

Közúti acélhidak felszerkezetének fenntartása

Megbízó: Közlekedési, Hírközlési és Vízügyi Minisztérium
Országos Közúti Főigazgatóság

Szerzők: Dr. Lublói László
Dr. Németh György
(5.1., 8. pontok)

Lektorok: Guzmics János
Dr. Tóth Zoltán

Konzulensek: Kolozsi Gyula
Dr. Tóth Ernő

Győr, 1990. november

T A R T A L O M

	Oldal
Bevezetés	1
1. A hídfenntartás fogalma és jelentősége	3
2. A közúti acélhidak fenntartásával kapcsolatos tapasztalatok	8
3. Közúti hidak tervszerű megelőző fenntartási feladatai	14
3.1. A hidak tisztítása	14
3.2. Rézsűk, töltéslezárások karbantartási feladatai	16
4. Közúti hidak folyamatos fenntartási feladatai	17
4.1. Eseti kisebb javítások	17
4.2. Balesetelhárító javítások	18
5. Közúti hidak acél felszerkezetének ütemezett fenntartása	19
5.1. Acél főtartószerkezetek	19
5.1.1. Korróziós károsodások és a védőbevonatok romlása	20
5.1.2. Kötőelemek, kötések károsodása	20
5.1.3. Rezgések, lengések okozta károk	23
5.1.4. Káros mértékű alakváltozás	23
5.1.5. Rendellenes elmozdulás	24
5.1.6. Stabilitásvesztési károsodások	24
5.1.7. Repedések, törések	26
5.2. Öszvér főtartószerkezetek	30
5.3. Acél pályaszerkezetek	32
5.3.1. Ortotrop pályaszerkezet	32
5.3.2. Acélpályatartós - vasbetonpályalemezes pályaszerkezet	33
5.3.3. Acélpályatartós - együttdolgozó vasbetonlemezes (öszvér) pályaszerkezetek	34
5.3.4. Zórás vasas pályaszerkezet	34

II.

	Oldal
6. Közúti hídfelszerkezetek egyéb szerkezeti elemeinek ütemezett fenntartása	37
6.1. Pályaszerkezetek	37
6.1.1. Vasbeton pályaszerkezet	37
6.1.1.1. Repedések keletkezése, káros megnyílása	38
6.1.1.2. Korróziós hibák	44
6.1.1.3. Fészkés, porózus beton	49
6.1.1.4. A felületvédelem felhólyagosodása,leválása	49
6.1.1.5. Nedvesedések átázások	51
6.1.1.6. Injektálási hibák	51
6.1.1.7. Káros mértékű alakváltozás	52
6.1.1.8. Rezgések, lengések okozta károk	52
6.1.1.9. Mechanikai sérülések	53
6.1.1.10 Törés	54
6.1.2. Fapályaszerkezetek	54
6.1.2.1. Alaki és felépítési hibák	55
6.1.2.2. Szerzett fahibák	55
6.1.2.3. Rovarkárok	55
6.1.2.4. Fabetegségek	57
6.1.2.5. A hídszerkezet üzemeltetése során keletkező hibák	59
6.1.2.6. A faanyagvédelem felújításának elhanyagolása	60
6.2. Saruk, ingák	60
6.2.1. Felfekvési hibák	61
6.2.2. Mozgósaruk - ingák, görgők - mozgásának akadályozottsága	63
6.2.3. Sarualkatrészek meglazulása, berágódása, csorbulása, repedése, törése	66
6.2.4. Saruk, illetve a megtámasztott szerkezet felemelkedése	66
6.2.5. Mozgósaruk, ingák helyzete nem a hőmérsékletnek megfelelő	66
6.2.6. Saruk, ingák korróziós károsodása	67
6.2.7. Műgumisaruk öregedése, felületi repedése, elferdülése, vándorlása	67

III.

	Oldal
6.3. Csuklók, csapok	68
6.3.1. Csuklók, csapok kopása, kilazulása	68
6.3.2. Csuklók, csapok korróziós károsodása	68
6.4. Híd pályaszigetelések	69
6.4.1. A szigetelés helyi folytonossági hiánya	69
6.4.2. A szigetelés áttörések hibái	71
6.4.3. A szigetelt felületek határvonalain keletkező meghibásodások	71
6.4.4. A szigetelési teknőben pangó víz	72
6.4.5. A hiányzó szigetelés okozta károk	72
6.5. Híd pályaburkolatok	72
6.5.1. Alakváltozási hibák	74
6.5.2. Repedések	75
6.5.3. Bomlások	77
6.5.4. Felületi hibák	78
6.5.5. Egyéb hibák	79
6.6. Gyalogjárda ill. kiemelt szegélyszáv	82
6.7. Hídszerelvények	82
6.7.1. Dilatációs szerkezet	83
6.7.2. Pályamegszakítás	90
6.7.3. híd korlát, vezető korlát	92
6.7.4. Víznyelő	93
6.7.5. Egyéb hídszerelvények	95
6.8. A hídon átvezetett közművek	96
7. Acél felületek korrózióvédelme	100
7.1. A korrózió fogalma	100
7.2. A fémkorrózió megjelenési formái	102
7.3. Az acélhidak korróziós igénybevétele	104
7.4. Korrózióvédelmi bevonatrendszerek	106
7.5. A bevonatrendszerek károsodása	107
7.6. A bevonatrendszer károsodásának értékelése	108

IV.

	Oldal
7.7. A bevonatrendszer felújítása	109
7.8. A korrózióvédelmi munkák technológiája	112
7.8.1. Felületelőkészítés	112
7.8.1.1. Oxidmentesítő eljárások (rozsdátlanítás)	113
7.8.1.2. Zsírtalanító eljárások	117
7.8.2. A festékrétegek felhordása	117
7.9. Különleges korrózióvédelmi eljárások	119
7.10. A korrózióvédelmi munkák ellenőrzése	120
8. A fenntartás élettartam növelő hatása, gazdaságos- sága	121

Függelék

Fénykép melléklet

Irodalomjegyzék

A szövegben említett szabványok, műszaki leírások

Bevezetés

Közúti acélhidjaink jelentős része a II. világháborút megelőző időkben, sőt még korábban a századforduló környékén épült. Gazdasági teherbíróképességünk az utóbbi évtizedekben csak néhány nagyobb közúti acélhíd létesítését tette lehetővé, s gazdasági lehetőségeink a belátható jövőben sem fognak javulni. Ebből következően a közúti acélhidak jelenlegi 35 - 40 évre becsülhető átlagos életkora tovább fog növekedni. Ezért meglevő hídállományunk megóvása, hídszerkezeteink élettartamának meghosszabbítása alapvető érdekünk, s nekünk a hídtervezésben, -építésben, -fenntartásban dolgozó szakembereknek alapvető kötelességünk.

Jelen tanulmányban a közúti acélhidak felszerkezetének fenntartási munkáival foglalkozunk. **Célunk az, hogy a fenntartásban résztvevő, azt irányító szakembereknek munkájukat segítő olyan anyagot adjunk a kezükbe, amely eligazítja őket, hogy az egyes szerkezeti elemek károsodása, meghibásodása esetén mit tegyenek.** Ebből adódóan nem térünk ki a hídnyilvántartás, az útvonalengedélyezés, a hídfelügyelet kérdéseire és a mindig egyedi tervet, megoldást igénylő hídfelújítás feladatait is csak felsoroljuk - mivel átfedésben vannak a folyamatos, ill. ütemezett fenntartási feladatokkal -, de részletesen nem tárgyaljuk.

Az 1. fejezet tárgyalja a hídfenntartás fogalmát, tartalmát, jelentőségét és szükségességét. A hidakat különböző károsító hatások érik, amelyek következtében romlanak, elavulnak. A komplex hídfenntartási munkák színvonala határozza meg a hídszerkezetek tartósságát, időállóságát, élettartamát.

A hazai közúti acélhidak (nem csak a felszerkezetre vonatkozó) fenntartási tapasztalatainak összegzése megmutatja a leggyakrabban előforduló meghibásodásokat, amelyek megelőzésére, kijavítására kell a fenntartási munka súlypontját helyezni.

A közúti hidak tervszerű megelőző, ill. folyamatos fenntartási feladatainak (hidak tisztítása, eseti kisebb és balesetelhárító javítások) célja a hibák, károsodások megelőzése, ill. a felfedezett hiányosságok azonnali (mielőbbi) kijavítása, hogy a hibák kialakulását, ill. továbbterjedését megakadályozzuk.

A közúti acélhidak felszerkezetének ütemezett hídfenntartási feladatait jelen tanulmány szerkezeti elemek szerinti bontásban tárgyalja. A szerkezeti elemeken belül minden egyes károsodási formát külön vizsgál, felsorolva a hiba megjelenési formáit, felismerésének lehetőségeit, a hiba okait és a javítás módjait. Az acélhidak felszerkezetének fenntartási feladatait két különálló fejezetben részletezzük. Az egyik az acélfelszerkezetekkel, tehát az acél anyagú fő teherviselő elemekkel (acél- és öszvérfőtartók, acélpályaszerkezetek); a másik a közúti hídfelszerkezetek egyéb szerkezeti elemeivel (vasbeton-, fapályaszerkezetek, saruk, csuklók, hídpályaszigetelések és -burkolatok, gyalogjárdák, ill. kiemelt szegélyszávok, hídszerelvények) foglalkozik. A különválasztást az indokolta, hogy az egyéb szerkezeti elemek fenntartási feladatai - a főtartó anyagától függetlenül - minden közúti hídra azonosak.

Külön fejezet foglalkozik az acélfelületek korrózióvédelmével. A kiemelést két tény indokolta: az acélfelszerkezetek fenntartása során a korrózióvédelem döntő fontosságú, ill. az acélfelületek károsodása az acélanyagú teherviselő és egyéb (pl. hídszerelvények) szerkezeti elemeken egyaránt előfordul.

A hídfenntartás döntő fontosságú a műtárgy élettartamában, időállóságában, tartósságában, tehát a fenntartásra fordított költségek többszörösen megtérülnek. A közúti hidak tervezett élettartamú (általában 100 év) működtetése - a hidak jelenlegi állapotában, elhanyagoltatottságában - a hídfenntartási ráfordítások növelését teszi szükségessé.

1. A hídfenntartás fogalma és jelentősége

A hidak a közlekedési hálózatban kiemelt helyet foglalnak el: a közutak legkényesebb és fajlagosan legértékesebb részei. A hidak meghibásodásai a közút használhatóságát közvetlenül befolyásolják: a forgalmat akadályozzák, késleltetik, sőt veszélyes károsodásuk, lezárásuk esetén lehetetlenné teszik. A hidakon bekövetkező balesetek általában súlyos kimenetelűek, az okozott kár pedig az átlagosnál nagyobb szokott lenni (pl. hidak rongálása). A hidakkal szemben alapvető igényként támasztjuk, hogy mindig üzemképes állapotban legyenek, a velük szemben támasztott követelményeket kellő biztonsággal kielégítsék és élettartamuk a lehető leghosszabb legyen. Ezért a hidak állandó, rendszeres felügyelete, a károk megelőzése, ill. korai felismerése a fenntartási, felújítási munkák időbeni elvégzése a biztonságos, folyamatos, hosszú élettartamú közlekedés alapvető feltétele.

A hidakat használatuk során különféle **károsító hatások** érik:

- a **rendeltetésszerű használat** természetes elhasználódást okoz (fáradás, mozgások, lazulás);
- a **nem rendeltetésszerű használat** (túlsúlyos, túlméretes jármű, ütközések, balesetek) a híd részleges meghibásodását vagy esetleg teljes tönkremenetelét eredményezheti;
- az **időjárás** (hőmérsékletváltozás, napsugárzás, víz, olvadás-fagyás) hatása rombolja a híd elemeit, korróziót okoz;
- a **környezetszennyezés** (légszennyeződés, füstgázok, olvasztósó, kémiai anyagok) korróziós károsodásokat vált ki;
- a **mikroorganizmusok** főleg a híd farészeit károsítják;
- a **növényzet** bomlasztó és fesztítő hatásával rombolja a műtárgyat és tartozékait;
- a **természeti csapások** (árvíz, jégzajlás, földrengés, tűzeset) nem számított nagyságú mozgásokat, károsodásokat keltethetnek;
- **kivitelezési hibák** (pl. nem megfelelő anyag, helytelen technológia).

A fenti tényezők hatását a **fenntartás hiánya** időben megnöveli, fokozza, mivel a hibák kifejlődését beavatkozás hiányában közvetve elősegíti.

Ezen hatások, okok következtében a műtárgyak lassabb vagy gyorsabb ütemben romlanak. A **híd romlása** ideális körülmények között lassú folyamat: rendszeres javítás mellett az acélhidak átlagos élettartamát 80-100 évre becsülik. A romlás természetes folyamat, de folyamatosan végzett fenntartással lassítható. A felsorolt hatások következtében előálló romlásokat lehetőleg megelőző intézkedésekkel kell mérsékelni, illetve a keletkezett hiányosságokat minél előbb ki kell javítani.

A megelőző intézkedéseknek már a **tervezés** során érvényesülniük kell. A hidakat úgy kell tervezni, hogy pl.:

- minden részük jól hozzáférhető legyen;
- ne alakuljanak ki rajtuk szennyeződés- és vízgyűjtő helyek;
- a pályáról a víz minél gyorsabban eltávozzon;
- dilatációs szerkezetük vízzáró legyen;
- vízelvezető, víztelenítő berendezéseik megfelelő méretűek és tisztíthatók legyenek;
- a hidak teljes pályafelülete szigetelt legyen.

A tervezéskor figyelembe kell venni azt az alapelvet, hogy a műtárgy akkor gazdaságos, ha a létesítés, karbantartás, fenntartás, felújítás és üzemeltetés **együttes költségei minimálisak**.

A fentiekben a hidak elhasználódásáról, előregedéséről, romlásáról beszéltünk. Meg kell különböztetni a hidak **műszaki elavulását**, amikor már a velük szemben támasztott forgalmi igényeknek - legtöbbször a teherbírás és a szélesség szempontjából - már nem felelnek meg. A hidak műszaki elavulásával kapcsolatos teendők az előrelátó tervezés, a hídkorszerűsítés és az új híd létesítése, a hídberuházás területéhez tartoznak.

A hídfenntartásnak biztosítania kell a híd hosszú élettartamát és kellő biztonságú teherbírását, valamint a hídon átvezetett közúti forgalom ill. a híd alatti esetleges forgalom biztonságát és zavartalanságát.

Hídfenntartásnak nevezzük a használatban levő hidak állagának megóvására irányuló rendszeresen és tervszerűen végzett tevékenységek összességét, amelyek a különböző hatások miatt keletkező hibák és károsodások megelőzését, ill. kijavítását szolgálják. Másképpen fogalmazva a hídfenntartás a híd állagának megóvása érdekében végzett olyan folyamatos munka, amely a műtárgy élettartama alatt - amennyiben más körülmény a korszerűsítést, újjáépítést nem teszi szükségessé - állapotát olyan szinten tartja, hogy feladatait minden időben a forgalom által megkövetelt szinten - az eredeti építési paraméterek határáig - betölthesse.

A hídépítésben a fenntartás konkrét értelmezése, tartalma, határai még nem tisztázottak általánosan, az irodalom többféle felosztást ismer. Ezért fontosnak tartjuk, hogy tisztázzuk néhány fenntartással kapcsolatos, azzal összefonódó, átfedésben lévő fogalmat.

A **hídfenntartás** állandó, komplex tevékenység, amely a következő **elemekből** áll:

- a hidakkal kapcsolatos nyilvántartás;
- a túlsúlyos és túlméretes járművek útvonalengedélyezése;
- a hidak rendszeresen ismétlődő felügyelete (ellenőrzése, vizsgálata);
- a rendszeresen végzett, tervszerű megelőző fenntartási feladatok (tisztítás, részsűk, töltéslezárások karbantartása);
- az ellenőrzések alapján végzett, folyamatos fenntartási feladatok (eseti kisebb, ill. balesetelhárító javítások);
- a hídvizsgálatok alapján végzett, ütemezett fenntartási feladatok;
- a hídfelújítás.

Jelen tanulmányban a tervszerű megelőző, a folyamatos, ill. az ütemezett fenntartási feladatokkal foglalkozunk, a hidak nyilvántartását, az útvonalengedélyezést, a hidak műszaki felügyeletét és a hídfelújítást jelenleg nem tárgyaljuk. Utóbbiakkal más tanulmányok, ill. műszaki előírások, szabványok foglalkoznak.

Kiemeljük, hogy a fenntartás során nagy hangsúlyt kell fektetni a műtárgyak **rendszeres műszaki felügyeletére**, amelynek célja, hogy az esetleg keletkezett hibákat idejekorán felismerjük és azokat a nagyobb károsodások keletkezését vagy a forgalombiztonság veszélyeztetését megelőzően megszüntessük.

Tervszerű megelőző fenntartás (tervszerű megelőző karbantartás). Rendszeresen végzett fenntartási feladatok, amelyek a hibák és károsodások kialakulásának megelőzésére irányulnak: hidak tisztítása, takarítása; rézsűk és töltéslezárások karbantartása.

Folyamatos fenntartás (folyamatos karbantartás). A rendszeres út- és hídellenőrzés tapasztalatai alapján az eseti, kisebb, ill. a forgalom biztonságát veszélyeztető hibák azonnali kijavítása. Célja, hogy a hibák, károsodások kiterjedését meggátolja, azaz a hibákat még kezdeti szakaszban javítsa.

Ütemezett fenntartás. A műtárgyak állagában különböző hatásokra bekövetkezett hibák rendszeres hídvizsgálatokkal (esetleg hídellenőrzésekkel) történő feltárása és azok folyamatos, ütemezett kijavítása, amely biztosítja a megépült hídszerkezet mindekori, az eredeti paramétereknek megfelelő műszaki állapotát és forgalombiztonságát.

A hidak rendszeres felügyeletének hatékony fenntartási tevékenységgel kell párosulnia. Orvosi hasonlattal élve az ellenőrzések, vizsgálatok rendszere, a hibamegállapítás a diagnosztizálást jelenti, míg a gyógyító beavatkozást a fenntartási tevékenység képviseli. A fenntartásnak ugyanolyan rendszeresnek kell lennie, mint a hídállapot-vizsgálatoknak. A kettőt időben is össze kell hangolni, a vizsgálatot mindig fenntartási tevékenységnek kell követnie. (Pl. acélszerkezet időszakos vizsgálatához készített állvány mind az acélszerkezeti javításokhoz, mind pedig a mázolásához hasznosítható.)

Hídfelújításnak nevezzük azt a tevékenységet, amely felújítási terv alapján végezhető, nagy anyagi ráfordításokat igénylő építési munkával jár (pl. korszerű anyagokat, szerkezeteket használnak fel), az egész hídra, vagy egyes lényeges részeire (pl.

alépítményre vagy felszerkezetre) vonatkozó olyan beavatkozás, amely kifejezetten a híd eredeti állapotának helyreállítására irányul, tehát a híd szélessége vagy teherbírása nem változik. A hídfelújítást gyakran a hídfenntartás részének tekintik, mert a hídfenntartás határvonalát ott húzzák meg, ahol a beavatkozás az eredeti állapot helyreállítására irányul. Jelen tanulmányban a hídfelújítást nem tekintjük a fenntartás részének, mert a hídfenntartás határvonala véleményünk szerint ott húzódik, ahol a beavatkozáshoz alapos vizsgálat, külön terv (esetleg erőtani számítás) szükséges, s nem elegendő "csupán" a hídmérnök tapasztalata.

A hidak fenntartása mind **forgalombiztonsági**, mind **gazdaságossági** szempontból egyaránt fontos. Forgalombiztonsági szempontból azért, mert a hidak a pálya legkényesebb pontjai. Az azokon történő balesetek sokkal nagyobb anyagi károkat okozhatnak, mint a pálya egyéb helyein bekövetkezők (pl. a jármű megrongálja a hidat). Gazdaságossági szempontból is szükség van a tervszerű és rendszeres hídfenntartásra, mert a kezdődő romlások rendszerint kis költséggel megszüntethetők. Az elhanyagolt hibák viszont gyorsan növekszenek és a híd rövidebb, hosszabb idő után olyan állapotba kerül, hogy már csak nagy költségeket felemésztő felújítással lehet eredeti állapotát helyreállítani.

A hidakat érő károsító hatásokat a hídfenntartó mérnök csak korlátozottan tudja befolyásolni, de tervszerű, folyamatos, rendszeres hídfenntartással védekezni tud ellenük, s ezért jelenthetjük ki, hogy a **hídszerkezet tartósságát, időállóságát, élettartamát** döntő mértékben a **fenntartási munka színvonala** határozza meg.

2. A közúti acélhidak fenntartásával kapcsolatos tapasztalatok

A hazai teljes közúti hídállomány 13100 db, ebből 5700 db országos közúthálózaton, 4800 db önkormányzati kezelésben, s 2600 db saját használatú úton van, tehát a teljes közúti hídállomány 43,5 %-a országos hálózaton található.

Az országos közutakon levő 5700 db (pontosabban 5728 db 1988. dec. 31-i állapot szerint) hídból 157 db acélszerkezetű (ebből 130 db acél és 27 db 18 m fesztávolság feletti acél-vasbeton öszvér felszerkezetű), ami darabszám szerint a teljes országos közúti hídállomány 2,8 %-a. Acélszerkezetű hidak aránya a teljes országos közúton lévő hídállományon belül a hídhossz alapján $10091/82458 \cdot 100 = 12,2 \%$, a pályafelületet vizsgálva $90585/815\,324 \cdot 100 = 11,1 \%$.

Az országos közúton lévő 157 db acélszerkezetű hídállományt elemezve az alábbi következtetéseket vonhatjuk le:

- az 50 évnél idősebb szerkezetek aránya
 - darabszám szerint $47/157 \cdot 100 = 29,9 \%$,
 - hídhossz alapján $3376/10091 \cdot 100 = 33,5 \%$,
 - hídfelületet számítva $22674/90585 \cdot 100 = 25,0 \%$;
- a 70 évnél idősebb szerkezetek aránya
 - darabszám szerint $32/157 \cdot 100 = 20,4 \%$,
 - hídhossz alapján $2449/10091 \cdot 100 = 24,3 \%$,
 - hídfelületet számítva $15664/90585 = 17,3 \%$;
- a hidak átlag életkora (figyelembe véve a darabszámot, a hídhosszt és a hídfelületet is) 35-40 évre tehető.

A közúti acélhidak fenntartásával kapcsolatos hazai tapasztalatok értékelése az [1]-ben található. Ez 33 db országos közúton lévő acélhídon, a hídvizsgálatok során észlelt hibákat, károsodásokat tartalmazza, hídelemekre bontva, ami az országos közúthálózaton található 157 db acélszerkezetű híd 21 %-át öleli fel.

A fenntartási munkák során döntő annak ismerete, hogy egyes hibafajták hídelemenként - a teljes hídállomány mennyiségére vonatkoztatva - milyen valószínűséggel fordulnak elő.

Amennyiben a következő táblázatban közölt károsodási arányokat alaposan áttanulmányozzuk, akkor a hídfenntartással foglalkozó szakemberek általános tapasztalataival egybeeső, alábbi, a felszerkezetek fenntartására vonatkozó megállapításokat tehetjük:

- a saruk mozgásának akadályozottsága gyakori a tisztítás rendszertelensége vagy elmaradása miatt;
- a saruk korróziós károsodását elsősorban a tisztítás és a korrózióvédelem felújításának elhanyagolása okozza;
- az acélfőtartók korróziós károsodása kiugróan magas (a vizsgált szerkezetek 70 %-án tapasztaltuk, igaz ennek súlyossága eltérő) a felületelőkészítés és a korrózióvédelem felújításának hiányosságai, elhanyagolása miatt;
- a korróziós károsodásokon belül gyakori előfordulásuk és súlyosságuk miatt kiemeljük az összetett szelvények (vonóvasak, rácsrudak) elemközi korrózióját, a pályalemezáttörések és a pályaszint alatti és menti acélfelületek károsodásait, és a bebetonozott ill. a betonnal érintkező acélfelületek korrózióját;
- igen magas az acélfőtartók ütközési károsodása (igaz a fenti megállapítást megerősíti az a tény, hogy a vizsgálatba bevont felszerkezetek között magasabb a megsérültek aránya, mintha azt a teljes hídállományra vetítenénk, hiszen jelentős károkat okozó ütközések hatását soron kívül, rendkívüli hídvizsgálattal tisztáztuk, így a statisztikai értékelésbe is bekerültek), tehát a felszerkezetek ütközés elleni védelmének biztosítása szükséges lenne;
- a repedések, törések magas százalékos aránya nem jellemző a teljes hazai hídállományra csak a vizsgálatba bevont acélhidakra, mivel ezek között aránytalanul magas volt (a várható gondok miatti rendkívüli hídvizsgálatok következtében) a háborús újjáépítésben készült "problémás" szerkezet.

(Pl. felrobbantott hidak bontott acélanyaga, korábban szegcselt szerkezetek hegesztése);

- a vasbeton szerkezetekben a legfőbb károsodás a beton- és acélbetétkorrózió ill. az átázások, beázások. Ez ráirányítja a figyelmet a betonfelület védelmére és a szigetelt hídfelület követelményére;
- a szigeteléseken a legtöbb gondot a szigetelés helyi károsodása és a szegélyhez, víznyelőkhöz, dilatációs szerkezethez, ill. egyéb szerelvényekhez való csatlakozások megoldatlansága okozza. A fenntartás során a burkolatban lévő csatlakozó hézagok tömítésére nagy gondot kell fordítani;
- a hídpályaburkolatokon a repedések és a csatlakozások kitöredezetttsége jóval gyakoribbak mint a bomlások;
- a dilatációs szerkezeteknél a legtöbb problémát azok nem vízzáró volta ill. víztelenítésük megoldatlansága okozza;
- a dilatációs szerkezetek kilazulási aránya igen magas, különös tekintettel ezen károsodás balesetveszélyességére a dilatációs szerkezetek karbantartására, fenntartására nagyobb gondot kell fordítani;
- szennyeződött víznyelők kiugróan magas aránya a tisztítás, takarítás rendszertelenségére, elhanyagolására hívja fel a figyelmet.

A hídvizsgálatok tapasztalatai alapján a közúti acéhidak felszerkezetének fenntartása során a fent felsorolt hiányosságok, károsodások megelőzésére ill. kijavítására kell a legtöbb gondot, figyelmet, energiát fordítani.

**Hibafajták előfordulási valószínűsége hídelemenként
a teljes hídállomány mennyiségére vetítve**

A híd eleme	magyar tapasztalat [1]	német tapasztalat [2]	[3]
Alépítmények			
átázások	36 %	35,9 %	} 27 %
repedések	30 %	31,6 %	
lepattogzás	27 %	27,4 %	
kimosódás	9 %	13,3 %	
alámosás	3 %	0,3 %	-
túlzott növényzet	27 %	9,0 %	-
parvédómű hiányosságai	30 %	-	-
rézsűkár	35 %	18,0 %	-
Saruk			
elmozdulás akadályozva	9 %	3,5 %	} 14 %
saruk korróziója	15 %	15,7 %	
Acél felszerkezet (főtartó)			
korróziós károsodások	70 %	-	-
szögecskék kilazulása	3 %	-	-
repedések, törések	15 %	-	-
csuklók, csapok meghibásodása	3 %	-	-
stabilitásvesztés	0 %	-	-
túlzott rezgés	0 %	-	-
ütközési károk	15 %	-	-
Vasbeton felszerkezet (pályalemez)			
repedések	24 %	11,9 %	11 %
betonkorrózió	30 %	32,9 %	14 %
acélbetétkorrózió	24 %	18,0 %	17 %
átázások	30 %	25,5 %	-
fészkesedés, leválás	18 %	11,5 %	13 %
szegélyütközési károk	9 %	10,8 %	-
Hídpályaszigetelés			
hiányzó szigetelés	45 %	-	-
csatlakozások hibásak	18 %	-	-
szigetelés hiányosságai miatti átázások	30 %	25,5 %	30 %

A híd eleme	magyar	német	
	tapasztalat [1]	tapasztalat [2]	tapasztalat [3]
Hídpályaburkolat			
keréknyom	12 %	12,6 %	-
repedések	30 %	44,5 %	32 %
bomlás	18 %	-	-
kitöredezett csatlakozás	24 %	21,7 %	-
útburkolatsüllyedés a dila- tációs szerkezetnél	15 %	-	-
csatlakozó útszakasz hiá- nyosságai	52 %	44,8 %	-
helytelen lejtési viszonyok	9 %	-	-
Hídszerelvények			
dilatációs szerkezet			
beszorulás	12 %	-	-
kilazulás	21 %	2,4 %	-
víztelenítése megoldatlan	52 %	3,0 %	-
korlát			
korrózió	30 %	33,0 %	} 58 %
bekötés sérülései	18 %	17,0 %	
elgörbülés	9 %	11,1 %	
víznyelő			
elszennyeződés	55 %	17,5 %	27 %
korrodálódás	6 %	2,1 %	
szerkezetet károsító működés	6 %	1,6 %	
Hídon átvezetett közművek			
meghibásodás	9 %	-	

A fenti táblázathoz még az alábbi megjegyzéseket kívánjuk hozzá-
tenni:

- az acél felszerkezetek károsodás fajtáinak előfordulási gyakoriságára külföldi irodalmi adatot nem találtunk;
- az alépítményre, az acél anyagú fő teherviselő elemeket le-
számítva, a felszerkezet egyéb elemeire (vasbeton- és fapá-
lyaszerkezet, hídpályaszigetelés, hídpályaburkolat, hídsze-
relvények, hídon átvezetett közművek) vonatkozó hibafajták
előfordulási valószínűségét a hivatkozott magyar irodalmi
forrásban közúti acélhidak, a német tapasztalatok oszlopai-
ban a közúti vasbetonhidak vizsgálata alapján állították

össze. A hazai és a külföldi tapasztalatok közötti csekély eltérés tehát bizonyítja, hogy a főtartót leszámítva, a felszerkezet egyéb elemeinek károsodása nem függ annak anyagától.

Ezért az 5. fejezetben foglalkozunk az acélfelszerkezetek fő teherviselő elemeinek ütemezett fenntartásával és a 6. fejezetben ettől különválasztva az acélanyagú fő teherviselő elemeket leszámítva, a felszerkezet egyéb szerkezeti elemeinek ütemezett fenntartási kérdéseivel, mivel az utóbbiak fenntartási feladatai függetlenek a felszerkezet főtartójának anyagától, így a közúti acél-, vasbetonhidakra egyaránt alkalmazhatók.

3. Közúti hidak tervszerű megelőző fenntartási feladatai

Ezeknek a munkáknak alapvető célja a hibák, hiányosságok, károsodások megelőzése. Ezeket a feladatokat rendszeresen, ütemezetten, bizonyos gyakorisággal kell végrehajtani. Ide tartoznak a tisztítási, takarítási munkák, valamint a töltéslezárások karbantartási feladatai.

