitelezett utca-példák sorát – pozitív véleménynek tekintve egyesek jobbító szándékú bírálatait is. Ez bátorítást adhat a helyi és a nagyobb léptékű politikusoknak arra, hogy – a helyi közösségek és az ország anyagi ereje függvényében – kezdeményezzék, támogassák a közterület-kultúra fejlesztését, amely többféle csatornán megtérülő beruházásnak is minősíthető. Annál is inkább, mert a településmegújítás az Európai Unió prioritásai között is szerepel. A közterületek komplex minőségi fejlesztésére tehát komplexen fel kell készülnünk.

Jegyzetek:

[1] Közutak tervezése (KTSZ) Útügyi Műszaki Előírás. Jelenleg: ÚT 2-1.201:2004 sz.

[2] DURALEVEL SYSTEM. A Fővárosi Csatornázási Művek Rt. szolgálati találmánya. Eng. sz.: A 58/2004.

[3] Somfai Attila: Kisalföldi mezővárosok településszerkezetének geomorfológiai szemléletű kutatása, különös tekintettel Kapuvárra. Ph.D. értekezés NyME 2003.

Summary

Integrated quality improvement of roads and public spaces within built-up areas

About one third of local roads within built-up areas are unpaved. These streets will be reconstructed in the future. The paper argues for the improvement of the design culture of public spaces alongside roads. There is a lack of a proper guideline in this field. The following items are proposed as subjects to recommendations and quality improvements: street parking, sidewalk width, trees and other vegetation, street furniture, electric cables and their poles, drainage, control of level differences between road and sidewalk.

A teher- és személygépkocsik eltérő sebességszabályozásának hatása a biztonságra az államközi autópályák külsőségi szakaszain: módosított empirikus Bayes alkalmazás

Safety Impacts of Differential Speed Limits for Trucks and Passenger Cars on Rural Interstate Highways: A Modified Empirical Bayes Approach

Nicholas J. Garber, John S. Miller, Xin Sun, Bo Yuan

Journal of Transportation Engineering

2006. 1. p. 19-29. á:3, t:7, h:23.

A cikk bemutatja a minden járműre egyformán vonatkozó sebességszabályozás és a teher- illetve személygépkocsik esetén eltérő sebességszabályozás hatását a forgalombiztonságra. Hat USA államban az államközi autópályák külsőségi szakaszain 1991-2000 között bekövetkezett balesetek részletes adatait vizsgálták. Az érintett államok a sebességszabályozás szempontjából négy csoportba sorolhatók: egységes sebességszabályozás, eltérő sebességszabályozás, a vizsgált időszak alatt változtatás az egységesről az eltérőre, valamint változtatás az eltérőről az egységesre. Az alkalmazott sebességhatárok személygépkocsik esetén 105 és 121 km/h között, tehergépkocsik esetén 89 és 121 km/h között alakultak. A baleseti gyakoriság változását módosított empirikus Bayes módszerrel elemezték, ahol a forgalomnagyság és a balesetek között nem tételeztek fel állandó kapcsolatot. A baleseti modellek államonként eltérőek, ezért az egyik állam esetén alkalmazott modell nem használható egy másik állam adataira a hibás következtetés veszélye nélkül. A megoldást az összesített eredmények elemzése jelenti. Két módszertani megfigyelés adódott a munka során. Az egyik szerint célszerű egy adott helyszínt a saját kontroll csoportjaként használni akkor, ha a térbeli eltérések nagyobbak, mint az időbeli eltérések az előtte-utána időszakban. Ez a megoldás alkalmazható más állami szintű közlekedéspolitikai értékelések során is. A másik megfigyelés szerint az eredmények jó megfelelést mutattak a hagyományos módszerek és a módosított Bayes módszer alkalmazása esetén. Az értékelés szerint a sebességszabályozás változása vagy különbözősége nincs lényeges hatással a forgalombiztonságra. Ennek fő oka, hogy az alkalmazott sebességszabályozástól függetlenül a vizsgált időszakban mindegyik államban növekedett a baleseti kockázat. A sebességszabályozási politika tehát nem képes érdemben befolyásolni a fajlagos baleseti mutatót (a baleseti gyakoriság osztva a megtett járműkilométerekkel).

G. A.

Építés közben folyik az M0 egy szakaszának áttervezése, nyomvonal módosítása. A megépítés után, a korábbinál délebbre kellett helyezni az M0-M5 csomópontot és a hozzá tartozó nyomvonalat, mert az M0 a régi nyomon nem folytatható tovább. Van olyan autópályánk, amely számára két teljesen eltérő nyomvonalú engedélyezési terv készült, pedig a szakember tudja: a lehetséges nyomvonalak megkeresése, javaslatával az optimális nyomvonalra a tanulmányterv feladata.

Az M0 körgyűrűnél pedig még rosszabb a helyzet, mivel az M5 közelében egy már megépült szakaszt kell vizsgálni, építés után új nyomvonalat keresni, majd ismét építeni. Az M0 folytathatósága érdekében a fővárostól távolabb, délebbre kell helyezni az új szakaszt.

De sűrűn előfordul az, hogy az építési engedélyezési eljárás során, a lakossági meghallgatáson, új és még újabb nyomvonalakat vetnek fel. A meghallgatás tulajdonképpen nyomvonal változatok vitája, pedig ezen a szinten már nem erről kellene beszélni. Az M0 építésének legújabb eseménye az építés közbeni áldatlan nyomvonal vita.

Az Állami Számvevőszék egyik legutóbbi jelentése elrettenítő példaként említi a 10. sz. főút sorsát. Mint megállapítják: „A projekt (több, mint tizenöt éve) a tervezési, egyeztetési kudarcok sorozata.”

A kaotikus állapot nyilvánvaló. Mintha lenne mit tennünk!

1. Rögsz úton a különféle koncepcióktól a tanulmánytervig

1.1 A rendellenességek

A rendellenességek közé sorolom a hálózat-fejlesztési koncepciók nagy számát. Ennyi soha nem készült. Már nemcsak a közutasok, hanem a regionális ügynökségek is, az önkormányzatok is, civil szervezetek is gyártanak koncepciókat. Még sincs egy jó koncepció.

Az igények halmaza nagyon sok elemű. Sok elemből a kombinatorika szerint néhányat kiválasztani nagyon sokféleképpen lehet. Ma egy kiválasztás egy koncepciónak számít. Ha a politikát, a szakmát és a pénztelenséget nem sikerül szétválasztani, akkor még sok évig marad a hálózat-fejlesztési program-készítési dömping, a „koncepciók” száma nem csökken.

1.2 a szakmai, a politikai és a finanszírozási feltételek

Rendellenesség az is, hogy a szakmai, a politikai és a finanszírozási feltételek jelenleg úgy keverednek, hogy semmi nem felelőse, sőt a személyes felelősség a mai rendszerben ki sem deríthető, az eredmény pedig nem meglepően egy „katyvasz”. Ma sokszor hoz a politika szakmai döntéseket, és sajnos a szakma sokszor kénytelen politikai döntést hozni.

A politikusok zöme közúti szempontból laikus, mivel alapképzettségük szerint patikusok, a tornatanárok, a népművelők, területfejlesztők. A politikusok nem mernek beleszólni egy klinika egy napi műtési programjába, mert a következmények rövid időn belül nyilvánvalók lennének. Amíg szakmánk nem tudja kimutatni a kontár döntések következményeit, szakterületünk a politikusok szabad vadászterülete marad.

1.3 Az állandósult pénztelenség

Az állandósult pénztelenség rendszer-szemleges, mivel a rendszerváltás óta mindig pénzhány van. Sőt, az igények és a lehetőségek közötti különbség egyre nő.

1.4 Funkcióelvonás

Az állami közúti szolgáltatástól - szintén rendszer-szemlegesen - évek óta feladatokat, funkciókat vonnak el, legutóbb a hálózat-fejlesztést.

Senki sem állítja azt, hogy eddig rosszul láttuk el ezt a feladatot. Senki sem tudja cáfolni azt sem, hogy a meglévő úthálózatról, a helyi problémákról, a helyi társadalom elképzeléseiről, igényeiről a megyei közúti szolgálatok rendelkeznek tisztességes információval, a legtöbb információval.

Történik mindez azzal egy időben, hogy a média a régiósítást, azaz a szubszidiaritást szorgalmazza. A központosítás és a szubszidiaritás nyilvánvalóan ellentétes folyamat! A kellő információval rendelkező szakcsapat mellőzése valószínűen nem fogja a minőséget javítani.

1.5 Új utak építése

Van-e értelme új utakat építeni, ha még a meglévőket sem bírjuk fenntartani? Nem fognak-e majd új útjaink a meglévők sanyarú sorsára jutni?

2. A koncepciókészítés másként

Itt arra kellene valamit mondani, hogy egy folyamat hogyan indul el. Kik a kezdeményezők? Melyek a főbb befolyásoló tényezők? Javaslatom a három szereplő, és a három szint szétválasztása az alábbiak szerint:

2.1 szakmai szempontok

A közúti szakma, a mérnökök csupán közúti szakmai szempontok alapján készítsen úthálózat-fejlesztési programot. Nevezük akár óhajlistának, mely 2007 helyett esetleg csak 7002-ben valósul meg. Vajon a rendelkezésre álló pénztől függ az, hogy egy útszakasz kapacitása mikor merül ki? A rendelkezésre álló pénztől függ-e az, hogy egy szakaszon nagyon sok baleset van? A rendelkezésre álló pénztől függ-e az, hogy valamely település lakóinak elege van a kamionforgalom zajából, bűzből, házrengetéséből? Ha nem, akkor ki kellene dolgoznunk a beavatkozási feltételeket. Mire gondolok? Milyen feltételek teljesülése esetén kell pl. egy utat négy sávosítani, vagy mikor kell elkerülő utat építeni. A pénztelenség nem szakmai szempont. Az orvosok is tudják, hogy mely betegnek lenne szüksége operációra, függetlenül attól, hogy az egészségpénztár mennyit fizet belőle és melyik műtőre mikor kerül sor!

Van remény, hiszen egy szakmai csoport már képes volt meghatározni pl. azt, hogy milyen burkolat-állapotok jellemzők esetén kell felületi bevonatot készíteni. Mások azt is képesek voltak megmondani, hogy mely pályaszerkezeteket kellene erősíteni. Ezekhez hasonló itt is a feladat.

¹ okl. erdőmérnök, okl. építőmérnök, területi főmérnök rigo@csongrad.kozut.hu

A szakmai, az első szinten nem kellene megvalósulási idővel és az építési költséggel foglalkozni. E két nem lényegtelen dologról úgysem a szakemberek döntenek. Ennek felelősségét miért vállaljuk magunkra? A közúti szakember felelőssége csak a szakmai döntésekre terjedjen ki. Létre tudunk hozni egy sokelemű halmazt, amelyből válogathatnak az utánunk következő szintek szereplői. Az eredményt rajzoljuk fel egy térképre, amelyet mutassunk meg a társadalomnak. Háttha lesz a mérnököknek becsülete.

Szabaduljunk meg végre a „nincs realitása” kezdetű homályos kijelentéstől, mivel senki sem ismeri jelentését, mely alkalmat ad önkényeskedésre. Válgasson el, legyenek egyértelműek a különböző döntési és a hozzájuk tartozó felelősségi szintek! Mint kiderül az első a szint politikamentes.

2.2 A pénz elosztása

A pénzosztó minisztériumnak soha nem lesz annyi pénze, amennyit a társadalom vagy a szakma igényelne. Kénytelenek lesznek majd kidolgoztatni azokat a szűrő feltételeket, amelyek alapján kiválasztják azt a kevés projektet, amelyre jut pénz. Itt tág tere nyílik a gazdaságossági számításoknak, a sokszempontú összehasonlításoknak. Mivel pénzosztásról van szó, a politika hatása nem mindig szűrhető ki. Ez a szint átmeneti – pénzügyi és politikai is. A szűrési szempontrendszer kialakítása és működtetése egy újabb felelősség, de ez már a pénzosztó felelőssége. A szűrés eredménye az előbbinek egy részhalmaza, melyet szintén javaslok térképen ábrázolni, és térképen megmutatni.

2.3 A politika felelőssége

Harmadik felelősségi szint a politikáé. Az újráválasztásért folyó harc miatt születnek néha nem szakmai döntések is, mint bárhol a világon. Pedig jó lenne az, ha politikus abban versenyezne ellenzékével, hogy uralkodása alatt a szakmai program mekkora részét, hányadát képes megvalósítani. Nagyon lényeges lenne az, hogy a társadalom világosan lássa ezt a három élesen elkülönülő kategóriát. Lásson a társadalom a három szintnek megfelelő három térképet.

Ha a fentiek után megszületik a döntés: készüljön tanulmányterv, akkor az legyen a mai kor igényei szerinti. Ehhez azonban minél előbb módosítani kellene a Közutak tervezése című UME-t.

3. A korszerű útépitési tanulmányterv lényegi részei

3.1 Konfliktus térkép kötelező munkarésze minősítése.

Nyilvánvaló az, hogy van olyan terület, ahol lehet út és van olyan, ahol nem lehet. Készüljön tehát első körben egy olyan térkép, amely a tiltott helyeket tartalmazza. Ez a konfliktusok térképe. A konfliktus térkép nagyon hasznos, mivel a következőkben rengeteg bajtól megóv bennünket. Nyilvánvalóan „tiltott” terület az útépitő szempontjából pl. a természetvédelmi terület, a régészeti lelőhely, az ivóvíz bázis és védterülete stb.

3.2 Nyomvonal változatok kidolgozása a választott tervezési sebességnek megfelelően.

Az úttervező csak ez után induljon. Próbáljon úgy nyomvonalakat berajzolni, hogy a tiltott területekre ne menjen be, de betartsa a tervezési kategóriának megfelelő tervezési sebességhez rendelt geometriát. A szakma itt jelenik meg, hiszen a változatoknak ki kell elégíteni a közúti szakmai előírásokat. Eddig az úttervező tett javaslatot a szerinte optimálisnak vélt nyomvonalra, ezen is változtatni kell.

3.3 Az előzetes környezeti hatásvizsgálat kötelező munkarésze nyilvánítása.

Új helyzetet teremtett a hatásvizsgálati rendelet tavaly decemberi módosítása. A 314/2005. (XII. 25.) Kormányrendelet új fogalmakat és új eljárásokat vezetett be. Javaslom, hogy a tervezési folyamat minél alacsonyabb fokán vezessük be. Javaslom, hogy ne az engedélyezési terv, hanem már a tanulmányterv szintjén legyen hatásvizsgálati eljárás. Kérem, hogy a tanulmányterv készítését azonnal kövesse – a szakma által önként bevezetett módon kötelező jelleggel – az idézett rendelet szerinti előzetes vizsgálat.

Miről szól az előzetes vizsgálat?

Készíteni kell egy vizsgálati dokumentációt, melynek tartalma kötött, melyet el kell küldeni a környezetvédelmi hatósághoz. Az anyagot nyilvánossá teszik, közhírré teszik a környezetvédelmi hatóság honlapján is és közterületen is. A környezetvédelmi hatóság az eljárásba bevonhatja nagyjából azokat a hatóságokat, amelyek majd az engedélyezési eljárásban is megjelennek. Ezt követően nagyszámú meghívottal a környezetvédelmi hatóság tárgyalást tart, majd végül határozatot hoz. A rendelet 5. § (2) e) bekezdése szerint: „ha az előzetes vizsgálati dokumentáció változatokat tartalmazott, megjelöli azon változatot vagy változatokat, amelyekkel kapcsolatosan a létesítést megfelelő körülmények között lehetségesnek tartja.”

A mi szempontunkból ez a lényeg.

Hiszen a társadalom és a sok szakhatóság bevonásával kiválasztásra kerülne az az egyetlen nyomvonal, amely a környezetet legkevésbé terheli, károsítja. A környezetvédelmi hatóság eljárása után kialakulna egy olyan kompromisszum, amelyet azután már nagyon nehéz kikezdeni. A tervezés további lépései nagyobb biztonsággal készülhetnének. Ha pedig bukunk, akkor csak a tanulmányterv költségét, befektetett munkáját bukjuk el. Ha bukni kell, az legyen minél olcsóbb. Rengeteg időt is nyernénk. Tanulmánytervből a mainál több készülhetne, mivel ez a legolcsóbb, és mivel ez a tervezési szint az előbbieket miatt lényegivé válna.

A hatásvizsgálat készítés kötelezővé tétele miatt nyilvánvalóan megnő a tanulmányterv készítésének időtartama. Ez azonban később megtérülhet.

Ha a tervezés alapja stabil lehetne, akkor a további tervek is jobban beágyazhatók lennének. Ha egyszer egy nyomvonalat a civil társadalom és a szakhatóságok elfogadnak, akkor annak a megvalósíthatósági esélyei jóval nagyobbak, mint a mai gyakorlat szerinti tanulmánytervnek.

A tervezési előírásunk módosítása előtt meg kellene keresni a környezetvédelmi hatóságot, szándékaink jelzésével, az elképzelések összehangolása céljából

Az Állami Számvevőszék idézett vizsgálatában olvasható (58. oldal): „A 10. sz. főút késedelmének okai felvetik egy olyan jogszabályi rendelkezés megalkotását, amely környezet- és természetvédelmi, közlekedési, társadalmi, közösségi szempontból kiemelt érdeklődésre számot tartó területen áthaladó út fejlesztése esetében kötelezővé tenné a tervezés indítása előtt egy egyeztető, előkészítő bizottság felállítását. Ebben az érdekeltek – hatóságok, önkormányzatok, civil, stb. szervezetek – képviseltetnék magukat, ahol még az előzetes tervek, koncepciók ismeretében, de még az engedélyeztetési tervek készítése előtt megtehetnék észrevételeiket.”