3.1. A hidak tisztítása

A hidak állandó szennyeződésnek vannak kitéve. Szennyeződések keletkeznek a levegő és a víz által hordott poralakú; finomszemcséjű és durvaszemcséjű, valamint oldott vegyi anyagok lerakódása, illetve a hídon szállított anyagok szóródása, továbbá a téli fenntartással járó érdesítési és hóolvasztási műveletek következtében. Földúton vagy földútcsatlakozás közelében lévő, ill. mezőgazdasági gépekkel járt hidakon még rendszeres takarítással is csak nehezen valósítható meg a híd tisztántartása. A felhordott szennyezőanyagok gyorsítják az acél- és betonszerkezetek korrózióját, késleltetik vagy megakadályozzák a csapadékvíz elvezetését, elősegítik a növényzet megtelepedését és a víz szerkezetbe jutását. A szennyeződést tehát nem csak forgalombiztonsági és esztétikai okokból kell eltávolítani, hanem azért is, mert állandóan nedvességet gyűjt magába, s éppen a legkritikusabb helyen, a szegély mellett nagyban elősegíti a beázást, a sókorróziót. A hidak tisztítását száraz és nedves eljárással lehet megvalósítani.

A hidak tisztítása száraz eljárással. Ez a hidak takarításának, tisztításának legegyszerűbb módja. A hídra rakódott szennyeződést lapáttal, kaparóvassal, söprűvel el kell távolítani, össze kell gyűjteni és el kell szállítani. Különösen ügyelni kell a burkolatszélre, a víznyelők környékére, a nem vízzáró dilatációs szerkezetek vízelvezető folyókáira, a szerkezeti gerenda felső

síkjára. A szennyeződések eltávolítása során ügyelni kell arra, hogy a hídról ledobott szennyeződés ne hogy a szerkezet pályaszint alatti részeire essen, s azon fennakadjon. A víznyelők rácsait gondosan meg kell tisztítani úgy, hogy a rácsok közé tapadt szennyet acélpálcával (szurkálóval) el kell távolítani.

A hidak tisztítása nedves eljárással. A nedves eljárás célja a csapadékvíz elvezetését biztosító szerkezetek (víznyelők, folyókák, csatornák, csövek) működőképességének megtartása, illetve helyreállítása és más szerkezeti részekről a ráakódott szennyeződések eltávolítása erős, irányított vízszugárral. A nedves tisztítás tiszta vízzel és mosószeres oldattal is történhet. Környezetvédelmi szempontból a foszfátmentes mosószerek alkalmazása ajánlott. A nedves tisztítást mindig száraz tisztításnak kell megelőznie. A nagyon szennyezett, eltömődött víznyelők esetén a szennyeződés mértékétől függően csatornaspirállal vagy kaparóvasal előtisztítást kell végezni.

A hidak tisztítása, takarítása során a helyi körülményektől függően, de legalább a megjelölt sűrűséggel az alábbi részfeladatokat kell elvégezni:

- a hídfelület takarítása, gaztalanítása legalább kéthavonta;
- víznyelők tisztítása száraz vagy/és nedves eljárással évente legalább 4 alkalommal;
- folyókák tisztítása, gaztalanítása évente legalább 4 alkalommal;
- dilatációs szerkezetek és vízelvezető folyókáik tisztítása évente legalább 4 alkalommal;
- szerkezeti gerendák felső síkjának tisztítása vízáteresztő dilatációs szerkezetek esetén évente legalább 2 alkalommal, egyébként évente legalább 1 alkalommal;
- hidak tavaszi, téli sózás utáni lemosása, különös tekintettel a sárfelhordással, az olvasztósóval közvetlenül érintett felületekre (pl. kiemelt szegélyek, pálya menti szerkezeti részek, pályalemezátörések, pályaszint alatti részek, híd-vég környéke, stb.);

- acél- és vasbetonszerkezetű korlátok, közúti jelzések lemosása évente legalább 2 alkalommal;
- betonkorlátelelemek meszelése évente legalább 1 alkalommal;
- burkolati jelek felújítása évente legalább 1 alkalommal;
- szolgálati lépcsők takarítása évente legalább 1 alkalommal.

A hidak téli tisztítása. Téli időszakban a hóeltakarítás, valamint a pálya és a járda csúszásmentességének biztosítása a feladat. A kocsipályán a hóeltakarítás - a csatlakozó út tisztításával egyidejűleg - hóekékkel történik. A hóekézés után a szegély mellett összegyűlt havat a hídról el kell távolítani. Igen helytelen gyakorlat a hó felhalmozása a járdán vagy a kiemelt szegélyen, a korlátok tövében és alsópályás hidak főtartóinak pálya- vagy járdalemez áttöréseinél. A belterületen lévő hidak járdái - szélességtől, ill. a rendelkezésre álló eszközöktől függően - járdatisztító gépekkel vagy hólapáttal tisztíthatók. Hóeltakarításkor a víznyelők beömlőnyílásait szabaddá kell tenni.

Az eljegesedett pálya- és járdafelület csúszásmentességét homokszórással kell biztosítani. **A hidak olvasztósózása tilos!** Ha a csatlakozó út jégmentesítése sózással történik, a sószórást a híd előtti és utáni 100-100 m-es szakaszon is homokszórással kell helyettesíteni.

3.2. Rézsűk, töltéslezárások karbantartási feladatai

Ennek keretében az alábbi munkákat kell rendszeresen elvégezni:

- burkolt töltéslezárás gaztalanítása, fugázása, megroskadt rézsű helyreállítása legalább évente 1 alkalommal;
- füvesített töltéslezárások kézi kaszálása évente legalább 2 alkalommal;
- csatlakozó földművek kaszálása évente legalább 2 alkalommal;
- egyéb gaztalanítási, kaszálási munkák (pl. áthidalt akadálymentén).

4. Közúti hidak folyamatos fenntartási feladatai

Ezeknek a munkáknak a célja a felfedett hibák, hiányosságok lokalizálása, megállapítása és kijavítása a további romlások megakadályozása, a balesetveszély elhárítása érdekében. A forgalmat veszélyeztető vagy további károsodásokat okozó hibákról a híd kezelője a hídellenőrzések tapasztalatai, más szervektől, intézményektől szerzett információk, illetve magánszemélyektől kapott bejelentések alapján szerezhethet tudomást. A fenti feladatok között különbséget csak a végrehajtás sürgősségében tehetünk.

4.1. Eseti kisebb javítások

Ezek nem ütemezhető fenntartási feladatok, amelyek a bekövetkezett állagromlás továbbterjedését akadályozzák meg, ill. az eredeti állapotot állítják helyre. Ezen munkák alkalmanként a balesetelhárító javításokkal egybeesnek és átfedik egymást, a különbség a balesetveszély lehetőségében, s így ezen esetben az azonnali javítás követelményében van.

Az ide sorolható feladatok felölelik az egész hídszerkezetet. Az alábbi felsorolásban a felszerkezetet érintő, általunk legfontosabbnak ítélt - s a tapasztalat szerint sokszor elhanyagolt - fenntartási feladatokat jelöljük meg:

- az acélfelületek korrózióvédelmének, helyi korróziós károsodásainak javítása;
- a nem teherviselő acélelemek (pl. korlátok, élvédőszögacélok) mechanikai sérüléseinek helyreállítása;
- csuklók, csapok, csúszó felületek bezsírozása;
- a betonfelületek sókorróziónak kitett részeinek (pl. kiemelt szegély) felületvédelmének folyamatos karbantartása;
- a vasbeton- és feszített betonszerkezet betonfedésének helyreállítása (mechanikai sérülések, korrózió);
- faanyagok konzerválása;
- faszerkezetek sérüléseinek javítása;

- hézagtömítések fenntartása;
- kezdődő burkolati károsodások javítása;
- dilatációs szerkezetek alkatrészeinek karbantartása;
- vízzáró dilatációs szerkezetek gumibetétjeinek felülvizsgálata;
- forgalomtechnikai jelzések karbantartása;
- a hídon átvezetett közművek állapotának figyelemmel kísérése.

4.2. Balesetelhárító javítások

A balesetveszélyt jelentő hibák elhárítását a felfedezést követően azonnal el kell kezdeni. Első teendő a forgalomra veszélyes helyek elkorlátozása, szélsőséges esetben a híd teljes lezárása. A hibák kijavítását a lehetséges legrövidebb időn belül el kell végezni, hogy a forgalom korlátozása megszűnjék. A leggyakoribb, baleseti veszéllyel járó meghibásodások, s a hibás terület lehatárolásán kívüli azonnali teendők:

- forgalomra veszélyes burkolathibák (pl. felgyűrődés, kátyú) kijavítása;
- dilatációs szerkezetek felszakadt, levált elemeit rögzíteni kell, ill. szükség esetén el kell távolítani;
- megsérült, kiszakadt hídkorlátok, ill. vezetőkorlátok helyreállítása;
- elmozdult, ill. hiányzó víznyelőrácsok javítása, pótlása;
- kiszakadt élvédőszögacélokat ideiglenesen a korláthoz kell rögzíteni vagy le kell vágni;
- közúti jelzőtáblák, hajózási táblák, jelzések pótlása, helyreállítása;
- burkolatra került, forgalomra veszélyes szennyeződések (pl. olaj, sár) eltávolítása.

5. Közúti hidak acél felszerkezetének ütemezett fenn- tartása

A közúti acélhidak felszerkezetének fenntartási feladatait szerkezeti elemek szerint - a 2. fejezet végén tett megjegyzésnek megfelelően - két fejezetben tárgyaljuk. Ebben a fejezetben az acél felszerkezetek fő teherviselő elemeivel (acél főtartók, öszvérfőtartók, acélpályaszerkezetek), a következő fejezetben a közúti hidak felszerkezetének egyéb szerkezeti elemeivel foglalkozunk. A hiba helyét meghatározónak kell tekinteni, mivel a romlási folyamat szempontjából a hiba súlyosságát, veszélyességét az dönti el alapvetően, hogy teherviselő elemet vagy hídtartozékot, ill. - szerelvényt érint-e. Szerkezeti elemeken belül felsoroljuk az előforduló legjellemzőbb hibákat, hiányosságokat, károsodásokat, ami egyben ki is jelöli a fenntartási feladatokat. Ezek után hibatípusonként elemezzük a kiváltó ok(ka)t, a hiba megjelenési formáját, a felismerés módját és a javítás módját.

5.1. Acél főtartószerkezetek

Az acél főtartók lehetséges hibái az alábbiak szerint csoportosíthatók:

- korróziós károsodások és a védőbevonat romlása;
- kötőelemek, kötések károsodása;
- rezgések, lengések okozta károk;
- káros mértékű alakváltozás;
- rendellenes elmozdulás;
- stabilitásvesztési károsodások;
- repedések, törések.

5.1.1. Korróziós károsodások és a védőbevonatok romlása

Az acél főtartószerkezetek jellemző meghibásodása a fémfelületek korróziós károsodása, ill. a védőbevonatok romlása (1... 13. képek). A korrózióvédelmi fenntartási munkák az acélhidak fenntartási munkáinak súlyponti része. Mivel korrózióvédelemre az összes acélanyagú szerkezeti elemnél szükség van, ezért az ezzel kapcsolatos problémákat szerkezeti elemektől függetlenül, a 7. fejezetben elkülönítve tárgyaljuk.

5.1.2. Kötőelemek, kötések károsodása

A szegecselt, csavarozott és feszített csavaros kapcsolatok károsodásának jellemző formái:

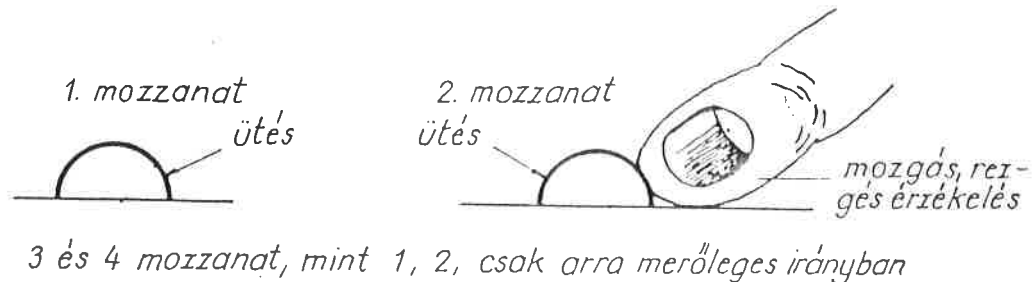
- hibásan elkészített, vagy megsérült kötőelemek;
- a kapcsolat elemei közötti korrózió;
- kötőelemek kilazulása;
- kötések elmozdulása.

A **szegecselt kapcsolatokat** az időszakos hídvizsgálatok alkalmával ellenőrizni kell. Meg kell vizsgálni, hogy:

- a szegecsesek nem lazák-e, az orsó kitölti-e a furatot, a szegecsfejek szorosan és központosan fekszenek-e;
- van-e a szegecsfejen repedés, égéshiba, korróziós sérülés;
- a szegecsfej szabványos méretű-e;
- szegecseléskor nem sérült-e meg az alapanyag.

A szegecsfej hibái szemrevételezéssel állapíthatók meg, sőt ez a módszer a szegecsesek lazaságára nézve is támpontot ad. Laza szegecsesknél festéklerepedés, rozsdascsurgás észlelhető. A szegecseseket vizsgálókalapáccsal is ellenőrizni kell (1. ábra), teherviselő szegecsesknél mindkét oldalon. A hibás szegecseseket meg kell jelölni.

A szegecsvizsgálatot lakatos szakmunkások végzik a hídvizsgáló mérnök közvetlen irányítása mellett.



1. ábra

Szegecsvizsgálat vizsgálókalapáccsal, ütögetéssel

A szegecsvizsgálatnak minden szegecsre ki kell terjednie, nagy gondot kell fordítani a teherviselő szegecsek vizsgálatára, valamint azokra, amelyek elkészítése szerkezeti vagy technológiai okokból nehézséggel jár (pl. súllyesztett fejű szegecs).

A szegecshibák közül csak azokat kell hiányosságként kezelni, amelyek a teherbírást vagy a korróziós károsodást befolyásolják. Ilyenek a laza szegecs, a lepattant szegecsfej, vagy ha a közrefogott elemben a furat ovális, amely a kapcsolat elmozdulására utal.

A laza szegecseket általában akkor szükséges kicserélni, ha részarányuk a kapcsolatban eléri a 40 %-ot. Ilyenkor viszont a kapcsolat összes szegecsét ki kell cserélni. Ennek az az oka, hogy a szegecsek kicserélésekor általában a szomszédos, még hibátlan szegecsek is meglazulnak.

A szegecsek cserélésekor a hibás szegecseket a szerkezet megsértése nélkül kell eltávolítani. A hibás szegecs egyik fejét autogénvágóval lehet levágni, vagy vésővel lefaragni, ezután a szegecsorsó tűskével kiüthető. Ha a szabaddá tett szegecslyuk ovális, ferde vagy lépcsős, a furatot a szükséges mértékig fel kell bővíteni és az új furatnak megfelelő, az eredetinel nagyobb szarátmérőjű szegecset kell elhelyezni. Munka közben a kapcsolatban mindig

maradjon annyi szegecs vagy szerelőtüske, amennyi a szükséges teherbírást biztosítja.

A felhasznált szegecs minősége "37"-es alapanyag esetén A 34 SZ, "45"-ös vagy "52"-es alapanyag esetén pedig A 44 SZ (MSZ 113) legyen.

A normál csavarozott kapcsolatok lehetnek a helyszíni illesztéseknél alkalmazott illesztőcsavaros kapcsolatok és a félállandó szerkezetekben előforduló nyerscsavaros kapcsolatok. Ezek meghibásodási lehetősége az anyacsavar kilazulása, a szár görbülése és a korrozio.

Az illesztőcsavarokkal szemben támasztott követelmények a szegecskéhez hasonlóak. A csavarok cseréjét a hídvizsgálati jegyzőkönyvben meghatározott mértékben kell előirányozni, végrehajtani pedig a szegecs-cseréhez hasonló módon kell. Kilazulás ellen az anyát rugós alátéttel vagy ellenanyával kell biztosítani.

Az ideiglenes szerkezetek nyerscsavarjait kétévenként - a csavarok kiszerezésével és visszahelyezésével - zsírozni kell. A sérült (korrodált, elgörbült) csavarokat újakkal kell pótolni.

A feszített csavaros kapcsolatoknál előforduló meghibásodás a csavar fejének lepattanása. Az ilyen csavarok a tervezettel megegyező méretű és minőségű új csavarokkal cserélendők ki. A pótlásként beépített csavarban az eredeti tervben előírt orsóerőt kell biztosítani. Ehhez nyomatékmérőkulcs szükséges.

Belső kapcsolati hiba (a kapcsolat megcsúszása) - ami kivitelezési hiba, elemközi korrozio vagy túlterhelés miatt következett be - javítása csak a kötés teljes szétszerelésével és a súrlódó felületek felújításával történhet. Ehhez azonban általában a szerkezetek szétszerelése szükséges, így az ilyen hibák javítására tervet kell készíteni.

A feszített csavaros kötésű szerkezetek fenntartása során különös gondosságot kell fordítani a csavarokkal összeszorított felületek korroziovédelmére. Ezek általában bevonat nélküli (ritkábban fémszört) felületek, melyek vízmentességét az illesztési hézagok és a hevederek peremeinek gondos tapasztolásával lehet biztosítani. A feszített csavaros kapcsolatokat sürített ciklusban (általában 5 évenként) kell újramázolni.

5.1.3. Rezgések, lengések okozta károk

A hídszerkezet alkotóelemeinek rezgését a teher dinamikus hatása, az elemek nagy hossza, ill. kis merevsége, a terhelés okozta külpontos igénybevétel és az elemek kezdeti görbesége okozza. Az alkotóelemek túlzott rezgése, lengése kárt okozhat pl. kötések kilazulása.

A híd ill. egyes főtartó elemek káros mértékű rezgése, lengése esetén dinamikai vizsgálat szükséges. Egyszerűbb esetek (pl. alsó szélrács forgalom alatti rezgése) a kritikus elem megerősítésével, közberső megtámasztásával javíthatók.

5.1.4. Káros mértékű alakváltozás

A szerkezet rendszeres (az időszakos hídvizsgálatok alkalmával végzett) szintezésével a használat során bekövetkezett alakváltozást (lehajlást és támaszsüllyedést) meg lehet állapítani. Az alakváltozások megnövekedése acélszerkezeteken a vonókábelek (vonóvasak), feszítőkábelek, függesztőkábelek ernyedésére, a feszítő elemek, lehorgonyzások ernyedésére esetleg megcsúszására, a kapcsolatok megmozdulására, a szerkezet túlterhelésére mutat. Őszvérszerkezeteken ezek a jelek a vasbeton lassú alakváltozására és zsugorodására is utalhatnak.

Folytatólagos többtámaszú szerkezeteken a támaszok (hídfők és pillérek) egyenlőtlen süllyedése jelentős többletigénybevételt okozhat. A süllyedéskülönbségek kiegyenlítése a saruk alá helyezett acéllemezek beépítésével történhet. Ehhez a szerkezet kismértékű megemelése szükséges, amely igen kényes feladat, mert sok esetben a végkereszttartót ill. a pillérek feletti keresztartót a szerkezet felemelésére nem méretezték. Előfordulhat, hogy a megemelés céljából a szerkezet egyes elemeit meg kell erősíteni. A süllyedés-különbség megszüntetésére ill. a szükséges erősítésre tervet kell készíteni.

A feszített acélszerkezetek és a ferdekábeles hidak kábelerőit ill. a függőhidak függesztőkábeleit az időszakos hídvizsgálat alkalmából ellenőrizni kell, a tervtől való eltérés esetén utánállítást, beszabályozás szükséges.

5.1.5. Rendellenes elmozdulás

A szerkezet rendellenes vízszintes eltolódását a hőmozgás akadályozottsága, járműütközés, falazatmozgás, földrengés stb. okozhatja. A szerkezet rendellenes elmozdulásaira a szerkezet falazatoktól mérhető távolságának változásából; a mozgó hídvég beszorulásából, falazathoz vagy más szerkezethez éréséből, feszüléséből; a saruk mozgásának akadályozottságából; fix saruknak, esetleg szerkezeti kövekkel vagy szerkezeti gerendákkal együtt történő elmozdulásából stb. következtethetünk.

A rendellenes eltolódás javítását - lehetőleg a kiváltó ok(ok) megszüntetése után - egyedi terv alapján kell elvégezni. A javítás megkezdéséig szükség esetén azonnali intézkedéseket kell hozni a sérült elemek tehermentesítésére (pl. alátámasztás, forgalomkorlátozás stb.).

5.1.6. Stabilitásvesztési károsodások

Hidak szerkezeti elemeinek vagy alkotórészeinek stabilitásvesztése (kihajlás, horpadás, kifordulás) ritkán fordul elő (14..16. képek), akkor is elsősorban mechanikai sérülések (pl. ütközés) vagy gátolt hőmozgás (pl. befeszülés) vagy túlterhelés, esetleg korrózió miatti keresztmetszetcsökkenés következtében.

A hidakon vagy a hidak alatt áthaladó járművek, ill. azok rakománya a híd különböző elemeinek ütközve (sajnos elég gyakori eset), azokon mechanikai sérüléseket okozhatnak. Ezek a sérülések egyaránt érinthetnek tartószerkezeti elemet (pl. főtartó kapuzat, szélrács) és nem tartószerkezeti elemeket (pl. korlát, kandeláber).

A közúti acélhidakon a leggyakoribbak és általában igen veszélyesek a keresztkötések és függesztőoszlopok sérülései. Ezek ellen leghatékonyabb a megelőzés. Függesztőoszlopok védelme a hídon végig vezetett vezetőkorláttal oldható meg. A keresztkötések megóvásának több lehetősége van: magasság előjelzése, védőgerendák, védőkapuk, billenő védőkapuzatok, elektromos magasságérzékelés.

A bekövetkezett károsodások lehetnek:

- felületi sérülések (csak a korrózióvédelmi bevonatrendszer károsodik);
- görbülések, horpadások, elemek kifordulása;
- repedések, törések;
- kapcsolatok elmozdulása;
- fentiek együttes előfordulása.

Felületi sérülések esetén a korrózióvédelmi bevonatrendszer javítása szükséges, általában foltszerű javítást kell végezni a 7. fejezetben leírtak szerint.

Görbülések, horpadások ill. elemek kifordulása esetén a sérülés tartószerkezeti veszélyességének mértékétől függően vagy rendkívüli hídvizsgálatot kell elrendelni, vagy a hídmérnök dönt a javítás módjáról.

Nem elsőrendű teherviselő elem (pl. szélrács) kiskiterjedésű helyi görbüléseit és horpadásait meleg állapotban (acetilénlánggal 400..600 C⁰-on hevítve) kell kiegyengetni. (A javításokhoz általában szakvállalat igénybevétele szükséges.) A helyi javítások után a korrózióvédelem pótlása szükséges.

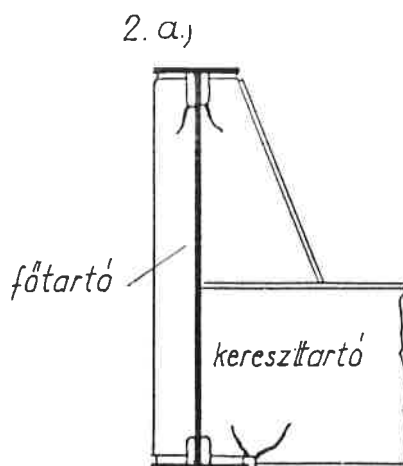
A mechanikai hatás okozta sérülések az egész szerkezet stabilitásvesztéséhez vezethetnek, ezért a hiba súlyosságának megítélésénél nagy körültekintéssel kell eljárni. Súlyos sérülések esetén a sérült részek tehermentesítésére azonnali intézkedéseket (alá- vagy kitámasztás, aláállványozás, forgalomkorlátozás, súlykorlátozás, egyirányúsítás) kell hozni és a hiba kijavítására szakértővel, szakintézménnyel tervet kell készíttetni.

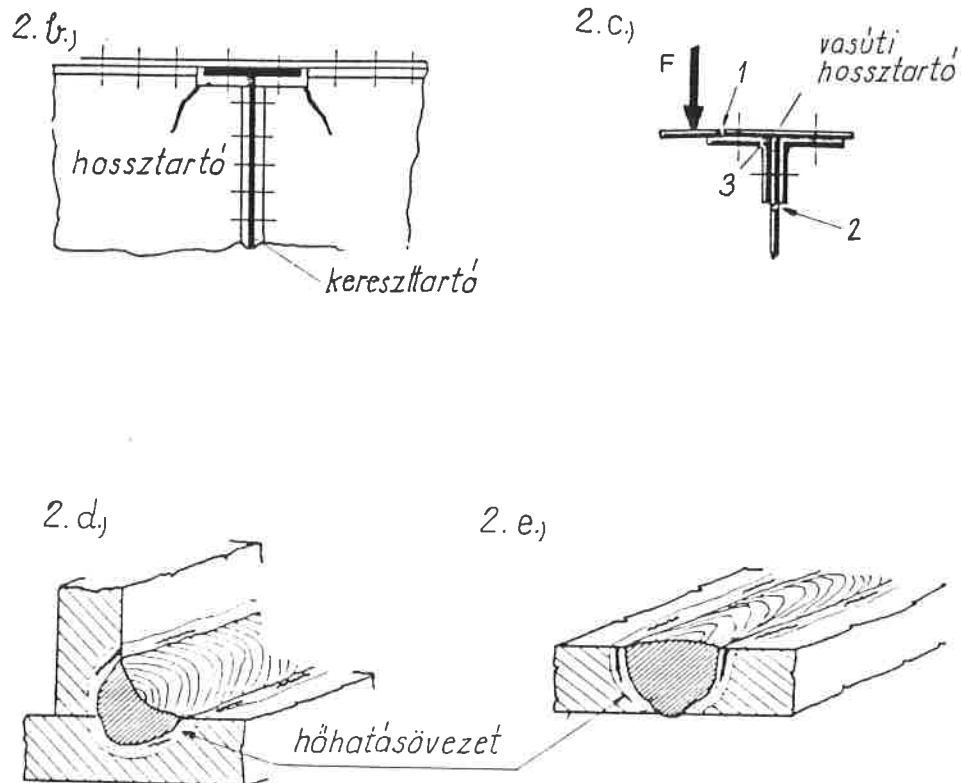
Repedések és törések javítására tartószerkezeti elemek esetén tervet kell készíttetni. A javítás módjára vonatkozó szempontokat az 5.1.7. szakasz tartalmaz.

Kilazult kötőelemek ill. kötések javítása az 5.1.2. szakaszban foglaltak szerint történik.

5.1.7. Repedések, törések

A repedések és törések a legsúlyosabb tartószerkezeti hibák, amennyiben ezek fő tartószerkezeti elemen fordulnak elő, azonnali forgalomkorlátozást (gyakran teljes lezárást) és rendkívüli híd-vizsgálatot kell elrendelni. A repedések veszélyességét elsősorban a repedéssel érintett elem jelentősége (teherviselő vagy nem teherviselő elem), a varrat jellege (teherhordó vagy fűzővarrat), a repedés helye (alapanyag, varrat) határozza meg (2. ábra).



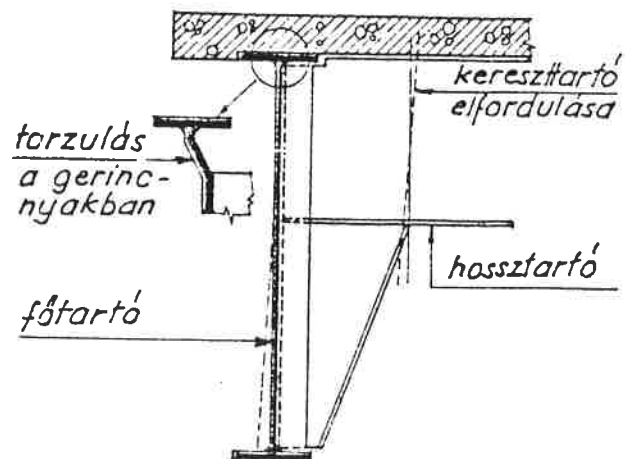


{ — repedés várható helye
1, 2 az F erőből várható repedés

2. ábra

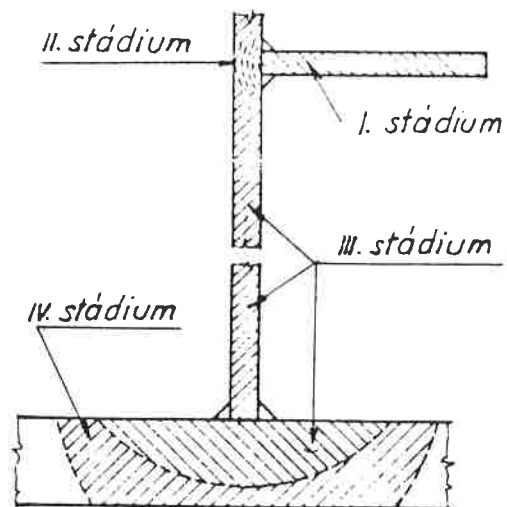
Repedések előfordulási helyei acélszerkezeteken

Repedések és törések létrejöhetnek rendkívüli mechanikai hatás (pl. járműütközés), túlterhelés (3. ábra), kifáradás, hegesztéstechnológiai hiba és helytelen méretezés következtében. A javítási terveket a hiba okának teljes feltárása után lehet elkészíteni. (4. ábra).



3. ábra

Elmozdulás okozta, másodlagos feszültségek által előidézett repedés



4. ábra

A törés kiindulási pontja, kifejlődése

Repedések és törések javítása történhet:

- a meghibásodott elem(ek) kicserélésével,
- hegesztéssel,
- a repedés ill. törés (feszített) csavaros áthevederezésével.

Általában mindegyik javítási módnál szükséges a tartó valamilyen mértékű ideiglenes alátámasztása.

Nagymérvű károsodás esetén legcélszerűbb a szerkezeti elemet - rácsrudat, hossztartót stb. - **kicserélni**.

Hegesztéssel történő javításkor döntő a szerkezet anyagának pontos ismerete. A régi hegeszvas szerkezetek anyaga nem hegeszthető, mert a réteges anyag rétegei a hegesztés hatására szétválnak. A hegeszthetőség eldöntése érdekében sokszor a szerkezetből vett anyagminta laboratóriumi vizsgálata szükséges.

A hegesztéses javításnál kizárólag kézi ívhegesztés alkalmazható bevonatos elektródával. Az elektródát az alapanyag, a varratfajta, a hegesztési pozíció és a rendelkezésre álló áramforrás figyelembevételével kell kiválasztani.

Hegesztéseket csak hegesztő szakmunkás, teherviselő varratokat pedig csak minősített hegesztő készíthet. A varratok javításához technológiai tervet kell készíteni.