A probléma felismerése, megoldásának igénye azonos. Különbözik csak a megoldás módjában van, mivel nekünk erre van eszközünk, a korszerűvé tett tanulmányterv.

4. Közhasznúvá nyilvánítás

További nagy lépés lenne az így előkészített nyomvonalat közhasznúvá minősíteni, mintegy levédeni, az újabb és még újabb akadékoskodásokat kivédeni, hatásukat csökkenteni, tompítani, ami könnyíteni a további munkát.

5. Hogyan csinálják az angolok?

A nyomvonal változatok meghatározása, a közösségi egyeztetés, a helyi önkormányzatokkal és az érintettekkel, a nyomvonalak környezeti hatásainak elemzése a tervezési folyamat legelőjén van, az első három helyen, rögtön a tervezők kijelölése után. Tegyük mi is végre oda!

6. Hogyan tovább?

Mivel rendelet van az előzetes vizsgálatot követő részletes környezeti hatásvizsgálati eljárásra, talán a folytatáson is el kellene gondolkodnunk. Nem biztos az, hogy ugyanazon hatóságokat ugyanazon témában sorozatban kellene kérdezgetni. Biztos van lehetőség a folytatás egyszerűsítésére is. Jó lenne azért az angol sémát tanulmányozni, a további részletek miatt.

7. Melléklet: lehetőségek a szakmai alapú programkészítésre elkerülő utak esetén

A környezethasználó, a környezethasználat, a környezetre gyakorolt hatás, a környezethasználati engedély elfogadott fogalmak. Azt sem kell sokáig bizonygatni, hogy a közlekedés járműves fajtája terheli a környezetet. Nagyobb a zaj, nagyobb a por, bűzösebb a levegő, rezegnek a házak. Ezek és társaik mind mérhető fogalmak. A határértékek is jórészt rendelkezésre állnak. A híd terhelése analóg a környezet terhelésével. A híd több ok miatt szakadhat le. Hídméretezőskor mindent figyelembe kell venni. A használó szempontjából ugyanis kőzombos az, hogy a híd mi miatt szakad le. A közös a kettőben a sok szempont és a katasztrófa bekövetkezésének többféle módja.

a) A környezeti kapacitás fogalma
Létező fogalmunk, de nem használjuk.

Meg kellene határozni minden környezeti elem (zaj, levegő, víz, rezgés stb.) még elfogadható, eltűrhető határértékét. Nyilvánvaló az, hogy a légszennyezést magát is több jellemző írja le. A környezeti kapacitás bármely határértékének túllépése esetén kimerült. Meg kellene nézni a településeken hogyan áll ez a jellemző, majd ennek értékeihez kötni a beavatkozást.

b) a használati intenzitás fogalma

Érdekesség az, hogy a környezetterhelést más szakma is számszerűsíteni igyekszik. Nyilvánvaló az, hogy egy kertváros terhelése kisebb, mint egy pláza környezete. Egy építésszámológ csoport dolgozta ki a városrészenként kiszámítható használati indexet, melynek nagysága függ a terület nagyságától, a használók számától, a használók napi cserélődési gyakoriságától, a mozgásban résztvevők számától. Ők ezzel a számmal egy városrész terheltségét szeretnék kimutatni, majd megmutatni azt a hatást, amelyet egy új nagyáruház jelent. Választ adni arra, hogy terhelhető-e még a környezet.

Irodalom

1. Nagy B.: A település az épített világ, B+V Kiadó, Budapest 2005.
2. 314/2005. (XII. 25.) Korm. rendelet a környezeti hatásvizsgálati és az egységes környezethasználati engedélyezési eljárásról.
3. Állami Számvevőszék: Jelentés az állami utak fenntartásának ellenőrzéséről 2006. október. 0640 sz. www.asz.hu
4. A Highways Agency honlapja: www.highways.gov.uk

Summary

Network development concepts and up-to-date alignment study

The author analyses problems concerning different network development concepts. A suitable network development strategy would be built on professional engineering basis, includes a multi-criteria analysis and even may contain some political aspects. An up-to-date alignment study consists of a map of conflicts, professional alignment versions based on the design speed, and a preliminary study of environmental effects. Public reconciliation is a very important step for success. New performance indicators like environmental capacity and usage intensity may help environmental and overall assessment.

A Szövetségi Útügyi Szakirányítás által igényelt járműosztályozás előállítás video adatokból szétosztási modellel

Federal Highway Administration Vehicle Classification from Video Data and a Disaggregated Model

A. J. Graettinger, R. R. Kilim, M. R. Govindu,
P. W. Johnson, S. R. Durrans
Journal of Transportation Engineering
2005. 9. p. 689-698. á:3, t:6, h:14.

A közutak teljesítőképességének értékelése során az USA államai kötelesek a forgalom összetételét tartalmazó forgalomszámlálási jelentéseket küldeni a Szövetségi Útügyi Szakirányítás számára. A szerzők kifejlesztettek egy módszert, mellyel alacsony költségű hordozható video technológiával végzett felvételtől előállíthatók a járművek összetételére vonatkozó adatok. Egy modern video kamerás rendszert, az Autoscope-t használtak, mely beépített gépi képfeldolgozással rendelkezik. A járművek felvételét, az adatok feldolgozását és tárolását ezzel az eszközzel valósították meg, eredményként a járművek hosszán alapuló osztályozott járműszámokat kaptak. A video felvételen legfeljebb 5 járműhossz osztály különböztethető meg, ezért a Szövetségi Útügyi Szakirányítás által igényelt 13 járműosztályt algoritmussal számítják. A szétosztási algoritmust egy valószínűség-számításon alapuló hidrológiai modell felhasználásával alakították ki. A kovariancia mátrixokat a korábbi tényadatokból becslő szétosztási modellel kapott eredményeket összehasonlították a tengelyérzékelők segítségével felvett tényleges járműosztályozási adatokkal, és jó egyezést találtak. A járművek kevesebb, mint 1%-a nem került kategorizálásra, és a téves kategóriába sorolás csak 3,4% volt. A modell alkalmazásával számított 95 és 99 százalékos megbízhatósági intervallumokba a tényleges járműosztályozási adatok 92,3 illetve 100 százaléka esett. A video felvételen két járműhossz osztályt megkülönböztetve az algoritmus pontosabb eredményt ad, mint több járműhossz osztály használata esetén. Különböző forgalomnagyságokra és különböző mérőhelyekre egyedileg paraméterezett modellek használata javítja az eredmények pontosságát.

G. A.

A betonszerkezetek Eurocode szerinti tervezését az épületekre vonatkozó MSZ EN 1992-1-1 [1] és a hidakra vonatkozó MSZ EN 1992-2 [2] alapján tárgyaljuk. A továbbiakban szereplő EC2 jelölés ezen előírásokat jelenti.

1. Anyagjellemzők

1.1. Betonacél

1.1.1. A betonacél anyagjellemzői

Betonszerkezetekhez olyan betonacél tervezhető, amelyre a tervezéshez szükséges folyáshatár (f_{yk}) és a szakítószilárdság (f_{tk}) karakterisztikus értéke vagy ezek aránya $k = (f_{tk}/f_{yk})$, továbbá a legnagyobb erőhöz tartozó nyúlás (ϵ_{uk}) karakterisztikus értéke, valamint a bordázat fajlagos felületének (f_r) jellemző értéke, továbbá ha ez szükséges, a hegeszthetőség feltétele szakintézeti véleménnyel rendelkezésre áll.

A Magyarországon leggyakrabban előforduló betonacélok termék- és méretezési és adatait az 1. táblázat tartalmazza.

megnevezés	Szilárdsági jel		
	S240B	S400B	S500B
f_{yk} [N/mm ²]	240	400	500
$\emptyset$ [mm]	6-40	8-40	8-28
f_{tk} [N/mm ²]	$\geq 1,1 f_{yk}$		
ϵ_{uk} [%]	25		
α - tapadási tényező	1,0	2,0	

Megjegyzés: f_{yk} – folyáshatár; f_{tk} – szakítószilárdság; α - tapadási tényező; $\emptyset$ - névleges átmérő; ϵ_{uk} - a szakadó nyúlás karakterisztikus értéke.

1. táblázat: Betonacélok jellemzői

1.1.2. A betonacél folyáshatárának ellenőrzése

A betonacélok folyáshatárának ellenőrzésére vonatkozó követelmények a 2. táblázatban találhatók meg.

Jellemző	Minimum érték	Maximum érték
f_{yk} [N/mm ²]	0,97*minimum C_v	0,97*minimum C_v
k	0,97*minimum C_v	0,97*minimum C_v
ϵ_{uk} [%]	0,97*minimum C_v	nem alkalmazható

2. táblázat: A betonacél folyáshatárára vonatkozó követelmények

A folyáshatárra vonatkozó megfelelés a következő összefüggéssel igazolható:

$$M \geq C_v + a$$

ahol

- M átlagérték
- C_v karakterisztikus érték
- a jellemző konstans érték (értéke szilárdság esetén: 10, a k és az ϵ_{uk} esetén: 0).

1.1.3. A betonacél duktilitási feltételei

Az alkalmazható betonacélok duktilitási osztályokba való besorolásának feltételi értékeit és az anyagjellemzők karakterisztikus értékeinek megfelelő alulmaradási valószínűségeket értékeit

a 3. táblázat adja meg. (ld. 12. oldal)

A betonacélok minősítési követelményeit és a minősítés mód-szerit az MSZ EN 10080 tartalmazza [3].

A betonacél rugalmassági modulusát – pontosabb adatok hiányában $E_s = 200$ kN/mm²-re lehet felvenni.

1.1.4. A betonacél szilárdságának tervezési értéke

A betonacél szilárdságának tervezési értéke:

$$f_{yd} = f_{yk}/\gamma_s$$

ahol

- f_{yk} a betonacél folyáshatárának karakterisztikus értéke
- γ_s a betonacél szilárdságának parciális tényezője, melynek értéke általában 1,15, de ez a minőségellenőrzés szintjétől függően legfeljebb 1,05 értékgig csökkenthető.

1.2. Feszítőacél

1.2.1. A feszítőacélok jellemzői

Feszített betonszerkezetekhez olyan feszítőacél (pászma, huzal, rúd, stb) tervezhető, amelyre a tervezéshez szükséges 0,1%-os egyezményes folyáshatár ($f_{p0,1k}$), a szakítószilárdság (f_{pk}) karakterisztikus értéke, vagy ezek $f_{pk}/f_{p0,1k}$ aránya, valamint a legnagyobb erőhöz tartozó nyúlás (ϵ_{uk}) karakterisztikus értéke, továbbá a relaxációs osztály, a méret és a felületi jellemző szakintézeti véleménnyel rendelkezésre áll. Az f_{pk} és az $f_{p0,1k}$ értékek 5%-os alulmaradási valószínűséghez tartozó értékek.

A leggyakrabban alkalmazott feszítőelemek szilárdságijellemzőit a 4. táblázat tartalmazza.

Megnevezés	Feszítőpászma			Feszítőhuzal		Feszítőrúd	
	Jel [mm ²]	$f_{p0,1k}$ [N/mm ²]	Φ_k [mm]	$\emptyset$ [mm]	$f_{p0,1k}$ [N/mm ²]	D [mm]	$f_{p0,1k}$ [N/mm ²]
A feszítőbetét jele	F_{p100} F_{p150}	1500	12,9 15,7	4-6	1520	20 25 32	830
	F_{p139} F_{p150}	1580	15,2 15,7	5-6	1435	40	1080
f_{pk}	$\geq 1,1f_{p0,1k}$						
ϵ_{pk} [%]	3,5						
ϵ_{uk} [%]	2,5						

Megjegyzés:
 Φ_k - külső átmérő,
 D - névleges átmérő,
 $f_{p0,1k}$ - a 0,1% maradó nyúláshoz tartozó folyáshatár karakterisztikus értéke,
 f_{pk} - szakító szilárdság karakterisztikus értéke,
 ϵ_{pk} - legnagyobb teher alatti nyúlás karakterisztikus értéke [%],
 ϵ_{uk} - a szakadó nyúlás karakterisztikus értéke [%].

4. táblázat: A feszítőelemek szilárdsági jellemzői

¹ okl. építőmérnök, Dr. habil. egyetemi tanár, BME Hidak és Szerkezetek Tanszéke

² okl. építőmérnök, egyetemi adjunktus, BME Hidak és Szerkezetek Tanszéke

³ okl. mérnök, MTA doktor, professor emeritus, BME Hidak és Szerkezetek Tanszéke

Termék	Betonacél (rúdban vagy tekercselve)			Hegesztett hálók			A karakterisztikus értékhez tartozó alulmaradási valószínűség [%]
Duktilitási osztály	A	B	C	A	B	C	
f_{yk} vagy $f_{0,2k}$ [N/mm ²]	400 500 600						5
$k = (f_t/f_y)k$	$\geq 1,05$	$\geq 1,08$	$\geq 1,15 < 1,35$	$\geq 1,05$	$\geq 1,08$	$\geq 1,15 < 1,35$	10
A legnagyobb erőhöz tartozó nyúlás karakterisztikus értéke, ϵ_{uk} [%]	$\geq 2,5$	$\geq 5,0$	$\geq 7,5$	$\geq 2,5$	$\geq 5,0$	$\geq 7,5$	10
Hajlíthatóság	Hajtogatási vizsgálat			–			
A nyírási szilárdság	–			0,3A•f _{yk}			Minimum
A tömeg maximális szórása [%]	Betét átérő ≤ 8 > 8 [mm]	$\pm 6,0$ $\pm 4,5$			5,0		

3. táblázat: A betonacélok duktilitási feltételei

A feszítőacél duktilitás szempontjából megfelelő, ha teljesül az $f_{pk}/f_{p0,1k} \geq 1,1$ feltétel.

A feszítőacélok minősítési követelményeit és a minősítés módszereit az MSZ EN 10138 [4] tartalmazza.

1.2.2. A feszítőacélok relaxációja

A relaxáció mértéke szempontjából a feszítőacélokat a következő három relaxációs osztályba lehet besorolni:

- 1. relaxációs osztály: feszítőhuzalok vagy pászmák szokásos mértékű relaxáció
- 2. relaxációs osztály: feszítőhuzalok vagy pászmák alacsony mértékű relaxáció
- 3. relaxációs osztály: feszítőrudak

A feszítőhuzalok és feszítőpázmák csak ún. stabilizált (R2 osztály, feszültség alatt megeresztett) minőségben tervezhetők (2. relaxációs osztály). Ezek relaxációja 20°C-on, 0,7f_p kezdeti feszítési feszültségen 1000 óra alatt legfeljebb $\rho_{1000} = 2,5\%$, ahol f_p a vizsgált próbatest tényleges szakítószilárdsága.

Melegen hengerelt feszítőrudak esetén (3. relaxációs osztály) $\rho_{1000} = 4,0\%$, a fentiekkel megegyező hőmérsékleten és kezdeti feszítési feszültség esetén.

1.2.3. A feszítőacélok rugalmassági modulusa

A feszítőacélok rugalmassági modulusát – pontosabb adatok hiányában – a következőképpen lehet felvenni.

- feszítőhuzalok és melegen hengerelt, nyújtott és megeresztett feszítőrudak esetén általában: E_p = 205 kN/mm²
- feszítőpázmák esetén: E_p = 195 kN/mm².

1.2.4. A feszítőacél szilárdságának tervezési értéke

A feszítőacél szilárdságának tervezési értéke:

$$f_{pd} = f_{p0,1k}/\gamma_s$$

ahol

- $f_{p0,1k}$ a feszítőacél 0,1%-os egyezményes folyáshatárának karakterisztikus értéke,

- γ_s a feszítőacél szilárdságának parciális tényezője, melynek értéke általában 1,15, de ez a minőségellenőrzés szintjétől függően legfeljebb 1,05 értékig csökkenthető.

1.3. Beton

Az MSZ EN 1992-1-1 [1] alkalmazási területe a betonszilárdság szempontjából legfeljebb a C90/105 szilárdsági jelű betonra terjed ki.

1.3.1. A beton megnevezése és jelölése

Az MSZ EN 206-1 [5] szabvány szerint a beton megnevezésében és a kiviteli terven feltüntetett jelében minimálisan az alábbi adatoknak kell szerepelnie:

- a beton nyomószilárdsági osztálya (pl. C50/60)

- környezeti osztály(ok) (pl. XF4)
- adalékanyag legnagyobb szemnagysága [mm]-ben (pl. 16)
- konzisztencia osztály (pl. F3)

Az így megnevezett beton jele pl.: C50/60 – XF4 – 16 – F3

A beton megnevezésében szereplő egyéb adatok tekintetében az MSZ EN 206-1 szerint kell eljárni, például:

- testsűrűségi osztály (pl. D2,0)
- maximális kloridtartalom (pl. 0,10%)

Ezen adatok jelentése:

-D2,0 a testsűrűség tartománya (kg/m³ értékben) > 1800 és ≤ 2000.

- 0,10% a maximális Cl⁻ tartalom a cement tömegszázalékába (Megjegyzés: a 0,10% érték előfeszítő acélbetétek esetén a megengedett maximális érték).

A betonhoz felhasználható cementekre vonatkozó követelményeket az MSZ EN 197-1 [6] szabvány tartalmazza.