A varratokat a megrepedt szakaszon gyökköszörűvel el kell távolítani úgy, hogy a kiköszörült szakasz mindkét végén a repedt hosszánál 50-50 mm-rel hosszabb legyen. A kiköszörült szakaszt ismét meg kell hegeszteni. Abban az esetben, ha a repedt varrat valamilyen ok miatt csak az egyik irányban távolítható el, hegesztés után a repedés másik végét min. 20 mm átmérőjű furattal le kell zárni. A szabályos furat megszünteti a repedés éles bemetszés (feszültséggyűjtő hely) jellegét. Az új varrat végeit körbevezetéssel is le lehet zárni.

A repedéseket legfeljebb ideiglenesen lehet javítani helyszíni hegesztéssel, hogy a forgalmat fenntarthassák. Az ilyen javítást általában átmeneti megoldásnak kell felfogni, s a sérült részt amilyen gyorsan csak lehet ki kell cserélni.

Szegecselt szerkezetek esetén általánosságban minden megrepedt elem javítása lehetséges **csavaros áthevederezéssel**, mivel az elemekből összetett szegecselt szerkezetnél nem kell tartani a repedések egyik elemről a másik elemre való áttérjedésétől. Ha a repedések vagy a törések lehatárolhatók, hasonló eredmény érhető el hegesztett szerkezetek (feszített) csavarozott áthevederezésével.

5.2. Öszvér főtartószerkezetek

Az öszvér rendszerű (acélfőtartó és együttdolgozó vasbeton-pályalemez) felszerkezetek acélfőtartóira az 5.1. és a 7. pontokban, a vasbeton-pályalemezre a 6.1.2. pontban felsorolt és tárgyalt fenntartási feladatok vonatkoznak.

Az öszvérszerkezetekre jellemző további, speciális hibafajták:

- az acéltartók és a vasbeton-pályalemez érintkezési felületén keletkező korróziós károsodás;
- a vasbetonlemez repedései menti átázás;
- az előregyártott pályatáblák csatlakozásának, együttdolgoztató kapcsolatainak átázása (18. kép);
- az acéltartó és vasbetonlemez kapcsolatának meghibásodása.

A betonnal érintkező acélfelületek (az acéltartók és a vasbeton-pályalemez találkozási felületei) korróziós igénybevétel szempontjából különösen veszélyesek (7.3. pont). A hídszerkezeten lecsapódó párát, nedvességet az acéllal érintkező - legtöbbször nem kellően tömör - vasbetonszerkezet állandóan megtartja, tárolja, így az acél korróziós veszélyeztetettsége állandósul. A hozzáférhetetlenség miatt csak nehezen, ill. egyáltalán nem tisztíthatók, a korrózióvédelmi munkák elvégzésére nincs elegendő hely. Ezen felületek korrózióvédelme kiemelt gondosságot igényel. Építéskor ügyelni kell arra, hogy a részben bebetonozásra kerülő acélfelületek korrózióvédelmét a határfelülelettől számítva 30 mm-re a betonba benyúlóan teljes értékűen kell elkészíteni (7.9. pont). A fenntartás során meg kell követelni a szabadon levő részek határvonal menti alapos felületelőkészítését (pl. kaparóvas, homokszórás, stb.) és az élek fokozott védelmét (az alapozó festékrétegek számát eggyel meg kell növelni).

A vasbetonlemez repedései mentén behatoló nedvesség, a repedések felett megsérült, elszakadt szigetelésen áthatoló víz okozta átázás az öszvérszerkezetre nézve komoly veszélyt jelent, mivel az ennek következtében fellépő korrózió fő teherviselő elemet (acélfőtartót), ill. az együttdolgoztató kapcsolatot károsíthatja. Ennek elhárítása a vízbejutás megakadályozásával lehetséges, tehát a (repedések felett) megsérült szigetelés folytonosságát helyre kell állítani: vagy a repedés felett foltszerűen, vagy a teljes hídfelületen a repedéseket áthidalni képes, megfelelő nyúló- és áthidalóképességű szigetelést építeni.

Hasonló, átázás okozta károkkal találkozunk előregyártott pályatáblás öszvérhidakon is a pályatáblák csatlakozásai mentén. (17. kép). Ez az építési hézagoknál az egyes előregyártott pályatáblák elhelyezési pontatlansága, ill. önállósult mozgása miatt fellépő mozgáskülönbség okozza a szigetelés károsodását, s a szerkezet átázását. A javítás itt is a szigetelés folytonosságának fenti szakaszban részletezett helyreállításával lehetséges.

Az előregyártott pályatáblás öszvérhidak másik jellemző meghibásodása az együttdolgoztató kapcsolatnál jelentkezhet. A pályatáblák előregyártása miatt az együttdolgoztató kapcsolatot utólag betonozzák ki. Itt a különböző korú és minőségű betonok határán repedések alakulhatnak ki, amelyek a szigetelés károsodása esetén szintén átázását okozhatnak.

Minden hídvizsgálat során alaposan meg kell vizsgálni, hogy az acéltartó és a vasbetonlemez találkozásánál vannak-e elválások, mozgások, keletkeztek-e a betonban pl. a megnövekedett alakváltozások miatt repedések, ill. utal-e valamely egyéb rendellenesség az együttdolgoztató kapcsolat meghibásodására. A legcsekélyebb károsodás, vagy annak gyanúja esetén a kiváltó okot ki kell deríteni (kivitelezési vagy tervezési hiba pl. nem kellően figyelembe vett hőmérsékleti hatás, zsugorodás, nem megfelelően számított csúsztató-húzófeszültségek, többtámaszú szerkezet negatív nyomatékából helytelenül számított húzófeszültség stb.). A meghibásodást egyedi terv alapján lehet kijavítani.

5.3. Acél pályaszerkezetek

Az acél felszerkezetű hidak pályaszerkezetének anyaga acél, vasbeton, fa és acél-vasbeton kombinációja. A pályaszerkezettel kapcsolatos fenntartási feladatokat alapvetően anyaguk határozza meg, így tárgyalásuk is eszerint célszerű.

Ezen fejezetben tárgyaljuk a tisztán acélszerkezetű ill. az acél és vasbeton kombinációjából épült pályák acélanyagának fenntartási kérdéseit. Az acél-vasbeton együttes anyagú pályaszerkezetek betonra vonatkozó fenntartási problémáit a 6.1.2. pont alapján oldhatjuk meg. Az 5.1. pontban tárgyalt acél főtartószerkezetek hibái, azok okai és felismerésük, ill. javításuk technológiái az acél pályaszerkezetekre is vonatkoznak, így jelen pontban az ortotrop, az acélpályatartós - vasbetonlemezes, az acélpályatartós - együttdolgozó vasbetonlemezes, a zórás vasas pályaszerkezetek speciális fenntartási feladatait emeljük ki.

5.3.1. Ortotrop pályaszerkezet

Ortotrop acél pályalemezes hidaknál minden burkolatcsere alkalmával, de legalább minden második időszakos vizsgálatnál több helyen fel kell bontani a híd pályaburkolatát, hogy az alatta lévő acél pályalemez állapota megvizsgálható legyen. Az acél pályalemez szigetelt, burkolattal érintkező felső felületének korrózióvédelmét a 7.9. pontban leírt módon cinkszórásos fémbevonattal kell kialakítani. A burkolat nélküli lemezekre kopásálló bevonatrendszert kell felhordani.

Az ortotrop pályaszerkezetű hidakon gyakori hiba a pályalemezen a fékezésből adódó vízszintes csúsztatóerők hatására a hídpályaburkolat hullámosodása, megcsúszása. Ennek megakadályozására ún. cikcakk-lemezeket hegesztenek a kocsipálya acéllemezére. A cikcakk-lemez hátránya, hogy ha az aszfaltburkolatot fel kell bontani,

akkor a bontásnál - különösen gépi bontásnál - a lemez megsérülhet, feltépdődhét, a régi aszfaltburkolat a hegesztett csíkok mellől nagyon nehezen távolítható el.

5.3.2. Acélpályatartós - vasbetonpályalemezes pályaszerkezet

A pályaszerkezet acéltartóinak fenntartási problémáit az 5.1. és a 7. pontokban tárgyaljuk, a vasbetonpályalemezre vonatkozóan a 6.1.2. pontban közöltek az irányadók.

Az acélpályatartókból és az erre együttdolgoztató kapcsolat nélkül rábetonozott pályalemezből álló pályaszerkezeten az alábbi speciális hibafajták okozzák a legtöbb kárt:

- a pályatartók és a pályalemez érintkezési felületén (betonnal érintkező acélfelületek) kialakuló korróziós károsodás (11. kép);
- a vasbetonpályalemez repedései, ill. esetleges pályamegszakítások menti átázás;
- a vasbetonpályalemez áttörései okozta hibák (9. kép).

A betonnal érintkező acélfelületeken és a pályalemez repedései menti átázások hatására kialakuló károsodásokat (11. kép) és ezek javítását az 5.2. pontban tárgyaltuk.

A pályamegszakítások menti átázások a megszakítások nem vízzáró kialakítása miatt keletkeznek, s az állandóan nedves környezet az acélszerkezetek korróziós károsodását eredményezi. A hibát és annak következményeit a pályamegszakítások vízzáróvá tételével lehet kiküszöbölni ill. megszüntetni (6.7.2. pont).

A vasbetonpályalemezek áttörése (pl. rácsos főtartó rácsrúdjai, ívhíd függesztőoszlopai) általában a szerkezetek kényes része, s súlyos károsodások kiindulópontja (9. kép). Sem a lemezt áttörő szerkezeti elem melletti túl kicsi, sem a túl nagy szabad hézag nem kívánatos. Túl kicsi távolság esetén a hézag könnyen elszennyeződhet, s az eltömődött hézagban felhalmozódott piszok, sár

állandóan nedves környezetben tartja a lemezen áthatoló elem felületét, s ezen jelenség igen veszélyes mértékű korróziós károsodást eredményezhet. Túl nagy távolság esetén a hézagon aláhulló szennyeződés a pályaszint alatti acél szerkezeti elemeken (pl. rácsos tartó alsó övén) halmozódik fel, s okoz korróziós károsodást. A pályalemezáttöréseket ennek megfelelően már létesítéskor gondosan meg kell tervezni. A fenti feltételt ki nem elégítő áttörést a fenntartás során át kell alakítani: az acél anyagú szerkezeti elem mentén a mázolás elvégzéséhez elegendő hely álljon rendelkezésre (az áttört lemez vastagságától függően 3-5 cm), a szerkezeti elem melletti hézagot úgy kell lezárni, hogy a pályaszint alatti részekre szennyeződés ne hullhasson, ill. a lezárás minél inkább vízzáró legyen (pl. az áttörést kiemelt peremmel célszerű szegélyezni).

5.3.3. Acélpályatartós - együttdolgozó vasbetonlemezes (öszvér) pályaszerkezetek

Ezen szerkezetek fenntartási problémái teljesen azonosak az öszvér főtartószerkezetű hidaknál részletezettekkel (5.2. pont).

5.3.4. Zórás vasas pályaszerkezet

A zórás vasas pályaszerkezetek legjellemzőbb hibái:

- a burkolat megbomlása, ill. ha van, a szigetelés szakadása;
- a zórás vasak korróziós károsodása;
- a pályaelemek leerősítésének kilazulása.

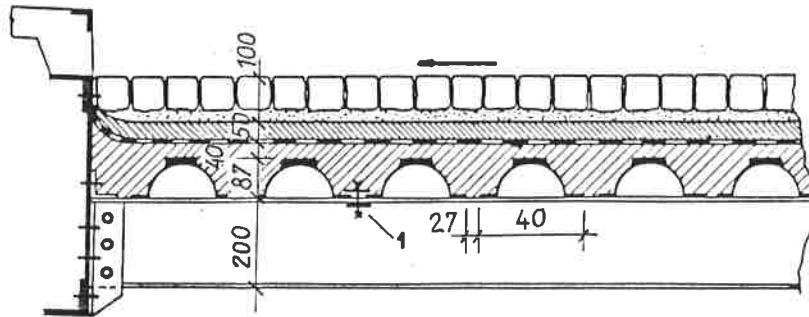
A zórás vasas pályaszerkezeteknél a burkolat megbomlása és szigetelés meghibásodása (szakadása) törvényszerű, mert a mozgó teher hatására a hídpálya szerkezete (zúzott kő) utótömörödik, ill. az egyes pályaelemek egymástól függetlenül hajlanak le. A megbomlott pályaszerkezet a zórás vasak gyors korróziós tönkremenetelét okozhatja (18. kép).

A zórás vasak korrózióvédelmét csak alulról lehet elkészíteni, ill. a teljes felületre (felső síkra is) kiterjedő korrózióvédelem csak a pálya felbontásával végezhető el. Ilyen esetben a további korróziós, burkolati és szigetelési meghibásodások távlati kiküszöbölése érdekében legcélszerűbb a zórás vasak bebetonozása (l. 7.9. pontot) és pályaszigetelés készítése.

A zórás vasas pályaszerkezet gyakori hibája a pályaelemek le-erősítésének kilazulása. A zórás vasakat nem átmenő csavarral, hanem szorítólemezekkel rögzítik a pályatartók öveihez. Ha a lemezek elfordulnak vagy a szorító csavarok meglazulnak és elcsúsznak, a lazulás bekövetkezik. A hibás leszorítás alulról csak speciális csavarokkal javítható. A zórás vasak eredeti terv szerinti leszorítása csak a pálya megbontásával lehetséges.

A zórás vassal alátámasztott közúti pályán - amely régi hidakon gyakori - legalább minden második időszakos hídvizsgálat, vagy az esedékes burkolatcsere során burkolatfelbontásokkal meg kell győződni a zórás acélok állapotáról. A felbontásokat célszerű az alulról károsodottnak tűnő helyeken, ill. a burkolati mélypontokon - ahol a romlás feltehetően a legnagyobb mérvű - végezni. A zórás vasas hídpályát a zórás vasak állapotától függően erőtanilag ellenőrizni kell.

A zórás vasas pályaszerkezetek fenntartása (felújítása) során szokásos megoldás, hogy a zórás vasakat zsaluzatként felhasználva, föléje vasbetonpályalemezt készítenek (5. ábra), amelyben a zórás vasaknak a számítások során figyelembe vett erőtani szerepük nincs. Ennek ellenére a bebetonozott zórás vasakat óvják a korróziós károsodásoktól, s felületvédelemmel látják el. A zórás vasak mázolásának fenntartása során a betonnal érintkező acélfelületek védelmének speciális problémáival találkozunk (7.9. pont). Hasonló gondok merülnek fel a vasbetonpályalemez zsaluzataként felhasznált acélhullámlemezek fenntartása során is.



1. rögzítés a zórés vasak végén

5. ábra

Zórés vasas bebetonozott pályaszerkezet

6. Közúti hídfelszerkezetek egyéb szerkezeti elemeinek ütemezett fenntartása

A 2. fejezet végén tett megjegyzésnek megfelelően a közúti hidakon az acél anyagú fő teherviselő elemeket leszámítva, a felszerkezet egyéb szerkezeti elemeinek fenntartási kérdései függetlenek a főtartók anyagától. Ezért a közúti hídfelszerkezetek egyéb szerkezeti elemeinek (vasbeton- és fapályaszerkezetek, saruk, ingák, csuklók, csapok, hídpályaszigetelések, hídpályaburkolatok, gyalogjárda, ill. kiemelt szegélyszávok, hídszerelvények) ezen fejezetben részletezett fenntartási feladatai acél- és vasbetonhidakra egyaránt vonatkoznak.

6.1. Pályaszerkezetek

Az acélfelszerkezetű hidak pályaszerkezetének anyaga az acél és az acél-vasbeton kombinációján kívül általában vasbeton, ill. néha fa.

6.1.1. Vasbeton pályaszerkezet

A vasbeton pályaszerkezetek (pályatartók, pályalemezek) és egyéb beton, vasbeton hídelemek (pl. kiemelt szegély) tipikus hibái a következők:

- repedések keletkezése, káros megnyílása, amelyek okuk szerint a következők lehetnek:
 - bedolgozási,
 - munkahézagok menti,
 - zsugorodási,
 - kötéskori gátolt hőmozgás,
 - hőmérsékletváltozás,
 - fagyás-olvadás,
 - acélbetétkorróziós,
 - duzzadási,
 - szerkezeti;

- korróziós hibák
 - betonkorrózió (felületi hámlás, feltáskásodás, lepattogzás, kimosás, kilúgozódás, kivirágzás, cseppkőképződés),
 - acélbetétkorrózió (lágyacélbetét, merev acélbetét, feszítőbetét korrózió);
- fészkes, porózus beton;
- felületvédelem felhólyagosodása, leválása;
- nedvesedések, ázások;
- injektálási hibák;
- káros mértékű alakváltozás;
- rezgések, lengések okozta károk;
- mechanikai sérülések;
- törés.

6.1.1.1. Repedések keletkezése, káros megnyílása

A repedések a szilárdulási folyamat, ill. a használat során keletkeznek, nőnek, fejlődnek ki vagy a meglévők (pl. munkahézag) károsan megnyílnak.

A repedéseket osztályozhatjuk tágasságuk, időbeni változásuk, de főleg kiváltó okuk szerint:

Bedolgozási repedések

A beton bedolgozásakor a nagyobb adalékszemcsék süllyedését a vasalás vagy a zsaluzat megakadályozza és így az akadályozó elem közelében keresztmetszet-csökkenés miatt repedés keletkezik.

A friss, még plastikus beton ülepedése miatt a felső vasalás vonalában repedések keletkeznek.

Munkahézagok menti repedések

A munka (építési) hézagok túlzott mértékű megnyílása a "régi" és az "új" betonozás közötti, kötéshő okozta hőmérsékletkülönbségből, a szerkezet egyenlőtlen támaszmozgásából, a csatlakozó részek

egyenlőtlen, ill. túlzott terheléséből, a lassú alakváltozásból, a beton zsugorodásából eredhet.

Zsugorodási repedések

A plasztikus zsugorodási repedés még a friss beton plasztikus állapotában alakul ki. Széles, mély és jól kivehető mintázatú, (elsősorban a vasalás felett jelenik meg). A beton gyors kiszáradása (erős napsugárzás, szél) hatására következik be.

Száradási zsugorodási repedés a beton szilárdulás alatt keletkező, kisebb mélységű, kagylós repedés. Ezen repedés elsősorban a következő okok miatt keletkezik: túl karcsú elemek, a szabad alakváltozás megakadályozása, elégtelen vasalás a munkahézagok mentén, csatlakozásra helytelenül előkészített régebbi betonfelület, helytelen utókezelés.

Kötés kori gátolt hőmozgás okozta repedés

Ha a kihülő beton összehúzódását valami (pl. meglévő alap, korábban készített beton, belső, még le nem hűlt betonrész) megakadályozza, felületi vagy átmenő repedés következhet be.

Hőmérsékletváltozás okozta repedés

Ha a hőmozgást valamilyen kapcsolódó szerkezet megakadályozza (gátolt alakváltozás), (pl. tartó saru nélküli feltámasztása), vagy ha a határozatlan szerkezet egyenlőtlenül melegszik fel.

A fagyás-olvadás okozta repedések

A kapillárisokba, a pórusokba, a rétegekbe bejutó és megfagyó-megolvadó víz fejti ki károsító, romboló hatását, aminek következtében a felületen szabálytalan mikro- és makrorepedések, pikkelyes, kagylószerű vagy leveles hámlások, leválások keletkeznek (lásd a 6.1.1.2. pontban a betonkorrozio jeleit).

Acélbetétkorróziós repedések

A vasaláson keletkező korróziós termék (vasoxid) fesztítő hatására keletkező repedések következményeképpen a betontakarás leválhat. A vasalás vonalában megjelenő repedések, rozsdás lefolyások, betonfedés leválása alapján ismerhetők fel (l. a 6.1.1.2. pontban az acélbetétkorrózió jeleit).

Duzzadási repedések

Az adalékanyag és a cement kémiai reakciójából (duzzadási reakció) származó (hálós) repedések (alkáli-adalék reakció). A duzzadási korrózió során a nehezen oldódó sók a beton pórusaiban, hajszálcsövekben felhalmozódnak. Ezek kikristályosodása következtében jelentős erők lépnek fel, melyek a beton szerkezetét tönkre teszik. Ide sorolható pl. a szulfátok károsító hatása is. Nátrium- és magnéziumszulfát hatására a portlandcement-beton mészféleségeiből gipsz keletkezik, amely a beton alumíniumsóival vegyülve trikalciumszulfoaluminátot alkot. Ez az ún. cementbacilus túszerű kristályai-
val nagy nyomást fejt ki a cementkőre és repesztő hatást gyakorol.

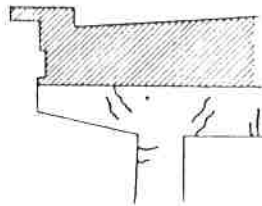
Szerkezeti repedések

A beton korai terhelése, az állvány építés közbeni süllyedése, a korai feszítés, erőjátékból származó repedések (hajlítás, nyírás, feszültséghalmozódás, túlterhelés, dinamikus hatás növekedése, alátámasztások mozgása, feszültségcsúcsok kialakulása pl. feszítésből, felfekvési viszonyok változásából) és szerkezeti kialakítás következményeként fellépő repedések (ferde lemezek tompaszögű sarkaiban, belső üregek és nagy átmérőjű vasak menti, a gyengített betonkeresztmetszetben a zsugorodásból, ill. az ülepedésből keletkező hosszanti repedések, csuklók nem elegendő elfordulási lehetősége, a vasalás helyének megváltozása a betonozás alatt).

A szerkezeti repedések általában nem teljes keresztmetszetre kiterjedőek, mivel a repedések a nyomott zónában megszűnnek (vagy záródnak). A pozitív nyomatéki repedések alulról, a negatív nyomatéki repedések felülről indulnak ki, s közel merőlegesek a szerkezeti elem tengelyére; a pályatartók nyírási repedései a támaszok közelében a tartótengellyel közel 45^0 -ot zárnak be.

Az erőjátékból származó repedéssel minden vasbetonszerkezeten számolni kell, ahol húzások lépnek fel (pl. lemezek sarkaiban). Ezeket a repedéseket a méretezési feltevések is figyelembe veszik, hiszen a vasbetonszerkezeteket általában nem repedésmentességre méretezzük. A repedések értékelésénél vasbetonszerkezetek esetén

elsősorban a repedés tágassága a meghatározó, mivel a repedések mentén az acélbetétek korróziója megindul, melynek következtében a szerkezet teherbírása és élettartama fokozatosan csökken. A szerkezet teherbírására kiható hajlítási, nyírási, a szerkezet állékonyságát befolyásoló, ill. a szerkezet jelentős részének leválását eredményező repedéseket veszélyesnek kell minősíteni. (6. ábra).



6. ábra

Kihatásában veszélyes jellegű repedések

A repedések tágasságát - a vasalás célszerű megválasztásával - olyan alacsony értéken lehet tartani, ami nem befolyásolja károsan a híd élettartamát. Átlagos környezeti feltételek mellett - megfelelő acél- és betonminőség esetén - a repedések 0,2 mm tágasságig nem veszélyesek, nem befolyásolják a híd teherbírását, élettartamát.

Előfeszített vasbetonszerkezeteknél veszélyesnek kell értékelni a feszített acélbetét irányú repedéseket, melyek a betétek lazulására, ernyedésére engednek következtetni.

Utófeszített vasbeton szerkezeteknél különös gondossággal kell megvizsgálni a szerkezet azon helyeit, ahol már a feszítésből eredően a betonban húzó- vagy nyírófeszültség ébred. Ilyen helyek a kábellehorgonyzás környéke, a tartóvégeknél a gerinc és az övek

csatlakozása, az elemek illesztési helyei stb. Az itt jelentkező repedések ugyanis minden esetben a tartó terhelhetőségét befolyásolják.

A repedéseket kihatásuk értékelhetősége érdekében megfigyelés alatt kell tartani, melyek során azok terjedésének irányára és ütemére, továbbá tágasságuk változására kell figyelemmel lenni. Ennek érdekében a vizsgálatkor festékekkel vagy más módon meg kell jelölni a repedés határát, illetve végét, feltüntetve mellette az észlelés dátumát, esetleg a jobb láthatóság érdekében krétavonallal célszerű megjelölni a repedés vonalát, továbbá fel kell tüntetni a tágasság mérésének helyét. Az üveglapos módszer a repedések megfigyelésénél adatot szolgáltatathat arról, hogy a megrepedt szerkezeti részek egymáshoz viszonyítva mozdulatlanok-e vagy sem, ill., hogy a mozgás terhelésből vagy hőmérsékletváltozásból ered-e.

A repedések javítása

A szerkezet teherbírását, használhatóságát nem befolyásoló felületi ún. hajszálrepedések általában nem igényelnek beavatkozást, kivéve, ha felületi károsodásokat (leválás, acélbetétkorrózió) okoznak, amelyeket felületi kezeléssel javíthatunk (felületi védőréteggel l. 6.1.1.4. pont ill. cement- vagy műgyantahabarcscsal l. 6.1.1.2. pont).

Csak az olyan repedéseket javítjuk ki, ahol cél a:

- megrepedt részek közötti teherbíró (erőátadó) kapcsolat létrehozása (ragasztás), mert a keletkezett repedés a teherbírásra, vagy az állékonyságra veszélyes;
- repedésekbe a vízbehatolás megakadályozása (tömítés), mert az acélbetétek korrózióvédelme egyébként nem biztosított.

A teherbíró kapcsolatot injektálással, a korrózióvédelmi megoldást injektálással vagy rugalmas hézagkitöltéssel lehet elérni.

Ha a szerkezetet nem méretezték repedésmentességre, a rendeltetés szerinti üzemi használat közben keletkezett repedések (az

ún. dolgozó repedések) hatékonyan teherbíróan nem javíthatók, igaz korrózióvédelmi szempontból ezek javítása is hasznos. Ilyen esetben, ha a repedéseket injektálják, üzemi használat közben mindig újabb repedések keletkeznek.

A rugalmas hézagkitöltéskor a megfelelően előkészített (laza részek eltávolítása, hornyok vésése) repedésbe rugalmas kitöltő anyagot (általában rugalmas csíkot) préselünk be.

Injektáláskor a repedt beton hézagait nagy nyomással folyékony kötőanyaggal (pl. műgyantával) töltjük ki, s az elvált felületeket össze is ragasztjuk. Az injektálást az MI-07-3401-87. 4.6. szakasza szerint kell elvégezni. Az injektáló gyantákkal szemben támasztott egyik lényeges követelmény a lúgállóság a beton szabad-mész tartalma miatt.

A repedéseknek általában száraznak kell lenniük. Ha ez a feltétel nem teljesül, az injektáláshoz poliuretán vagy akrilgyanta injektáló anyagokat kell alkalmazni. 0,1 mm-nél nagyobb repedéstágasság esetén alacsony viszkozitású epoxigyantákat kell alkalmazni. (Ennél kisebb repedéseknél - ha javításuk szükséges - a még kisebb viszkozitású akrilgyanták jöhetnek szóba.) Az is lényeges, hogy elegendő ideje (24-48 óra) legyen a repedésbe került gyantának a megszilárdulásra (a forgalmat ne engedjék meg túl korán). A gyorsan szilárduló gyanták a repedések tágasabb részén hamar megszilárdulnak, és nem töltik ki a repedést teljes egészében.

Közvetlen veszélyt jelentő repedések észlelése esetén a kijavításig a hídon forgalomkorlátozást vagy forgalomkizárást kell bevezetni.

A repedések terjedésének megállításánál a repedést előidéző okot, erőhatást meg kell szüntetni pl. az egyenlőtlen süllyedéseket talajszilárdítással megállítani, a beszorult mozgósarukat, ingákat felszabadítani.

6.1.1.2. Korróziós hibák

A vasbetonszerkezetek korróziója sok felé a világon probléma. A nemzetközi szakirodalomban egyre több olyan cikk jelenik meg, amely a vasbeton műtárgyak, hidak súlyos károsodásairól számol be. A hazai gyakorlatban is gyakran találkozhatunk a korrózió súlyos hatásaival. Súlyos esetekben a korrózió olyan nagymértékű, illetve olyan teherviselő elemet érint, hogy a szerkezet teherbírása csökken.

A vasbetonszerkezetek korróziós károsodását a víz, a fagy, a téli üzemeltetés folyamán útfenntartásban használt olvasztósó, a fokozódó légszennyeződés, a beton tulajdonságai, minősége, a mechanikai hatás, a túlterhelés és a dinamikus hatás együttesen váltja ki. A téli sózás általánossá válásával a vasbetonszerkezeteken rohamosan fokozódó károsodások keletkeztek.

A vasbetonszerkezetek korróziós hibái két csoportba oszthatók:
betonkorrózió,
acélbetétkorrózió.

A betonkorrózió

A betonkorrózió fajtáival, megjelenési formáival, mechanizmusával széleskörűen foglalkozik a szakirodalom. A fogalmakat, meghatározásokat az MI-07-3406-87 foglalja össze. A betonkorrózió az alábbi okok, hatások következtében alakulhat ki, ill. fokozódhat:

- fagyhatás, olvasztósó;
- környezetszennyeződés (léghő agresszivitása, vegyi szennyeződés);
- beton kéregrésze és a belső betonrész eltérő tulajdonságai;
- ismétlődő és dinamikus terhelés, túlterhelés;
- mechanikai hatások.

A betonkorróziót kiváltó okok, hatások általában nem egyedül, hanem együttesen okozzák a károsodást.

A betonkorrózió külső, látható jelei, megjelenési formái: mikro- és makrorepedések a beton felületén (és a beton szerkezetében), felületi hámlás, feltáskásodás, pikkelyes, ill. kagylószerű lepatogzás, leveles leválás, morzsolódás, mállás, kivirágzás, cseppkőképződés.

A betonkorrózió mértékének szemrevételezéssel történő megítélésére az MI-07-3406-87 az alábbi fokozatokat írja elő:

0. fokozat: - A vizsgált szerkezeten vagy szerkezeti részeken elváltozás nincs.
1. fokozat: - A cementtej és a legfinomabb habarcsrészek felületi lepergése látható.
2. fokozat: - A finomhabarcs felületi lepergése 1 mm mélységig, felületi károsodás, a finom adalékszemek részben szabadon állnak.
3. fokozat: - Erős kipergés, leválás 4 mm mélységig, a felületi cementhabarcs erős károsodása, a közepes adalékszemek szabadon állnak.
4. fokozat: - Erős kipergés 10 mm mélységig, durva adalékszemcsék szabadon állnak, közülük a habarcs kivált.
5. fokozat: - Kipergés 10 mm-nél nagyobb mélységig, feltáskásodás, az acélbetétek a betonfedést lerepesztik, kisebb-nagyobb darabban az acélbetétek kilátszanak.

Az acélbetétkorrózió

Az acélbetétkorrózió okaival, mechanizmusával szintén széles körben foglalkoznak a szakirodalomban. A fogalmakat, meghatározásokat az MI-07-3406-87 adja meg.