1.3.2. Tartóssági követelmények

1.3.2.1. Környezeti osztályok

A megfelelő betont az MSZ EN 206-1 szerinti környezeti osztályok figyelembevételével kell elkészíteni és a megvalósítási tervben előírni. A leggyakrabban előforduló környezeti osztályokat az 5. táblázat tartalmazza.

1.3.2.2. Minimális betonszilárdsági osztályok

A környezeti hatásoknak kitett beton megfelelő tartóssága érdekében a betonszerkezetekbe tervezett betonok minimális szilárdsági osztálya az [1] szabvány meghatározza. Például kloridok által okozott korrózió vagy olvadás/fagyás hatásának kitett szerkezetek esetén – a szilárdsági kihasználtság mértékétől függetlenül – legalább C30/37 szilárdsági jelű betont kell alkalmazni.

Jelölés	A környezeti hatás leírása	Tájékoztató példák a környezeti osztályok elő-fordulására
Nincs korróziós kockázat		
X0	Vasbeton vagy beágyazott fémek tartalmazó beton esetén: nagyon száraz	Nagyon csekély, legfeljebb 35% relatív páratartalmú épületben lévő vasbeton
Karbonátosodás okozta korrózió		
XC1	Száraz vagy tartósan nedves	Csekély relatív páratartalmú épületben lévő beton. Állandóan víz alatt lévő beton
XC2	Nedves, ritkán száraz	Hosszú időn át vízzel érintkező betonfelületek
XC3	Mérsékelt nedvesség	Mérsékelt, vagy nagy relatív páratartalmú épületek-ben lévő beton. Esőtől védett, szabadban lévő beton
Nem a tengervízből származó kloridok által okozott korrózió		
XD1	Mérsékelt nedvesség	A levegőből származó kloridnak kitett, de jégolvasztó sóknak ki nem tett beton
XD2	Nedves, ritkán száraz	Úszómedencék. Kloridokat tartalmazó ipari vizek-nek kitett, de jégolvasztó sóknak ki nem tett beton
XD3	Váltakozva nedves és száraz	Kloridot tartalmazó permetnek kitett hídelemek. Járdák és útburkolatok. Autóparkolók födémei
Fagyási/olvasztási korrózió jégolvasztó anyaggal vagy anélkül		
XF1	Mérsékelt víztelítettség jégolvasztó anyag nélkül	Függőleges betonfelületek esőnek és fagnak kitéve
XF3	Nagymértékű víztelítettség jégolvasztó anyag nélkül	Esőnek és fagnak kitett vízszintes betonfelületek
Kémiai korrózió		
XA1	Enyhén agresszív kémiai környezet az 3M2.2. táblázat szerint	Természetes talajok és talajvíz
XA2	Mérsékeltan agresszív kémiai környezet az 3M2.2. táblázat szerint	Természetes talajok és talajvíz
XA3	Nagymértékben agresszív kémiai környezet az 3M2.2. táblázat szerint	Természetes talajok és talajvíz

5. táblázat: A leggyakrabban előforduló környezeti osztályok

1.3.2.3. Minimális betonfedés

Az erőtanai számításban figyelembe vett legkülső acélbetéteken értelmezett, az acélbetétek megfelelő lehorgonyzódása és a tartóssági követelmények biztosítása érdekében alkalmazott – és a kiviteli terven feltüntetett – betonfedés minimális értékét (c_{min}) a következő összefüggéssel kell meghatározni

$$c_{min} = \max(c_{min,b}; c_{min,d})$$

ahol

- $c_{min,b}$ az acélbetétek megfelelő lehorgonyzódása miatt szükséges minimális betonfedés
- $c_{min,d}$ a tartóssági követelmények miatt szükséges minimális betonfedés

A $c_{min,b}$ értéke az alábbiak szerint számítható:

egyedi acélbetét esetén az acélbetét ϕ átmérője, csoportos acélbetét esetén:

$$\phi_h = \phi \sqrt{n_b}$$

A $c_{min,d}$ [mm] értéke betonacél esetén							
Szerkezeti osztály sorszáma	Környezeti osztály						
	X0	XC1	XC2, XC3, XF1	XF3	XD1	XD2	XD3
1	10	10	10	15	20	25	30
2	10	10	15	20	25	30	35
3	10	10	20	25	30	35	40
4	10	15	25	30	35	40	45
5	15	20	30	35	40	45	50
6	20	25	35	40	45	50	55

6a. táblázat: A $c_{min,d}$ értékei betonacél esetén

A $c_{min,d}$ [mm] értéke feszítőacél esetén							
Szerkezeti osztály sorszáma	Környezeti osztály						
	X0	XC1	XC2, XC3, XF1	XF3	XD1	XD2	XD3
1	10	15	20	25	30	35	40
2	10	15	25	30	35	40	45
3	10	20	30	35	40	45	50
4	10	25	35	40	45	50	55
5	15	30	40	45	50	55	60
6	20	35	45	50	55	60	65

6b. táblázat: A $c_{min,d}$ értékei feszítőacél esetén

ahol n_b a csoportban lévő acélbetétek száma, de a következők figyelembevételével:

$n_b \leq 4$ függőleges, nyomott acélbetét esetén és átfedésetoldásnál

$n_b \leq 3$ minden egyéb esetben.

Ha a legnagyobb szemcseméret 32 mm-nél nagyobb, akkor a $c_{min,b}$ értékét 5 mm-rel célszerű megnövelni.

Utófeszített szerkezeteknél alkalmazott kábelcsatornák esetén $c_{min,b}$ értéke:

- kör keresztmetszetű kábelcsatornánál az átmérő, de maximum 80 mm,
- négyszög keresztmetszetű kábelcsatornánál a nagyobbik méret fele, illetve a kisebbik méret közül a nagyobb, de maximum 80 mm

Kábelcsatorna nélküli feszítőbetét esetén $c_{min,b}$ értéke:

- feszítópázsma és feszítőhuzal esetén az átmérő 2-szerese,
- rovátkolt felületű feszítőhuzal esetén az átmérő 3-szorosa.

A $c_{min,d}$ értékeit a leggyakrabban előforduló környezeti osztályok esetére a 6a. és 6b. táblázatok alapján lehet felvenni a 4. számú szerkezeti osztály (50 éves tervezési élettartam) alapulvételével.

A 7. táblázatban szereplő körülmények esetén a figyelembevett szerkezeti osztály sorszámát módosítani kell a táblázatban szereplő értékekkel.

Egymásra betonozott szerkezeti elemek esetén a csatlakozási felület mentén alkalmazott betonfedés mértékét a tapadás miatt szükséges $c_{min,b}$ értékig lehet csökkenteni abban az esetben, ha:

- az alkalmazott beton szilárdsági osztálya legalább C25/30,
- a csatlakozó felület az egymásra betonozást megelőzően a környezeti hatásoknak rövid ideig (legfeljebb 28 napig) van kitéve,
- a csatlakozási felület durvított.

A szerkezeti osztály sorszámanak módosítása				
Körülmény	Környezeti osztály			
	X0, XC1	XC2, XC3, XF1	XD1, XD2, XF3	XD3
100 éves tervezési élettartam esetén	+2			
Szilárdsági osztály*	-1, ha			
	≥ C30/37	≥ C35/45	≥ C40/50	≥ C45/55
Felületszerkezet esetén	-1			
Kiemelt szintű minőség-ellenőrzés esetén	-1			

7. táblázat: A szerkezeti osztályba való besorolás módosító körülményei

Utólag érdesített betonfelület esetén a $c_{min,d}$ 6a. és 6b. táblázatokban szereplő értékét 5 mm-rel meg kell növelni.

Koptató hatásnak kitett szerkezetek esetén c_{min} értékét – a koptató hatás mértékétől függően – 5-15 mm-rel célszerű megnövelni.

Talajra betonozott szerkezetek esetén c_{min} értéke nem lehet kisebb:

- előkészített talajra való betonozás esetén (a szerelőbetont is beleértve) 40 mm-nél,
- előkészítetlen talajra való betonozás esetén 75 mm-nél.

Az XA környezeti osztályok esetén a beton felületvédelméhez speciális bevonatok alkalmazására lehet szükség. Bevonatok hiányában XA környezeti osztály esetén a c_{min} értékét célszerű megnövelni 15 mm-rel.

Az alkalmazott betonfedés (c_{nom}) értékét úgy kell meghatározni, hogy a minimális betonfedést (c_{min}) a vasalás várható elhelyezési pontatlanságaira való tekintettel meg kell növelni egy Δc_{dev} értékkel. Ennek értéke általában 10 mm, de ez a minőség-ellenőrzés szintjétől függően akár 0 mm-re is csökkenthető.

1.3.3. A beton anyagjellemzői

A betonok legfontosabb anyagjellemzőit a 8. táblázat tartalmazza. A különböző méretű és alakú próbatestek vizsgálati eredményeinek értékelési módját és a minősítési eljárását a vonatkozó irodalom és az [5] szabvány tartalmazza.

1.3.3.1. A nyomószilárdság ellenőrzése

A nyomószilárdság MSZ EN-206-1 szerinti megfelelőségi kritériumait a 9. táblázat tartalmazza.

A betonok nyomószilárdságának 8. táblázatban szereplő várható és karakterisztikus értéke közötti összefüggés a következő:

$$f_{cm} = f_{ck} + 8 \text{ N/mm}^2$$

ahol a 8 = 1,64s szorzatból s = 4,878 N/mm², a 8. táblázatban szereplő teljes szilárdsági tartományban állandónak tekintett szórás értéke.

1.3.3.2. A beton nyomószilárdságának tervezési értéke

A beton nyomószilárdságának tervezési értéke:

$$f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_c$$

A vizsgálati adat n száma	legkisebb érték	átlagos érték
A termelés kezdetén n = 3	$f_{c,min} \geq f_{ck} - 4$	$f_{cm} \geq f_{ck} + 4$
A folyamatos gyártásnál n ≥ 15	$f_{c,min} \geq f_{ck} - 4$	$f_{cm} \geq f_{ck} + 1,48 s \quad (*)$
Kiegészítő feltétel	$0,63 \cdot \sigma \leq s \leq 1,37 \cdot \sigma \quad (*)$	

Megjegyzés: (*)
s: az adott vizsgálati adatok szórása,
σ: a hosszabb megfigyelési adatbázis szórása,
f_{cm}: a nyomószilárdság várható értéke,
f_{ck}: a nyomószilárdság karakterisztikus értéke.

9. táblázat: A nyomószilárdság megfelelőségi kritériumai

ahol:

- f_{ck} a beton nyomószilárdságának karakterisztikus értéke,
- γ_c a beton szilárdságának parciális tényezője, melynek értéke általában 1,5, de ez a minőségellenőrzés szintjétől függően legfeljebb 1,3 értékig csökkenthető
- α_{cc} = 1,0 a tartós szilárdság figyelembe vételére szolgáló csökkentő tényező. Hidak esetén α_{cc} = 0,85.

2. A teherbírási határállapotok igazolása

A szerkezeti elemek méretezésekor teherbírási határállapotban kielégítendő erőtan követelményeket a következőkben foglaljuk össze.

2.1. Axiális igénybevételekkel szembeni teherbírás

2.1.1. Erőtan követelmények

Az axiális igénybevételekre vonatkozóan

- tiszta hajlítás esetén az

$$M_{Ed} \leq M_{Rd}$$

- ferde hajlítás és ferde külpontos nyomás esetén az

$$\left(\frac{M_{y,Ed}(N)}{M_{y,Rd}(N)} \right)^a + \left(\frac{M_{z,Ed}(N)}{M_{z,Rd}(N)} \right)^a \leq 1,0$$

feltételeket kell kielégíteni, ahol:

N_{Ed} ill. M_{Ed} a normálerő, ill. a hajlítónyomaték tervezési értéke,
 $M_{y,Ed}(N)$, ill. $M_{z,Ed}(N)$ a keresztmetszet egymásra merőleges y, ill. z tehetetlenségi irányában az N normálerő szinten meghatározott hajlító-nyomatékok tervezési értéke,
 $M_{y,Rd}(N)$, ill. $M_{z,Rd}(N)$ a keresztmetszet egymásra merőleges y, ill. z tehetetlenségi irányában az N normálerő szinten meghatározott hajlítónyomatéki teherbírások tervezési értéke.

Az a kitevő értéke (lineáris interpolációval) a következőképpen határozható meg:

- kör és ellipszis alakú keresztmetszet esetén: a = 2,0

- négyszög keresztmetszet esetén:

$$\begin{matrix} N_{Ed}/N_{Rd} = 0,1 & 0,7 & 1,0 \\ a = 1,0 & 1,5 & 2,0 \end{matrix}$$

ahol:

- N_{Ed} a normálerő tervezési értéke,
- $N_{Rd} = A_c f_{cd} + A_s f_{yd}$ az elméletileg központos normálerő-teherbírás tervezési értéke, ahol:
- A_c a teljes betonkeresztmetszet területe,
- A_s a hosszvasalás mennyisége.

Szilárdsági jel	C16/20	C20/25	C30/37	C35/45	C40/50	C45/55	C50/60	C55/67	C60/75	C70/85	C80/95	C90/105
f_{ck} [N/mm ²]	16	20	30	35	40	45	50	55	60	70	80	90
$f_{ck,cube}$ [N/mm ²]	20	25	37	45	50	55	60	67	75	85	95	105
f_{cm} [N/mm ²]	24	28	38	43	48	53	58	63	68	78	88	98
f_{ctm} [N/mm ²]	1,9	2,2	2,9	3,2	3,5	3,8	4,1	4,2	4,4	4,6	4,8	5,0
$f_{ctk,0,05}$ [N/mm ²]	1,3	1,5	2,0	2,2	2,5	2,7	2,9	3,0	3,1	3,2	3,4	3,5
E_{cm} (GPa)	29	30	32	34	35	36	37	38	39	41	42	44
ϵ_{cu3} (‰)	3,5							3,1	2,9	2,7	2,6	2,6

Megjegyzés: a szilárdsági jelben lévő első szám a 150 mm átmérőjű és 300 mm magas henger, míg a törtvonal utáni szám a 150 mm élhosszúságú kocka nyomószilárdságának karakterisztikus (5% alulmaradási valószínűséghez tartozó) értékét jelenti [N/mm²]-ben, ahol:

f_{ck} a 28 napos korban meghatározott nyomószilárdság (5%-os alulmaradási valószínűséghez tartozó) karakterisztikus értéke
 $\phi 150/300$ mm hengeren mérve,

Ha a nyomószilárdságot 28 napnál idősebb korú betonon határozzák meg, akkor a továbbiakban – az utószilárdulásra való tekintettel – a fenti f_{ck} helyett $f_{ck}^* = 0,85f_{ck}$ értéket kell használni.

$f_{ck,cube}$ a 28 napos korban meghatározott nyomószilárdság (5%-os alulmaradási valószínűséghez tartozó) karakterisztikus értéke 150 mm élhosszúságú kockán mérve,

f_{cm} a hengeren mért nyomószilárdság várható értéke 28 napos korban,

f_{ctm} a húzószilárdság várható értéke 28 napos korban,

$f_{ctk,0,05}$ a húzószilárdság 5%-os alulmaradási valószínűséghez tartozó értéke 28 napos korban,

E_{cm} a beton rugalmassági (a $\sigma_c = 0$ és $\sigma_c = 0,4f_{cm}$ pontokat összekötő húrnak megfelelő) modulusa 28 napos korban (várható érték),

Az összefüggés homokos kavics adalékanyag esetén érvényes. A 8. táblázatban szereplő értéket

- mészkő adalékanyag esetén 10%-kal csökkenteni,

- homokkő adalékanyag esetén 30%-kal csökkenteni,

- bazalt adalékanyag esetén a fenti értéket 20%-kal növelni kell.

ϵ_{cu3} a beton egyszerűsített (téglalap vagy trapéz alakú) σ - ϵ diagramjához tartozó törési összenyomódás [‰]-ben.

8. táblázat: A betonok legfontosabb anyagjellemzői

2.1.2. A keresztmetszet hajlítási teherbírásának meghatározása

2.1.2.1. Hatásos feszítőerő

A veszteségekkel csökkentett feszítőerő várható értéke (hatásos feszítőerő) a feszítőerő ráengedésének t_0 időpontját követő t időpontban a feszítés helyétől számított x távolságban lévő km-ben:

$$P_{m,t}(x) = P_{m,0}(x) - \sum \Delta P_i$$

ahol

- $P_{m,0}(x) = \sum \Delta P_i \sigma_{pm,0}(x)$ a kezdeti feszítőerő várható értéke,
- $\sum \Delta P_i$ a feszítőbetétek keresztmetszeti területe,
- $\sigma_{pm,0}(x)$ a kezdeti feszítési feszültség,
- $\sum \Delta P_i$ a t_0 és t időpontok között lejátszódó feszültségvesztések összege.

2.1.2.2. A feszítőerő tervezési értéke

A feszítőerő P_d tervezési értéke egy adott időpontban:

$$P_d (= P_{d,t}(x)) = \gamma_p P_{m,t}(x)$$

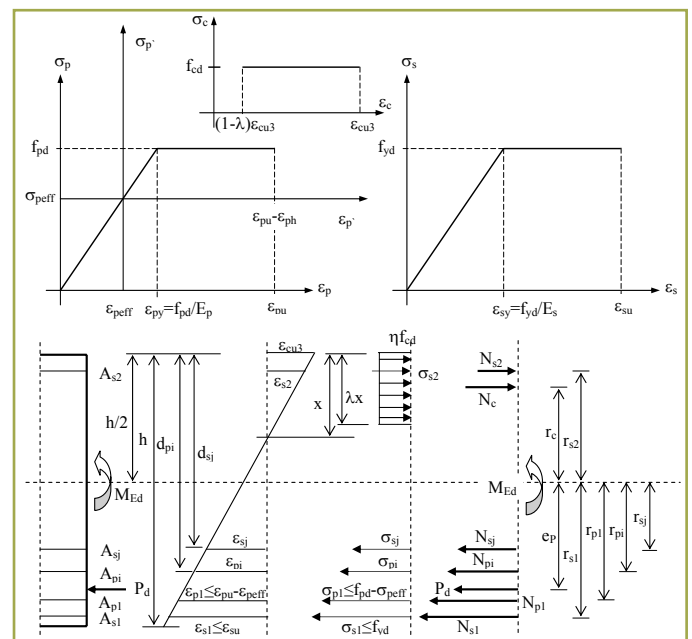
ahol

- γ_p a feszítés parciális tényezője, melynek értéke:
- általában $\gamma_p = 1,0$
- stabilitási vizsgálatok esetén, ahol a feszítőerő kedvezőtlen hatású: $\gamma_p = 1,3$,
- lokális vizsgálatoknál (pl. pecsétnyomás): $\gamma_p = 1,2$.

2.1.2.3. A feszített vasbeton keresztmetszet hajlítási teherbírásának meghatározása

A feszített vasbeton keresztmetszet hajlítási teherbírása ideálisan rugalmas-képlékeny betonacél és feszítőacél σ - ϵ diagramok és merev-képlékeny (téglalap alakú) beton σ - ϵ diagram figyelem-

bevételével általános esetben a következőképpen határozható meg (1. ábra).



1. ábra: A feszített vasbeton keresztmetszet hajlítási teherbírásának meghatározása

Kiindulási feltételek:

- ha $f_{ck} \leq 50$ N/mm², akkor
 $\lambda = 0,8$ és $\eta = 1,0$
- ha $f_{ck} > 50$ N/mm², akkor
 $\lambda = 0,8 - (f_{ck} - 50)/400$ és $\eta = 1,0 - (f_{ck} - 50)/200$

a) Tapadásos feszítés esetén

Vetületi egyensúlyi feltétel:

$$P_d \pm \sum_i \sigma_{pi} A_{pi} \pm \sum_j \sigma_{sj} A_{sj} - A_{cc} \eta f_{cd} = 0 \quad (a)$$

ahol A_{cc} a λ_x magasságú nyomott betonzóna területe, x a semleges tengely helye a nyomott szélső száltól mérve.

Ekkor az acélbetétekben fellépő feszültség:

$$\text{feszítőbetétekben: } \sigma_{pi} = E_p \varepsilon_{cu3} \frac{d_{pi} - x}{x} \leq f_{pd} - \sigma_{peff}$$

$$\text{betonacélokban: } \sigma_{sj} = E_s \varepsilon_{cu3} \frac{d_{sj} - x}{x} \leq f_{yd}$$

A nyomatéki egyensúlyi feltétel:

$$M_{Rd} = A_{cc} \eta f_{cd} r_c + P_d e_P + \sum_i \sigma_{pi} A_{pi} r_{pi} + \sum_j \sigma_{sj} A_{sj} r_{sj} \quad (b)$$

ahol:

- $r_{pi} = d_{pi} - h/2$: az A_{pi} keresztmetszeti területű feszítőbetét távolsága a keresztmetszet félmagasságában felvett tengelytől (vonatkoztatási tengely),
- $r_{sj} = d_{sj} - h/2$: az A_{sj} keresztmetszeti területű betonacél távolsága a vonatkoztatási tengelytől,
- $r_c = h/2 - \lambda_x/2$: az A_{cc} nyomott betonzóna súlypontjának távolsága a vonatkoztatási tengelytől,
- e_P : a P_d feszítőerő hatásvonalának távolsága a vonatkoztatási tengelytől.

A fenti eljárás általános esetre vonatkozik. Amennyiben az (a) és (b) egyensúlyi feltételekben feltételezzük, hogy

- $P_d = 0$ és $A_{pi} = 0$, akkor a nem feszített, tiszta hajlítással terhelt vasbeton keresztmetszet hajlítási teherbírását kapjuk.
- a keresztmetszetet a vonatkoztatási tengelytől mért e_N külpontosságú N normálerő terheli, akkor $P_d = N$ és $e_P = e_N$ helyettesítéssel a (síkban) külpontosan nyomott vasbeton keresztmetszet hajlítási teherbírását kapjuk.

b) Tapadásmentes feszítés esetén

Tapadásmentes feszítés esetén a fenti (a) és (b) egyenletekben a biztonság javára történő közelítéssel általában $\sigma_{pi} = 0$ veendő figyelembe. Ha a teherbírás számítása során a teljes szerkezet alakváltozásából származó és a tapadásmentes feszítőbetétekben fellépő feszültségnövekményt is figyelembe vesszük, akkor ennek maximális értéke $\sigma_{pi} \leq 100 \text{ N/mm}^2$ lehet.

2.1.2.4. Minimális vasalás

Vasbeton és feszített vasbeton gerendák esetén a gyengén vasaltság miatti ridegtörés külön vizsgálata nem szükséges, ha a húzott öbven alkalmazott minimális hosszirányú acélmennyiség melybe a tapadásos feszítőbetétek is beszámíthatók – a következő minimális mennyiséget eléri.

$$A_{s,min} = 0,26 \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} b_t d \geq 0,0013 b_t d$$

ahol:

- b_t : a húzott zóna átlagos szélessége, T keresztmetszetű gerendák esetén a gerincszélesség,
- f_{ctm} : a beton húzószilárdságának várható értéke.

2.1.3. Nyomott szerkezeti elemek

Külpontosan nyomott szerkezeti elemek keresztmetszeteinek teherbírását növelt külpontossággal kell számítani a névle-

ges görbületen alapuló, elkülönített oszlop módszerrel.

A nyomóerő külpontosságának e_{Ed} tervezési értéke:

$$e_{Ed} = e_0 + e_a + e_2$$

ahol:

- e_0 : az igénybevételekből számított kezdeti külpontosság,
- e_a : az elem tényleges tengelyének a terv szerinti tengelytől való véletlen jellegű, kedvezőtlen irányú geometriai eltérést figyelembe vevő külpontosság-növekmény,
- e_2 a kúszás hatását is tartalmazó másodrendű hatást figyelembe vevő külpontosság-növekmény.

2.1.3.1. Zömök elemek

Az elkülönített elemen a másodrendű hatás figyelmen kívül hagyható abban az esetben, ha az nem haladja meg az elsőrendű hatás 10%-át, vagy ha a λ karcsúsága kisebb, mint az alábbi karcsúsági határ (λ_{lim}):

$$\lambda < \lambda_{lim} = 20 A B C / \sqrt{n}$$

ahol közelítően $A = 0,7$, $B = 1,1$ és $C = 0,7$ alkalmazható, továbbá

$$n = \frac{N_{Ed}}{A_c f_{cd}}$$

2.1.3.2. Kihajlási hossz

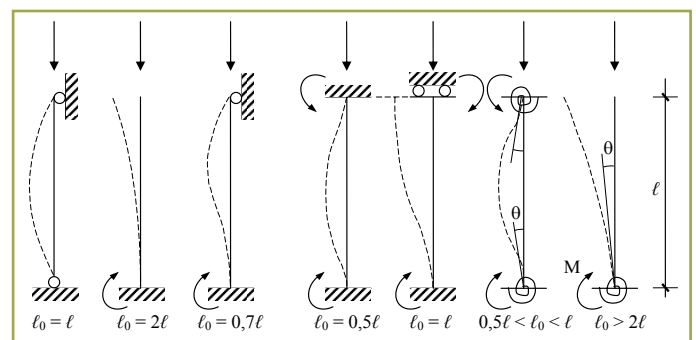
Az elkülönített elemek karcsúsága

- általában: $\lambda = \ell_0 / i$
- négyzetű keresztmetszetek esetén: $\lambda = \sqrt{12} \ell_0 / d$

összefüggéssel számítható ahol:

- ℓ_0 : a kihajlási hossz az alábbiak szerint
- i : a repedésmentes keresztmetszet alapján számított inerciasugár
- d : a hasznos magasság.

Az ℓ_0 kihajlási hosszat a szokásos esetekben (állandó keresztmetszet, statikailag tiszta erőjátékú szerkezeteknek megfelelő befogási viszonyok) a 2. ábrán bemutatott módon lehet felvenni.



2. ábra: A kihajlási hossz meghatározása szokásos esetekben

Abban az esetben, ha a befogási merevségek nehezen becsülhetők meg, a keretszerkezet oszlopának kihajlási hosszát az alábbi összefüggésekkel lehet meghatározni:

–Fix csomópontú oszlop esetén:

$$\ell_0 = 0,5 \ell \sqrt{\left(1 + \frac{k_1}{0,45 + k_1}\right) \cdot \left(1 + \frac{k_2}{0,45 + k_2}\right)}$$

–Elmozduló csomópontú oszlop esetén:

$$\ell_0 = \ell \cdot \max \left\{ \sqrt{1 + 10 \frac{k_1 k_2}{k_1 + k_2}} ; \left(1 + \frac{k_1}{1 + k_1} \right) \cdot \left(1 + \frac{k_2}{1 + k_2} \right) \right\}$$

ahol:

k_1, k_2 a rugalmas befogások relatív elfordulási képessége az oszlop végein.

$$k = \frac{\sum E_{cm} I_{col} / \ell_{col}}{\sum E_{cm} \alpha I_b / \ell_{b,eff}} = 0 \text{ végtelen merev befogás esetén}$$

$$= \infty \text{ szabad vég esetén}$$

A gyakorlatban kialakított merev befogás esetén $k_{min} = 0,1$ alkalmazható.

- E_{cm} : a beton rugalmassági modulusa az 3.1.5. táblázat alapján
- I_{col} : a csomópontba befutó oszlop inercianyomatéka a betonkeresztmetszet alapján számítva
- I_b : a csomópontba befutó gerenda inercianyomatéka a betonkeresztmetszet alapján számítva
- $\ell_{col} = \ell$: az oszlop elméleti hossza
- ℓ_b : a gerenda elméleti támaszköze
- α : a gerenda tülso végének befogási viszonyait figyelembe vevő tényező:
- $\alpha = 1,0$ ha a gerenda tülso vége rugalmasan, vagy mereven megfogott
 - $\alpha = 0,5$ ha a tülso vég szabadon elforduló
 - $\alpha = 0$ konzolgerenda esetén.

2.1.3.3. A görbület meghatározásán alapuló eljárás

A hajlítónyomaték tervezési értéke a kritikus helyen az alábbi összefüggéssel számítható:

$$M_{Ed} = M_{0Ed} + M_2$$

ahol:

M_{0Ed} : az elsőrendű nyomaték tervezési értéke a geometriai méreteltérések (ea a normálerő véletlen jellegű külpontosságát és az elem kezdeti görbeségét figyelembe vevő külpontosság-növekmény) figyelembevételével

M_2 : a másodrendű nyomaték (az M_2 nyomaték hossz menti eloszlása parabola, vagy sinus függvényvel közelíthető)

A geometriai méreteltérésekből származó külpontosság-növekmény értékét a θ_i ferdeség figyelembevételével alábbi módon kell meghatározni:

$$e_a = \theta_i \ell_0 / 2$$

ahol:

- $\theta_i = \theta_0 \alpha_h \alpha_m$
- $\theta_0 = 1/200$, a kezdeti ferdeség alapértéke,
- $\alpha_h = 2/\sqrt{\ell} \leq 1,0$ a hossz szerinti csökkentő tényező
- ℓ_0 : az oszlop kihajlási hossza.

Az elem végein fellépő, különböző mértékű elsőrendű végnyomatékok ($|M_2| \geq |M_1|$) esetén az elem végén figyelembe veendő M_{0Ed} értékét az alábbi módon kell számítani:

$$M_{0Ed} = 0,6 M_{02} + 0,4 M_{01} \geq 0,4 M_{02}$$

ahol M_{01} és M_{02} előjele akkor azonos, ha az oszlop azonos oldalán okoznak húzást.

A másodrendű nyomatékot az alábbi módon kell meghatározni:

$$M_2 = N_{Ed} e_2$$

ahol:

- N_{Ed} a normálerő tervezési értéke teherbírasi határállapotban
- e_2 a másodrendű hatásokat figyelembe vevő külpontosság-növekmény

A másodrendű hatásokat figyelembe vevő külpontosság növekmény állandó keresztmetszet – és sinus kihajlási alak esetén a következőképpen határozható meg:

$$e_2 = \frac{1}{r} \left(\frac{\ell_0}{\pi} \right)^2$$

ahol:

- $1/r$: a görbület
- ℓ_0 : az oszlop kihajlási hossza.

A görbület értéke egyszeresen szimmetrikus, állandó keresztmetszet esetén:

$$1/r = K_r K_\phi 1/r_0$$

ahol:

$$K_r = \frac{n_u - n}{n_u - n_{bal}} \leq 1,0 \text{ a normálerő mértékétől függő módosító tényező}$$

$$K_\phi = 1 + \beta \phi_{ef} \geq 1,0 \text{ a kúszás hatását figyelembe vevő tényező}$$

$$1/r_0 = \frac{\varepsilon_{yd}}{0,45 d}$$

$$\varepsilon_{yd} = f_{yd} / E_s$$

d a hasznos magasság.

$$n = \frac{N_{Ed}}{A_c f_{cd}} \text{ a normálerő átlagos fajlagos értéke}$$

N_{Ed} a normálerő tervezési értéke

$$n_u = 1 + \omega$$

n_{bal} az n értéke a keresztmetszet maximális nyomatéki teherbírásának megfelelő normálerő szinten; általában

$$n_{bal} = 0,4 \text{ alkalmazható}$$

$$\omega = \frac{A_s f_{yd}}{A_c f_{cd}}$$

A_s a keresztmetszetben lévő összes vasalás keresztmetszeti területe

A_c a betonkeresztmetszet területe

$$\phi_{ef} = \phi(\infty, t_0) \frac{M_{0Eqp}}{M_{0Ed}}$$

$\phi(\infty, t_0)$ a kúszási tényező végértéke

M_{0Eqp} a kvázi-állandó nyomaték

$\beta = 0,35 + f_{ck}/200 - \lambda/150$, ahol f_{ck} [N/mm²]-ben szerepel.

2.1.3.4. Minimális vasalás

A hosszirányú acélmennyiség minimális ($A_{s,min}$) értéke:

$$A_{s,min} = \frac{0,1 N_{Ed}}{f_{yd}} \geq 0,002 A_c$$

ahol:

N_{Ed} a normálerő tervezési értéke.

A hosszirányú acélmennyiség maximális értéke $0,08 A_c$, ahol A_c a betonkeresztmetszet területe.

2.1.4. Karcsú gerendák kifordulása

A kedvezőtlen irányú geometriai méreteltéréseket (imperfektiókat) általános esetben $\ell/300$ -ra lehet feltételezni, ahol ℓ a gerenda teljes hossza.

A másodrendű hatások elhanyagolhatók, ha teljesülnek az alábbi feltételek:

– tartós tervezési állapotban: $\frac{\ell_{0r}}{b} \leq \frac{50}{(h/b)^{1/3}}$ és $h/b \leq 2,5$

– ideiglenes tervezési állapotban: $\frac{\ell_{0r}}{b} \leq \frac{70}{(h/b)^{1/3}}$ és $h/b \leq 3,5$

ahol:

- ℓ_{0r} az elcsavarodással szembeni megfogások távolsága
- h az ℓ_{0r} hossz közepén lévő keresztmetszet teljes magassága
- b a nyomott öv szélessége.

2.2. Tangenciális igénybevételek szembeni teherbírás

Tangenciális igénybevételek nyírásból és csavarásból, valamint a közvetlen terhelésből fellépő átszúródás során lépnek fel.

2.2.1. A nyírási teherbírás számítása

2.2.1.1. Erőtani követelmények

Méretezett nyírási vasalással ellátott keresztmetszetek esetén igazolni kell, hogy:

- a keresztmetszet nyírási teherbírására vonatkozóan

$$\min(V_{Ed}, V_{Ed,red}) \leq V_{Rd,s}$$

- a beton (nyírásból származó) ferde nyomási teherbírására vonatkozóan:

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,max}$$

ahol:

- V_{Ed} a külső terhekből és terhelő hatásokból (terhelő mozgásokból és terhelő alakváltozásokból, pl. feszítésből) az elméleti (vonalszerű) statikai vázon meghatározott nyíróerő tervezési értéke
- $V_{Ed,red}$ a külső terhekből és terhelő hatásokból (terhelő mozgásokból és terhelő alakváltozásokból, pl. feszítésből) meghatározott nyíróerő tervezési értéke, mely tartalmazza az elméleti (vonalszerű) statikai vázon meghatározott nyíróerő (V_{Ed}) és az adott szerkezeti méretek és szerkezeti kialakítás következtében a vizsgált tartószerkezet vizsgált keresztmetszetében ténylegesen fellépő nyíróerő közötti eltérést is.

- $V_{Rd,s}$ a méretezett nyírási vasalással ellátott keresztmetszet nyírási teherbírása
- $V_{Rd,max}$ a beton ferde nyomási teherbírása alapján számított nyírási teherbírás.

A keresztmetszetben csak minimális (nem méretezett) nyírási vasalást kell elhelyezni, ha:

$$\min(V_{Ed}, V_{Ed,red}) \leq V_{Rd,c}$$

ahol:

- $V_{Rd,c}$ a méretezett nyírási vasalás nélküli keresztmetszet nyírási teherbírása.