Az acélbetét korrózióját befolyásoló tényezők:

- a beton karbonátosodási mélysége,
- a beton kloridion tartalma,
- a kloridion behatolási mélysége,
- a pH értéke az acélbetétnél,
- a repedéstágasság,

- a betonfedés mértéke,
- a betonhibák (repedés, fészkeség, felületi leválás, mállás),
- a szigetelési hibák,
- a beton anyagminősége (szilárdság, tömörség, porozitás),
- az acélbetét anyagminősége,
- az esetleges felületvédelem minősége.

Az acélbetét károsodásának valószínűségét a betonfedés, a pH acélbetéteknél mérhető értéke, a Cl-ion behatolás függvényében az MI-07-3406-87 alapján a Függelékben közöljük (F 1. táblázat)

Az acélbetétkorrozio külső, látható jelei:

- rozsdafoltok, rozsdás lefolyás a betonfelületen,
- betonacél feletti repedés,
- betontakarás leválása.

A felületen rozsdás elszineződés, folyás jelenik meg a meglévő repedéseken (pl. hajlítás okozta) keresztül. Vele csaknem egyidejűleg az acélbetéttel párhuzamos repedések keletkeznek. A repedések a 6-8-szoros térfogatnövekedéssel járó acélkorrozio feszítő hatása miatt keletkeznek. Ezt követően a betonfedés lehasad, s a szabaddá váló acélbetéten összefüggő, egyre mélyülő réteges rozsdaképződik. Egy síkban elhelyezett több acélbetétnél előfordul, hogy a kezdeti repedések a vasalás síkjában keletkeznek és a betonfedés nagy felületen egyszerre válik le. Hasonlóan károsodhat a merevbetétes hidak alsó felülete, ahol a szélesöví acéltartók alá kivitelezéskor a beton nehezen bedolgozható, ill. nem vagy rosszul rögzítve helyezték el a tapadást biztosító acél (drót) hálót. A betonban lévő belső üregek illetve a körülmények szerencsétlen egybeesése esetén (pl. a vasalás közelében erősen, de a felületen egyáltalán nem fészkes beton) előfordulhat súlyos korrozios károsodás minden látható jel nélkül is.

Oxigénhiányos környezetben előfordulhat a betonacélkorrozio speciális fajtája, melynek korrozios terméke fekete és nem jár jelentős térfogatnövekedéssel, így minden külső jel nélkül észrevétlen maradhat.

A korróziós hibák javítása

A betonfelületek hibáinak javítása részben hagyományos cement-habarc-, ill. betonjavítással, részben műanyagokkal módosított cementkötésű vagy műgyanta kötőanyagú habarc-, ill. beton alkalmazásával történik. Nagyobb felületek javítása löveltbetonnal oldható meg.

A javítás első lépése mindig a betonfelület előkészítése. A javítandó betonfelületeknek minden szennyeződéstől, a laza részek-től mentesnek, száraznak, por- és zsiradékmentesnek kell lennie. A laza, málló részek eltávolítása után csak azon részek maradhatnak meg a betonacélok környezetében, melyek pH értéke még nem csökkent 8,5 alá, illetve a beton kloridtartalma nem nagyobb a cement tömegére számított 0,4 %-nál (előfeszített szerkezeteknél 0,2 %-nál), tehát a betonacél védelme biztosított. A felületelőkészítéssel szemben támasztott követelmény függ a javítás módjától (cementalapú, műanyaggal módosított cementkötésű, műgyanta kötőanyagú, löveltbeton) is. A betonfelülettel szemben támasztott követelményeket, a felületelőkészítésnél alkalmazandó módszereket javítási módokként az MI-07-3401-87 részletesen előírja (4.3.2, 4.4.3; 4.5.4. szakaszok).

A javítási módok, technológiák a következők lehetnek:

a) Javítás cementhabarccsal vagy betonnal

A betonfelületek saját anyaggal történő javítása a legtöbb esetben különösen gondos kivitelezést igényel:

- a javítóbeton legnagyobb adalékszemcséjének nagysága legfeljebb a javítóréteg harmadrésze lehet, de ugyanakkor a javítóbetonnak hasonlónak kell lennie a javítandóhoz, ezért betonnal csak vastag rétegek esetén szabad javítani;
- a friss beton a régi betonfelülethez nem köt megfelelően, ezért tapadóhíd alkalmazása szükséges;
- a beton utókezelése gyakran körülményes;
- a javítóbeton megfelelő szilárdságának eléréséhez - hacsak

- a szilárdítás gyorsításáról nem gondoskodnak - kizsaluzásig legalább 14 nap szükséges;
- a szilárdulás ideje alatt a forgalmat korlátozni kell.

A cementhabarcs kisebb felületi hibák - felületi porlás és feltáskásodás, hámlás, kifagyás, üreges, fészkes beton, élcsorbulások - javítására alkalmazható (MI-07-3401-87. 4.3. szakasz).

A betonnal történő javítás nagyobb vastagságú réteg felhordása esetén alkalmazható ($v > 3 \cdot d_{\max}$), amelynek bedolgozása már csak zsaluzattal és tömörítéssel lehetséges.

b) Javítás műanyagokkal módosított cementkötésű vagy műgyanta kötőanyagú habarccsal, betonnal

Felhívjuk a figyelmet arra, hogy a műgyantahabarcs és -beton cementbetontól eltérő fizikai tulajdonságai miatt (zsugorodás, rugalmasság, hőtágulás) nagyfelületű javítás esetén célszerű a cementbetonnal történő javítást előnyben részesíteni. A műgyanta kötőanyagú habarcs és beton fenti hátrányai csökkenthetők a műanyagokkal (polimerekkel) módosított cementkötésű javítóanyag alkalmazásával.

A műgyantahabarcs: adalékanyaga homok	$d_{\max} < 4 \text{ mm}$
javítandó rétegvastagság	max 15 mm

A műgyantabeton: adalékanyaga homokos kavics	$d_{\max} > 4 \text{ mm}$
javítandó rétegvastagság	15 mm fölött.

Sérült betonrészek - felületi hámlások, fészkeség, mechanikai sérülések okozta csorbulások - javíthatók műgyantahabarccsal vagy műgyantabetonnal, különösen akkor, ha a rövid kötési időnek nagy szerepe van (MI-07-3401-87. 4.4. szakasz).

c) Javítás lövelltbetonnal

A lövelltbeton beton- és vasbetonszerkezetek, valamint nagy felületek hibáinak kijavítására és megerősítésére használható (MI-07-3401-87. 4.5. szakasz).

A felsorolt javítási módok alkalmazási területeit és feltételeit, a javítandó felület előkészítését és kellősítését, a javító anyagokkal szemben támasztott követelményeket, felhordásuk feltételeit, bedolgozásuk követelményeit az MI-07-3401-87 hivatkozott szakaszai részletesen tartalmazzák.

Nagyobb felületi hiba esetén mindig előnyös acél(drót) háló elhelyezése (pl. merevbetétes hidak alsó felületén). A felszerkezet nagyfelületű javítása cementhabarccsal vagy lövelltbetonos javítóeljárás alkalmazásával célszerű.

6.1.1.3. Fészkes, porózus beton

Fészkes, porózus (szivacsos, esetleg üreges) beton a nem megfelelő bedolgozására (az adalékanyag szétosztályozódása, karcsú elemeknél a friss beton túlzott esési magassága, a vasbetétek helytelen megválasztása, a helytelenül megválasztott és végrehajtott tömörítési eljárás, cementhabarccsszegény beton, különleges óvintézkedések nélküli betonozás fagyban) vagy zsaluhibára vezethető vissza. Hasonló gondot okoznak a betonban bentmaradó különböző anyagok, leggyakrabban a zsaluzatot kitámasztó fabetétek.

A fészkes, porózus (szivacsos, üreges) beton javítása

A javítás módjai a korróziós hibák javítási lehetőségeivel megegyeznek. A fészkeség méretei miatt leggyakoribb a cementhabarccsal, műanyagokkal módosított cementkötésű vagy műgyanta kötőanyagú habarccsal történő javítás.

6.1.1.4. A felületvédelem felhólyagosodása, leválása

Károsító hatásnak erősen kitett helyeken a betonfelületeket valamilyen védőréteggel kell ellátni. Ez a védőréteg lehet felületi impregnálás, műanyag védőbevonat, műgyantahabarcs vagy műgyantabeton. Ezeknél alapvető követelmény, hogy a beton ne legyen túlságosan porózus, könnyen málló, hanem egyenletesen

sík felületű és szilárd. Tartósságukat az határozza meg, milyen a tapadásuk a védeni kívánt betonfelülethez. A beton kiszellőzését biztosítani kell.

Régebben szokásos volt a betonfelületek vakolása. Manapság is gyakran előfordul, hogy a fenntartás során - nagyfelületre kiterjedő romlások esetén - a felületet cementhabarcs vakolással (vagy cementtej meszeléssel) teszik ellenállóvá vagy elégítik ki az esztétikai követelményeket. A vakolat leválása az elégtelen tapadás, erős dinamikus igénybevétel ill. az eltakart felület további romlása miatt (pl. átázás) következhet be.

Felületvédelem helyreállítása

A felületvédelmi eljárásokat az MI-07-3406-87 az alábbi csoportokra osztja:

- a) impregnálás: víztaszító (póruskitöltő)
filmképző (50 µm vékony film a felületen)
kéregimpregnálás (1-5 mm mélységig póruskitöltő)
- b) bevonatok: felületi hártya (festés) (0,1-0,3 mm vastagságban)
vékony bevonat (0,3-1,0 mm egyenletes réteg)
vastag bevonat (1,0-5,0 mm folyamatos réteg)
- c) műgyantahabarcs vagy műgyantabeton, mint bevonat
(vastagsága 5 mm feletti)

A fenti felületvédelmi eljárások és betonkorrozó szemrevételezéssel megállapítható fokozatai közötti kapcsolatot az MI-07-3406-87 alapján a Függelékben közöljük (F2. táblázat).

A felsorolt felületvédelmi eljárások alkalmazási területeit, és feltételeit, anyagait, a betonfelület előkészítését, a felületvédelem megvalósítását, a felületvédő anyagokkal szemben támasztott követelményeket az MI-07-3406-87 tartalmazza.

A károsodott felületvédelem helyreállítása során a felületvédelem létesítésének fent hivatkozott általános előírásainak betartásán túlmenően az alábbi szempontokra kell tekintettel lenni:

- a helyreállítás során alkalmazott felületvédelmi eljárás legyen azonos az eredetivel;
- arra kell törekedni, hogy javításkor a régivel azonos (de legalább összeférhető) felületvédő anyagot építsünk be;
- a régi és az új felületvédelem folytonossági hiány nélküli csatlakozását biztosítani kell.

A vakolat hibáit cementhabarccsal (MI-07-3401-87. 4.3. szakasza) vagy műanyagokkal módosított cementkötésű ill. műgyanta kötőanyagú habarccsal (MI-07-3401-87 4.4. szakasz) lehet javítani.

6.1.1.5. Nedvesedések, ázások

Nedvesedések, ázások a nem kellően tömör és vízzáró betonra, a hibás vagy hiányzó szigetelésre, a nem vízzáró dilatációs szerkezetre, vízelvezető rendszer részleges vagy teljes eldugulására, az illesztési hézagokon ill. repedéseken bejutó víz felgyülemelésére, a csapóesőre és a vízzorr hiányára vezethetők vissza.

Nedvesedések, ázások megszüntetése

A kiváltó ok (hibás szigetelés, vízelvezető rendszer eldugulása, nem vízzáró dilatációs szerkezet, vízzorr hiánya, repedések) feltárásával és megszüntetésével számolható fel. A vízutánpótlás megszüntetése, a felület kiszáradása után a betonfelületet helyre kell állítani, ha az károsodást szenvedett (korrodálódott, levált).

6.1.1.6. Injektálási hibák

Injektálási hibák: a feszített vasbetonszerkezetek kábelburkoló csövének injektáló habarccsal való kitöltésekor kisebb-nagyobb üregek keletkezhetnek. Az injektálási hibák elvben röntgenzéssel felfedhetők (de a több dm-es vastagságú vasbetonszerkezetek átvilágításához szükséges készülékek kifejlesztése még a fejlett országokban is csak kísérletileg megoldott, gyakorlati alkalmazása nem széleskörű). A hibák felismerése jelenleg csak feltárással

történhet. A feltárt kábelburkolócsövekben az injektálóhabarcs megléte vagy hiánya, a feszítőkábelek állapota endoszkóppal vizsgálható.

Injektálási hibák javítása

A feltárt injektálási hiányokat újabb injektálással kell megszüntetni (MI-07-3401-87. 4.6. szakasz).

6.1.1.7. Káros mértékű alakváltozás

Káros mértékű alakváltozás leggyakrabban határozatlan szerkezetek esetében az - esetleg nem is számított - lassú alakváltozásból származik. Ezen többletalakváltozás a pályaszerkezetben a szokásos támaszközök esetén általában nem okozhat problémát, nem igényel beavatkozást. Beavatkozásra elsősorban vasbeton főtartós hidak esetén lehet szükség.

Káros mértékű alakváltozás javítása

A túlzott alakváltozás pontos okát (lassú alakváltozás, nem számított teherátrendeződés, támaszsüllyedés) fel kell tárni. Ettől függően a hídszerkezet pillanatnyi teherbírását újabb statikai számítással meg kell állapítani. A túlzott alakváltozás következtében létrejött szerkezeti (megváltozott hosszesés, mélypontok, repedések) és esztétikai (túlzott lehajlás) hibákat lehetőleg megszüntetni (pl. a vasbetonpályalemez eltávolításával), de legalább tüneti kezeléssel mérsékelni kell. A vízelvezetést mindenképpen - akár utólagos víznyelők elhelyezésével - biztosítani kell. Utólagos rábetonozás a súlynövekedés miatt káros lehet. Lehetséges megoldás jól takaró kötényfal alkalmazása vagy a szegélyek korrekciója.

6.1.1.8. Rezgések, lengések okozta károk

A túlzott lengések, rezgések bizonyos hídtípusokra (pl. vas-

betonpályalemezes acél ívhíd) jellemzőek. Gyaloghidaknál a saját-frekvencia és a gyalogosok lépésfrekvenciája közel állhat egymáshoz, ami szintén túlzott lengéseket, rezgéseket válthat ki.

A teher hatására egyes hídszerkezet típusokra (pl. ívhidakra) jellemző erőteljes lengés általában nem okoz teherbírás csökkenést. A vékony vasbetonszerkezetek (pl. lemezek) esetleges rezgése, lengése általában szintén nincs közvetlen hatással a teherbíróképességre (esetleg nem számottevő, záródó repedések keletkezhetnek).

Káros mértékű rezgés, lengés megszüntetése

A rezgések és lengések csökkentése - ha szükséges - csak a mozgásba hozott tömegek erőteljes megváltoztatásával, a saját frekvencia elhangolásával lehetséges, részletes terv alapján.

6.1.1.9. Mechanikai sérülések

Hóekék, ütköző járművek okozta sérülések és a forgalomnak kitett felületek kopása tartozik ide. A mechanikai eredetű meghibásodások leggyakrabban előforduló oka a forgalom miatt (ütközés, lánc talpas jármű) bekövetkező sérülések, csorbulások, repedések, törések. A vízfolyás forgalma miatt is keletkezhetnek a hidak felszerkezetén károsodások. A vasúti járművek okozta ütközések száma lényegesen kevesebb, ennek legsúlyosabb esete az, amikor a kisiklott vasúti jármű, ill. az úrszelvény méretét meghaladó szállítmány a híd felszerkezetét rongálja meg, mozdítja el.

Mechanikai sérülések javítása

A mechanikai sérülések javítását a 6.1.1.2. pont alapján a betonkorrozíós hibákhoz hasonlóan lehet elvégezni. Súlyosabb esetekben (repedés, törés, felszerkezet elmozdulása) a javítás megkezdéséig azonnali intézkedéseket kell hozni a sérült részek tehermentesítésére (pl. aláállványozás, forgalomkorlátozás), a javítás egyedi terv alapján lehetséges.

6.1.1.10. Törés

A hidak szerkezeti elemeinek törését a túlterhelés, tervezési, építési hibák, a korróziós károk okozta teherbíráscsökkenés, ill. azok együttes hatása okozhatja.

Törés javítása

A tönkrement, tört vasbetonszerkezeti elemek javítása csak egyedi terv alapján lehetséges. A hibák felfedezése után a javítás megkezdéséig azonnali intézkedéssel a károsodott hídelemet (pl. forgalomkorlátozással, alátámasztással) tehermentesíteni kell, ill. ki kell váltani.

6.1.2. Fapályszerkezetek

A fapályszerkezetek hibái a hibák eredete szerint:

- alaki;
- felépítési;
- szerzett:
 - vetemedés,
 - repedés;
- rovarkárok;
- fabetegségek:
 - kékesedés,
 - egyéb elszíneződés,
 - fülledést,
 - márványosságot,
 - revés, ill. maró korhadást okozó gombabetegségek;
- a fa hídszerkezet üzemeltetése során keletkező hibák:
 - kopás,
 - repedés,
 - törés (roncsolás, csonkulás),
 - kapcsolat, merevítések kilazulása, szétesése;
- faanyagvédelem károsodása.

A beépített faanyagot mechanikai, fizikai, ill. kémiai vagy biológiai hatások károsítják. A mechanikai és fizikai hatások következtében a fa vetemedhet, megrepedhet, elkophat, roncsolódhat, eltörhet (szerzett és üzemeltetés során keletkező hibák). A biológiai és kémiai hatások közé soroljuk a rovarok okozta fahibákat és a farontó gombák okozta megbetegedéseket.

6.1.2.1. Alaki és felépítési hibák

Alaki és felépítési hibákkal nem kívánunk foglalkozni, mivel faanyagokra vonatkozó magyar szabványok: MSZ 45/1, MSZ 2548, MSZ 6772, MSZ 46 stb. és a méretezési szabványok az építéshez felhasználható fák minőségét (MSZ 15025) előírják. A megépített szerkezeteken így tehát ággöcsökkel, görbeséggel, sudarassággal, repedésekkel csak korlátozott mértékben szabad találkozni.

6.1.2.2. Szerzett fahibák

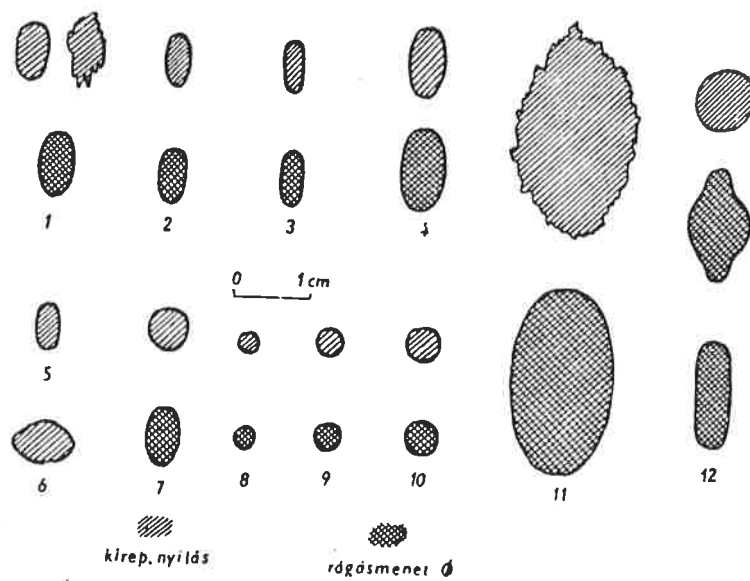
A vetemedés, a repedések szemrevételezéssel közvetlenül megállapíthatók.

A **vetemedés** a nedvességtartalom-változásra (száradás, telítődés) eltérően reagáló farészek alakváltozása miatt lép fel.

A **repedések** a helytelen tárolás és száradás következtében lépnek fel. Természetesen keletkezhetnek szerkezeti repedések a hídszerkezet üzemeltetése során is. (l. 6.1.2.4. pont).

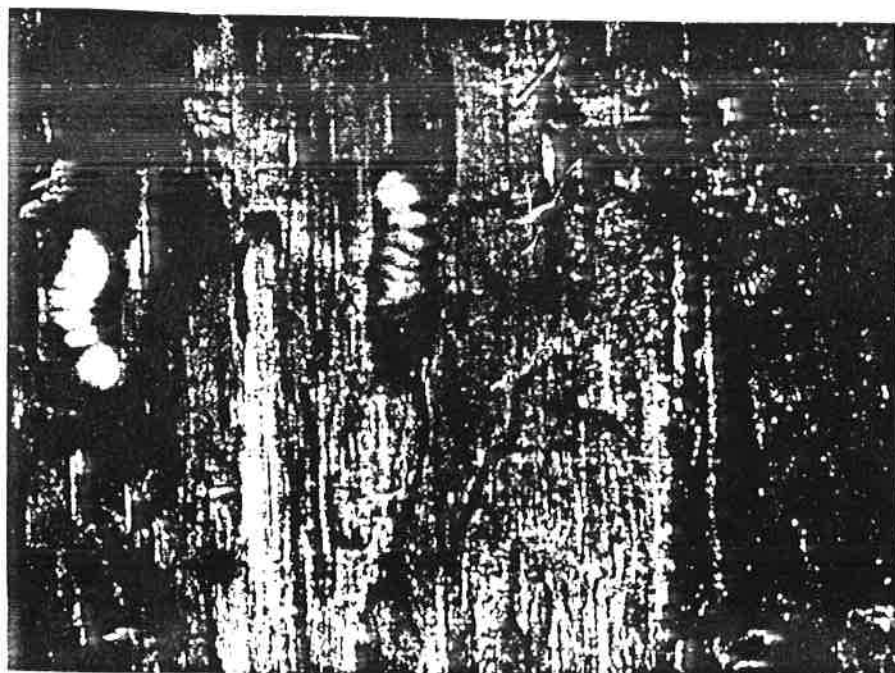
6.1.2.3. Rovarkárok

A rovarok okozta fahibák a fában huzamosabb ideig élő bogarak és hártványászárnyúak - cincér, szú, kopogóbogár stb.- nem ritkán 5-6 mm átmérőjű járatai, melyek erősen csökkentik a szerkezet hasznos keresztmetszetét. A különféle rovarokkal fertőzött fa a rovarrágás nyomaiból ismerhető fel (7. ábra). A rovarrágás lehet felületi, sekély és mélyreható (8. ábra).



7. ábra

Farontó rovarok kirepülési nyílásai, ragásmentek keresztmetszeti képe



8. ábra

Farontó rovarok álcáinak károsító hatása

A felületi rovarrágás szemrevételezés alapján egyértelműen felismerhető. A sekély és mélyreható rovarrágás pedig az általában 1 - 5 mm átmérőjű kirepülési nyílásokból ismerhető fel. Előfordulhat, hogy a felületen pl. elszennyeződés miatt nem láthatók a kirepülési nyílások, ilyenkor a felső néhány mm-es réteg levésése után észlelhetők a szabaddá tett lyukak.

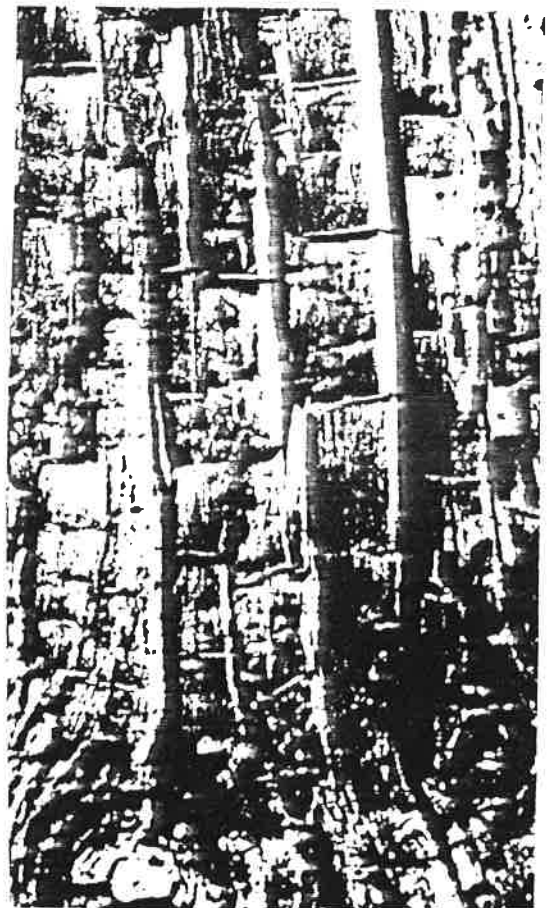
6.1.2.4. Fabetegségek

Az elszíneződés, a fülledés, márványosságot, korhadást okozó gombabetegségek a fa színének változásából, szagából és anyag-szerkezetében történő elváltozásából ismerhetők fel (9., 10. ábra).



9. ábra

Pincegomba legyező alakú
hibakötegei erdei fenyő gerendában



10. ábra

Revés (barna) korhadás, a fa-
anyag köbösen esik szét

A **kékesedés** és **egyéb elszíneződés** a faanyag szilárdságát számottevően nem csökkentik, de figyelmeztetnek, hogy a romboló gombaféleségek részére is megteremtődtek az életfeltételek a faanyagon. Az elszíneződés a csersav hiányát mutatja, ami a szilárdsági tulajdonságok romlására utal, mivel a csersav a faanyag fizikai tulajdonságait előnyösen befolyásolja. A csersav vízben oldható és levegőn oxidálódik, azaz a tartósan szabadban levő faanyag veszít csersavtartalmából. A csersav kimutatása csersav reagenssel (ferriklorid vagy ferri-szulfát) lehetséges. A csersav reagens, a fa frissen metszett felületére felhordott, vizes oldata elszíneződik: sárga szín esetén a faanyag csersavtartalmát elveszítette.

A **fülledést** okozó gomba kezdetben vörösbarna elszíneződést okoz, ekkor még a szilárdság nem csökken. A további fázisokban világossárga, majd **márványos** lesz és a szilárdságcsökkenés 50 %-nál is nagyobb lehet.

A **revés** (barna) **korhadásnál** kezdetben a faanyag vöröses barna színeződést mutat, előrehaladott állapotban a fa sötétbarnára színeződik, szénszerűvé válik. A visszamaradó ligninváz sugár- és érintőirányban megrepedezik, majd a fa kisebb-nagyobb hasábokra hullik szét (10. ábra).

A **maró** (fehér) **korhadásnál** a visszamaradó cellulóz fehéres foltokban jelenik meg. Végül a faanyag mind lazább, törekenyebb, de hálószerűen összefüggő, üregesen mállott fehéres tömeggé változik.

A korhadás a fa belsejében is kifejlődhet, és ekkor csak kopogtatással, fúrással tárható fel. A belsőleg korhadó fa kopogtatva jellegzetes, az ép részek hangjától elütő, puffanó, tompa hangot ad. A megfúrás során a korhadásra a furóbehatolás ellenállásából, a fúróval kivett forgács állapotából és szagából következtethetünk. A vizsgálat után a furatokat kátrányba mártott facsapokkal kell kitölteni.

Korhadás megindulása a földdel érintkező, egymásra, falazatra vagy alaptestre fekvő, nedves, sötét és meleg környezetben lévő, valamint változó vízjárásnak kitett farészekén várható.

A korhadás felismerésére az MI-07-3401-87 6.3.2. szakasza is felvilágosítást ad.

A fabetegségek egyszerű **szemrevételezéssel** nem mindig különböztethetők meg. Kétség esetén szakértőtől kell véleményt kérni. A védekezés kátrányolaj származékokkal 2-3 rétegben történő mázolás és fertőtlenítéssel történhet (6.1.2.6. pont).

A fától, amennyire lehet, a nedvességet távol kell tartani; a fát a szennyeződésektől meg kell tisztítani. (MI-07-3401-87 6.4.1. szakasz).

A fabetegségekkel és rovarokkal fertőzött részeket azonnal ki kell cserélni a fertőzés kiterjedésének megakadályozása végett (MI-07-3401-87 6.4.2. szakasz).

6.1.2.5. A hídszerkezet üzemeltetése során keletkező hibák

A **kopás** főleg járófelületen vagy szegélygerendán jelentkezik a mozgó járművek hatására.

A **repedés és törés** (roncsolás, csonkulás) a szerkezeti elem túlterhelésekor lép fel akár a közvetlenül terhelt, akár közvetve terhelt elemen.

A szegezett, csavarozott **kapcsolatok, merevítések kilazulása** a környező faanyag romlása és/vagy a terhelés dinamikus hatása miatt következik be.

Különös gondossággal, forgalom alatti megfigyeléssel kell meggyőződni a kapcsolatok és merevítések megfelelőségéről, ép voltáról.

Eltakart farészek (pl. cölöpök) állapotáról, indokolt esetben a földfelszínhez közeli részeinek feltárása vagy a kőrakat kibontása útján is meg kell győződni.

A **sérült, teherviselésre nem alkalmas elemeket** (MI-07-3401-87. 6.4.2; 6.4.3. szakaszok), és **kapcsolatokat, merevítéseket** ki kell cserélni, ill. fel kell újítani. A forgalom alatti megfigyelésekkel évente legalább egyszer meg kell győződni a kapcsolatok és merevítések épségéről. A laza csavarokat meg kell húzni, a meglazult ékeket, kapcsolóelemeket vissza kell ütni.

6.1.2.6. A faanyagvédelem felújításának elhanyagolása

A faanyagvédelem szükséges felújításának elmaradása - noha általában nincs szükség a védőkezelés időszakos megismétlésére - miatt néha rovarkárok, ill. fabetegségek okozta károsodások keletkeznek.

A védekezés impregnálással (lenolajkence), ill. fakonzerváló anyagokkal, leggyakrabban az MSZ 3280 szerinti kőszénkátrányolajjal (Kreozott-tal) 2-3 rétegben való mázolásal történhet. Kátrányolaj helyett ásványolaj ilyen célra nem használható, az a növényi és állati kártevők ellen védelmet nem nyújt.

A faszerkezetre telepedett gombákat fertőtlenítéssel lehet kiírtani. A fafelületet gondosan le kell tisztítani, majd fertőtlenítő folyadékkal kétszer be kell mázolni. A faanyag védőszer (pl. MIKROSOL-B) hatószere általában fluor-nátrium, melyet vízzel hígítanak, s 1 l oldat kb. 8 m² felület egyszeri mázolására elegendő.

6.2. Saruk, ingák

A rendeltetésnek nem megfelelő, rosszul, vagy egyáltalán nem karbantartott saru a szerkezeti gerendában, az ellenfalban, a pályaszerkezetben és pályadilatációban okozhat károsodásokat.

A saruk hibái a következők:

- felfekvési hibák;
- mozgósaruk - ingák, görgők - mozgásának akadályozottsága;
- sarualkatrészek meglazulása, berágódása, csorbulása, repedése, törése;
- saruk, illetve a megtámasztott szerkezet felemelkedése;
- mozgósaruk, ingák helyzete nem a hőmérsékletnek megfelelő;
- saruk, ingák korróziós károsodása;
- műgumisaruk öregedése, felületi repedése, elferdülése, vándorlása.