2.2.1.2. A nyíróerőt módosító tényezők

Az elméleti statikai vázon meghatározott V_{Ed} nyíróerőt a következők miatt kell módosítani:

- az axiális igénybevételek tangenciális összetevőinek nyíróerőt módosító hatása miatt,
- a megtámasztás környezetébe létrejövő közvetlen, nyomott ívnek megfelelő teherátadás („ívhatás”) miatt.

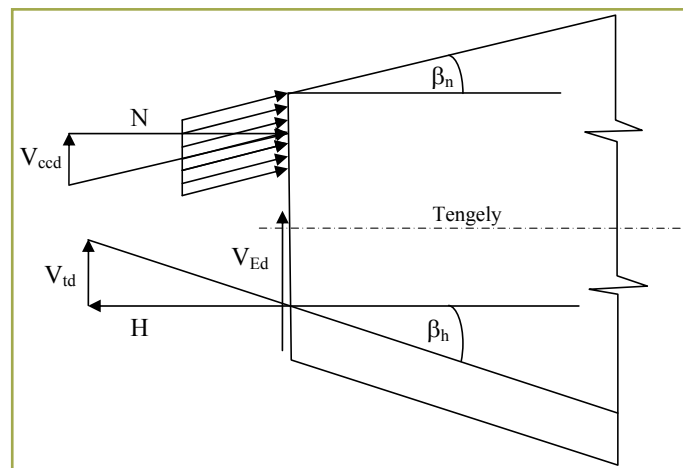
a) Az axiális igénybevételek tangenciális összetevői

Az elem változó keresztmetszetű szakaszán a V_{Ed} nyíróerő helyett a V_{Ed}^* értéket kell alkalmazni:

$$V_{Ed}^* = V_{Ed} - V_{ccd} - V_{td}$$

ahol:

- $V_{ccd} = N \tan(\beta_n)$ a keresztmetszet nyomott zónájában keletkező belső erő (N) nyíróerőt csökkentő tangenciális összetevője a 3. ábra szerint
- $V_{td} = H \tan(\beta_h)$ a hosszvasalásban keletkező belső erő (H) nyíróerőt csökkentő tangenciális összetevője a 3. ábra szerint.

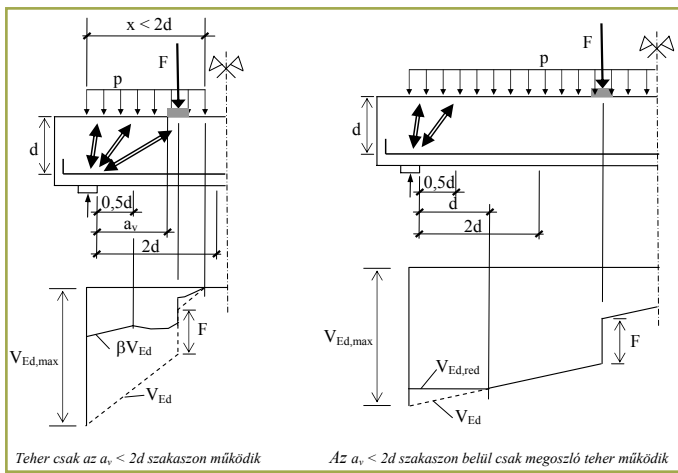


3. ábra: Az axiális igénybevételek nyíróerőt csökkentő komponensei

b) A megtámasztás környezetében kialakuló közvetlen teherátadás

Ha a teher a szerkezetnek az alátámasztással ellentétes oldalán működik, és a támadáspontja a támasz szélétől (rugalmas támasz esetén a támasz tengelyétől) $a_v \leq 2d$ távolságra van (pl. rövid konzol vagy a támasz közelében terhelt gerendák, stb), akkor – a támaszra történő közvetlen teherátadásra való tekintettel – az e tartományban ható terhekből a tartószerkezeten fellépő $V_{Ed,red}$ nyíróerőt a 4. ábra szerint a következőképpen kell meghatározni:

$$V_{Ed,red} = \beta V_{Ed}$$



4. ábra: A nyíróerő redukciója a megtámasztás környezetében ahol:

- V_{Ed} a külső terhekből az elméleti (vonalszerű) statikai vázon meghatározott nyíróerő tervezési értéke
- $\beta = a_v/2d$ redukciós tényező. Ha a teher az $a_v \leq 0,5d$ szakaszon működik, akkor a redukciót $a_v = 0,5d$ figyelembevételével kell elvégezni.
- a_v a teher támadáspontja a támasz szélétől
- d a szerkezeti elem hasznos magassága, melyet ez esetben a terhek támadáspontjának szintje és a megtámasztás szintje közötti szerkezeti magasságból kell meghatározni (pl. ha a terhek a tartó alsó síkjára vannak felkötve, akkor $d = 0$).

A fenti eljárás csak akkor alkalmazható, ha a vizsgált keresztmetszetben lévő hosszvasalás a támasz mögött megfelelően le van horgonyozva.

Döntően egyenletesen megoszló teherrel (közel a teljes hosszban) terhelt szerkezetek esetén a támasz szélétől (rugalmas támasz esetén a támasz tengelyétől) d távolságon belül működő (egyenletesen megoszló) terheket a $V_{Ed,red}$ nyíróerő számításakor nem kell figyelembe venni.

A beton ferde nyomási teherbírásának (V_{Rd2}) igazolásakor ezt a lehetőséget nem szabad alkalmazni, ezért a támasz környezetében a a támasz tengelyében meghatározott V_{Ed} nyíróerőt (a 4. ábrán $V_{Ed,max}$) vagy annak módosított V_{Ed}^* értékét kell alkalmazni.

2.2.1.3. Méretezett nyírási vasalást nem tartalmazó keresztmetszetek nyírási teherbírása

a) Általános esetben a nyíróerővel terhelt tartószakaszon hajlítási repedések kialakulására kell számítani, azaz:

$$\sigma_{Ed} > f_{ctd} = \frac{f_{ctk,0,05}}{\gamma_c}$$

ahol:

- σ_{Ed} a külső terhekből és a terhelő hatásokból (pl. feszítésből) számított normálfeszültség tervezési értéke,
- f_{ctd} a húzószilárdság tervezési értéke.

Ez esetben a nyírási teherbírás ($V_{Rd,c}$) a nyomott zóna nyírási teherbírása biztosítja, mely a következőképpen számítható:

$$V_{Rd,c} = \left[\frac{0,18}{\gamma_c} k (100 \rho_\ell f_{ck})^{1/3} + 0,15 \sigma_{cp} \right] b_w d \geq (v_{min} + 0,15 \sigma_{cp}) b_w d$$

ahol:

f_{ck} [N/mm²]-ben értendő

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} \leq 2,0 \text{ ahol } d \text{ [mm]-ben értendő}$$

$$\rho_\ell = \frac{A_{sl}}{b_w d} \leq 0,02$$

A_{sl} a vizsgált keresztmetszetben megfelelően lehorgonyzott hosszvasalás keresztmetszeti területe, melybe a tapadásos feszítőbetét is beszámítható

b_w a keresztmetszet legkisebb szélessége a húzott zónában

$\sigma_{cp} = N_{Ed}/A_c \leq 0,2f_{cd}$, σ_{cp} értékét [N/mm²]-ben kell számítani

N_{Ed} a külső terhekből és a feszítésből származó normálerő tervezési értéke (nyomás esetén pozitív). A terhelő mozgásokból származó normálerő figyelmen kívül hagyható

A_c a betonkeresztmetszet területe

$$v_{min} = 0,035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2}$$

b) Repedésmentes tartószakaszok (pl. feszített szerkezetek) esetén, a keresztmetszet nyírási teherbírásában a teljes magasságú (nyomott) keresztmetszet szerepet játszik. Tehát ha

$$\sigma_{Ed} \leq f_{ctd}$$

akkor a nyírási teherbírás (a főfeszültségek ellenőrzésén alapuló) alábbi összefüggéssel kell meghatározni.

$$V_{Rd,c} = \frac{I b_w}{S} \sqrt{f_{ctd}^2 + \alpha_\ell \sigma_{cp} f_{ctd}}$$

ahol:

- I a keresztmetszet inercianyomatéka
- b_w a keresztmetszet szélessége a súlypont magasságában, melyet kábelcsatornába helyezett feszítőbetéteket tartalmazó gerinc esetén csökkenteni kell.
- S a súlypont feletti keresztmetszetrész statikai nyomatéka a súlypontra
- $\alpha_\ell = \ell_x/\ell_{pt} \leq 1,0$ előfeszített betétek esetén = 1,0 más típusú feszítőbetétek esetén
- ℓ_x a vizsgált keresztmetszet és az erőátadási hossz kezdete közötti távolság
- $\ell_{pt2} = 1,2\ell_{pt}$ ahol ℓ_{pt} az erőátadási hossz
- $\sigma_{cp} = N_{Ed}/A_c$ (nyomás esetén pozitív).

A számítást nem kell elvégezni a súlyvonal és a támasz szélétől 450-ban húzott vonal metszéspontjától a támasz felé eső szakaszon. Változó vastagságú gerinc esetén a számítást a maximális főfeszültség magasságában kell elvégezni.

2.2.1.4. Méretezett nyírási vasalást tartalmazó keresztmetszetek nyírási teherbírása

A nyírási teherbírás számítását a változó dőlésű rácsrúd módszere alapján kell végezni, ahol a ferde nyomott betonrudaknak a tartó hossz tengelyével bezárt θ szögét a következő korlátok betartásával úgy célszerű felvenni, hogy a vasalás kialakítása optimális legyen.

$$1,0 \leq \cot \theta \leq 2,5$$

a) A beton ferde nyomási teherbírása

$$V_{Rd,max} = \alpha_{cw} b_w z v f_{cd} \frac{\cot \theta + \cot \alpha}{1 + \cot^2 \theta},$$

$$\alpha = 90^0 \text{ esetén: } V_{Rd,max} = \alpha_{cw} b_w z v f_{cd} \frac{1}{\tan \theta + \cot \theta}$$

ahol:

$\alpha_{cw} = 1,0$ feszítés nélküli szerkezetek esetén:

$$\begin{aligned} &= 1 + \frac{\sigma_{cp}}{f_{cd}} && \text{ha } 0 < \sigma_{cp} \leq 0,25f_{cd} \\ &= 1,25 && \text{ha } 0,25f_{cd} < \sigma_{cp} \leq 0,5f_{cd} \\ &= 2,5 \left(1 - \frac{\sigma_{cp}}{f_{cd}} \right) && \text{ha } 0,5f_{cd} < \sigma_{cp} < f_{cd} \end{aligned}$$

σ_{cp} átlagos nyomófeszültség az ideális keresztmetszeten meghatározva. A támasz szélétől $0,5d \cot \theta$ távolságon belül értékét zérusnak lehet tekinteni.

b_w a húzott és nyomott öv közötti legkisebb keresztmetszeti szélesség, melyet kábelcsatornába helyezett feszítőbetéteket tartalmazó gerinc esetén csökkenteni kell

z a belső kar, általános esetben $z = 0,9d$ érték alkalmazható.

$$v = 0,6 \left(1 - \frac{f_{ck}}{250} \right) \text{ általában – hatékonysági tényező}$$

α a nyírási vasalás síkjának a tartó hossz tengelyével bezárt szöge.

b) A nyírási vasalás teherbírása (mely egyben a keresztmetszet nyírási teherbírása):

$$V_{Rd} = V_{Rd,s} = \frac{A_{sw}}{s} z f_{ywd} (\cot \theta + \cot \alpha) \sin \alpha$$

$$\alpha = 90^0 \text{ esetén: } V_{Rd} = V_{Rd,s} = \frac{A_{sw}}{s} z f_{ywd} \cot \theta$$

ahol:

- A_{sw} a nyírási vasalás keresztmetszeti területe
- f_{ywd} a nyírási vasalás szilárdságának tervezési értéke.
- s kengyeltávolság a tartó hossz tengelye mentén mérve.

A nyírási vasalás maximális mennyisége ($A_{sw,max}$) a fenti jelölésekkel:

$$\frac{A_{sw,max} f_{ywd}}{b_w s} \leq \frac{1}{2} \frac{\alpha_c v f_{cd} \sin \alpha}{1 - \cos \alpha}$$

c) A minimális nyírási vasalás mennyisége a fenti jelölésekkel:

$$\rho_w = \frac{A_{sw}}{s b_w \sin \alpha} \geq \frac{0,08 \sqrt{f_{ck}}}{f_{yk}}$$

A szükséges nyírási vasalás legalább 50%-át függőleges kengyellekkel kell kialakítani.

d) Ha a támasz környezetében ($a_v < 2d$) működő terhekre a 4. ábra szerinti redukción alkalmazzák, akkor az e tartományban működő terhek felvételéhez a következő többlet-vasmennyiséget kell biztosítani:

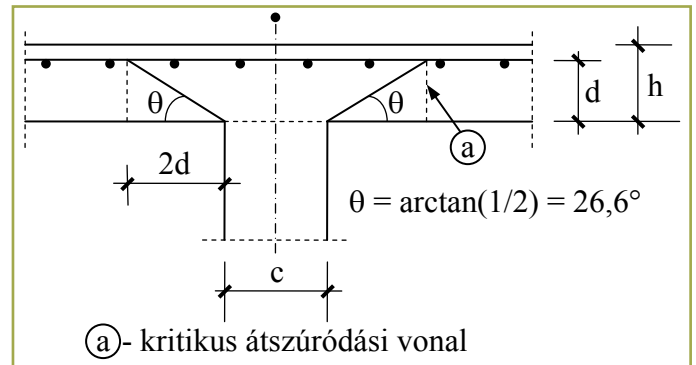
$$V_{Ed,red}^{2d} \leq A_{sw} f_{ywd} \sin \alpha$$

ahol a jelölések a fentiek, de az A_{sw} vasmennyiséget a $0,75a_v$ szakaszon kell elhelyezni.

2.2.3. Az átszúródási teherbírás számítása

2.2.3.1. Az átszúródás modellje és az erőtani követelmények

Az átszúródást a kritikus átszúródási vonal mentén és ha szükséges, az azon kívül eső, további átszúródási vonalak mentén kell vizsgálni (5. ábra).



5. ábra: Az átszúródási teherbírás meghatározásának modellje

Az átszúródási vizsgálat során az alábbi feltételek teljesülését kell igazolni:

$$v_{Ed} \leq v_{Rd,cs} \text{ és } v_{Ed} \leq v_{Rd,max}$$

ahol:

- v_{Ed} az átszúródási fajlagos nyíróerő tervezési értéke
- $v_{Rd,cs}$ az átszúródási teherbírás tervezési értéke átszúródási vasalás esetén
- $v_{Rd,max}$ a ferde nyomott betonrudak teherbírásának tervezési értéke átszúródás esetén.

Nem szükséges átszúródási vasalást alkalmazni, ha:

$$v_{Ed} \leq v_{Rd,c}$$

ahol:

- $v_{Rd,c}$ az átszúródási teherbírás tervezési értéke átszúródási vasalás nélkül.

A V_{Ed} átszúródási erőt csökkenteni lehet

- a lemez átellenes oldalán, a vizsgált átszúródási vonalon belül működő terhekkel, továbbá
- a vizsgált átszúródási vonalat keresztező ferde feszítőbetétekben lévő erőnek az átszúródási erővel párhuzamos V_{pd} komponensével.

2.2.3.2. Kritikus átszúródási vonal

A kritikus átszúródási vonal meghatározásakor a lemez hasznos magasságát az alábbi értékkel kell figyelembe venni:

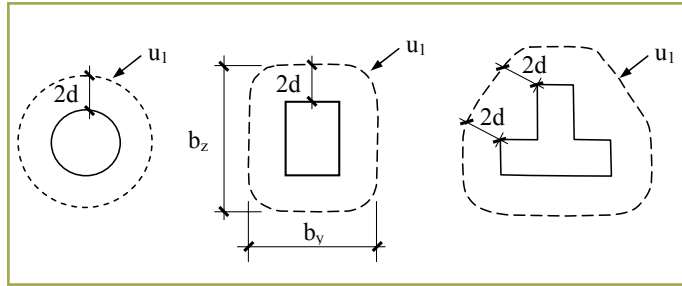
$$d = d_{eff} = \frac{d_y + d_z}{2}$$

ahol d_y és d_z az egymásra merőleges y és z irányú, kritikus átszúródási vonalon belül elhelyezett hajlítási vasalás helyzetéből számított hasznos magasságok.

A kritikus átszúródási vonalat általános esetben a 6. ábra szerint, a közvetlenül terhelt felület szélétől $2d$ távolságban ($\cot \theta = 2,0$) kell kijelölni.

Ha a kritikus átszúródási vonalon belül jelentős mértékű koncentrált terhek működnek, vagy a lemez átellenes oldalán nagy nyomófeszültségek lépnek fel (pl. alaptesteknél), akkor lehetséges,

hogy $\cot\theta < 2,0$ értékek figyelembevételével kijelölt átszűrődési vonalakat is vizsgálni kell.



6. ábra: A kritikus átszűrődési vonal felvétele általános esetben

2.2.3.3. Az átszűrődési fajlagos nyíróerő tervezési értéke

Az átszűrődési vonalra központosan működő átszűrődési erő (V_{Ed}) (pl. támaszreakció) esetén:

$$v_{Ed} = \frac{V_{Ed}}{u_i d}$$

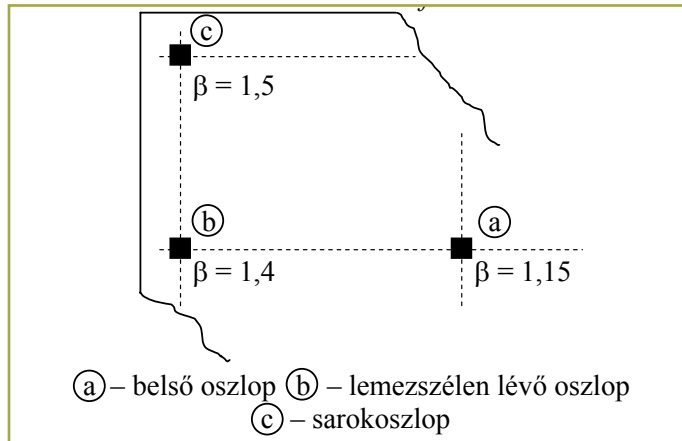
ahol:

- u_i a vizsgált átszűrődési vonal kerülete
- d hasznos magasság

Az átszűrődési vonalra külpontosan működő átszűrődési erő (V_{Ed}) (pl. támaszreakció) esetén:

$$v_{Ed} = \beta \frac{V_{Ed}}{u_i d}$$

ahol a β tényező 7. ábra szerinti közelítő értékei alkalmazhatók, ha a szerkezet vízszintes terhekkel szembeni teherbírását nem az oszlop-lemez kapcsolat merevségéből adódó kerethatás biztosítja és a szomszédos támaszközök hosszai nem térnek el egymástól 25%-nál nagyobb mértékben. Egyéb esetekre az EC2 pontosabb eljárást ad meg.



7. ábra: A β tényező közelítő értékei

2.2.3.4. Átszűrődési vasalás nélküli szerkezetek átszűrődési teherbírása

Általános esetben:

$$v_{Rd,c} = \frac{0,18}{\nu} k (100 \rho_{\ell} f_{ck})^{1/3} + 0,10 \sigma_{cp} \geq v_{\min} + 0,10 \sigma_{cp}$$

ahol:

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} \leq 2,0 \quad \text{ahol } d \text{ [mm]-ben értendő}$$

$$\rho_{\ell} = \sqrt{\rho_{\ell y} \rho_{\ell z}} \leq 0,02$$

$\rho_{\ell y}, \rho_{\ell z}$ az oszlop körüli együttdolgozó lemezszélességben elhelyezett tapadásos vasalásra meghatározott átlagos acélhányadok az y és z irányokban. Itt az együttdolgozó lemezszélességen az oszlop-szélességet + az oszlop mindkét oldalán $3d$ szélességű lemezszávot kell érteni.

$$\sigma_{cp} = \frac{\sigma_{cy} + \sigma_{cz}}{2}$$

σ_{cy}, σ_{cz} átlagos normál feszültségek a lemezben az átszűrődési vonalon belül az y és a z irányokban (nyomás esetén pozitív)

$$v_{\min} = 0,035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2}$$

A kritikus átszűrődési vonalon belül felvett átszűrődési vonalak figyelembevételével végzett átszűrődési vizsgálatok esetén az átszűrődési teherbírás:

$$v_{Rd,c} = \frac{0,18}{\gamma_c} k (100 \rho_{\ell} f_{ck})^{1/3} \frac{2d}{a} \geq v_{\min} \frac{2d}{a}$$

ahol a a közvetlenül terhelt felület (oszlop) széle és a figyelembe vett átszűrődési vonal távolsága.

2.2.3.5. Átszűrődési vasalással ellátott szerkezetek átszűrődési teherbírása

a) Általános esetben:

$$v_{Rd,cs} = 0,75 v_{Rd,c} + 1,5 \frac{d}{s_r} \frac{A_{sw} f_{ywd,ef}}{u_i d} \sin \alpha$$

ahol:

- A_{sw} az oszlop körül koncentrikus körök mentén elhelyezett átszűrődési vasalás esetén az egy körön lévő acélbetétek keresztmetszeti területe
- s_r a koncentrikus körök távolsága
- $f_{ywd,ef} = 250 + 0,25d \text{ [mm]} \leq f_{ywd}$ az átszűrődési vasalás szilárdságának csökkentett tervezési értéke
- d hasznos magasság
- α az átszűrődési acélbetétek tengelyének a lemez síkjával bezárt szöge.

Egyetlen sor felhajlított acélbetéttel kialakított átszűrődési vasalás esetén $d/s_r = 0,67$ érték vehető figyelembe.

b) A ferde nyomott betonrudak teherbírását a következőképpen kell ellenőrizni:

$$v_{Ed} = \beta \frac{V_{Ed}}{u_0 d} \leq v_{Rd,max} = 0,5 v_{fcd}$$

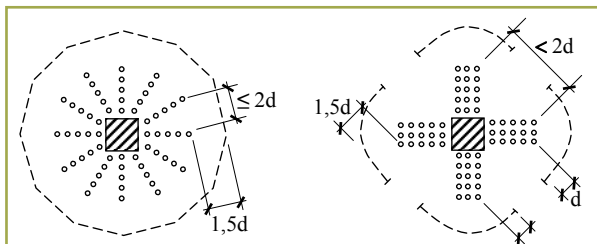
ahol:

- u_0 belső oszlop esetén: $u_0 =$ az oszlop kerülete
lemezszélen lévő oszlopnál: $u_0 = c_2 + 3d \leq c_2 + 2c_1$
sarokoszlopnál: $u_0 = 3d \leq c_1 + c_2$
- c_1, c_2 négyzet vagy téglalap keresztmetszetű oszlop keresztmetszeti méretei

$$v = 0,6 \left(1 - \frac{f_{ck}}{250} \right) \quad \text{hatékonysági tényező}$$

c) Átszűrődési vasalás

Az átszűrődési vasalást a 8. ábra szerint úgy kell elhelyezni, hogy a külső acélbetét-sor 1,5d-nél ne kerüljön távolabb attól az átszűrődési vonaltól, amelyre a fentiek szerint átszűrődési vasalás nélkül igazolható a szükséges átszűrődési teherbírás.



8. ábra: Az átszűrődési vasalás elhelyezése

3. A használhatósági határállapotok igazolása

A vasbeton szerkezetek használhatóságát a vonatkozó hatáskombinációk alapján, az alábbi követelmények révén kell igazolni:

- a normálfeszültségek korlátozása
- a repedezettség ellenőrzése
- az alakváltozások korlátozása.

A használhatósági határállapotok ellenőrzése során a szerkezet feszültségeit és alakváltozásait akkor szabad repedésmentes állapot feltételezésével számítani, ha a figyelembe veendő hatáskombinációból számított igénybevétel hatására repedésmentes állapot feltételezésével meghatározott beton-húzófeszültség nem haladja meg a 3.2.2. pont szerinti $f_{ct,eff}$ értéket.

3.1. A normálfeszültségek korlátozása

A normálfeszültségeket

- a betonban a hosszirányú repedések megelőzése, a tartósság csökkenése és a túlzott mértékű kúszás elkerülése érdekében,
- az acélbetétek esetén a képlékeny alakváltozások (és az ebből származó jelentős repedezettség) megelőzése,
- a teljes szerkezet vonatkozásában pedig a túlzott mértékű alakváltozások elkerülése érdekében kell korlátozni.

Ha a kvázi-állandó kombinációból számított beton-nyomófeszültségek nem haladják meg a $0,45f_{ck}$ értéket, akkor elegendő lineáris kúszást lehet feltételezni. Ellenkező esetben a nemlineáris kúszás hatását is figyelembe kell venni.

A fentiek érdekében a karakterisztikus kombináció figyelembevételével számított normálfeszültségek nem haladhatják meg a 10. táblázatban szereplő megengedett feszültségeket.

3.2. A repedezettség vizsgálata

A repedezettség mértékét a vasbeton szerkezetek funkciója, megfelelő tartóssága és a kedvezőtlen megjelenés elkerülése érdekében kell korlátozni.

3.2.1. Repedéstágassági követelmények

A repedéstágasság EC2 szerint ajánlott maximális értékeit a környezeti osztálytól függően a 11. táblázat tartalmazza. Kizárólag tapadásmentes feszítést tartalmazó szerkezeti elemek esetén a vasbeton szerkezetekre vonatkozó követelményeket kell kielégíteni.

Igénybevétel típusa	Tervezési állapot	Megengedett feszültség, σ_{Rd} [N/mm ²]	Megjegyzés
Beton			
Nyomásra	Tartós és (általában) ideiglenes	$0,6f_{ck}$	általában
		$0,66f_{ck}$	ha a nyomott öv megfelelő keresztirányú vasalást tartalmaz
	Ideiglenes feszítéskor*	$0,6f_{ck}(t)$	Általában
		$0,7f_{ck}(t) ***$	Előrefeszített elemek esetén ha a feszítőerő ráengedése $t < 28$ napos korban történik
Betonacél			
Húzásra és nyomásra	Tartós és ideiglenes	$0,8f_{yk}$	erő jellegű terhelés esetén
		f_{yk}	terhelő mozgások esetén
Feszítőacél			
Húzásra és nyomásra	Tartós	$0,75f_{pk}$	általában
	Ideiglenes feszítéskor	$\min(0,8f_{pk}; 0,9f_{p0,1k})$	maximális feszültség a feszítési művelet során
		$0,95f_{p0,1k}$	túlfeszítés esetén**
		$\min(0,75f_{pk}; 0,85f_{p0,1k})$	közvetlenül a feszítőerő ráengedése után

Megjegyzések:

*A feszítőerő ráengedésének időpontjában (t) a beton nyomószilárdságának várható értéke minden esetben el kell, hogy érje a 0,5f_{cm} értéket.

**A feszítőbetét túlfeszítése csak abban az esetben lehetséges, ha a feszítő berendezésben a feszítőerő aktuális értékét ±5% tűréssel mérni lehet a feszítési művelet során.

*** Az előfeszített elemekre történő feszítőerő-ráengedéskor a vonatkozó megengedett feszültség értéke a gyártási tapasztalatok birtokában magasabb is lehet.

Megjegyzések:

*A feszítőerő ráengedésének időpontjában (t) a beton nyomószilárdságának várható értéke minden esetben el kell, hogy érje a $0,5f_{cm}$ értéket.

**A feszítőbetét túlfeszítése csak abban az esetben lehetséges, ha a feszítő berendezésben a feszítőerő aktuális értékét $\pm 5\%$ tűréssel mérni lehet a feszítési művelet során.

*** Az előfeszített elemekre történő feszítőerő-ráengedéskor a vonatkozó megengedett feszültség értéke a gyártási tapasztalatok birtokában magasabb is lehet.

10. táblázat: Megengedett feszültségek

Környezeti osztály	Vasbeton szerkezetek és tapadásmentes feszítőbetéteket tartalmazó feszített vasbetonszerkezetek	Tapadásos feszítőbetéteket tartalmazó feszített vasbetonszerkezetek
	Kvázi-állandó kombináció	Gyakori kombináció
X0, XC1	0,4 mm	0,2 mm
XC2, XC3, XC4	0,3 mm	0,2 mm, továbbá kvázi-állandó kombinációban dekompressziós állapot
XD1, XD2, XS1, XS2, XS3		dekompressziós állapot

11. táblázat: A repedéstágasság megengedett maximális értékei

3.2.2. Minimális vasalás

Ha a repedéstágasság mértékét korlátozni kell, akkor a húzófeszültségek várható megjelenésének helyén a következő $A_{s,min}$ mennyiségű, tapadásos vasalást kell elhelyezni:

$$A_{s,min} = \frac{k_c k f_{ct,eff} A_{ct}}{\sigma_s}$$

ahol:

- A_{ct} az első repedés megjelenése előtti húzott betonzóna területe
- σ_s az első repedés megjelenése után az acélbetétben megengedett maximális feszültség, melynek értéke általában f_{yk} .
- $f_{ct,eff}$ a beton húzószilárdságának várható értéke az első repedés megjelenésének időpontjában,
- k a gátolt alakváltozásokat leépítő sajátfeszültségek hatását figyelembe vevő tényező, értéke:

= 1,0 ha a gerinc magassága $h \leq 300$ mm, vagy az öv szélessége $b \leq 300$ mm

= 0,65 ha a gerinc magassága $h \geq 800$ mm, vagy az öv szélessége $b \geq 800$ mm

közbenső méretek esetén lineáris interpoláció alkalmazható.

- k_c a keresztmetszeten belüli feszültségeloszlás jellegét és a belső kar repedés felléptekor bekövetkező változásának hatását figyelembe vevő tényező.

A minimális vasalásba a tapadásos feszítőbetétek is beszámíthatók a következő módon:

$$A_{s,min} \sigma_s + \xi_1 A_p \Delta \sigma_p = k_c k_t f_{ct,eff} A_{ct}$$

ahol:

A_p az $A_{c,eff}$ területen lévő tapadásos feszítőbetétek keresztmetszeti területe

$A_{c,eff}$ hatékony, húzott betonzóna, azaz a húzott vasalás körüli, $h_{c,ef}$ magasságú betonterület, melynek magassága:

$$h_{c,ef} = \min \begin{cases} 2,5(h-d) \\ \frac{h-x}{3} \\ h/2 \end{cases}$$

$$\xi_1 = \sqrt{\xi \frac{\phi_s}{\phi_p}}$$

a tapadási szilárdság módosító tényezője, a ξ értéke a 12. táblázat szerinti.

Feszítőbetét		ξ	
		Tapadásos utófeszített betét	
		C50/60	> C55/67
sima feszítórúd vagy huzal	nem alkalmazható	0,3	0,15
pászma	0,6	0,5	0,25
rovátkolt feszítőhuzal	0,7	0,6	0,3
bordás feszítórúd	0,8	0,7	0,35

12. táblázat: A ξ tényező értékei

ϕ az alkalmazott legnagyobb betonacél átmérő

ϕ_p a feszítőbetét egyenértékű átmérője.

$\Delta \sigma_p$ a feszítőbetétben lévő feszültségnövekmény a feszítő betétet körülvevő beton feszültségmentes állapotában meglévő feszítőbetét-feszültséghez képest.

Olyan feszített szerkezetekben, ahol a karakterisztikus kombinációból számított igénybevételek hatására a szerkezetben lévő nyomó-normál-feszültség mindenhol nagyobb, mint $1,0$ N/mm², repedéskorlátozás céljából minimális vasalás alkalmazására nincs szükség.

3.2.3. A repedéstágasság számítása

A repedéstágasságot a következő összefüggéssel lehet meghatározni:

$$w_k = s_{r,max} (\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm})$$

ahol:

$s_{r,max}$ a legnagyobb repedéstávolság

ϵ_{sm} az acélbetét átlagos nyúlása a vonatkozó kombinációból származó igénybevétel hatására, a húzott beton zóna merevítő hatásának figyelembe vételével. A számítás során csak az acélbetétet körülvevő beton feszültségmentes állapotában meglévő acélbetét-feszültséghez képesti acélfeszültség-növekményt ($\Delta \sigma_p$) kell figyelembe venni.

ϵ_{cm} átlagos nyúlás a betonban a repedések közötti repedésmentes szakaszokon.

Az $(\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm})$ nyúláskülönbség a következőképpen számítható:

$$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm} = \frac{\sigma_s - k_t \frac{f_{ct,eff}}{\rho_{p,eff}} (1 + \alpha_e \rho_{p,eff})}{E_s} \geq 0,6 \frac{\sigma_s}{E_s}$$

ahol:

σ_s a húzott acélbetétben lévő feszültség berepedt keresztmetszet feltételezésével a vonatkozó kombináció alapján számított igénybevételből. Feszített szerkezetek esetén σ_s értékét az ϵ_{sm} fenti értelmezésében szereplő $\Delta \sigma_p$ értékkel kell helyettesíteni.

$$\alpha_e = E_s / E_{cm}$$

$$\rho_{p,eff} = \rho_p = \frac{A_s + \xi_1^2 A_p}{A_{c,eff}}$$

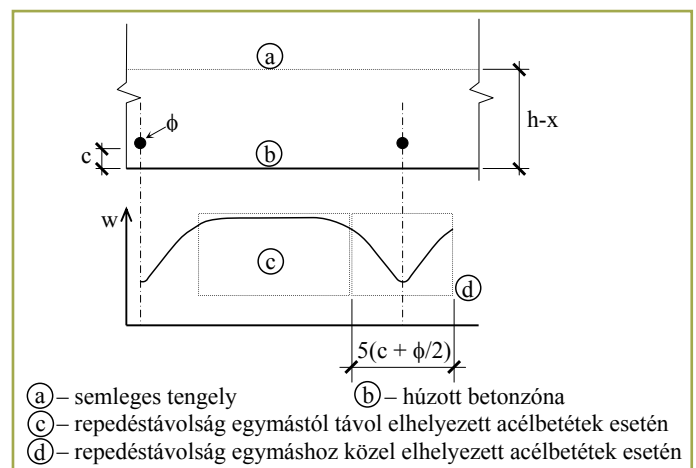
k_t a teher tartósságától függő tényező, értéke:

$k_t = 0,6$ rövididejű terhelés esetén

$k_t = 0,4$ tartós terhelés esetén.