6.2.1. Felfekvési hibák

A felfekvési hibák az egyes saruelemek, valamint az alátámasztott és az alátámasztó szerkezet között keletkezhetnek. Az acél-saruk alkatrészei, valamint a falazat és az alsó öntvény között nem lehet érzékelhető mozgás. Ennek ellenére - még a saruk pontos elhelyezése esetén is - előfordul, hogy később felfekvési hibák mutatkoznak.

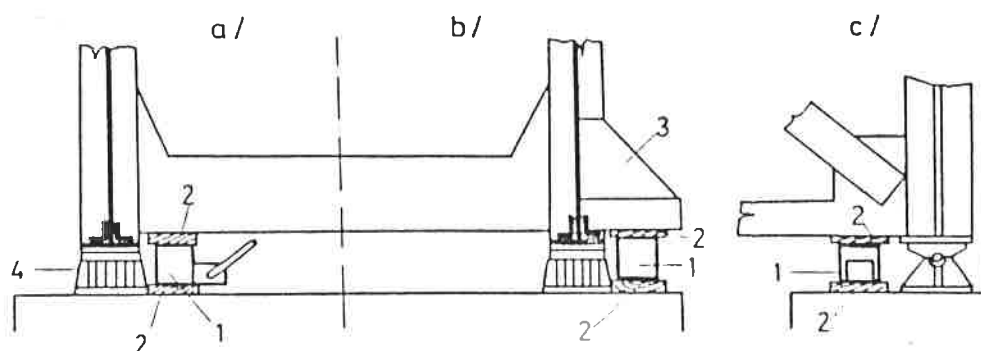
A felfekvési hibákat szemrevételezéssel a következő jelek alapján ismerhetjük fel: az alsó öntvény körüli vagy alatti habarcs-kitöltés kitöredezettsége, a saru alá jutó és a sarumozgás következtében kinyomódó víz, illetve hordalék nyoma, a saru alól kinyomódó ólomlemez. Ezt a mozgást forgalom alatt ujjrátétellel is észlelhetjük. A saruelemek egymás közötti felfekvési hibái kopogtatással vagy hézagméréssel észlelhetők. A rosszul felfekvő csap vagy hengervég ütögetésre tompább hangot ad és az ütési ellenállása kisebb a másik véghez képest.

A felfekvési hibák az egyes elemek, valamint az alátámasztott és alátámasztó szerkezet között kivitelezési hibából, túlterhelésből, az alsó öntvényt rögzítő csapok lazulásából, támaszsüllyedésből, stb. eredhetnek.

A felfekvési hibával rendelkező sarut rendezni, szabályozni kell. **Sarurendezés** során a sarut helyéről le kell emelni, a sarufészkét véséssel és cementhabarcs-kiegészítéssel ki kell javítani, illetve a nem elegendő mélységű sarufészkét a szerkezeti gerenda vasalása által megszabott mélységig le kell vinni, az alsó öntvényt rögzítő meglazult tüskéket ki kell vésni, majd a sarut az általános terv szerinti helyére - ha kell pl. alátétlemezekkel - vissza kell helyezni és rögzíteni. Cementhabarcs helyett gyorsabban kötő műgyantahabarcs is alkalmazható. Gondoskodni kell az alátámasztások környezetének, a sarufészeknek víztelenítéséről.

Sarurendezéshez a hídszerkezetet a forgalom kizárása mellett emelőkkal vagy hidraulikus sajtókkal meg kell emelni. A híd meg-

emelhetőségét erőtani vizsgálattal igazolni kell. A határozatlan szerkezetek emelését különös gonddal kell megtervezni, nehogy a bevitt támaszmozgás-különbség erőtani károsodást okozzon. A sajtókat a saruk mellett a falazatra a támasz feletti kereszttartó, illetve keresztkötés, esetleg főtartó vagy ha ilyen van a szerkezeten, az emelőkonzol alá kell helyezni. (11. ábra)



1. sajtó
2. keményfa
3. emelő konzol (esetleg utólag felszerelve)
4. saru

11. ábra

A hídszerkezet megemelése sarurendezéshez

A sajtók elhelyezésénél ügyelni kell arra, hogy az emelés következtében a szerkezeten görbülés vagy más káros alakváltozás, pl. szerkezet-elcsavarodás, ne keletkezzék. A sajtók alá, valamint a sajtó és a szerkezet közé az egyenletes felfekvés és a megcsúszás veszély elkerülése érdekében keményfabetétet kell elhelyezni.

Emelés alatt a szerkezet egyik vége mindig biztos megtámasztású legyen. Fix sarus szerkezetvég emelésekor a mozgó sarut ki kell ékelni.

Ha az emelés lehetőségét a híd tervezésekor nem biztosították, az emelést csak új tervek alapján, tehát nem fenntartási, hanem újírtási munkák keretében szabad elvégezni.

A sarurendezést célszerű semleges hőmérsékleten ($+10...12^{\circ}\text{C}$) végezni. A mozgó sarut mindig a felszerkezet hőmérsékletének megfelelően kell beállítani.

A sajtókkal való mozgatást csak teljes forgalomelzárás alatt szabad végezni. Mind az erőtani igazolás során, mind az emeléskor nagy gondot kell fordítani a határozatlan szerkezetek sarurendezésére. Ügyelni kell arra, hogy a határozatlan szerkezetek mozgatása csak kis lépcsőkben, közel párhuzamos emeléssel történhet, nehogy az emeléssel, a túl nagy támaszmozgítás-különbséggel károkat okozzunk. A javítás idejére a szerkezetet ideiglenes alátámasztásra, keményfa máglyára kell helyezni, súly - ill. sebességkorlátozás bevezetése mellett. Ideiglenes alátámasztás esetében is gondoskodni kell a szerkezet oldalirányú rögzítéséről és a dilatációs mozgás biztosításáról. Támaszsüllyedés esetén a sarut a süllyedés mértékével kell kiemelni, a magasságilag szabályozható sarut pedig utána kell állítani. Ha a saru magasságilag nem szabályozható, akkor megfelelő vastagságú alátétlemezeket kell alkalmazni, nagy süllyedések esetén a sarufészket fel kell betonozni.

6.2.2. Mozgósaruk - ingák, görgők - mozgásának akadályozottsága

A mozgások akadályozottságát szemrevételezéssel az alábbi jelekből ismerhetjük fel: az alsó öntvények elmozdulnak, rögzítésük meglazul, a megmozdult alsó öntvény lerepeszti a szerkezeti gerenda élet, a hídszerkezet falazathoz, ill. a csatlakozó szerkezethez ér vagy ennek nyomai láthatók, az itt mérhető hézagok szűkek vagy egyáltalán nincs hézag, a peremes görgők ferdén helyezkednek

el stb. A beszorult saru egyes alkatrészeinek középvonalát egymáshoz képest a saru mindkét oldalán be kell mérni.

Mozgósaruk - ingák, görgők - mozgásának korlátozottsága vagy akadályozottsága a mozgósaruk erős elszennyeződésére, ingák beszorulására (Gerber-tartók), sarugörgők beszorulására, saruelemek berágódásaira, elégtelen méretű dilatációs hézagra, stb. vezethetők vissza.

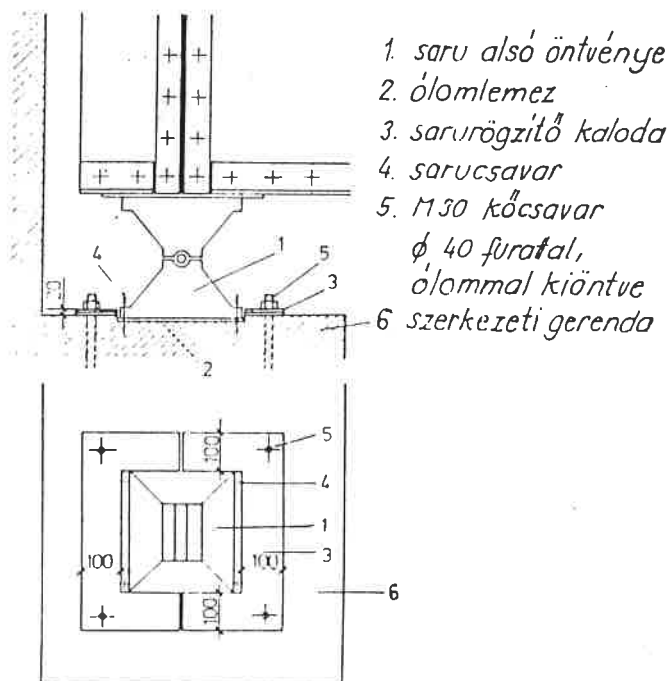
A mozgó saru elszennyeződése mindenképpen a mozgáslehetőség korlátozottságát jelenti.

Régi típusú görgős saru görgőinek függőleges tengely körüli elfordulása a saru beszorulásához vezet.

A sarumozgások, illetve a szerkezetileg mozgó hídvégek mozgásának akadályozottsága, mind a hídszerkezetben, mind a falazatokban az erőtanai számításban figyelembe nem vett károsító - görbüléseket, fix-saru eltolódásokat, falazati mozgásokat, repedéseket stb. - erőhatásokat ébresztenek. A hídszerkezet mozgó végének és a falazat vagy a csatlakozó szerkezet közötti hézag csökkenése, esetleg hiánya esetén elemzést kell végezni a hiba okáról (pl. a falazat előredőléséből származó nyílásszűkülés, vagy a szerkezet hosszirányú, a mozgó saru felé történő elmozdulása). A szerkezet és a fal közötti távolságot ezért nemcsak a mozgó, hanem a fix sarunál is be kell mérni és össze kell hasonlítani a korábbi adatokkal. A hiba általában a csúszósaruknál jelentkezik.

Mozgáskorlátozottság esetén az első teendő az ok(ok) megszüntetése, majd a hibák kijavítása. Ezek között szerepelhet a saru környezetének megtisztítása, a hídszerkezet végénél a falazat megvésgálása vagy a szerkezet megrövidítése (ha ez egyáltalán megvalósítható).

Nem működő mozgósaru esetén előfordul, hogy a beszorult mozgósaru vagy/és az állósaru alsó öntvénye lerepeszti a szerkezeti gerenda vagy szerkezeti gerenda nélküli hídfők esetén a felmenőfal életét. Végleges megoldást - a mozgósaru javítása mellett - csak az új szerkezeti gerenda készítése ad. Amennyiben ennek forgalmi vagy gazdasági okokból nincs meg a lehetősége, az alsó öntvényeket idomvasból vagy lemezből készült kalodával lehet rögzíteni. (12. ábra)



12. ábra

Állósaru alsó öntvényének rögzítése kalodával

Ha a hiba olyan mértékű, hogy a szerkezet biztonságos felfekvése nem biztosított (a repedés a saru alól indul ki), azonnali forgalomkorlátozást (esetleg lezárást) kell elrendelni. Új szerkezeti gerendát kell készíteni, a sarut rendezni (6.2.1. pont), szabályozni (6.2.5. pont), javítani vagy cserélni kell.

A saruk javítása során a sérült sarucsavarokat ki kell cserélni. Az öntvények felfekvő felületeit meg kell tisztítani, szükség esetén síkba megmunkálni. Csapok és görgők esetében szükséges lehet kisebb átmérőre történő esztergálása. A saru alkatrészeinek teherbírását a megmunkálás utáni méretnek megfelelően ellenőrizni kell.

6.2.3. Sarualkatrészek meglazulása, berágódása, csorbulása, repedése, törése

Sarualkatrészek meglazulása, berágódása, csorbulása, repedése, törése mint például sarucsavarok meglazulása, a mozgósaruk görgő-rögzítő fogasléc csorbulása, a fogaslécet vagy a görgősort összefogó laposacélt rögzítő csavarfej lepattanása, sarucsap vagy görgő peremének lerepedése, öntvényrepedés stb. gondos szemrevételezéssel megállapíthatók. A sarualkatrészek fenti károsodásai általában rendkívüli erőhatásokból vagy anyaghibából keletkeznek.

A meglazult, berágódott, csorbult, repedt, törött saruelemeket haladéktalanul ki kell cserélni, ill. ki kell váltani. Az esetleg hiányzó sarucsavarokat pótolni kell. A cseréig a károsodott saruelemek ideiglenes pótlásáról (esetleg a saru kiváltásáról) azonnal gondoskodni kell.

6.2.4. Saruk, illetve a megtámasztott szerkezet felemelkedése

A saru ill. a felszerkezet felemelkedését elsősorban a terhelés alatti megfigyeléssel: a forgalom hatására hallható kopogásból, ütésből, csattogásból ill. a pályaszint alatt ill. fölött észlelhető felszerkezetvégi ill. saruelemek közötti mozgásból; esetleg hégzméréssel állapíthatjuk meg.

Saruk, illetve a megtámasztott szerkezet terhelés hatására bekövetkező felemelkedése - mely folytatódólagos többtámaszú tartókon, hossztartó-megszakításoknál fordul elő - a lehorgonyzás hibája, a leterhelés (állandó teherből származó reakció) elégtelensége, esetleg a falazat süllyedése miatt következik be.

Ezt a hibát a felemelkedés okának előzetes vizsgálata után felújítási terv alapján kell kijavítani.

6.2.5. Mozgósaruk, ingák helyzete nem a hőmérsékletnek megfelelő

A mozgósaru középhőmérsékleten, azaz $+10^{\circ}\text{C}$ -on, középhelyzetben legyen. Amennyiben a vizsgálatkori hőmérséklet ettől eltér,

akkor a mért sarueltolódást az adott hőmérséklethez tartozó számított szerkezeti hosszváltozással össze kell hasonlítani. A sarukat akkor kell szabályozni, ha a -20°C ... $+40^{\circ}\text{C}$ hőmérséklettartományon belül a mozgósaru mozgáslehetősége kimerül.

A **saruszabályozás** során a sarut helyéről le kell emelni (1. 6.2.1. pont) és a sarualkatrészek egymáshoz viszonyított terv szerinti relatív helyzetét - a szerkezet hőmérsékletének megfelelően - biztosítani kell.

6.2.6. Saruk, ingák korróziós károsodása

A sarukon, ill. ingákon a környezetükben felhalmozódó szennyeződés - amely állandóan nedves közeget biztosít - egyenletes, ritkán bemarkódásos korróziót okoz. A saruk, ill. ingák korróziójának másik jellemző megjelenési formája a berágódásos korrózió, amelyet a környezet korróziós hatása, a fárasztás és a koptató, súrlódó igénybevétel együttesen vált ki (7.2. és 7.3 pontok).

A hídszerkezet fenntartása során a sarukat (ingákat) és környezetüket meg kell tisztítani és korrózió elleni bevonatukat fel kell újítani (7. pont).

6.2.7. Műgumisaruk öregedése, felületi repedése, elferdülése, vándorlása

Műgumisaruk esetén hibaként kell értékelni a saru anyagának öregedéssel felületi repedéseit. A műgumisarut akkor kell kicserélni, ha az öregedés miatt keletkező repedés az acéllemezbetétekig ér.

Műgumisaruknál előforduló hiba a számítotttnál nagyobb vízszintes erőhatások - elsősorban az alulméretezett hőmérsékletváltozás hatása - miatt a saruk nyírási ellenállása kimerül, s elferdülnek. Ugyancsak a méretezésnél figyelembe vetttnél nagyobb tényleges vízszintes erők, ill. mozgások hatására a saru elvándorolhat.

6.3. Csuklók, csapok

A csuklók, csapok - általában együttesen előforduló - meghibásodási formái az alábbiak:

- kopás, kilazulás;
- korróziós károsodás.

6.3.1. Csuklók, csapok kopása, kilazulása

A kopás, kilazulás okai:

- egyenlőtlen támaszkodás gyártási pontatlanság vagy a csuklóval rögzített elem külpontos terhelése és/vagy elcsavarodása miatt;
- a furat és a csap érintkezési felületén fellépő lokális folyás a feszültségkoncentráció miatt;
- a furat és a csap kopása az erőteljes súrlódás miatt.

A súrlódó elemek kopása zsírzással ill. olajozással csökkenthető. Zsírzásra csak a zsírzőszemmel készült csuklókon van lehetőség.

Minden vizsgálatkor meg kell győződni arról, hogy a csapok tengelyirányú elmozdulás ellen biztosítottak-e.

A csuklók, csapok kilazulását hanghatás alapján érzékelhetjük: a kilazult elemek kopogó hangot hallatnak. A rosszul felfekvő csapvég ütögetésre tompább hangot ad és ütési ellenállása kisebb a másik véghez képest.

A kikopott, laza csapok a forgalom alatt ütőhatást szenvednek, ami növeli a törésveszélyt. A kilazult csapokat ki kell cserélni, ehhez a munkához azonban egyedi tervek szükségesek.

6.3.2. Csuklók, csapok korróziós károsodása

Jellegzetes korróziós meghibásodás a berágódásos korrózió, amelyet a környezet agresszivitása, korróziós hatása (pl. felhalmozódott szennyeződés, átázás), a fárasztás és a koptató, súrlódó

igénybevétel együttesen vált ki (8.2. és 7.3. pontok). A fenntartás során a csuklókat, csapokat és környezetüket meg kell tisztítani a ráakódott szennyeződéstől és korrózió elleni védőbevonatokat fel kell újítani (7. pont).

6.4. Hídpályaszigetelések

A hídszigetelések jellemző hibái a következők:

- a szigetelés helyi folytonossági hiánya;
- a szigetelésáttörések hibái;
- a szigetelt felületek határvonalain keletkező meghibásodások;
- a szigetelési teknőben pangó víz;
- a hiányzó szigetelés okozta károk.

A hidak szigetelése a teherviselő szerkezetek védelmére, azok felett és a burkolat alatt, teljes egészében eltakartan helyezkedik el. A szigetelés meghibásodásai - szinte kivétel nélkül - nem látható hibák, amelyekre csak közvetett jelekből, elszíneződés, átnedvesedés, átázás, cseppkőképződés következtethetünk. Az átázások sokszor nem is a hiba helyén jelennek meg, mivel a szigetelés alá bejutott víz a szerkezeten "továbbvándorol", s a gyenge részen keresztül (pl. a munkahézag, repedés, porózus, fészkes betonrész) talál magának utat. A hiba pontos diagnosztizálása, lokalizálása csak feltárással, bontással lehetséges. jelenleg műszerek kifejlesztése folyik, hogy a hiba helye pontosan körülhatárolható legyen, és a bontás minál kisebb felületre korlátozódjék.

6.4.1. A szigetelés helyi folytonossági hiánya

A szigetelés helyi károsodásának oka lehet:

- a helytelen anyagválasztás vagy az anyagválasztással nem párosuló beépítési technológia;
- a helytelen felületelőkészítés (túl nedves vagy durva felület, geometriai eltérések);

- az elégtelen tapadószilárdság, nyírási ellenállás, a forgalom hatására keletkező elnyíródás, elcsúszás;
- szigetelés szakítószilárdsága, nyúlóképessége kimerül: az egymáshoz kapcsolódó, de egymáshoz viszonyítva elmozdulni képes elemek határvonalán (munkahézagoknál, szerkezeti repedések mentén, pályamegszakításoknál, hídvégi rejtett dilatációs szerkezetnél stb.), a szigetelés elszakad;
- az elkészült szigetelésen a védőréteg felhordása előtti környezeti hatások okozta hibák, mechanikai sérülések.

A szigetelés helyi meghibásodása esetén a javítás módját a károsodások kiterjedésének figyelembevételével kell meghatározni.

Nagy felületre kiterjedő, súlyos átázások esetén a szigetelés teljes cseréjét kell előirányozni. A szigetelés teljes cseréje esetén a kocsipálya széle menti átázások elkerülésére a hidat teljes szélességben szigetelni kell. Az új szigetelés felhordása előtt a szigetelendő felületnek, az alkalmazandó szigetelés által megkövetelt minőségű előkészítésére különös gondot kell fordítani. A szigetelés anyagát a burkolatrendszerrel összefüggésben, s azzal összhangban kell megválasztani. A kivitelező kiválasztásánál a legdöntőbb szempont az általa nyújtott referenciák ill. a vállalt garancia időtartama legyen.

Kis felületre kiterjedő károsodások esetén a szigetelés helyi meghibásodása részleges cserével, foltszerűen kijavítható. A javításnál arra kell törekedni, hogy a régivel megegyező minőségű és fajtájú szigetelőanyagot használjunk. Ha ez nem lehetséges, a régi és az új anyag összeférhetőségéről előzetesen meg kell győződni. Részleges cserénél nagy gondot kell fordítani a régi szigetelés lehetőleg sérülésmentes vagy minimális károsodást okozó kibontására, különösen a bontás határán, a régi és az új szigetelés megbízható csatlakoztathatósága érdekében. A szigetelés készítési és javítási technológiáiról részletesen az MSZ 07-3213-89. intézkedik.

6.4.2. A szigetelésáttörések hibái

Az áttörések hibái a víznyelőkhöz, a burkolatszívárgó csepegtetőkhöz, a korlát,- kandeláberbekötésekhez és egyéb szerelvényekhez történő szigeteléscsatlakoztatás hiányosságai miatt keletkeznek.

A hibát csak a szigetelés helyi javításával, s a csatlakoztatás műszakilag és technológiailag kifogástalan megoldásával lehet kijavítani. (MSZ-07-3213-89. 7, 8. szakaszai)

6.4.3. A szigetelt felületek határvonalain keletkező meghibásodások

A szigetelt felületek határvonalain (szegélyeknél, hídvégeken, dilatációs szerkezeteknél, pályamegszakításoknál) keletkező meghibásodások a szigeteléscsatlakoztatás, a felvezetés műszaki vagy technológiai hanyagságából, ma hibásnak tartott tervezői felfogásából erednek (pl. elégtelen felvezetési magasság, az előregyártott szegélyek alatt vezetett szigetelésen felhúzódó kapilláris nedvesség figyelmen kívül hagyása, a hídvégekre vezetett burkolat alatti szívárgóvizek elvezetettlensége, hézagtömítés hiánya vagy elhanyagolása, stb.). A hiba csak szigeteléscsatlakozás és -felvezetés helyi javításával, a legújabb műszaki felfogásnak megfelelő, szakszerű kialakításával és kivitelezésével küszöbölhető ki. (MSZ-07-3213-89. 7. szakasz). Régi hidakon gyakori hiba, hogy a szigetelés és a szegély (vagy járda) csatlakozása nincs megoldva. Új szigetelés készítésekor a szigetelést a szegély függőleges felületére fel kell hajlítani és megfelelően meg kell támasztani. Bevált megoldás a szegély Z keresztmetszetű acéllemezzel történő szigetelése, ahol a Z szelvény alsó vízszintes szárához a kocsipálya szigetelése átfedéssel csatlakozhat.

6.4.4. A szigetelési teknőben pangó víz

A szigetelési teknőben pangó víz - amely a szigetelés illesztési hézagain, csatlakoztatásán keresztül átázást okozhat - a szigetelt felület helytelen esési viszonyaiból, a burkolat alá jutó szivárgóvizek elvezetettlenségéből ered. A hiba megfelelő esésviszonyú, kereszt-, ill. hosszirányú burkolatszivárgók beépítésével és azoknak csepegtetőkhöz ill. víznyelőkhöz való csatlakoztatásával javítható ki (MSZ-07-3213-89. 10. szakasz).

6.4.5. A hiányzó szigetelés okozta károk

A szigetelés teljes hiánya ugyancsak hibákat eredményez, mivel a szigetelés helyi meghibásodásához hasonló károsodások keletkeznek a felszerkezet kisebb-nagyobb felületén. A korábbi évek hídépítési gyakorlatában a kiemelt szegélyszávok és a gyalogjárda szigetelés nélkül épültek, sőt egy időszakban - az 1950-es években - még a kocsi pályát is aszfaltburkolattal, ill. kopóbetonnal kívánták szigetelni. A káros gyakorlattal felhagytak, s az új hidak teljes szélességben szigeteltek, de helyenként pl. világítási oszlopok leerősítésénél, közművezetékek aknáinál előfordul a szigeteletlenség. A szigetelés hiánya miatti felszerkezet károsodások esetén a szigetelést teljes hídszélességben el kell készíteni.

6.5. Hídpályaburkolatok

A közúti hidak burkolatai általában aszfaltburkolatok. A beton- vagy fahurkolatok hibáinak értékelése a 6.1.1. és a 6.1.2. pontokban foglaltak alapján lehetséges. Különleges esetnek tekinthetjük a zórésvasas és a fagerendás megtámasztású aszfaltburkolatot.

A hidak aszfaltburkolatának hibái nagyban megegyeznek a közúti aszfaltburkolatok hibáival, de bizonyos hibák gyakorisága más a hidakon és más az utakon. A hidak aszfaltburkolathibáinak

tárgyalása során hivatkozunk Schváb János: "Aszfaltburkolatok hibakatalógusa" KTI 2.sz. kiadvány, 1982. Budapest c. hibagyűjteményére, amely szerint a jellemző hibák az alábbiak:

- alakváltozás:

egyenetlen pályafelület,
keréknyom,
gyűrődés,
a pályaszerkezet süllyedése;

- repedés:

hajszálrepedés,
mozaikos repedés,
keresztirányú repedés,
szabálytalan irányú repedés,
összedolgozási hiba,
megcsúszás;

- bomlás:

hámlás,
kátyú,
leválás;

- felületi hiba:

kötőanyag feldúsulása a felületen,
érdesség lecsökkenése,
érdesítő zúzottkő kipergése,
nyitott felület;

- egyéb hibák:

a rétegcsatlakozás hibája,
a burkolat szélének hibája,
más szerkezethez csatlakozás hibája,
hólyagképződés,
mechanikai sérülés,
elégtelen hossz-, vagy keresztelés.

6.5.1. Alakváltozási hibák

Az egyenletes burkolatfelület eltorzulása, alakváltozása nyírás, összenyomódás hatására.

Egyenetlen pályafelület (hullámosság): a burkolat szintjének egyenetlen változása (süllyedés-kiemelkedés) hossz- és/vagy keresztirányban, nem kifejezetten a keréknyomokban, egyenletességi hiba.

Okai: a burkolati rétegek utántömörödése; nehéz forgalom, erős dinamikus igénybevétel, a járművek gyakori fékezése; a szigetelés védőrétegének hibája.

Keréknyom (nyomvályú): a nehézjárművek ismételt áthaladása következtében keletkező keresztirányú alakváltozás, plasztikus deformáció, kifejezetten a keréknyomokban észlelhető.

Okai: a nehéz forgalmi terhelés, magas teherismétlődési szám, lassú, egy nyomon haladó forgalom; kevés vagy nulla szabadhézag, alacsony lágyuláspontú, rossz összetételű bitumen; rossz építéstechnológia.

Gyűrődés: a burkolat hosszirányú kiemelkedése, eredeti szintjéből való kidomborodása. Általában a pálya egyéb deformációjával kísért jelenség. Az ortotrop pályalemezes acélhidak burkolatának jellegzetes meghibásodási formája: a vékony burkolatrendszer megcsúszik.

Okai: ismétlődő nehézjármű forgalom, egy nyomon haladó terhelés; nagy vízszintes erőhatás (gyakori fékezés); kedvezőtlen helyi körülmény (pl. meredek lejtő); az aszfaltburkolat instabilitása, rossz együttdolgozás a rétegek között; a kötőréteg hiánya; lágy bitumen, az aszfalt magas habarcstartalma, kevés szabadhézag, rossz összetételű bitumen; túlzott vastagságú szigetelés.

A **pályaszerkezet süllyedése** (süppedés): körülhatárolhatóan, egy meghatározott helyen a pályafelület szintjének süllyedése. A zórésvasas pályaszerkezetű hidak burkolatának jellemző károsodása.

Oka: az aszfaltburkolat alatti zúzottkő utótömörödése, a burkolatot hordó réteg teherbírási hiánya.

Az alakváltozási hibák javítási technológiája: burkolatszerkezet cseréje (keréknyom vagy gyűrődés esetén esetleg csak marása).

6.5.2. Repedések

Az útpálya folytonosságának megszakadása, a részek elmozdulásával vagy anélkül.

Hajszálrepedés: a járművek kerekeinek nyomában kialakuló, az úttengellyel közel párhuzamos vékony, finom repedések, amelyek pókhálószerű repedezettséggé alakulnak át, a kopórétegben a folytonosság megszűnik, a repedésekből arra lehet következtetni, hogy a burkolat kifáradt.

Okai: ismétlődő nehéz forgalmi terhelés; rossz építési technológia (elégett bitumen, kevés kötőanyag, habarcsrész feldúsulása, nem megfelelő adalékanyag, tapadási hiányosság).

Javítási technológiája: nagyfelületű javítás.

Mozaikos repedés: megközelítően mozaikszerű, vagy hálószerű repedések együttese, amely a felújítás elmaradása esetén a forgalom biztonságát veszélyeztető kátyúvá alakulhat.

Oka: a burkolatot hordó réteg teherbírási hiánya (pl. védőbeton tönkremenetele, zórésvasas pályaszerkezet károsodása); a burkolat előregedése.

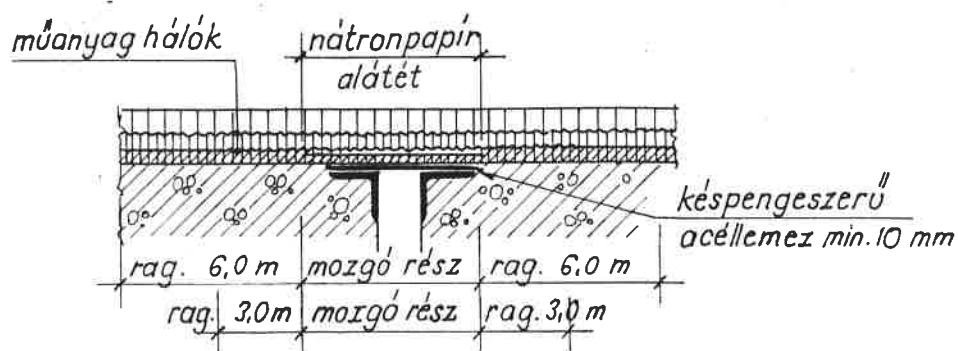
Javítási technológiája: a burkolatszerkezet cseréje.

Keresztirányú repedés: a hídtengelyre közel merőlegesen, egymástól meghatározott távolságban kialakuló, ismétlődő repedések, amelyek időeltolódással valószínűsítik a hosszirányú repedések kialakulását. Vékony aszfaltburkolat esetén (pl. gyalogjárdán) legtöbbször a teherhordó szerkezet repedéseinek felszíni megjelenése, amely a többtámaszú szerkezeteken a támaszok környezetében jellemző. Az elmaradt vagy rejtett kialakítású dilatációs szerkezet helyén a hídvégén szintén keresztirányú repedés alakulhat ki.

Okai: az egymástól igen eltérő hőtágulási együtthatójú pályaszerkezeti rétegekben a hőmérsékletváltozást követő eltérő hosszváltozás; a (nehéz) kerékterhelésből adódó nyíró igénybevétel; az aszfaltréteg elégtelen teherbírása (legtöbbször vékony aszfaltréteg);

hídvégen keletkező hőtágulási mozgás; a többtámaszú szerkezeteken a támaszok feletti negatív nyomatéki repedések; fenntartási hiányosság (a hézagkiöntés elmaradása).