Ha a tapadásos acélbetétek egymáshoz közel helyezkednek el, azaz egymástól való távolságuk $\leq 5(c + \phi/2)$, a legnagyobb repedéstávolságot 9. ábra alapján a következőképpen kell számítani:

$$s_{r,max} = 3,4 c + 0,425 k_1 k_2 \frac{\phi}{\rho_{p,eff}}$$



9. ábra: A repedéstágasság és a repedéstávolság mértéke az acélbetétek egymástól mért távolságának függvényében

ahol:

ϕ az acélbetét átmérője. Különböző átmérőjű acélbetétek esetén a ϕ_{eq} egyenértékű átmérőt kell alkalmazni az alábbiak szerint:

$$\phi_{eq} = \frac{n_1 \phi_1^2 + n_2 \phi_2^2}{n_1 \phi_1 + n_2 \phi_2}, \text{ ahol } n_1 \text{ a } \phi_1 \text{ átmérőjű, } n_2 \text{ a } \phi_2 \text{ átmérőjű acélbetétek száma.}$$

c betonfedés

k_1 az acélbetét és a beton közti tapadási tulajdonságokat figyelembe vevő tényező

$k_1 = 0,8$ bordás acélbetét esetén

$k_1 = 1,6$ sima felületű acélbetét esetén (pl. feszítőbetétnél)

k_2 a keresztmetszeten belüli feszültség(nyúlás)eloszlást figyelembe vevő tényező

$k_2 = 0,5$ hajlítás esetén

$k_2 = 1,0$ tiszta húzás esetén

Külpontos húzás esetén a k_2 közbelső értékei:

$$k_2 = \frac{\varepsilon_1 + \varepsilon_2}{2\varepsilon_1}, \quad \text{ahol } \varepsilon_1 \text{ a nagyobbik, } \varepsilon_2 \text{ a kisebbik a}$$

berepedt keresztmetszet szélső szálaiban számított nyúlások közül.

Ha a tapadásos acélbetétek egymástól távol helyezkednek el, azaz egymástól való távolságuk $> 5(c + \varnothing/2)$, vagy a húzott zónában nincs tapadásos acélbetét, a legnagyobb repedéstávolság a 9. ábra alapján a következő:

$$s_{r,max} = 1,3 (h-x)$$

3.3. Az alakváltozások ellenőrzése

Az alakváltozásokat a vasbeton szerkezetek funkciója, a szerkezeti elemek megfelelő működése, a csatlakozó elemek károsodásának megelőzése és a kedvezőtlen megjelenés elkerülése érdekében kell korlátozni.

A szerkezet funkciója, a szerkezeti elemek megfelelő működése és a kedvezőtlen megjelenés elkerülése érdekében a szerkezet lehajlását a kvázi-állandó kombinációnak megfelelő teher hatására a támaszköz 1/250-ed részében célszerű korlátozni.

A csatlakozó elemek károsodásának megelőzése érdekében és hídszerkezetek esetén a szerkezet lehajlását a kvázi-állandó kombinációnak megfelelő teher hatására a támaszköz 1/500-ed részében célszerű korlátozni.

A tervezett, és a szerkezeten kialakuló alakváltozások mértéke eltérhet egymástól, különösen akkor, ha a működő hajlítónyomaték értéke a repesztőnyomaték közelében van. Az eltérés mértéke függ az anyagjellemzők szórásától, a környezeti feltételektől, a terhelési történettől, a támaszok alakváltozást gátló hatásának mértékétől, az altalaj jellemzőitől, stb.

Az alakváltozások számítása során, a szerkezet repedésmentességének megítélésakor a 3. pontjának bevezetőjében leírtak szerint kell eljárni. A nem repedésmentes szerkezetek alakváltozásainak számításakor a szerkezet viselkedését a repedésmentes és a teljes hosszban berepedt állapotok közti átmenettel kell figyelembe venni, ahol az átmenet leírására az alábbi összefüggés alkalmazható:

$$\alpha = \zeta \alpha_{II} + (1 - \zeta) \alpha_I$$

ahol:

α alakváltozási paraméter, mely lehet pl. nyúlás, görbület, elfordulás, lehajlás, stb

α_I, α_{II} az α paraméter I. (repedésmentes), ill. II. (teljes hosszban berepedt) feszültségi állapot alapján számított értéke

ζ a húzott betonzóna merevítő hatását figyelembe vevő tényező:

$$\zeta = 1 - \beta \left(\frac{\sigma_{sr}}{\sigma_s} \right)^2$$

ahol:

β a teher tartósságát és ciklikusságát figyelembe vevő tényező az alábbiak szerint:

$\beta = 1,0$ egyszeri, rövididejű terhelés esetén

$\beta = 0,5$ tartós, vagy ismétlődő terhelés esetén

σ_s a húzott acélbetétben keletkező feszültség a vonatkozó hatáskombináció alapján, berepedt keresztmetszet feltételezésével számítva

σ_{sr} a húzott acélbetétben keletkező feszültség a repesztő nyomaték hatására, berepedt keresztmetszet feltételezésével számítva

A σ_{sr}/σ_s hányados tiszta hajlítás esetén az M_{cr}/M , tiszta húzás esetén az N_{cr}/N hányadosokkal helyettesíthető,

ahol M_{cr} a repesztőnyomaték, és N_{cr} a repesztő húzóerő.

Az erő jellegű terhelésből származó alakváltozások számítása során a beton húzószilárdságát az f_{ctm} mennyiséggel célszerű figyelembe venni. Ha a normálfeszültségek nagyrészt terhelő mozgásokból (pl. zsugorodás, hidratációs hő) származnak, akkor az alakváltozások számítása során a beton húzószilárdságát az $f_{ctm,fl}$ hajlító-húzószilárdsággal célszerű figyelembe venni.

A tartós terhelés hatására bekövetkező kúszás hatását az alakváltozások számításakor a következő $E_{c,eff}$ alakváltozási tényező alkalmazásával lehet figyelembe venni.

$$E_{c,eff} = \frac{1,05 E_{cm}}{1 + \varphi(\infty, t_0)}$$

ahol:

$\varphi(\infty, t_0)$ a kúszási tényező végértéke

E_{cm} a rugalmassági modulus értéke 28 napos korban.

Pontosabb vizsgálat esetén az alakváltozásokat az α alakváltozási paraméter alkalmazása helyett numerikus integrálással kell meghatározni a görbületnek a szerkezeti elem szükséges számú pontjában való számítása után.

Irodalom

- [1] MSZ EN 1992-1-1:2005 Eurocode 2: Betonszerkezetek tervezése. 1-1. rész: Általános és az épületekre vonatkozó szabályok
- [2] MSZ EN 1992-2:2006 Eurocode 2: Betonszerkezetek tervezése. 2. rész: Betonhidak. Tervezési és szerkesztési szabályok
- [3] MSZ EN 10080:2005 Betonacél. Hegeszthető betonacél. Általános követelmények
- [4] MSZ EN 10138 Feszítési huzalok
- [5] MSZ EN 206-1:2002 Beton. 1. rész: Feltételek, teljesítőképesség, készítés és megfelelőség
- [6] MSZ EN 197-1:2000 Cement 1. rész: Az általános felhasználású cementek összetétele, követelményei és megfelelőségi feltételei

A cikk témaköréhez kapcsolódó további EC előírások

- [7] MSZ EN 1990:2005 Eurocode: A tartószerkezeti tervezés alapjai
- [8] MSZ EN 1990:2002/A1:2006 Eurocode: A tartószerkezeti tervezés alapjai
- [9] MSZ EN 1991-1-1:2005 Eurocode 1: A tartószerkezeteket érő hatások. 1-1. rész: Általános hatások. Sűrűség, önsúly és az épületek hasznos terhei
- [10] MSZ EN 1991-1-4:2005 Eurocode 1: A tartószerkezeteket érő hatások. 1-4. rész: Általános hatások. Szélhatás
- [11] MSZ EN 1991-1-5:2005 Eurocode 1: A tartószerkezeteket érő hatások. 1-5. rész: Általános hatások. Hőmérsékleti hatások
- [12] MSZ EN 1991-1-6:2005 Eurocode 1: A tartószerkezeteket érő hatások. 1-6. rész: Általános hatások. Hatások a megvalósítás során
- [13] MSZ EN 1991-1-7:2005 Eurocode 1: A tartószerkezeteket érő hatások. 1-7. rész: Általános hatások. Útközésből és robbanásból származó rendkívüli hatások
- [14] MSZ EN 1991-2:2004 Eurocode 1: A tartószerkezeteket érő hatások. 2. rész: Hidak forgalmi terhei
- [15] MSZ EN 1997-1:2005 Eurocode 7: Geotechnikai tervezés. 1. rész: Általános szabályok
- [16] MSZ EN 1998-1:2005 Eurocode 8: Tartószerkezetek földrengésállóságának tervezési előírásai. 1. rész: Általános szabályok, szeizmikus hatások és az épületekre vonatkozó szabályok
- [17] MSZ EN 1998-2:2006 Eurocode 8: Tartószerkezetek földrengésállóságának tervezési előírásai. 2. rész: Hidak

A cikk témaköréhez kapcsolódó cikkek és könyvek

- [18] Farkas Gy.: A tartószerkezeti Eurocode-ok, Közúti és Mélyépítési Szemle, LVI. évf. 1. szám
- [19] Farkas Gy. – Lovas A. – Szalai K.: A tartószerkezeti tervezés alapjai az Eurocode szerint, Közúti és Mélyépítési Szemle, LVI. évf. 1. szám
- [20] Huszár Zs. – Lovas A. – Szalai K.: A tartószerkezeti hatások az Eurocode szerint, Közúti és Mélyépítési Szemle, LVI. évf. 2. szám
- [21] Kovács T.: Közúti hidak terhei az Eurocode szerint, Közúti és Mélyépítési Szemle, LVI. évf. 2. szám
- [22] Farkas Gy. – Huszár Zs. – Kovács T. – Szalai K.: Betonszerkezetek méretezése az Eurocode szerint, TERC, Budapest, 2006.

Summary

Design of concrete structures according to the Eurocode

This paper presents the principles and the general design equations for design of (plain, reinforced and pre-stressed) concrete structures according to the Eurocode 2. The main topics are the following. Material properties and design values of strengths for concrete, reinforcing and pre-stressing steel. Exposure classes and durability requirements. Verifications in ultimate limit states for axial and tangential forces: design resistance of cross sections for bending and shear, design of structural elements subjected to normal compression force. Serviceability limit states: stress limitation, crack and deflection control.

Törvény született

We Have a Bill

ITE Journal 2005. október, p. 37-39.

2005. augusztus 10-én az USA Elnöke aláírta a következő öt év felszíni közlekedését meghatározó törvényt. A Törvény a biztonságos, felelős, rugalmas és hatékony közlekedéshez való jogról – az úthasználók járandósága (Safe, Accountable, Flexible, Efficient Transportation Equity Act: A Legacy for Users – SAFETEA_LU) című jogszabály 286,5 milliárd dollárt biztosít a felszíni közlekedési rendszerek fejlesztésére, fenntartására és üzemeltetésére. A legnagyobb részarányt 228 milliárd dollárral a közúti programok képviselik, emellett 52 milliárd dollár jut a közforgalmú közlekedésre, 6 milliárd dollár pedig kiemelten a közúti közlekedésbiztonsági programok végrehajtását célozza. A tervezett ráfordítások 19 %-kal nőnek a korábbi pénzügyi ciklushoz képest. Nagy figyelmet fordítanak a finanszírozás stabilitására, az egyes államoknak szigorú elszámolási kötelezettséget írnak elő. A közúti program fő célkitűzései: a torlódások mérséklése és a levegőminőség javítása, közúti hidak programja, a közúti közlekedésbiztonság növelése, a nemzeti közúthálózat fejlesztése, közúti szállítási program. A közlekedésbiztonsági célok között a szintbeli közúti-vasúti átjárók és a nagy baleseti kockázatú külsőségi szakaszok helyzetének javítása szerepel. A közlekedésbiztonság növelésére fordítható összeget az egyes államok között a szövetségi támogatású úthálózat hosszának, forgalmi teljesítményének és a halálos balesetek számának alapján osztják fel. A közúti közlekedési kutatásokra fordítható összeg a megelőző időszakhoz képest 36%-kal magasabb. Megindítják a Jövőbeni stratégiai útügyi kutatási programot (Future Strategic Highway Research Program – FSHRP), melynek kiemelt területei: a közutak felújítása, a biztonság, a megbízhatóság és a kapacitás növelése.

G. A.

Tanuljunk a katasztrófából

Learning from Disaster

Steve Jacobitz

Public Roads Vol. 69, No. 3, Nov/Dec 2005.

(<http://www.tfhr.gov/pubrds/05nov/05.htm>)

Florida államot 2004-ben 5 hét alatt 4 nagy erejű hurrikán sújtotta, komoly katasztrófa helyzeteket okozva. A közútkezelő feladata már a vihar előrejelzésekor kezdődik, mert a kitelepítéseket ideiglenes jelzésekkel segítik, és ilyenkor a díjszedést felfüggesztik. A vihar alatt és után a segítségnyújtás feltételeinek biztosítása, majd a helyreállítás igényel jelentős erőket.

A tapasztalatok feldolgozása után több hasznos tanulságot lehet levonni. Az első és legfontosabb: számítsunk az elképzelhetetlenre, ezért a katasztrófa terveket a legváratlanabb helyzetekre is ki kell dolgozni. A második tanulság: kezelni kell a tapasztalatlanságot. A mentésben és helyreállításban részt vevők többségének nincs ilyen irányú gyakorlata, ezért nagyon világos és egyértelmű irányítás szükséges. A tények dokumentálása és a rendszeres képzés segít a tapasztalatszerzésben. A harmadik tanulság: fenn kell tartani a kommunikációt, és ebben nem lehet a mobil telefonokra számítani, saját mikrohullámú vagy rádiós átviteli rendszer üzemeltetése célszerű. A vihar után a helyreállítás talán legfontosabb feladata a megrongálódott jelzőlámpák üzemelésre alkalmassá tétele a közlekedésbiztonság érdekében. Ezt nehezítette az áramellátás gyakori hiánya, amit generátorok beállításával hidaltak át. Az általános üzemanyag-hiány miatt azonban ezek folyamatos működtetése sem volt egyszerű. Egy másik hatalmas feladat a vihar okozta szemét eltávolítása az utakról, melyet az elvárások alapján egy nap alatt kellene elvégezni. A szerződéses feladatok teljesítését megfelelően kell dokumentálni, hogy az esetleges későbbi viták elkerülhetők legyenek. A védekezés irányításához jó felszerelt operatív központ szükséges. 2005-ben az újabb hurrikánok lehetőséget adtak a tapasztalatok és tanulságok gyakorlati hasznosítására.

G. A.

A „Tervezz-építs” és a hagyományos építési módszerek közlekedési hatásainak összehasonlító elemzése

Comparative Analysis of Travel Impacts between the Design-Build and Traditional Building Methods

A. Z. Stevanovic, P.T. Martin, R. Disegni

Journal of Transportation Engineering

2005. 9. p. 708-716. á:5, t:2, h:11.

Az USA Utah államában a főváros Salt Lake City nagyvárosi övezetén áthaladó I-15 autópálya 25 km hosszú szakaszát az állam Közlekedési Minisztériuma a gyorsabb átfutási idejű „Tervezz-építs” módszerrel újjátarta fel. A projekt végrehajtása a közúti forgalmat így négy és fél évig zavarta. A hagyományos módon történő átépítés a projekt részekre bontásával, a tervezés, tenderezés és építés lépéseivel egy egész évtizedig tartott volna. Erre azonban már csak azért sem volt mód, mert az 1997-ben megkezdett felújításnak a 2002. évi Téli Olimpiai Játékok előtt el kellett készülnie. A cikk szerzői összehasonlították a kétféle építési módszer közlekedési és környezeti hatásait. A forgalom akadályozásából adódó késleltetések, a baleseti helyzet, valamint a káros anyag kibocsátás becslése egyaránt a gyorsabb építési mód előnyét bizonyítja, bár a forgalomterelések kiterjedése nagyobb területet érintett. Az elemzésekhez az átépítés során felvett adatokat és a hagyományos építési módra vonatkozó állami előírásokat használták fel, a közlekedési hatások számszerűsítését a VISUM szimulációs modell alkalmazásával, napi ráterhelésekkel határozták meg. A hatásokat egy 15 éves időszakra (1996-2010) összegezték a modellben. Viszonyítási alapként az építés nélküli helyzetet használták fel. Az úthasználók számára a késedelmek szempontjából egyértelműen jobb volt a választott megoldás. A káros anyagok és a balesetek esetén a kedvező hatás mérhető volt ugyan, de kevésbé jelentős. Folyamatosan növekvő közlekedési igény esetén kiemelt jelentőséggel bír a hasonló nagyságrendű rekonstrukciós projektek átfutási idejének lerövidítése.

G. A.

Bevezető

A hazai infrastruktúra elmaradottságának felszámolása minden résztvevőtől, szereplőtől, gyors és hatásos megoldásokat igényel. Nem lehet tovább tartani a földműépítés során korábbi egyeduralkodó szemléletet, hogy a nedves talajokat – kötött, erősen kötött típusúakat kivéve – szántással, szárítással, szellőztetéssel, a nap hatásának igénybevételével kell és lehet alkalmassá tenni a földmű építésére, hiszen az a később felvett nedvesség, terhelés hatására a teljes ráépített pályaszerkezet tönkremenetelét is okozhatja.

A korábban is adott lehetőségekkel – meszes talajszárítás, tulajdonság javítás, stabilizálás – széles körben élni kell, mert úgy az elméleti háttér, mint a gyártási kapacitás és a hatásos építőgépek ma már rendelkezésre állnak.

Mi akkor hát a gond?

A tervezés során, ha földműépítés költségirányzatában (méret és mennyiségsszámítás előirányzat, beárazandó mennyiségek) nem szerepel ez a tétel, óriási harc indul el, hogy a reális ráfordítási költséget a kivitelező elismertesse, sokszor ezen megbukik az egyébként hatásos, környezet- és talajbarát, gazdaságos meszes kezelés.