Javítási technológiája: a repedés kiöntése, az aszfalt megerősítése (13. ábra).



13. ábra

Az aszfalt műanyag hálós megerősítése a dilatációs hézag feletti átvezetésnél

Szabálytalan irányú repedés: az alapréttegben (pl. védőbeton) keletkező szabálytalan repedések átütése a burkolaton, amelyre sem a hossz-, sem a keresztirány nem jellemző.

Okai: a hídpályaszigetelés védőbetonja tönkremegy (pl. sókorróziós károsodás miatt); túlzott szilárdságú a betonszerkezet és felette vékony az aszfaltréteg; a pályaszerkezet anyagainak egymástól eltérő hőtágulása.

Javítási technológiája: a repedés kiöntése vagy a burkolatszerkezet cseréje.

Összedolgozási hiba: a hossz- vagy keresztirányban egyenes vonalú repedés, amely két aszfaltburkolat sáv összedolgozásánál vagy aszfaltterítés újrakezdésénél jelentkezik; főleg hosszirányban.
Okai: helytelen kivitelezési technológia; egyik sáv építéskor túlságosan hideg; csatlakozás hiányos tömörítése; túlzottan kemény bitumen használata; karbantartási hiány (a hézagot nem öntötték ki).
Javítási technológiája: a hézag kiöntése.

Megcsúszás: a nehézjárművek fékezési zónájában a kopóréteg oldalirányú eltolódása, a keréknyomokban a kopóréteg megszakad.
Okai: nehéz forgalmi terhelés; kedvezőtlen helyi körülmény; nagy vízszintes erőhatás (pl. meredek lejtő, koncentrált fékezőerő közlekedési lámpák előtt); a kopóréteg és az alatta lévő rétegek együttdolgozása nem biztosított (leragasztási hiány); túlságosan vékony, 2-3 cm vastagságú kopóréteg; nem megfelelő összetétel; elégetett bitumen; a bitumen rossz tapadóképesége.
Javítási technológiája: a burkolatszerkezet részleges cseréje.

6.5.3. Bomlások

A kopóréteg, esetleg a teljes burkolatrendszer anyagának szétesése.

Hámlás (fészkesedés): kis területen létrejövő, csak a kopórétegben jelentkező üregszerű folytonossági hiány, bomlás (kiperzés, rétegszerű leválás, besüllyedés).

Okai: a nem kielégítő minőségű anyagok; terítési vastagságnak nem felel meg az alkalmazott max. szemcseméret; a keverék szállítás közben osztályozódott; egyenlőtlen keverék; a tömörség nem eléggé egyenletes; a leváló réteg alatti felület szennyezett vagy nedves volt; hideg időben való bedolgozás.

Kátyú (gödör): a kopóréteg vagy az alatta levő kötő- és alapréteg üregszerű folytonossági hiánya egy körülhatárolható területen; a repedezett burkolat másodlagos romlás jelensége:

Okai: az alapréteg elégtelen teherbírása (pl. zórás vasas pálya-

szerkezet, védőbeton sókorróziós károsodása); nehéz forgalmi terhelés; rossz bedolgozási technológia; kötőanyag hiány, elégetett kötőanyag, sok szabadhézag; a kopóréteg anyagának elszennyeződése.

Leválás: a kopóréteg lemezszerű kitöredezése.

Okai: túlságosan vékony kopóréteg, a forgalom vastagabb burkolatot igényel; eltérő hőtágulási együtthatók miatt a két szerkezeti réteg nem dolgozik kellően együtt (beton- vagy kőburkolatra helyezett vékony aszfalt kopóréteg); leragasztási hiány; hibás aszfaltösszetétel (túlzott bitumenhabarcs-mennyiség); rossz építési technológia (bedolgozáskor túl meleg anyag vagy lehűlt, nem kellően tömörített rész, a kötőréteg felülete szennyezett volt).

A bomlások javítási technológiája: kis-, vagy nagyfelületű burkolatjavítás.

6.5.4. Felületi hibák

A burkolat felületének hibája a burkolat anyagának megbomlása nélkül; inhomogén felület.

Kötőanyag feldúsulás a felületen (izzadás): többé-kevésbé körülhatárolt szakaszon foltszerűen, sávszerűen vagy az egész felületre felnyomuló aszfalthabarcs, esetleg csak bitumen.

Okai: túlzott permetezés a rétegragasztásnál; hiba az aszfalt összetételében; a bitumenes habarcs túlzott mennyisége; kevés szabadhézag; magas hőmérsékletű aszfalt a tömörítéskor; az út nem rendeltetésszerű használata (olajfoltos felület).

Érdesség lecsökkenése (kisimulás): a nehéz forgalmi terhelés hatására a burkolat utántömörödik és elveszti makro- és mikroérdességét.

Okai: nehéz, egy nyomon haladó forgalmi terhelés; a bitumen mennyisége nem megfelelő, magas habarcsstartalom; az aszfalt hibás összetétele; polirozódásra hajlamos, rossz minőségű kőanyag; túlzott permetezés; túl magas bedolgozási hőmérséklet.

Érdesítő zúzottkő kipergése: utólagos érdesítésnél a zúzottkő nem köt bele a befogadó bitumenrétegbe vagy aszfaltba, a forgalom hatására kipereg.

Okai: hibás építéstechnológia; a befogadó anyag hibás összetétele; az érdesítő zúzalék nem elég tiszta; nem kellő hőmérsékleten történt az érdesítő anyag behengerlése; a forgalom idő előtt igénybe vette a burkolatot.

Nyitott felület (szivacsos felület): a pályán foltokban, sáv-szerűen, vagy az egész felületen jelentkező, az általánostól eltérő, annál hézagosabb, vízáteresztő inhomogén felület, amely felületi kifagyás kiindulópontja lehet. Okai: rossz aszfaltösszetétel; hibás építési technológia (alacsony bedolgozási hőmérséklet, rossz tömörítési technológia); a fenntartás elhanyagolása (szennyezett burkolat).

A felületi hibák javítási technológiája: nagyfelületű burkolatjavítás vagy a burkolatrendszer részleges cseréje (esetleg csak marása).

6.5.5. Egyéb hibák

Az eddigi rendszerbe nem sorolható tervezési, kivitelezési, az út nem rendeltetésszerű használatából vagy a fenntartás elhanyagolásából adódó hibák.

A rétegcsatlakozás hibája: az egymás mellé vagy egymás után fektetett burkolatsávok összedolgozásánál elkövetett, nem repedésben megnyilvánuló hiányosságok gyűjtő fogalma: pl. vályúképződés a rétegcsatlakozásnál, nyitott felület a terítési sávok csatlakozási vonalában, az erősítőréteg (ráaszfaltozás) hibás csatlakoztatása (lépcsőképződés, túlzottan elvékonyított, nullára kifuttatott erősítőréteg).

Okai: rossz aszfaltösszetétel; hibás hengerlési technológia, egyik sáv építéskor túlságosan hideg, csatlakozás hiányos tömörítése; a burkolat elégtelen teherbírása (túlzottan elvékonyított réteg).

Javítási technológiája: kifestületű burkolatjavítás vagy a burkolatszerkezet részleges cseréje.

A burkolat szélének hibája: nem megfelelően vezetett burkolat-szél pl. hídszegélyig ki nem vitt burkolatszélesség, a burkolat-szélesség a híd után azonnal lecsökken.

Okai: nem kellő szélességű aszfaltterítés ill. a szegély melletti sáv burkolásának elmaradása; a burkolat oldalsó megtámasztásának hiánya; a híd előtt és után elmaradt a nyombővítés.

Javítási technológiája: kifestületű burkolatjavítás vagy a burkolatszerkezet részleges cseréje.

Más szerkezethez csatlakozás hibája: eltérő típusú burkolathoz (betonburkolat), szegélyhez (beton), közműszerelvényhez (víz-nyelő, gyalogjárdában aknafedlap), dilatációs szerkezethez, vasúti vagy villamospályához, csatlakozásnál keletkező hézaghiány, vonalas- vagy mozaikszerű repedés, süllyedés, lépcső. A közös közúti-vasúti (villamos átvezetésű) hidak vasúti pályával kapcsolatos burkolathibáinak többsége (mozaikos repedés, lépcsőképződés, burkolatsüllyedés) ebbe a hibacsoportba sorolható.

Okai: eltérő merevségű anyagok csatlakozása; helytelen magassági csatlakozás; a csatlakozó burkolatot nem tömörítették megfelelően; elvékonyodó burkolatcsatlakozás; a burkolat utótömörödése, dinamikus hatásra való átrendeződése; a csatlakozó szerkezet mozgása (dilatációs szerkezet, gyalogjárdában aknafedlap); a karbantartás nem kielégítő, a csatlakozási hézag kiöntése hiányos.

Javítási technológiája: a hézagok kiöntése vagy kifestületű burkolatjavítás.

Hólyagképződés (öntöttaszfalt felpúposodása): koncentrált, lehatárolt területen az öntöttaszfalt púpszerű kiemelkedése.

Okai: hiba az előpermetezésben, hígított bitumenes alápermetezés; rossz építési technológia (nedves alap vagy kötőréteg); hézagok kiöntése hiányos.

Javítási technológiája: a burkolatrendszer cseréje.

Mechanikai sérülés: az út nem rendeltetésszerű használatából adódóan a burkolat felületén keletkezett kár (pl. benyomódás, kimarás).

Javítási technológiája: kifestületű burkolatjavítás.

Elégtelen hossz-, vagy keresztelés: vízszintes burkolatfelületek, lokális mélypontok, a felületen a víz megáll. Ezek a hibák egy burkolatromlás kiindulópontjai lehetnek.

Okai: tervezési, vagy kivitelezési hiba; víztelenítési hiányosság.

Javítási technológiája: a burkolatszerkezet részleges cseréje (esetleg csak marása).

A javítási technológiák rövid leírása:

Felhívjuk a figyelmet arra, hogy a javítás csak akkor lehet eredményes, ha a javítást megelőzően vagy annak során a hibát előidéző oko(ka)t is megszüntetjük, felszámoljuk, ill. hatását a lehetőség határain belül csökkentjük.

1. Hézagok, repedések kiöntése (alkalmazható hajszálrepedéseknél: itatás és nyílt repedéseknél: kiöntés).

1 mm alatti repedések bitumen emulzióval; szélesebb repedéseknél a gumibitumen vagy egyéb ragasztóanyagok felületére NZ 0/5 zúzalékot célszerű szórni.

2. Kisfelületű burkolatjavítás (kopórétegre és az alsóbb rétegekre kiterjedően).

A javítandó burkolattípus és a hiba mélysége meghatározza a javítás módját. Hidakon előnyösebb a meleg eljárással, öntöttaszfaltal történő javítás. A javítás helyét ilyenkor függőleges éllel körülr kell vágni, a csatlakozó burkolatszéleket melegíteni kell, és előírt mennyiségű érdesítő zúzalékot időben kell felvinni.

3. Nagyfelületű burkolatjavítás (felületi bevonás és speciális vékony rétegek vagy szőnyegek).

Közös jellemzője, hogy a tényleges hibahelynél nagyobb felületen állítja helyre a burkolat állapotát. A javítás módja a burkolat típusától, a kívánt javítás igényességétől függ (emulziós bevonás, hígított bitumenes felületi bevonás, AB, drénaszfalt, ÉHA, vékonyszőnyeg stb.).

4. Burkolatszerkezet részleges vagy teljes cseréje

A hidakon általában a szigetelés javításával vagy cseréjével egyidejűleg alkalmazott eljárás.

5. Néhány speciális burkolat javítása

Hidakon az öntöttaszfalt burkolat javítása, főleg járdákon a gyakori. A körülvágás, tisztítás, előpermetezés után a $200 - 220^{\circ}\text{C}$ hőmérsékletű öntöttaszfalt keverékkel jól fel kell melegíteni a csatlakozó széleket és simítással a csatlakozó burkolat szintjéig kell a forró aszfaltot bedolgozni. Járdákon minden esetben külön érdesíteni kell a javított felületet NZ 8/18 impregnált zúzalékból $10-12 \text{ kg/m}^2$, 5/8-ból $8-10 \text{ kg/m}^2$ felhasználásával, és azt be kell hengerelni.

Kiemelt szegélysáv melletti öntöttaszfaltburkolatok készítésénél ügyelni kell a burkolatcsatlakozásokra. A szerelvényekhez (víznyelő, dilatációs szerkezet) és a kiemelt szegélysávhoz történő csatlakozásnál hézagképzés szükséges. Az esésviszonyok betartása alapvetően meghatározza a hídburkolat víztelenítésének hatékonyságát.

6.6. Gyalogjárda ill. kiemelt szegélysáv

A gyalogjárda ill. a kiemelt szegélysáv szerkezetén, burkolatán és a rajta elhelyezett szerelvényeken keletkező hibákat és azok javítását a 6.1.1., a 6.5. és a 6.7. pontokban tárgyaltnak megfelelően lehet értékelni ill. elvégezni.

6.7. Hídszerelvények

Hídszerelvények azok a kiegészítő hídelemek, amelyek közvetlenül nem részei a híd erőtani működésének, de meghatározzák ill. befolyásolják a forgalom biztonságát, a híd élettartamát és a híd feladatának megfelelő működését:

- dilatációs szerkezet;
- hídkorlát, vezetőkorlát;

- víznyelő;
- egyéb hídszerelvények: élvédő szögacél,
felcsapódás elleni védelem,
érintésvédelmi védőháló,
füstterelő lemez,
villámvédelmi földelés,
hídvizsgáló berendezés,
hajózási jelzések.

6.7.1. Dilatációs szerkezet

A hídvégen (és a pályamegszakításoknál) beépített dilatációs szerkezet biztosítja a híd szabad hosszirányú mozgását, amely lehet a hasznos terhek által előidézett alakváltozások következtében a hídvégeken keletkező elfordulás és vízszintes elmozdulás, ill. az egyenlő és egyenlőtlen hőmérsékletváltozás, vagy a zsugorodás, vagy a lassú alakváltozás, vagy az utólagos feszítés, vagy a támaszelmozdulás hatására következhet be. Ha a terv szerinti dilatációs mozgás nem biztosított, a szerkezeten káros - de legalábbis méretezéskor figyelembe nem vett többletigénybevételek léphetnek fel.

Az új dilatációs szerkezeteknek a mai előírások szerint vízzáróságot kell biztosítaniuk a dilatációs szerkezet alatti hídelemek (felszerkezetvég, saru, szerkezeti gerenda, hídfő felmenő fala) átázás és szennyeződés miatti károsodásának megakadályozására. A dilatációs szerkezetek fenntartási munkái tehát arra irányulnak, hogy a híd tervezett dilatációs mozgása, a dilatációs szerkezet vízzárósága (ha vízzáró) vagy vízelvezetése (ha nem vízzáró) biztosított és a beépített dilatációs szerkezet élettartama a lehető leghosszabb legyen.

A hídpálya gyakran meghibásodó része a dilatációs szerkezet, melynek legelterjedtebb megoldásai: (csúszó-)lemez, fésűs, trapézlemez, vékony ill. vastag műgumibetét. A nagy dilatációs mozgások áthidalására ún. többtagú v. többszekrényes szerkezeteket alkalmaznak, amelyeknél a nagy dilatációs mozgást áthidaló

közbenső gerendá(k) alátámasztására kiváltó tartókat építenek be. Ezek gyakori meghibásodása általában természetes jelenség, mivel a dilatációs szerkezetek a hídpályaburkolatokhoz képest merevebb pályaszakaszok, másrészt a szerkezetek mozgó alkatrészeket, kilazuló csavarokat, eltörhető leszorító rugókat, konzolos, illetve csak egyik végükön rögzített szerkezeti részeket, idővel előre-gedő műgumibetéteket stb. tartalmaznak.

A dilatációs szerkezetek leggyakrabban előforduló, és a fenn-tartási munkák során javítandó hibái a következők:

- dilatációs szerkezetek korróziós károsodása;
- egymásra fekvő és mozgó alkatrészek megengedettnél nagyobb kopása;
- csavarlazulás, csavartörés, leszorító rugók törése;
- hegesztési varratok repedése, törése;
- dilatációs lemez deformálódása;
- felfekvési pontatlanság lemezdeformációból vagy falazat-mozgásból;
- alkatrészek, fésűfogak törése;
- kieső csavarok miatt rögzítetlenné vált elemek elmozdulása vagy teljes elcsúszása (felszakadása);
- műanyag vagy műgumibetétek kilyukadása, elrepedése, elsza-kadása, kiugrása, kiszakadása;
- vékony gumibetétes dilatációs szerkezetek vízzárósági hibái;
- többszekrényes dilatációs szerkezetek alkatrészeinek meghi-básodása;
- dilatációs szerkezet bekötésének kilazulása, kiszakadása;
- dilatációs hézag kritikus érték fölé növekedése vagy az alá csökkenése;
- a dilatációs szerkezet és a pályaburkolat csatlakozásánál a burkolat megbomlása;
- a nem vízzáró dilatációs szerkezetek okozta károk.

A hibák többsége egyszerű szemrevételezéssel, a dilatációs szerkezet forgalom alatti megfigyelésével (rendellenes mozgás, csattogás, ütés stb.) érzékelhető. Szükség esetén kalapácsos ko-pogtatással, esetleg egyes fedő alkatrészek eltávolításával vizs-gálható.

A dilatációs szerkezetek **korróziós károsodásainak** felismerését, okait ill. javítási technológiáit lásd a 7. pontban. A dilatációs szerkezetek korróziós igénybevétel szempontjából fokozottan veszélyeztetettek, mivel a hídpályáról állandóan szennyeződnek, ill. nem vízzáró szerkezet esetén a víz is átjut rajtuk (7.3. pont).

A dilatációs szerkezetek fenntartásakor ezért igen fontos azok rendszeres tisztítása, a szennyeződések eltávolítása (3.1. pont) és a nem öntvényből készült dilatációs szerkezetek acél elemeinek korrózióvédelmét fel kell újítani.

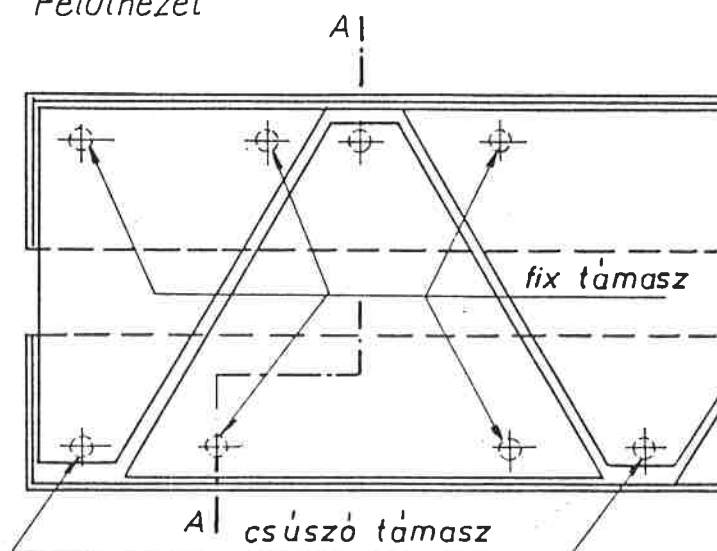
A dilatációs szerkezet **alkatrészeinek megengedettnél nagyobb kopását** a nagy forgalom és a szerkezetbe bekerült szennyeződések okozzák. Ez ellen rendszeres tisztítással és megfelelő minőségű anyag beépítésével védekezhetünk.

A régebbi típusú dilatációs szerkezeteknél (csúszólemezes, fésűs, trapézlemezes) gyakori, s néhány újabb vízzáró típusnál (STOG, DV 80) is előforduló hiba a **leszorító elemek fellazulása** (csavarok, rugók, varratok) és a forgalom fárasztó hatására: **eltörése**. A fellazult vagy leszorítás nélkül maradt **lemezrészek felfekvése pontatlanná válik, deformálódnak, eltörnek, felszakadnak**, s súlyos balesetet okozhatnak.

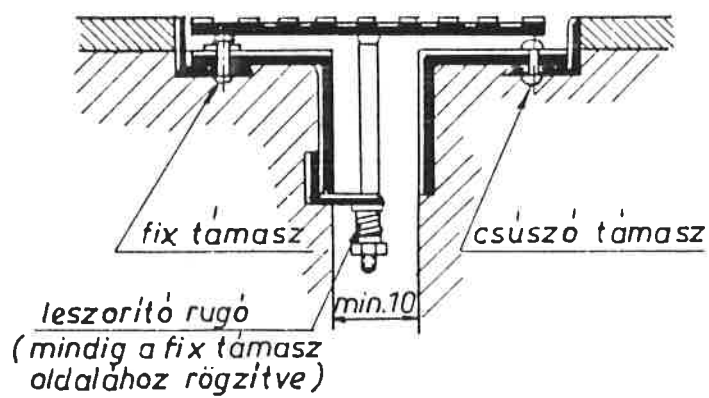
A trapézlemezes dilatációs szerkezetnél gyakori hiba a réseken befolyt víz, sós lé korróziós hatására a **leszorítórugók törése** (14. ábra). Ennek következtében megszűnik az elemek lefeosztítása, a lemez nem kerül vissza eredeti helyére, a csavar beszorul, a csavart és a lemezt összekapcsoló nyakvarrat kifárad, s a szabaddá vált **lemez felszakad, elrepül**, amely szintén igen balesetveszélyes.

A dilatációs lemezek felszakadása esetén eltávolításuk, ideiglenes rögzítésük, ha ez nem lehetséges, a forgalom korlátozása szükséges. Meg kell állapítani a hibák okait és a kilazult csavarokat meg kell húzni, a hibás (repedt, deformálódott, kopott), törött vagy hiányzó alkatrészeket ki kell javítani, cserélni vagy pótolni.

Felülnézet



A-A metszet



14. ábra

Trapézlemez-es dilatációs szerkezet

A vékony gumibetétes dilatációs szerkezeteknél (Maurer, DV 80, PD 85) a gumiprofilba kerülő szennyeződés, kő- és kavicsdarabok **kilyukaszthatják a gumibetétet**. A **gumibetét kiugorhat**, főleg ha az elhelyezés nem semleges hőmérsékleten történt. A tervezettől eltérő dilatációs mozgás is előidézheti a gumibetét kibújását az acélprofilból.

Gumibetétes vízzáró dilatációs szerkezeteknél főleg alsóbbrendű útvonalakon a gumi hornyába került szemetet, kavicsot el kell távolítani.

Helyéről elmozdult, vagy kiugrott gumiprofil - ha lehetséges - mihamarabb vissza kell helyezni. Ez a gumiprofil és a gumiprofil rögzítésére szolgáló hornyok alapos tisztítása után speciális ragasztó felhasználásával, a gumibetét visszapattintásával végezhető el. (A hazai DV 80 és PD 85 típusú dilatációs szerkezetek esetében az SC 2000 német gyártmányú ragasztót lehet alkalmazni.) A ragasztónak nincs tömítési funkciója, tehát csak ragasztási célt szolgál. A vízzárást az acélprofil hornyába feszülő gumibetétnak kell biztosítani.

Erősen deformálódott, előregedett (pl. repedezett), kilyukadt gumibetét nem szabad visszahelyezni. A kiugrott gumibetét sokszor olyan mértékben deformálódik, hogy újbóli visszahelyezése nem is lehetséges.

DV 80-as dilatációs szerkezetnél a gumibetét visszahelyezése vagy cseréje egyszerű, mert a felső szorító profil a rögzítő csavarok felengedése után levehető, az új gumi elhelyezhető és a szorító profil újból lecsavarozható. A többi típusnál (Maurer, FÜK, PD 85) a gumi visszahelyezése vagy cseréje gyakorlatot és szakértelmet kíván.

E helyt kell szólni a Magyarországon még nem tapasztalt, de külföldön - főleg a nagyforgalmú és nehéz járművekkel terhelt autópályákba beépített - egyre általánosabb hibáról, nevezetesen a "vízzáró", **vékony gumibetétes** (Maurer, FÜK, DV 80, PD 85) dilatációs szerkezetek **vízzárósági hibáiról**, vagyis ezen típusú szerkezetek átázásáról. Esőben vagy hóolvadáskor a nagysebességű

és nehéz járművek (kamionok) kerekei átpumpálják a vizet a gumi-betét és a csatlakozó acélszerelvény között. Ez egyrészt a gumi-betét öregedésével (ridegedésével), másrészt a járműkerekek által okozott pumpáló hatással magyarázható.

Ezen próbálnak segíteni a vastag gumibetétes (TRANSFLEX, SHO-BOND, GREECE, stb.) típusú dilatációs szerkezetek.

Többszekrényes dilatációs szerkezeteknél (Maurer, FÜK) a különböző szerkezeti elemek - tartógerenda, csapágys, csúszófelületek, vezérlő szerkezet, stb. - meghibásodása lehet a dilatációs szerkezet megfelelő működésének akadálya.

A többszekrényes (pl. FÜK, Maurer) dilatációs szerkezet különösen gondos ellenőrzést és karbantartást, főleg tisztítást igényel. Valamennyi elemének kifogástalan állapota biztosítja csak a szekrények egyforma (párhuzamos) működését.

Gyakori hiba, hogy a dilatációs szerkezetet a pályalemezbe **bekötő acélszerelvények kilazulnak, mozognak, kiszakadnak**. Oka a nem megfelelő bekötővasalás és betonozás. A folyamatot gyorsítja, ha a dilatációs szerkezet és a pályaburkolat nincs szintben, ha a bekötő szögacél magasabban van, vagy, ha a burkolat a csatlakozásnál elvékonyodik, ill. a burkolat és a dilatációs szerkezet között hézag keletkezik (a burkolat mozgása, kúszása miatt). Ilyenkor a járművek okozta dinamikus ütőhatás a bekötést kila-zítja.

A hídpályához vagy a térdfalhoz csatlakozó bekötőelemeket azok kilazulása esetén ki kell vésni és újra vissza kell betonozni. A kivésésnél ügyelni kell arra, hogy a dilatációs szerkezet és a kivésett acélbetétek, ne törjenek el, ne sérüljenek meg. A visszabetonozáskor, a forgalom lehető legkisebb zavarása érdekében, műgyanta kötésű beton is használható.

Előfordulhat, hogy a felszerkezet hídtengely irányban kisebb-nagyobb mértékben a fix saruval együtt elvándorol. Ilyen esetben a dilatációs szerkezetnél az eredetileg helyesen beállított **dilatációs hézag káros mértékben megváltozhat** (megrőhet), esetleg a szerkezet szélső helyzetben nem képes szerepét betölteni. Hasonló

gonddal találkozunk, ha a dilatációs szerkezet alulméretezett, azaz a tervezettnél nagyobb mozgások keletkeznek.

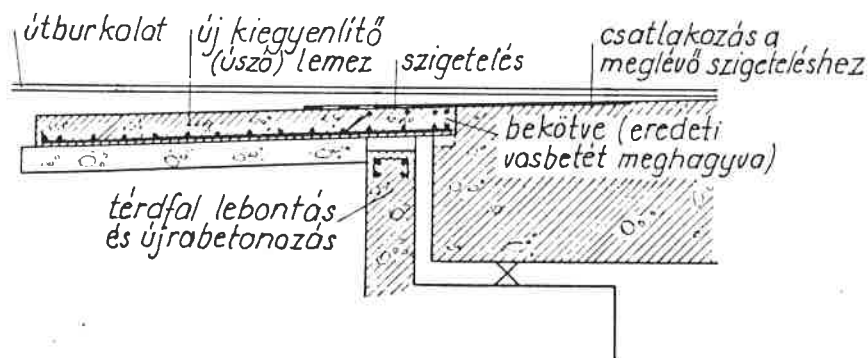
A hibát a felszerkezet eredeti helyzetébe való visszahelyezésével, vagy a dilatációs hézag rendezésével lehet megszüntetni, ill. az alulméretezett dilatációs szerkezet cseréjével.

A dilatációs szerkezet és a pályaburkolat **csatlakozásánál a burkolat megbomlik**, kitöredezik, kátyú keletkezik. Ez a jelenség különösen az elvékonyuló burkolatcsatlakozásoknál jelentkezik. A kitöredezett burkolatnál a jármű kerekei egyre nagyobb ütőhatással veszik igénybe a dilatációs szerkezetet, amely ki-lazuláshoz vezet.

A csatlakozásnál keletkező burkolatmegbomlás felismerését, egyéb okait és javítási módjait a 6.5. pontban részleteztük.

A **nem vízzáró dilatációs szerkezetek** alatt elhelyezett víztelenítő csatornát a működőképesség biztosítására rendszeresen (legalább évente 4 alkalommal) tisztítani kell.

Amennyiben a dilatációs szerkezet állapota miatt ki kell cserélni, helyette - még akkor is, ha a hídpályát a dilatációs szerkezet környezetében át kell alakítani - vízzáró dilatációs szerkezetet kell beépíteni, ill. ha lehetséges a dilatációs hézagot meg kell szüntetni (15. ábra).



15. ábra

Dilatációs hézag utólagos lefedése (a régi dilatációs szerkezet elbontva)

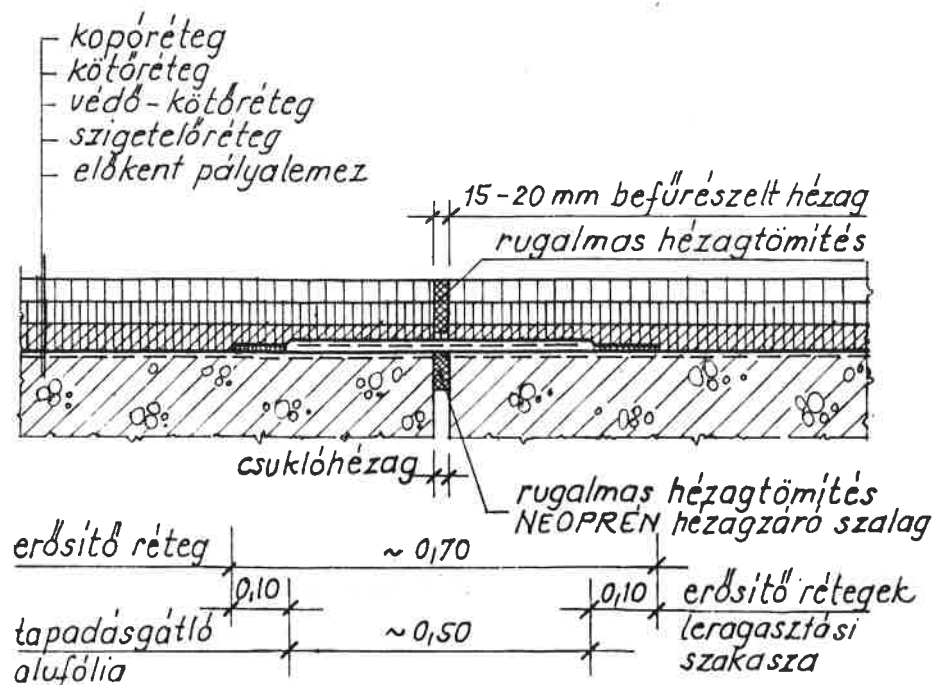
6.7.2. Pályamegszakítások

Ebben a fejezetben az acél pályatartók (hossztartók) megszakításával nem kívánunk foglalkozni, mivel az azzal kapcsolatos problémák az acélfőtartók (5.1. pont) és a saruk (6.2. pont) fenntartási kérdéseinek ismeretében megoldhatók.