Mi, akik a mészkezeléstől kezdve az őrölt, égetett mészen át, a porrá oltott mézig / vagy méshidráig a gyártás, értékesítés, felhasználás marketing feladatait is végezzük – nagy gyakorlatú útépítő cégekkel, szakértőkkel közösen – tudjuk, hiába több ezer éves, jól bevált építőanyagról van szó, a jó termék minél szélesebb körű elterjesztésében még sok információ átadással tartozunk. Ezen szeretnék saját lehetőségeimmel élve segíteni.

Olyan – a műszaki előírásokban divatos szóval élve – 1:1-ben beilleszthető megfogalmazás került összeállításra, amely a tervező mérnökök, előkészítő mérnökök, tervezést irányító projekt menedzserek kezébe adja azt a néhány lapot, amelyet 5-8 tankönyvből sem lehet talán ilyen hatásosan összeválogatni. Kérjük a tervezőket, éljenek a javasolt szövegezés tervbe illesztésével és a földműépítés felfokozott tempója által igényelt, minőséget javító meszes kezelést a földmű építés 25-30%-ban irányozzák elő. Jobban használják ki a védőréteg meszes stabilizálásában rejlő előnyöket, mivel ezzel pályaszerkezeti megtakarítást is el lehet érni. Bízom abban, hogy munka hozzájárul ennek a természet ajándékának is nevezhető, ősi építőanyagának a minél szélesebb körű felhasználásához, alkalmazkodva a gyorsuló ütemű infrastruktúra építés igényéhez.

Rövid átfutási idejű földműépítés során a nem kötött, vagy kevésbé kötött talajok elnedvesedésekor – bevágásból fejtve természetes fekvésben – tartós esőzések hatására az optimális tömörítési víztartalmat wopt + 3%-ot meghaladó, vagy lényesen meghaladó víztartalom jelenhet meg a talajban.

Homoklisztek, iszapos homoklisztek, homoklisztes iszapok, sovány agyagok, közepesen kötött és kövér agyagok, mind-mind megmunkálhatóvá válnak – a magas víztartalmuk ellenére is – ha meszes kezeléssel alkalmassá tesszük ezeket az anyagokat azonnali beépítésre, akár a kivitelezés helyszínén, akár a föld depónián.

A kezelést követően nő a talaj, földmű:

- nyírószilárdsága,
- teherbíró képessége,
- javul a tömöríthetősége,
- optimális tömörítési víztartalma,
- tartóssága,
- csökken a vízfelvevő képesség, csökken a térfogat változási hajlam.

Az azonnali megmunkálhatóság a mész talajban történő oltódása révén valósul meg. A szárítás során némi szilárdságnövekedés is végbe megy, de alapvetően a könnyebb tömöríthetőség elérését segíti leghatásosabban a meszes kezelés. A stabilizálás során pedig szárítás, és szilárdságnövekedés megy végbe. A kezelt réteg teherbírása azonnal megnő, majd folyamatosan emelkedik, mindaddig, amíg „szabad”, mész szemcsék vannak a talajban. A kezelést követő 1 héten belül a várható végleges szilárdság 70-80%-át eléri a mésszel kezelt réteg, ezután a szilárdság csak kis mértékben, de továbbra is folyamatosan növekszik.

Laborvizsgálat

A kezelést igénylő talajból mintát kell venni és abból az alábbi vizsgálatokat kell elvégezni meszes kezelés előtt:

- Plasztikus index (Ip) meghatározása MSZ 14043-3 szabvány szerint. $Ip \geq 15\%$ esetén a kezeléstől intenzív teherbírás növekedés várható. $10\% \leq Ip \leq 15\%$ értékek közötti talaj kezelésekor mérsékelt teherbírás növekedés várható.
- Proctor vizsgálat MSZ 14043-7 szerint.
- Szerves anyag tartalom meghatározása MSZ 14043-9 szabvány szerint.
- Az alkalmassági vizsgálathoz a stabilizációs munkák megkezdése előtt próbabeépítést kell végezni 3 különböző mérszadagolással és próbatömörítéssel, majd azon 3 napon teherbírásmérést kell végezni. Ez alapján kell a végleges kötőanyag adagolást és a tömörítési munkát meghatározni. A próbabeépítés helyett elfogadható a laboratóriumban végrehajtott különböző kötőanyag tartalmú CBR vizsgálatok eredményei alapján készített alkalmassági vizsgálat is.

A meszes talajkezelésnek két változata létezik:

1. Talajszárítás:

Talajszárítás esetén 1,0-3,0% meszet kell feltételezzünk (a talaj száraz térfogatsűrűségéhez viszonyítva), ezek az értékek a tapasztalatok és a laborvizsgálatok alapján hatékonyak szoktak lenni. Használata: elázott, homoklisztek, homokos, iszapos talajok esetén, szárítás céljából, az őrölt égetett mész hozzáadásával ajánlott.

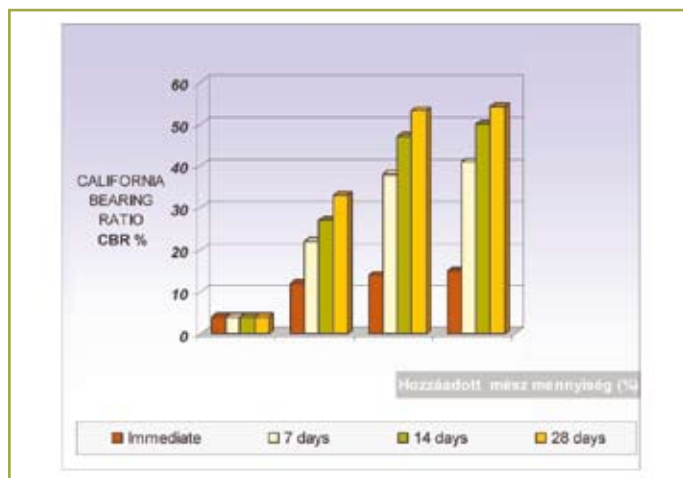
2. Talajstabilizálás:

Talajstabilizálás esetén 3,0-5,0% meszet kell feltételezzünk (a talaj száraz térfogatsűrűségéhez viszonyítva), ezek az értékek a tapasztalatok és a laborvizsgálatok alapján hatékonyak szoktak lenni. Használata: elázott, sovány agyagok, közepesen kötött és kövér agyag talajok esetén, szárítás és stabilizálás céljából,

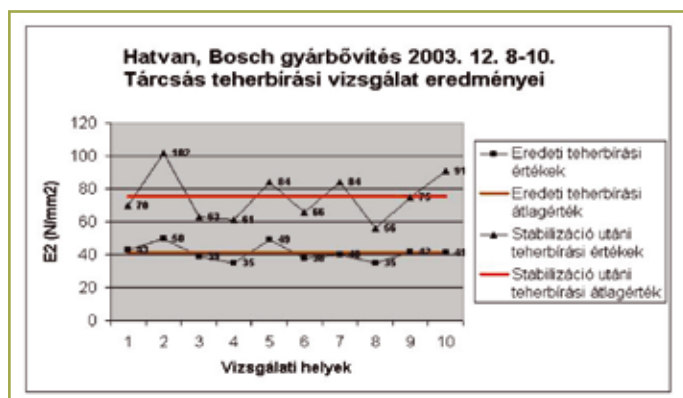
¹ Utépítési és fenntartási üzemmérnök, a REFORMÚT Kft. ügyvezető igazgatója, reformut@mail.datanet.hu

az őrölt égetett mész hozzáadásával ajánlott. Ugyanezen célra mészhidrát használata is javasolt a talaj tulajdonságainak javítás-
ra, ott, ahol a talaj természetes víztartalma közel azonos az opti-
mális tömörítési víztartalommal. Amennyiben a száraz agyag
talajok talajfizikai jellemzőinek javítása a cél, úgy, oltott mészpé-
pet, mésztejet célszerű használni.

Az égetett mész, mészhidrát szállítása, tárolása kizárólag száraz,
légmentesen zárt szállító és tárolóeszközökben történjen. Az



1. ábra: CBR% változás meszes kezelés hatására



2. ábra: A teherbírás növekedése meszes kezelés után

1. ábra a kezelés hatására létrejövő CBR% változást, a 2. ábra a teherbírás növekedést mutatja.

Kivitelezés:

A mész hozzáadásával készülő talajmanipulációk szárítás, talajstabilizálás célgépek segítségével valósulhatnak meg elvárt homogén minőségben. A WIRTGEN, HAMM-RACO, BOMAG G+ típusú professzionális marógépek a talaj fellazítását és az elterített kötőanyag összekeverését egy lépésben meg tudja oldani. A javítandó területet földmű közbeeső réteg esetén egyenesben min. 4% oldalesés mellett kell kialakítani. Védőréteg – talajstabilizáció, konzerváló réteg esetén – a terv szerinti oldalesés ± 2 cm pontosság elvárt talajkeverés előtt. A mész terítését kötőanyagszóró célgép segítségével – ritkán, kis felületeknél kézzel – vagy mésztej felhasználása esetén közvetlenül a talajmaró keverőterébe juttatva lehet elvégezni.

Gépi terítés (3. ábra) előtt a kiszórt mész mennyiségét 0,5 m² alapterületű tálca segítségével tudjuk meghatározni. 500 m²/terítési sávonként kell ellenőrizni. Előírás $\pm 10\%$, szemben az elméleti értékkel. Hosszirányban 1,0 m és átlapolással, keresztirányban 0,25 m átlapolással kell dolgozni úgy, hogy kötőanyag az átlapolásokra is csak egyszer kerülhet. Nedvesítésre csak akkor



3. ábra: A mész egyenletes kijuttatása kötőanyagszóró gépből

kerül sor, ha a meszes kezelés hatására túlságosan szárazra sikerül a keverék. A talaj és a kötőanyag homogén keverését a speciális talajmarók (4. és 5. ábra) egy menetben elvégzik az eredmény eléréséhez szükséges rétegvastagságban. A tömörítést legalább 12 tonnás vibrohengerekkel (6. ábra) kell végrehajtani. Nagy amplitúdójú, kis frekvenciájú vibro tömörítést követően. Grédezéssel kell a végső profilt kialakítani. Ezután kis amplitudóra és nagy frekvenciára állított tömörítő géppel kell a végső tömörítést elvégezni, acél palástú tömörítő hengerrel, majd a felületet gumihengerrel be kell simítani.



4. ábra: Talajmarógép homogenizál



5. ábra: Talajmaró munka közben



6. ábra: Vibrohenger munka közben

Végző tömörítés

Az elkészült stabilizáció vastagságát ellenőrizni kell. Az épített sáv két szélén le kell ásni és 2 mm pontossággal meg kell határozni a rétegvastagságot. 500 m/forgalmi sáv, megengedett eltérés: -2 cm. A képzett stabilizációt $T_{ry} \geq 95\%$ -ra kell tömöríteni (3% negatív tűrés megengedett). Az egyes rétegek (talajszáritás esete) egymás után kiváras nélkül építhetők.

Utókezelés: a mésszel kezelt talaj utókezelése nem kötelező, de ajánlott a felület nedvesen tartásáról forró, szeles időben gondoskodni. A munkaközi víztelenítésre minden esetben nagy hangsúlyt kell fektetni.

Minősítés: a mintavételi és minősítési terv szerinti gyakorisággal a teherbírásra és tömörségre

Munkavédelem: minden mésszel való kezelés előtt, mindenre kiterjedő részletes balesetvédelmi oktatást kell végrehajtani. A sárga fényvisszaverő mellény és a fejtámla sisak használata, zárt munkaruha és munkavédelmi megfelelőséggel bíró bakancs használata, keverés esetén porálarc, védőszemüveg használata kötelező.

Felhasználásra kiválasztott méssz termék paraméterei:

- oltatlan kalciumos méssz (őrölt égetett méssz):
Aktív CaO: 95-97%,
SiO₂ max: 1%,
Al₂O₃ max.: 1%,
Szemcsenagyság: 0-2 mm,
Szitamaradék: Ø 0,2 mm max.: 10%
- hidratált kalciumos méssz (mészhidrát):
Aktív CaO: 94-96%,
SiO₂ max.: 1%,
Szitamaradék Ø 0,2 mm max.: 2%

A meszes talajstabilizáció sajátosságai a stabilizálás során:

- csökken a víztartalom,
- javul a plaszticitás (azt jelenti, hogy nagyobb mennyiségű víz befogadása mellett szilárdságcsökkenés nem lép fel).

Azt kell figyelembe venni az építés során, hogy égetett méssz, oltott méssz esetén a kedvező változások 6 órán belül végbemennek. Szemcsés talaj stabilizálása esetén a meszet hidraulikus kötőanyaggal keverve kell használni az azonos hatás elérése érdekében

Technológiai követelmény a talaj stabilizálása során:

- A talajt olyan mértékben kell fellazítani és homogenizálni, hogy egyetlen nagyobb rög se akadályozza a talaj mésszel való összekeveredését.
- Célszerű legalább 30 cm-es bedolgozási mélységet választani. Ebben az esetben 15-18 kg/m² méssz felhasználásával lehet számolni.
- A méssz elterítése után a lehető legrövidebb idő alatt meg kell valósítani a bedolgozást.
- a tömörítésre az azonnali, de legkésőbb az aznapi bedolgozás az előírás.

A meszes kezeléssel alkalmassá tehetőek az ÚT 2-1.222 szerinti földműanyagok, valamint:

- Az $I_p > 40$ plasztikus indexű, és/vagy
- $I_c < 0,65$ vagy $I_c > 1,75$ konzisztencia indexű kötött talajok esetében is alkalmazható a meszes kezelés, azonban a kötőanyag terítést és bekeverést két menetben kell elvégezni.
- talajvíz szulfátion tartalma ne legyen több 1,9 g/l-nél.

Szítáló esőben, amíg nem mossa ki az eső a hatóanyagot a talajból, nem tiltott a munkavégzés. A meszes talajkezelés mindaddig kivitelezhető, míg a talaj megmunkálható.

Összegzés

Amikor napjainkban az olcsóbb út és autópálya építés igénye került előtérbe, sokkal szélesebb körben kell felhasználnunk ezt az ősi, kiváló földmű javító anyagot. A méssz származékok, melyek a drága és igen gyakran szükségtelen, indokolatlan, ezért pazarló talajcserét sok esetben kiválthatják, kerüljenek már a tervezési időszakban a földmű tervezés kiírásába, mennyiségi előírással. Ez az anyag olyan lehetőséget ad a kezünkbe, amellyel az eddigiekhez képest lényegesen szélesebb körben élni lehet és kell, a természetbarát, gazdaságos és tartós szilárdságot is növelő tulajdonságai miatt.

Summary

Lime soil treatment

The paper draws the attention to the well-known, environmentally sustainable, economic and durable, but in the designing practice usually neglected method of lime treatment of different soil types. Despite of eventual high water content, very fine sand, muddy rock-flour, mud, lean clay, medium-cohesive and fat clay may all be utilizable for earthworks construction if stabilized by lime either on the working site, or in the earthwork stockpile. The details of the treatment to be applied depend on the results of the laboratory tests, and the execution is performed by using special machines, loosening the soil and simultaneously mixing the lime material (1-3 % for soil dehydration or 3-5 % for soil stabilization). The estimated costs of lime soil treatment, which may replace the unnecessary and costly soil exchange, shall be considered with proper quantity estimation already at the designing phase.



Terebesi Zsuzsanna: Fém és víz szerelme 1-5.

Közúti fotópályázat nyertesei

Februári lapszámunkban a 2006. évi közúti fotópályázat „Sorozat” kategória második helyezettjét mutatjuk be.

ÁRA | 400 FT

REVUE OF ROADS AND CIVIL ENGINEERING

HUNGARIAN MONTHLY REVUE OF ROADS
AND CIVIL ENGINEERING
BUDAPEST

A SZERKESZTÉSÉRT FELELŐS: DR. KOREN CSABA

SZERKESZTŐSÉG: SZÉCHENYI ISTVÁN EGYETEM,

KÖZLEKEDÉSEPÍTÉSI ÉS TELEPÜLÉSMÉRNÖKI TANSZÉK

UNIVERSITAS-GYŐR KHT.

9026 GYŐR, EGYETEM TÉR 1.; TEL.: 96 503 452; FAX: 96 503 451;

E-MAIL: KOREN@SZE.HU, TOTHZS@SZE.HU

KIADJA: MAGYAR KÖZÚT KHT. 1024 BUDAPEST, FÉNYES ELEK U. 7–13.

DESIGN ÉS NYOMDAI MUNKA: INSOMNIA REKLÁMÜGYNÖKSÉG KFT.

ELŐFIZETÉSBEN TERJESZTI A MAGYAR POSTA RT. HÍRLAP ÜZLETÁGA
1008 BUDAPEST, ORCZY TÉR 1.

ELŐFIZETHETŐ VALAMENNYI POSTÁN, KÉZBESÍTŐKNÉL,

E-MAILEN: HIRLAPELOFIZETES@POSTA.HU, FAXON: 303 3440.

TOVÁBBI INFORMÁCIÓ: 06 80 444 444.

MEGJELENIK HAVONTA **600** PÉLDÁNYBAN.

KÜLFÖLDÖN TERJESZTI A „KULTÚRA” KÜLKERESKEDELMI VÁLLALAT
(BUDAPEST 62, POSTAFIÓK 149).

INDEX 25 572 ISSN 1419 0702