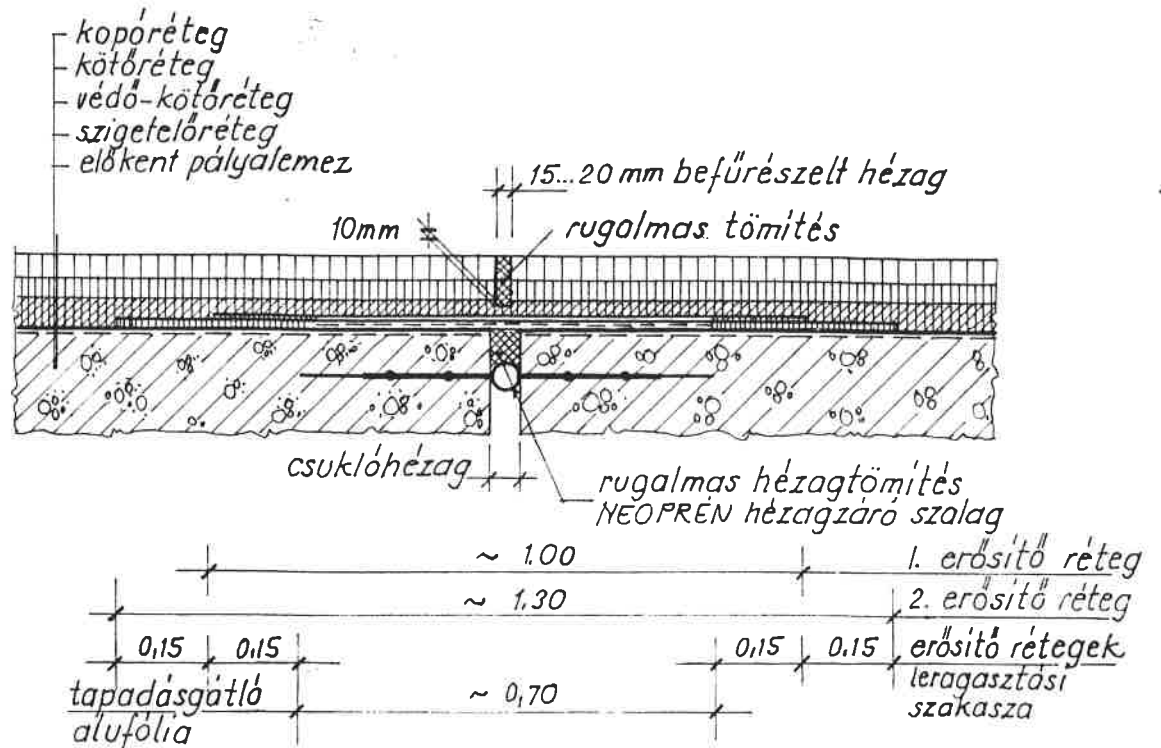
Ezen pont keretében a vasbetonpályalemez pályamegszakításainak hibáit tárgyaljuk. A vasbetonpályalemez megszakításai okozta károk majdnem mindig a vízzárást nem biztosító kialakításból, megoldásból adódnak. A pályamegszakításokat általában rejtett dilatációs szerkezettel alakították ki. Ezek többsége tervezési és/vagy kivitelezési hibák miatt (pl. szigetelés-csatlakozások megoldatlansága, szigetelés nem megfelelő átvezetése és károsodása a dilatációs hézag felett) ténylegesen nem vízzáró. A megszakításon átjutó nedvesség, víz a pályaszint alatti elemek (pályalemez, acélfőtartók) korróziós károsodását okozza.

A nem vízzáró pályamegszakítás okozta károkat vagy a pályamegszakítás megszüntetésével, átbetonozásával vagy vízzáró dilatációs szerkezet beépítésével (pályalemezbe bebetonozott gumiprofil, vörösréz líra, vastag gumibetétes vagy rugalmas aszfalt dilatációs szerkezet) lehet megszüntetni (16. ábra).

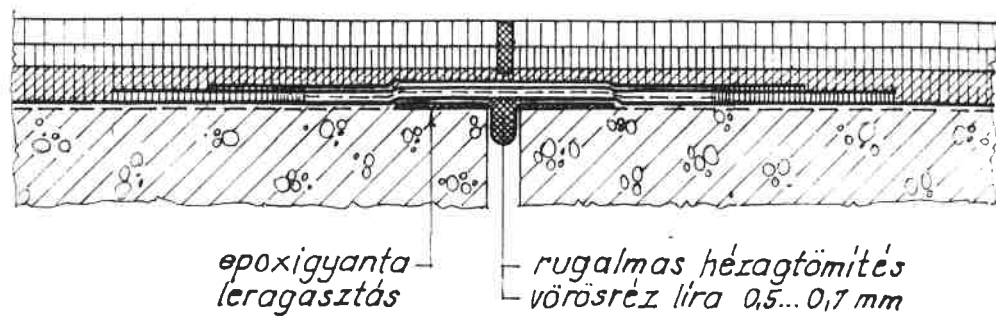
16. a. Rugalmas hézagkiöntéssel



16. b. Neoprén szalaggal



16. c. Vörösréz lirával



16. ábra

Szigetelés átvezetése pályamegszakítás felett

6.7.3. Hídkorlát, vezetőkorlát

A korláton előforduló károsodások:

- korróziós károsodások és a védőbevonat romlása;
- görbülések, horpadások;
- repedések, törések;
- bekötések, kapcsolatok (vezetőkorlát elemek lecsavarozása, korlátdilatáció illesztése) lazulása, kiszakadása.

A hibák egyszerű szemrevételezéssel felismerhetők, a kapcsolatok lazulásáról (kalapácsos) ütogetéssel győződhetünk meg.

A **korróziós károsodások ill. a védőbevonat romlásának** felismerését, okait ill. javítási technológiáit a 7. pont írja le. Külön kiemeljük, hogy a korlátelelemek fokozott korróziós károsodásnak (egyenletes ill. bemarkásos korrózió) leggyakoribb okai a fenntartás (korrózióvédelem) elhanyagolása, ill. a mechanikai sérülés (felpattanó kavics, ütközés) és a korlátoszlopok korrózió okozta elvékonyodása a burkolatszint közelében.

Görbülés, horpadás, repedés, törés, kapcsolat, bekötés lazulása, kiszakadása a korlátokon elsősorban mechanikai sérülés miatt következik be. A javítás módját a károsodás súlyosságának és kiterjedésének figyelembevételével kell meghatározni. Nagy kiterjedésű, súlyos sérülés esetén legegyszerűbb a sérült elem, vagy a sérült szakasz kicserélése ill. a le,- ill. bekötések újrabetonozása. A kis kiterjedésű görbüléseket, horpadásokat lehetőleg meleg állapotban (acetilénlánggal 400-600°C-ra felhevítve) kell kiegyengetni. A korlátok törése, ill. repedése át-hegeszthető. A kilazult lekötéseket, kapcsolatokat meg kell húzni. A javított szerkezeti elemek korrózióvédelmét lehetőleg az eredeti anyagok felhasználásával kell felújítani.

A korlátok biztonsági berendezések, ezért azok hibáit mielőbb meg kell szüntetni. A sérült korlátok helyét a javításig korláttal, táblával meg kell jelölni, el kell határolni.

6.7.4. Víznyelő

A víznyelőkön észlelhető jellemző hibák:

- eltömődés, dugulás;
- korróziós károsodások és a védőbevonat romlása;
- víznyelőrácsok meghibásodása;
- a szigetelés csatlakozás hiányosságai;
- a burkolat csatlakozás hiányosságai.

Az eltömődés, dugulás szemrevételezéssel állapítható meg: a szegély mellett felhalmozódott szennyeződés részben vagy teljesen működésképtelenné teszi a víznyelőt, a vízelvezető csatornák illesztései mentén szivárgás, átázás észlelhető.

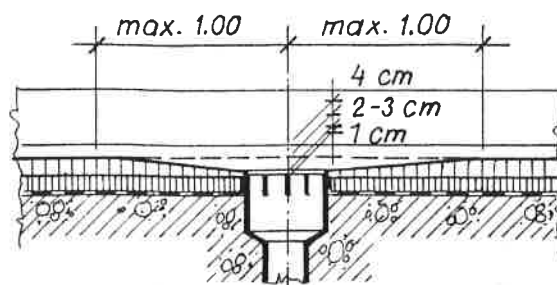
A dugulás karbantartási, fenntartási hiányosság, a burkolat-szélek takarításának, a víznyelők tisztításának elhanyagolása miatt következik be.

Ebből a szempontból a felső beömlésű víznyelők jobb helyzetben vannak, mint az oldalbeömlésűek, mivel az előbbiek könnyebben tisztíthatók és öntisztulásuk is kedvezőbb (17., 18. ábrák).

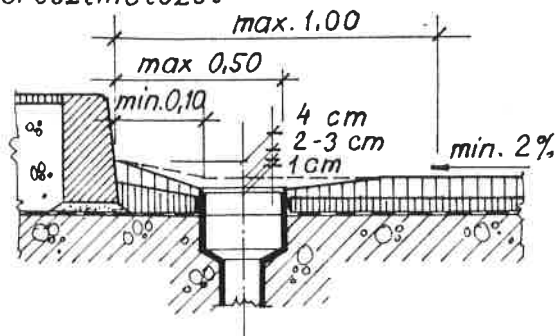
Az eltömődés, dugulás veszélyét nagyban növeli, ha a víznyelő nem közvetlenül a szabadba vezeti a csapadékvizet, hanem azt csatornába gyűjtik össze. A csatornák elégtelen keresztmetszete, túl kicsi, ill. túl nagy lejtése, hirtelen görbületei, irányválttatása, tisztítónyílás hiánya dugulást okoz.

Az eltömődés, dugulás a víznyelők rendszeres tisztításával kerülhető el, ill. javítható ki.

Hosszmetszet

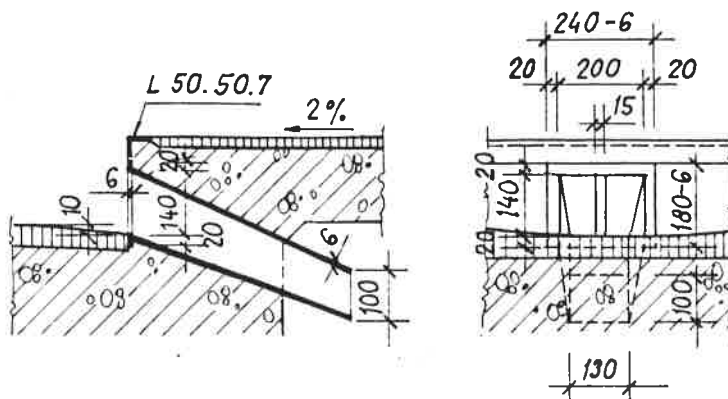


Keresztmetszet



17. ábra

Felső beömlésű víznyelő



18. ábra

Oldalbeömlésű víznyelő

A **korróziós károsodások, ill. a védőbevonat romlásának** felismerését, okait ill. javítási technológiáit a 7. pontban foglaltuk össze. Ki kell emelni, hogy a víznyelők gyakori, erős korróziós károsodásai (egyenletes, ill. bemarkódásos korrózió) a védőbevonatok teljes hiánya vagy tönkremenetele és a szennyeződések lerakódása miatt következnek be. A korrózióvédelmi munkák viszont - helyszűke miatt - a belső felületen általában nem végezhetők. A rendszeres tisztítás a korróziós károsodást lassítja. A víznyelők általában nem javíthatók, a hidak felújításakor ki kell cserélni őket. Az új víznyelőket célszerű korrózióálló anyagból készíteni.

A **víznyelőrácsok** leggyakoribb **meghibásodásai**: a víznyelőrácsok repedése, törése ill. egyes rácselemek hiánya. A rácsok károsodásainak okai: az erős forgalmi terhelés, a nagy dinamikus hatás, a forgalom ütőhatása (az esetleges magasságkülönbség miatt). A meghibásodott víznyelőrácsokat ki kell cserélni, esetleg a hiányzó elemeket pótolni kell.

A **szigeteléscsatlakozás hiányosságainak** kérdését a 6.4.2., **burkolatcsatlakozását** a 6.5.5. pontban tárgyaljuk

6.7.5. Egyéb hídszerelvények

Az **élvédő szögacélokon** jelentkező hibák:

- korróziós károsodások és a védőbevonat romlása;
- deformáció (legyűrődés, felnyomódás);
- bekötések lazulása, kiszakadása;
- a burkolatcsatlakozás hiányosságai.

A **korróziós károsodásokkal, ill. a védőbevonat romlásával** a 7. pont foglalkozik.

A forgalom által **megrongált, deformált** (legyűrt vagy felnyomott) **élvédő szögacélt** haladéktalanul ki kell javítani, mert baleseti veszélyt jelent.

A **kiszakadt élvédő szögacélt** ideiglenesen - forgalombiztonsági

szempontok miatt - a korláthoz kell rögzíteni, vagy le kell vágni. A kiszakadt bekötőkarmokat műanyaghabarccsal vissza kell ragasztani vagy kibontás után újból bebetonozni.

A **burkolatcsatlakozás hiányosságainak** felismerését, okait és javítási technológiáját a 6.5.5. pontban részleteztük.

A **felcsapódás elleni védelem, az érintésvédelmi védőháló, a füstterelő lemez, a villámvédelmi földelés, a hídvizsgáló szerkezet, a hajózási jelzések** korrózióvédelmét a 7. pont szerint kell elvégezni.

A **felcsapódás elleni védelmet** biztosító acélszerelvények bekötését különös gonddal kell ellenőrizni, tekintettel a híd alatti vasútüzem biztonságtechnikai szempontjaira.

Az **érintésvédelmi védőháló** (védőkorlát) érintésvédelmi szempontból megfelelő elhelyezésére és szakszerű lekötésére nagy gondot kell fordítani.

A **füstterelő lemezek** lekötésének ki kell elégítenie a vasút forgalombiztonsági követelményeit.

A **villámvédelmi földelés** esetén a földelővezeték folyamtosságát különös gonddal kell ellenőrizni.

A **hídvizsgáló szerkezetek** fenntartása során ügyelni kell az azokat mozgató mechanikus illetve gépi berendezések üzemképességének biztosítására.

A **hajózási jelzéseknek** mindig jól láthatóknak kell lenniük. A felső festékréteg fakulása, sérülése, a jelzőtáblák anyagának korróziós károsodása esetén a mázolást fel kell újítani.

6.8. A hídon átvezetett közművek

Sajátos problémát jelentenek a hídon átvezetett közművek, mert a híd tartozékai, de a tulajdonosi vagy kezelői jogokat nem a híd üzemeltetője, hanem a közmű tulajdonosa gyakorolja. Üzemeltetésükre, vizsgálatukra, karbantartásukra tehát más előírások vonatkoznak, mint a hidakra. Ugyanakkor ha rosszul

üzemelnek, vagy meghibásodnak, befolyásolhatják a híd üzemét, egyes esetekben még a teherbírásra is hatással lehetnek (pl. egy hídfőben eltört vízvezeték talajra gyakorolt áztató hatása, vagy egy szakszerűtlenül rögzített cső, stb.).

Új hidak létesítésekor már a tervezés során gondolni kell arra, hogy a hídon átvezetett közművek ne okozzanak később károsodásokat és ne akadályozzák a hídfenntartási munkákat.

A hidakra utólag elhelyezett közművek átvezetésének terveit a híd kezelőjének, üzemeltetőjének kell jóváhagynia, s a kezelői hozzájárulásban az alábbiakat kell figyelembe venni, ill. kikötni:

- a közművezetékek felszerelhetőségét mindig statikai számítással kell igazolni;
- az elhelyezéssel a hídszerkezetben (felszerkezetben, hídfőn, csatlakozó töltésekben, vízelvezetési rendszerben) kár ne keletkezzék;
- az elhelyezett közmű ne okozzon kárt a szerkezetben (pl. ne vezesse a vizet a hídszerkezetre);
- az elhelyezett közmű ne akadályozza a hídfelügyeletet, a hídfenntartást;
- a hídfenntartási munka végzésénél a közmű tulajdonos köteles díjmentes felügyeletet vagy művezetést biztosítani;
- ha a közmű a hídfenntartási, -felújítási, vagy -korszerűsítési munkákat akadályozza a közmű tulajdonosa köteles saját költségén ideiglenesen eltávolítani, majd végleges helyére visszahelyezni;
- a közművezeteket úgy kell a hídon elhelyezni, hogy azok vizsgálhatók, fenntarthatók legyenek;
- a felszerelt közművek meghibásodása esetén a hibák kijavításáról a közmű tulajdonosa köteles gondoskodni;
- a közmű fenntartója a hídszerkezetet érintő beavatkozást csak a híd kezelőjének engedélyével és felügyeletével hajthat végre.

A hozzájárulásnak tehát jogilag biztosítania kell, hogy a

híd üzemeltetése során a híd kezelőjének akarata érvényesüljön, így a híd közlekedést biztosító funkciója ne kerüljön veszélybe.

A hídon átvezetett közművezetékek - elektromos, telefon, ivóvíz, melegvíz, gőzvezeték, szennyvíz, gáz stb. - fenntartásáért tehát azok üzemeltetője felelős; de a közművezetékek átvezetésére szolgáló kábelcsatorna, -akna és kezelőjárda fenntartását a hídfenntartás keretében kell elvégezni.

A közműtulajdonos közművét általában csak üzemzavar esetén ellenőrzi. Ezért a híd üzembentartója a közművezetékben észlelt hibákat haladéktalanul közölje a közmű üzembentartójával, és kötelezze a hibák mielőbbi kijavítására.

A kis súlyú közművezetéseket vagy a kiemelt szegélyszámban ill. a járdában kialakított csatornában (csőben) vagy a járdakonzolra felfüggesztve vezetik át a hídon. Nagy keresztmetszetű csővezeték átvezetése a kereszttartókon (vagy a kereszttartó konzolokon) kialakított nyílásokon keresztül, vagy a főtartó oldalára szerelt "létrákkal" alátámasztva oldható meg.

Amikor a **közművet a járdában kialakított csatornában** (csőben) vezetik, általában helyenként tisztító - vagy fűzőaknákat létesítenek. Az aknák fedlapjai rendszerint nem vízzáróak. Az aknába a víz befolyik, s ott pangó víz alakul ki, amely átnedvesedéseket, átázásokat, repedéseket, kifagyásokat és korróziót idézhetnek elő a hídszerkezetben. Hasonló károsodást okoznak a csatornában átvezetett, meghibásodott közművezetékek is.

A járdában vezetett csatornák, aknák víztelenítését meg kell oldani. A közműcsatornák aknáinak fedlapjait vízzáróvá kell átalakítani és az aknába csöpögtetőt kell beépíteni. Amennyiben az aknafedlapok horpadnak ill. beszakadnak (pl. korróziós károsodások miatt) a csere során erősebb kialakításúval kell felváltani.

A **járdakonzolra felfüggesztett közmű átvezetések** leggyakoribb hibája, hogy - az általában utólag elhelyezett - felfüggesztések a járdakonzol betonját és szigetelését (ha van ilyen) teljesen átszűrják, amelyen keresztül átázások jönnek létre, s ennek

következtében korróziós károsodások keletkeznek. Ugyanez a hiba fordul elő a közvilágítási oszlopok leerősítésénél is.

A járdakonzolra szakszerűtlenül felfüggesztett közművek felfüggesztését át kell alakítani, s a járdakonzol betonjában és szigetelésében okozott károkat helyre kell állítani.

A **felszerkezetre utólag erősített** (hídfőn és kereszttartókon átvezetett, ill. főtartó oldalára szerelt) **közművezetékek** rögzítéseit, áttöréseit nagyon gondosan, sokszor statikai ellenőrzéssel, a híd kiviteli terveinek birtokában szabad csak megtervezni és kivitelezni.

Az esetlegesen szakszerűtlenül elkészített felerősítéseket, áttöréseket minél előbb meg kell szüntetni, s a fentiekben részletezett módon megépíteni.

7. Acélfelületek korrózióvédelme

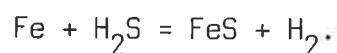
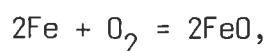
7.1. A korrózió fogalma

A fémek korróziója természetes folyamat. A tiszta fém (vagy ötvözet) igyekszik visszaalakulni fémoxiddá, hiszen a természetben is oxidok formájában van jelen az ércekben. A vas ill. a legtöbb acélfajta esetén keletkező oxidok laza, szivacsos szerkezetű réteget képeznek a felületen. Az így képződött anyag a rozsda, amely képes a nedvességet beszívni és tárolni is. Egyes fémek (pl. cink vagy alumínium) oxidjai olyan tömör réteget képeznek a tiszta fémfelületen, hogy az oxigéntől megvédik a fémeket, az oxidációs folyamat magától leáll. Az acélszerkezetek anyaga, a szerkezeti acél esetén sajnos ilyen hatás nem érvényesül, az oxidáció egyre mélyebbre hatol, a képződött rozsdában jelenlévő víz - kémiai ill. elektrokémiai folyamatok révén - fokozza a romlást. A melegen hengerelt félkésztermékeken (lemezeken, idomacélokon) már hengerlés közben megindul a korrózió, mivel az 1000 °C körüli hőmérsékleten gyorsan megy végbe az oxidáció. A hengerlés közben a felülethez erősen tapadó tömör oxidréteg a hengerlési reve, amely a korróziós folyamat előrehaladtával a felületről rétegesen elválódik.

A levegőben vagy a vízben oldott állapotban lévő különböző kémiai anyagok a korróziós folyamatot felgyorsíthatják. A védelem nélküli acélfelületek évenkénti korróziója viszonylag tiszta, ún. vidéki atmoszférában 4...60 mikron, szennyezett, ún. ipari-városi légtérben 40...160 mikron között várható.

Korrózió alatt tehát a fémek (és más anyagok) olyan tönkrémenetelést értjük, amely a környezet hatására a külső felületről kiindulva megy végbe. A fémkorrózió alapfolyamatai a fémes rács-szerkezetet alkotó fémionoknak és a velük egyenértéknyi mennyiségű elektronoknak a fémes rácsból való kilépésével valósulnak meg. A korróziós folyamatok jellegét az határozza meg, hogy az elektronkilépés és a fémionkilépés hogyan megy végbe.

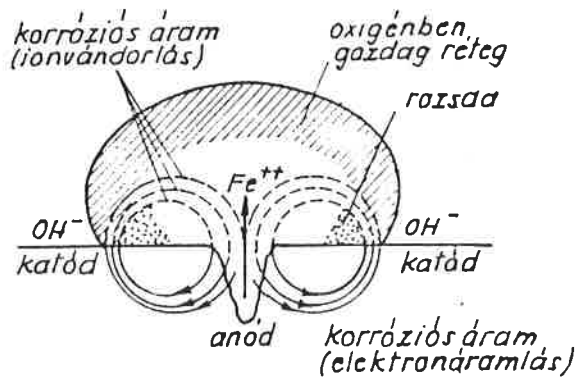
Kémiai korrózió esetében a korróziós közegnek a fémfelületet támadó részecskéi olyan vegyi reakció révén hatnak, melyben a fémionok, elektronok és a támadó anyagok egy lépésben vesznek részt. Kémiai korrózió rendszerint száraz gázközegben megy végbe, a támadó közegek legtöbbször oxigén-, vagy kéntartalmúak. A korróziós alapfolyamat pl.:



Az elektrokémiai korrózió során a fémionok kilépése és az elektronok kilépése két külön részfolyamatban megy végbe, amelyek helyileg is elkülönülhetnek. Az elektronok a fémes rácsban elmozdulhatnak, az anódos és katódos felületrészek között létrejövő elektronáramlás a korróziós áram. A folyamathoz a fémfelület mentén elektrolitréteg jelenlétére van szükség.

Elektrokémiai korrózió - többek között - az acélfelület rozsdásodása vízcsepp alatt. A vízcsepp külső része több oldott oxigént tartalmaz, ezáltal egy ún. lokáalelem jön létre, melynek negatív pólusa a külső felület. A vízcsepp belsejébe kevesebb oldott oxigén jut el, itt alakul ki az anódos fémionkilépés, bema-ródás jön létre, mely körül a vízből és az oldott oxigénből elektronfelvétellel HO^- ionok keletkeznek. Másodlagos folyamatok révén a vízcsepp és a fémfelület határán reakcióba lépnek az oldott Fe^{++} és HO^- ionok, $\text{Fe}(\text{OH})_2$ keletkezik, ami rozsdává alakul tovább (19. ábra).

A vas és az acél korróziója általában elektrokémiai korrózió.



19. ábra

Elektrokémiai korróziós helyi elem képződése vízcsepp alatt

7.2. A fémkorrózió megjelenési formái

A fémkorrózió a megjelenés formája szerint lehet egyenletes, bemarkódós, szövetszerkezeti, repedéses, berágódós és réteges.

Az egyenletes korrózió többé-kevésbé egyenletes anyagvesztést vagy korróziós termékréteg képződést jelent. Nagy felületek "egyenletes" korróziójakor a folyamat sebessége, előrehaladása nagy helyi eltéréseket mutathat (1, 2, 3. képek).

A bemarkódós korrózió egyik jellegzetes esete a kis szájszélességű, de mélyen behatoló, tűszúrászerű támadási forma a pontkorrózió (pitting). Leggyakrabban a védőbevonat pontszerű hibáinál lép fel páradús légtérben (4. kép).

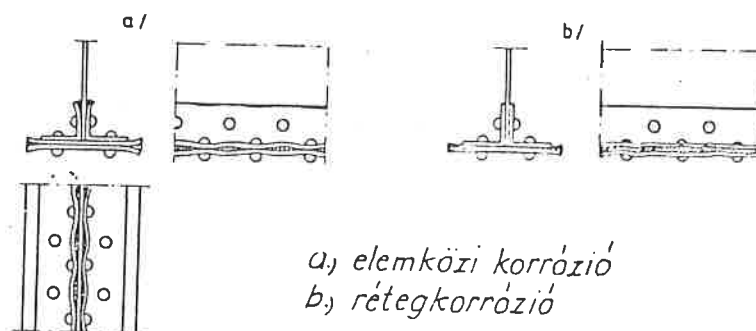
A szövetszerkezeti korrózió változatai, a szelektív korrózió és a kristályhatármenti korrózió a fémek szerkezeti inhomogenitására vezethetők vissza. Különös jelentősége van a hegesztett kötések kristályhatármenti korróziós veszélyének.

Repedéses korrózió jöhet létre, ha a korróziós folyamatokkal egyidőben nagy húzófeszültségek is hatnak. Ennek formái a fáradási korrózió és a feszültségkorrózió.

Fárasztó igénybevétel és korrózió együttes hatásakor jön létre a fáradási korrózió. A feszültségkorrózió gyakran lép fel hegesztett kötésekben bizonyos agresszív anyagok (nitrátoldatok, NaOH, KOH, H_2S , karbonátoldatok) jelenlétében.

A berágódásos korróziót a környezet korróziós hatása és a súrlódó, koptató igénybevétel együttesen hozhatja létre. Ilyenkor a mechanikai és vegyi igénybevétel kölcsönösen erősíti egymást. A koptató hatás a folyamatosan megújuló fémfelület révén könnyíti meg a korróziót, a korróziós termékek pedig a súrlódó felületek közé jutva növelik a berágódást. Fárasztó igénybevételnek kitett szegecselt vagy csavarozott kapcsolatoknál, saruknál, csuklóknál gyakori.

A réteges korrózió a hengerelt elemek jellegzetes károsodási formája. Kis bemarkolásból indul ki, és az összetételében vagy szemcseszerkezetében eltérő nyújtott sorok mentén a felület alatt, azzal párhuzamosan halad (5. kép). Hajlítók - ill. húzóigénybevétel hatására az anyag e hibahelyek mentén rétegesen fel is nyílnak (6. kép). A réteges korrózió legveszélyesebb változata az **elemközi korrózió**. Ez egymással érintkező két (vagy több) szerkezeti elem között az élek felől indul, és a határfelületen egyre vastagodó korróziós terméket hoz létre (7, 8. képek). A korrodált fémből 6...8-szoros térfogatú rozsdaképződik, ami az érintkező felületeket szétfeszíti, és ezzel utat nyit a károsodás terjedésének. Az elemek között képződő nyomás következtében növekszik a kapcsolóelemek húzási igénybevétele, a deformálódott szelvények az erőátadó felületből kieshetnek, nyomott elemnél a helyi kihajlás veszélyét növelik (20. ábra).



20. ábra
Szelvénytörzulás elemközi korrózió miatt

7.3. Az acélhidak korróziós igénybevétele

Az acélhidak szerkezeti elemei (és a nem acélszerkezetű hidak acél tartozékai) - még a leggondosabban elkészített korrózióvédelmi bevonatrendszer esetén is - korróziónak van kitéve. Az acélhidak tervezett élettartama általában 80..100 év. Ilyen hosszú élettartamú bevonatrendszert kialakítani nem lehet, ezért a szerkezet élettartamán belül többszöri felújításra van szükség.

Az acél szerkezeti elemek ill. védőbevonatainak károsodási sebességét, romlását, a korróziós igénybevételt a légkör korróziós agresszivitási fokozata és a szerkezeti elemeknek a hídon lévő helyzete befolyásolja. Így pl. a nedvesedésnek, páralecsapódásnak, füstmarásnak, olvasztósó hatásának, biológiai szennyeződésnek kitett részekben a korróziós igénybevétel nagyobb, a bevonat romlása intenzívebb az átlagosnál.

Az átlagos korróziós igénybevételt a légkör agresszivitási fokozata határozza meg. A légkör agresszivitása függ a levegő páratartalmától, az átlagos hőmérséklettől, az éves csapadék mennyiségétől, a szilárd és légnemű szennyező anyagok milyenségétől és mennyiségétől. Lényeges különbség van a tiszta levegőjű vidéki

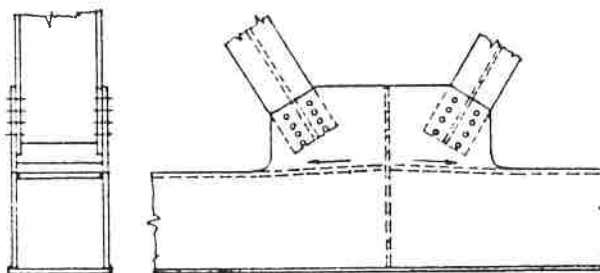
környezet és a szennyezett atmoszférájú ipari-városi környezet károsító hatásában.

Átlagos a korróziós igénybevétel azokon a szerkezeti elemeken ill. felületeken, ahol a szerkezeti elem elhelyezkedése vagy igénybevétele miatt fokozott károsító hatás nem érvényesül.

Fokozott a korróziós igénybevétel az állandó nedvesedésnek, páralecsapódásnak, füstmarásnak, biológiai szennyeződésnek, sűrűlődésnek, koptatásnak kitett részekben és azokban a sarkokban, résekben, ahol a szennyeződés megtápadhat.

Az acélhidak fokozott korróziós igénybevételnek kitett részei az alábbiak:

- a pályaszint alatti szerkezeti részek (a páralecsapódás és a szennyeződés felhalmozódása miatt) (21. ábra), (1, 2, 3, 5. képek);
- a főtartóknak a pályalemez feletti része, kb. 1 m magasságig (felcsapódó víz, olvasztósó, kavicsok, kövek);
- a korlátok és az élvédő szögacélok (mechanikai hatások miatt);
- a víznyelők és a (nem vízzáró) dilatációs szerkezetek (szennyeződések lerakódása miatt);
- a főtartók és a kapuzatok felső öve, a felső szélrácsok (biológiai szennyeződés miatt);
- az acél saruk, a csuklók és csapok (a koptató hatás és szennyeződés miatt).



21. ábra

Az alsó övek felső övlemezeinek megfelelő lejtésével elkerülhető a vízzsák kialakulása

Korróziós igénybevétel szempontjából **különösen veszélyesek** azok a szerkezeti részek, amelyek az olvasztósó hatásának erősen kitéttek, a hozzáférhetetlenség miatt csak nehezen, vagy egyáltalán nem tisztíthatók, ahol a korrózióvédelmi munkák elvégzésére nincs elegendő hely. Ilyenek lehetnek:

- az alsópályás rácsos hidak főtartóinál a járdalemez áttörései (9. kép);
- a zórás vasas pályaszerkezetek;
- a végkereszttartóknak a térdfal felőli oldala;
- szegecselt szerkezetek kis távolságra elhelyezett elemei (pl. szögacélokból álló elem esetén azok közötti 8...12 mm-es távolság) (8, 10. képek);
- betonnal érintkező vagy abba befogott acélszerkezeti elemek (pl. vasbeton pályalemez és acélfőtartó felső övének csatlakozása, korlát - lámpaoszlop - bekötések) (11. kép).

7.4. Korrózióvédelmi bevonatrendszerek

Az acélhidak korrózióvédelmét festékbevonat-rendszerekkel vagy fémbevonatból és festékrétegekből álló kombinált (duplex) bevonat-rendszerekkel lehet kialakítani. A bevonatrendszernek a tartós korrózióvédelmi hatás mellett az esztétikus megjelenést is biztosítani kell. Acélhidakra csak olyan bevonatrendszer tervezhető, amelynek várható élettartama (felújítás nélkül) legalább 10 év.

A bevonatrendszer kiválasztásakor figyelembe kell venni a bevonatrendszer rendeltetését (korrózióvédelmi és diszítő, vagy csak korrózióvédelmi), a környezet korróziós agresszivitását, a klimatikus viszonyokat, a rendelkezésre álló technológiai felkészültséget, a védendő acélfelület kiindulási állapotát, a felületelőkészítés módját, ill. a felületelőkészítésnél elérhető tisztasági fokozatot.

Fentiek figyelembevételével a bevonatrendszer általában az MI 18 100. 8.sz. táblázatából, ipari-városi környezet esetén pedig a 11. sz. táblázatából választható. Az MI 18 100. táblázataiban

nem szereplő bevonatrendszerek is választhatók, ha azok ellenálló-képessége meghaladja az MSZ 7584/3-ban közölt standard mezoklíma (átlagos középégghajlat) és felülettisztaság szerint mértékadó bevonatrendszerek ellenállóképességét. A bevonatrendszereket ajánlatos úgy kiválasztani, hogy a benne szereplő anyagok ugyan-azon festékgyár termékei legyenek.

Az MI 18 100. táblázatai a szakszerűen beállított viszkozi-tású festékből kialakított rétegszámot is megadják. A bevonatrend-szer élettartama szempontjából elsősorban nem a rétegszám, hanem az összrétegvastagság a döntő, tehát vékonyabban felhordott réte-gek esetén növelni kell a rétegszámot.

Az MI 18 100. (Acélfelületek korrózióvédelme atmoszférikus igénybevétel esetén festék- és kombinált bevonatrendszerekkel) ide vonatkozó 8. és 11. táblázatát a Függelékben közöljük. (F.3., F.4. táblázatok)

7.5. A bevonatrendszerek károsodása

A szabadtéri acélszerkezetek korrózióvédelmére alkalmazott bevonatrendszerek festékrétegei a napsugárzás, a hőmérsékletvál-tozás, a szél és a por koptató hatása, valamint a levegőben lévő, a festékek számára is agresszív anyagok jelenléte miatt fokoza-tosan károsodnak. A jelenleg ismert festékbevonatok korrózióvédő hatása legfeljebb 10-15 évig érvényesül. A szórt fémbevonattal és festékrétegekkel kialakított kombinált bevonatrendszerek fém-bevonatának várható élettartama a festékbevonatok élettartamának többszöröse. A kombinált bevonatrendszerek alkalmazása azért előnyös, mert a bevonatrendszer felújításakor a költséges oxid-mentesítést nem kell elvégezni.

A bevonatrendszerek károsodása jelentkezhet a diszítőtulaj-donságok változásában (színváltozás, fényességváltozás, tisztít-hatóság), mechanikai sérülések és korróziós károsodások formájá-ban. A diszítőtulajdonságok változása hídszerkezeteknél csak ki-vételes esetekben tekintendő károsodásnak. A mechanikai sérülé-sek a bevonatrendszer folytonosságát szüntetik meg, ezért ezek közvetlen korrózióveszélyt jelentenek.

A bevonatrendszereknek - korrózióvédelmi szempontból legfontosabb - károsodási formái az alábbiak:

- krétásodás: a bevonat felületének károsodása a kötőanyag bomlása miatt. A pigment szemcsék egy része porszerű formában szabaddá válik, a felületről letörölhető.
- repedés : a bevonat folytonosságának megszűnése a bevonat zsugorodása miatt.
Típusai: hajszálrepedés, felületi repedés, átrepedés. Hálós és párhuzamos repedezés formájában is jelentkezhet.
- hólyagosodás: a bevonat felpúposodása az el nem párolgott oldószerek miatt. A festékhólyag kézzel könnyen lenyomható.
- réteges leválás: a festékréteg elválása az alatta lévő rétegtől vagy az alapfémtől a tapadás megszűnése miatt.
- átrozsdásodás: az alapfém rozsdaképződményeinek megjelenése (12, 13. képek).
- rozsdapúp: a bevonat felpúposodása az alatta képződött rozsdá megduzzadása miatt. Ellentétben a hólyagosodással, ez kemény tapintású.

7.6. A bevonatrendszer károsodásának értékelése

Az acélhidak korrózióvédelmi bevonatrendszerének károsodását - a korrózióvédelmi fenntartási munkák ütemezése céljából - értékelni és minősíteni kell. Az értékelést - lehetőleg a tavaszi híd-takarítást követően - az évenkénti hídellenőrzések alkalmával a MI-07-3405. 4. fejezete ill. F1 függeléke szerint kell végrehajtani.

A hídszerkezeteken az egyes szerkezeti elemek korróziós igénybevétele és károsodása eltérő lehet (pl. az alsó szélrács és a

felső szélrács, vagy a zárt szekrénytartó külső és belső felülete), ezért az értékelést az átlagos, a fokozott és a különösen veszélyes igénybevételű helyeken külön-külön kell elvégezni. Értékeléskor a bevonatnak csak a mechanikai sérüléstől mentes részeit szabad figyelembe venni. A mechanikai sérülések a sérült szerkezeti elem jelentőségének(pl. főtartó vagy korlát) és a sérülés mértékének figyelembevételével egyedileg értékelendők.

Az MI-07-3405 szerinti értékelés fényképetalonokkal történő összehasonlítás módszerével, károsodási formáknaként (krétásodás, repedés, hólyagosodás, réteges leválás) 0-tól 10-ig terjedő pontszámok megállapításával történik. 0 a teljesen leromlott, 10 pedig a hibátlan bevonatrendszer pontszáma. Az egyes károsodási formák értékelésénél döntő jelentőségű, hogy a változás az alapfélig terjed-e, vagy csak egyes rétegekre korlátozódik. A különböző károsodási formák egyidejűleg is fellelhetnek, törekedni kell az elkülönített értékelésre.

A bevonatrendszer állapotának minősítése egyetlen számmal történik, ez a károsodási formák értékelésénél meghatározott legkisebb pontszám. Ennek alapján: a bevonatrendszer diszító tulajdonságú, ha 8-nál kisebb pontszám nem fordul elő; nem diszító, de korrózióvédő 4-7 pontszámok esetén; nem korrózióvédő, ha 3 vagy kisebb pontszám fordul elő. A minősítést a korróziós igénybevétel szempontjából eltérő szerkezeti elemekre ill. felületekre külön-külön kell elvégezni. A részleteket az MI-07-3405-87. 4.2., 4.3., 4.4. szakasza és F1 függeléke tartalmazza.

7.7. A bevonatrendszer felújítása

A bevonatrendszer felújítása akkor válik szükségessé, ha az az előzőekben ismerttetett minősítés szerint már nem korrózióvédő. Az acélhidak korrózióvédelmi bevonatrendszerének felújítása történhet a meglévő rétegek részleges vagy teljes meghagyásával, foltszerű javítással, foltszerű javítást követő, a teljes felületre

kiterjedő átmázolással, valamint a meglévő bevonatrendszer teljes eltávolítása és felületelőkészítés után új bevonatrendszer felhordásával. A felújítási mód kiválasztása - a bevonatrendszer állapotának minősítése alapján - az MI-07-3405-87. 7.1. szakasza alapján történik. Mivel a károsodás mértéke a szerkezet egyes elemein lényegesen eltérő is lehet, nem szükséges az egész hídszerkezet minden elemén ugyanazt a felújítási módot alkalmazni. Amennyiben azonban a bevonatrendszer teljes felújítása a híd acélfelületének több mint 30 %-át érintené, úgy ajánlatos az egész szerkezeten a bevonatrendszer teljes felújítását előirányozni.

Foltszerű javítást kell alkalmazni akkor, ha a festékbevonat mechanikai hatás következtében sérült meg, vagy ha a teljes acélfelület 5 %-át meg nem haladó felületen fordul elő a védőhatást megszüntető meghibásodás. A javítandó felületekről a régi festékrétegeket és a rozsdamarásokat acél spatulyával, raskettával, gépi vagy kézi csiszolással, esetleg szemcseszórással el kell távolítani, az eredeti alapozó bevonatnak megfelelő felülettisztaságot kell elérni. A javítórétegek felhordása előtt az ép bevonatot a jobb tapadás érdekében a sérülések körül meg kell csiszolni. A javító rétegek legyenek az eredeti bevonatrendszer rétegeivel azonosak, vagy azzal összeférhetők. A javítás a megmaradó rétegeket legalább 2 cm szélességben fedje. Az új átvonóréteg színe egyezzen meg a sérülésmentes részekben lévő átvonóréteg színével.

Karbantartó átmázolást kell felújítási módként választani, ha a bevonatrendszer korrózióvédő hatása csak a teljes felület 30 %-át meg nem haladó részén szűnt meg, és a felületen lévő bevonatrendszer összrétegvastagsága 400 μm -nál kisebb (a rétegszám legfeljebb 7). Ilyen esetben először az egész felületet tisztítani, portalanítani, lemosni, majd zsírtalanítani kell. A zsírtalanítás történhet oldószeres vizes, vagy lakkbenzines lemosással, esetleg gőzsugaras kezeléssel. Tisztítás után a károsodott helyeken foltszerű javítást kell végrehajtani megfelelő felületelőkészítéssel, alapozó és közbenső rétegek felhordásával. Az egész felületre 2 réteg átvonó festékbevonat kerül, amely legyen az eredetivel azonos, vagy azzal összeférhető.

A festékrétegek összeférhetősége a foltyszerű javításnál és a karbantartó átmázolásnál egyaránt fontos. A festékanyag akkor tekinthető a meglévő bevonattal összeférhetőnek, ha arra bármely káros jelenség (felmaródás, ráncosodás, fellágyulás, stb.) fellépése nélkül felhordható, továbbá ha az új bevonatréteg a korábbihoz a várható igénybevételi körülmények között jól tapad. A Függelékben közölt táblázatból (F.5. táblázat) a régi és az új bevonatrendszer típusa szerint az összeférhető festéktípusok kiválaszthatók. Előfordul, hogy azonos alapanyagú festékek között is van összeférhetőségi probléma, így pl. epoxigyanta bevonatrendszer esetén a régi festék felülete üvegesedhet. Ilyenkor a megfelelő tapadás érdekében a felületet érdesíteni kell. Az élek érdesítését különös gonddal kell végezni.

A festékbevonat-rendszer teljes felújítása a régi bevonatrendszer teljes eltávolítását, új felületelőkészítést és új bevonatrendszer felhordását jelenti. Erre akkor kerül sor, ha a régi bevonatrendszert nagymértékű, kiterjedt korróziós károsodás jellemzi (a felületnek több mint 30 %-a károsodott), vagy a korróziós károsodás többször felújított bevonatrendszeren jelentkezik, mivel a 400 μ m-t meghaladó vastagságú bevonatok (7-8 réteg) karbantartó átmázolása már nem lehet hatásos. Új bevonatrendszert kell tervezni. A bevonatrendszer kiválasztásakor - a műszaki és gazdasági szempontokon túlmenően - ajánlatos figyelembe venni a kivitelezők és festékgyárak referenciáit.

A régi festékrétegeket az oxidmentesítő eljárások valamelyikével vagy festéklemaróval (pl. Kromofág) lehet eltávolítani. A mázolandó felületeket a bevonatrendszernek megfelelő tisztasági fokozatúra le kell tisztítani. Elemközi korrózió fellépése esetén az elemek közül a megduzzadt rozsdát mechanikai eszközökkel (hegyes, éles szerszámokkal kaparással, drótkefével) kell eltávolítani. Rozsdaoldó vegyszerek alkalmazása tilos, mert a visszamaradt anyag az elemek közötti résekből csak részben távolítható el, a festékréteg tapadását bizonytalanná teszi. A kitisztított

részeket tapasztalással gondosan tömíteni kell. A fokozott védelem érdekében az elemközi korrózió hibák helyein az élek mentén az alapozó festékrétegek számát eggyel meg kell növelni.

Az új bevonatrendszer a technológiai előírásoknak megfelelően kell felhordani.

A kombinált bevonatrendszerek felújítása is lehet foltszerű javítás, karbantartó átmázolás és teljes felújítás. A felújítás módját ugyanúgy kell meghatározni, mint a festék-bevonatrendszerek esetében. A korrózióvédelmi karbantartó munkáknál azonban nagy gondot kell fordítani a fémbevonat sértetlenül hagyására. A festékrétegek eltávolítása csak vegyi úton, nem lúgos festék-lemaróval történhet. Ha a fémbevonat helyenként sérült, vagy korróziós kárt mutat, akkor azt megfelelő felületelőkészítés után fémszórással, ennek hiányában két réteg cinkporos alapozó festékkel ki kell javítani. A letisztított és kijavított fémbevonatra zsírtalanítás után az eredeti kombinált bevonatrendszer festékrétegeit, vagy azzal egyenértékű festékrétegeket kell felhordani.

7.8. A korrózióvédelmi munkák technológiája

7.8.1. Felületelőkészítés

A korrózióvédelmi bevonatrendszerek tartós védőhatásának és jó tapadásának legfontosabb előfeltétele a gondos és szakszerű felületelőkészítés. A felületelőkészítési műveletek feladata a képződött és tapadó szennyeződések (rozsdá, reve, hegesztési sa-
lak, por, korom, sómaradványok, zsír és nedvesség), a bevonatrendszer teljes felújítása esetén pedig az előbbieken kívül a régi festékrétegek eltávolítása. A felületelőkészítő műveletek az oxidmentesítés (rozsdátlanítás) és a zsírtalanítás. Az oxidmentesítő eljárások a régi festékrétegek eltávolítására is alkalmasak.

A bevonatrendszerek bármelyikének alkalmazása valamilyen fokú felülettisztasághoz van kötve. Az egyes tisztasági fokozatok

követelményeit az MSZ 1891/1, a vizsgálat módszereit képződött szennyeződések szempontjából pedig az MSZ 1891/2, tapadó szennyeződések szempontjából pedig az MSZ 1891/3 részletezi.

Képződött szennyeződések szempontjából a szabványok K0, K1, K2 és K3 (pontosabban az az oxidmentesítő eljárás módját is jelezve s-K0, s-K1, s-K2 ill. k-K2, k-K3) fokozatokat különböztetnek meg. Az egyes tisztasági fokozatok követelményeit a Függelékben közöljük (F.6, F.7. táblázatok). A bevonat élettartama szempontjából legelőnyösebb a K0 (ún. fémtiszta) felület. Ha a K0-ás felület műszaki vagy gazdasági okok miatt nem biztosítható, akkor az elért (elérhető) tisztasági fokozathoz kell a bevonatrendszert kiválasztani. Azt azonban mindig tekintetbe kell venni, hogy a gyengébb tisztasági fokozatú felületen ugyanannak a bevonatnak az élettartama rövidebb, mint a jobb tisztaságú felületen. Hídszerkezetek korrózióvédelmi bevonatrendszerének felújításánál követelmény, hogy a felület tisztasági fokozata legalább K2 legyen.

A tapadó szennyeződések szempontjából az MSZ 1891/1 szerinti T0 fokozat a követelmény. Ennek jellemzője, hogy a felületen kémhatás és vízterülés vizsgálattal, továbbá fehér szűrőpapírral való áttöréssel idegen anyag nem észlelhető.

7.8.1.1. Oxidmentesítő eljárások (rozsdátlanítás)

Acélszerkezetű hidak oxidmentesítésére a következő eljárások, illetve azok kombinációi választhatók:

- kézi oxidmentesítés;
- kézi-gépi oxidmentesítés;
- szemcseszórásos oxidmentesítés;
- oxidmentesítés magasnyomású vízszugárral;
- lángsugaras oxidmentesítés (lánggeregelyezés).

Az oxidmentesítő eljárás kiválasztása a szerkezet fajtájától, a felület kiindulási állapotától, az előírt tisztasági fokozattól, a rendelkezésre álló eszközöktől, valamint a helyi körülményektől függ.

A bevonatok jó tapadása megfelelő érdességű felületet kíván, de óvakodni kell a felület feldurvításától, mert a kiálló kis csúcsokon a festékrétegek zsugorodása miatt a bevonat folytonossága megszakadhat. A rozsdátlanított felület érdessége ne haladja meg az alkalmazandó bevonattrendszer összrétegvastagságának $1/3$ -át.

A kézi oxidmentesítés csak kisebb, illetve a teherhordás szempontjából nem jelentős szerkezeti elemeknél, a foltyszerű javításoknál, vastag rozsdarétegek esetén előrozsdátlanításnál jöhet számításba. A kézi rozsdátlanítás eszközei a kalapács, a spatula, a kaparóvas (rasketta) és a drótkefe. Kisteljesítményű eljárás ($1...2 \text{ m}^2/\text{óra}$), mellyel csak K3 tisztasági fokozat érhető el.

A kézi-gépi oxidmentesítés eszközei a forgó drótkefe a kevésbé tapadó rozsdá eltávolítására, a tűnyalábos verőpisztoly és a tárcsás tisztító az erősebben tapadó rozsdá eltávolítására. Az utóbbiak használatánál ügyelni kell arra, hogy a felület ne váljon túlzottan érdessé. Az eljárás termelékenysége $2...4 \text{ m}^2/\text{óra}$, és K2 tisztasági fokozat érhető el. A gépekkel el nem érhető helyeket kézi eszközökkel kell megtisztítani.

A szemcseszórásos oxidmentesítés a rozsdá- és reveréteg, valamint a régi festékrétegek maradéktalan eltávolítására alkalmas módszer. Szemcseként öntvényösörét, nagyolvasztói salakzúzalék, öntvényzúzalék, korund, üvegzúzalék és kvarchomok alkalmazható. Az eljárás lehet nyíltsugaras és fúvó-visszaszívó rendszerű. Gyakoribb a nyíltsugaras rendszer, ennek két változata a száraz ill. a nedves szemcseszórás.

A szemcseszórással előállított felület érdessége az alkalmazott anyagtól és annak szemcseméretétől függ. A felület túlzott érdességének elkerülése érdekében a szórt szemcse nagysága kvarchomok -, a leggyakrabban alkalmazott anyag - esetén nem lehet $1,2...2,0 \text{ mm}$ -nél nagyobb, így az acélfelület érdessége 30 és $70 \mu\text{m}$ között lesz. Kisebb átmérőjű szemcsével az érdesség csökken.

A visszarozdásodás elkerülése érdekében száraz szemcseszóráshoz csak teljesen száraz - szükség esetén kiszárított - anyagot szabad felhasználni. Ugyanilyen okból nedves szemcseszórás esetén a vízhez 2g/l krómsavat, vagy 3 % összkoncentrációban nátriumnitritet (NaNO_2) és nátriumfoszfátot (NaPO_4), vagy 1 g/l nátriumkromátot (Na_2CrO_4) kell passziváló anyagként adagolni.

Fúvó-visszaszívó rendszer alkalmazása esetén a felületet előzetesen zsírtalanítani kell. A száraz szemcseszórás során folyamatosan ellenőrizni kell a szóróberendezés levegőellátására felszerelt víz- és olajcsapda megfelelő működését, és szükség szerű üritését végre kell hajtani, mert ellenkező esetben a tisztított felület olaj- és vízszennyezést kaphat.

Nedves szemcseszórás csak olyan helyen alkalmazható, ahol vízszákok nem keletkezhetnek és a szórás közben lerakódott iszap maradéktalanul eltávolítható.

A szemcseszórás befejezése után a felületet sűrített levegővel portalanítani kell.

Szemcseszórásos oxidmentesítéssel KO tisztasági fokozat érhető el. Az eljárás termelékenysége $3...8 \text{ m}^2/\text{óra}$.

A szemcseszórással tisztított felületet 4 órán belül alapozó bevonattal kell ellátni, mert a fémtiszta felület kémiaiag rendkívül aktív.

Forgalom fenntartása mellett végzett szemcseszórásnál a forgalomban résztvevők óvásáról megfelelő takarások készítésével kell gondoskodni.

A magasnyomású vízsugárral történő oxidmentesítéskor a felületi szennyeződések az igen nagy nyomású (10 MPa) vízsugár távolítja el. A vízhez a visszarozdásodás megakadályozására passziváló anyagokat kell adagolni. A vízsugaras oxidmentesítés alfaja, mikor koptató anyag (folyami vagy kvarchomok, nagyolvasztó salakzúzalék, stb.) hozzáadásával növelik a hatékonyságot. Az eljárás előnye a kedvező teljesítmény, a por keletkezésének kizárása és az alacsony zajszint. Csak olyan helyen alkalmazható, ahol vízszákok nem keletkeznek. Az eljárással KO tisztasági fokozat érhető el.

A lángsugaras oxidmentesítést nagyméretű acélszerkezetek eredeti és felújítás előtti felülettisztítására fejlesztették ki. Utóbbi esetben az eljárás alkalmazhatóságának feltétele, hogy a régi bevonat ólomtartalmú pigmentet ne tartalmazzon. Az oxigén-acetilén lánggal felhevített felületen az oxidok (hidroxidok, karbonátok) és egyéb szennyeződések dehidratálódnak és redukálódnak, ennek hatására felrepedeznek, fellazulnak. A fellazított szennyeződések gépi drótkefével kell eltávolítani. Az eljárás a tapadó szennyeződések is eltávolítja, ezért általában nem kell külön zsírtalanítani. Ha a lángsugaras oxidmentesítést mégis oldószeres zsírtalanítás előzi meg, akkor a tűzveszélyesség miatt a lánggeregelyezés csak az oldószer teljes elpárolgása után kezdhető meg.

Lánggeregelyezés előtt a durva leveles rozsdát kézi rozsdátlanítással el kell távolítani. A hatékonyság növelése érdekében célszerű a felületet előzetesen nedvesíteni. Kétszer, esetleg háromszor kell a termikus oxidmentesítéssel a felületet kezelni, és minden kezelés után drótkefézés tisztítást kell végezni. Az utolsó drótkefézés után a felületet portalanítani kell.

Csak 8 mm-nél vastagabb lemezeken ill. idomacélokon alkalmazható az eljárás. Az égők alakjának és nagyságának a rozsdátlanítandó felülethez kell alkalmazkodni. Az égőt olyan sebességgel (20...50 cm/perc) kell vezetni, hogy a láng elvétele után a felület felmelegedése ne haladja meg a $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ot, mert a helyi felmelegedés deformációt okozhat a szerkezetben, és az acéllemez átellenes oldalán sem engedhető meg $70\text{...}80\text{ }^{\circ}\text{C}$ -nál nagyobb hőmérséklet, mert az ottlévő bevonatrendszer károsodhat.

Feszített csavaros kötéseken tilos lángsugaras oxidmentesítést végezni, mert a felmelegített csavarokban csökken a feszítőerő, és a kapcsolat megcsúszhat.

Az eljárás tűzveszélyessége fokozott körültekintést igényel. Fából készült szerkezeti elemek és állványok, valamint műanyag közművezetékek és gázvezetékek közelében a módszer nem alkalmazható.

Lángsugaras oxidmentesítéssel K2 tisztasági fokozatú felület érhető el. Az eljárás termelékenysége $2...5 \text{ m}^2/\text{óra}$.

Rozsdaátalakítók használata oxidmentesítéskor nem ajánlott, mert nem lehet biztonságosan úgy irányítani a folyamatot, hogy a különböző vastagságú és minőségű korróziós termékek maradéktalanul átalakuljanak, és nem lehet biztonságosan elérni, hogy a vegyszerből semmi ne maradjon vissza a felületen.

7.8.1.2. Zsírtalanító eljárások

Az acélhidak korrózióvédelmének felületelőkészítésénél zsírtalanító eljárásként a szerves oldószeres zsírtalanítás és a gőzsugaras zsírtalanítás alkalmazható.

A szerves oldószeres zsírtalanításnál a felület tisztítását az oldószer ecsettel történő felhordásával, lemosással érik el. Oldószerként leggyakrabban lakkbenzint alkalmaznak. Az oldószerek egészségre ártalmas gőzei miatt csak jól szellőzött helyeken, ill. védőfelszerelések használatával alkalmazható. Az eljárás tűz- és robbanásveszélyes.

A gőzsugaras zsírtalanítás rendkívül hatékony módszer a felületek karbantartó átmázolás előtti tisztítására. A kedvező hatást a gőz, a forró vízszugár, valamint a tisztítófolyadék hatóanyagai együttesen fejtik ki.

7.8.2. A festékrétegek felhordása

Festési munkákat csak a festékbevonatrendszer anyagaira vonatkozó gyári előírások szerinti meteorológiai viszonyok között szabad végezni. A felületnek az első réteg felhordása előtt teljesen száraznak és szennyeződésmentesnek kell lennie. A festékrétegek csak az előzetesen felhordott réteg előírt mértékű száradása után - gyors száradású festékeknél a gyártó által előírt átfesthetőségi időn belül még nedves állapotban - szabad felhordani. A bevonatrendszer rétegeinek sorrendje és vastagsága feltétlenül be-

tartandó. Az egyes rétegeknek egymástól eltérő színűeknek kell lenniük, hogy a rétegek száma bármikor ellenőrizhető legyen.

A festékanyagokat felhordás előtt - ha szükséges, felhordás közben is - homogenizálni kell, lehetőleg gépi keveréssel. Nem engedhető meg az eredeti összetétel megváltoztatása pl. adalékanyag hozzáadásával. A hígítóanyag-veszteség miatt besűrűsödött, vagy hideg időben bedolgozandó festékek hígíthatók, de csak a gyártó által meghatározott hígítókkal. A túlzott hígítástól óvakodni kell, mert a festékréteg megfolyhat. Nem használható fel a festék, ha nem homogenizálható, azaz üledéke marad, vagy a keverést követő 1 órán belül megtörik (rétegekre válik az edényben).

Az első alapozórétegnek összefüggően be kell fednie az acélfelületet. Azokat a hézagokat, melyek festékkel nem lesznek kitöltve, az alapozó réteg felhordása után ~~ólom~~ [?] ~~minium~~ tapasszal vagy műgyanta tapasszal kell kitölteni. Az éleket, csavarokat, szegecseket és hegesztési varratokat a második alapozó réteg felhordása előtt egy kiegészítő alapozó réteggel - amely esetleg sűrűbb konzisztenciájú - kell ellátni. Ezeken a helyeken tehát az alapozó rétegek száma mindig eggyel több, mint egyéb helyeken.

A festékanyagok kézi eljárásokkal (ecsetelés és hengerlés) valamint szórással hordhatók fel.

Az ecseteléshez a célnak megfelelő méretű ecsetek szükségesek. Ennek a nehezen elérhető sarkok, szegecs- és csavarfejek festésénél van jelentősége. Az első alapozó réteg mindig ecseteléssel hordandó fel.

A hengerezést nagy, sima felületek bevonására célszerű alkalmazni. Csak jó folyási tulajdonsággal rendelkező festékanyagok hengerezhetők. A henger minőségét a festék tulajdonságainak megfelelően kell megválasztani.

Kézi eljárásoknál a festékanyagot két egymásra merőleges irányban kell egyenletesen szétosztani.

Egészségre nem ártalmas (ólommentes) festékanyagokat nagy hatékonysággal lehet szórással felhordani. Sűrített levegős szórásnál a festék szétosztatása víz- és olajmentes sűrített levegővel történik. Korszerűbb a levegő nélküli ("airless") szórás, melynél

a festéket 10...40 MPa nyomás sajtolja át egy megfelelő kialakítású fúvókán. A porlasztás levegő nélkül, a hirtelen nyomásesés következtében alakul ki. Az eljárással nagy teljesítmény és rétegvastagság érhető el. Festékszórás esetén gondoskodni kell a nem szórandó felületek takarásáról.

7.9. Különleges korrózióvédelmi előírások

A fedésben lévő acélfelületeket a korrózióvédelmi fenntartási munkák idejére szabaddá kell tenni. A szerkezetről le kell szerezni mindazokat az elemeket ill. tartozékokat, amelyek a mázolandó felületeket takarják. (Pl. füstterelő lemezek, stb.)

A nem légmentesen lezárt üregek, amennyiben járhatók, a járt felületen bitumenalapú kétrétegű festékbevonatot, egyéb helyeken kétrétegű alapozó és kétrétegű átvonó bevonatot kell, hogy kapjanak. A bevonat mindkét esetben legalább 120 μ m összvastagságú legyen.

A közvetlen terhelésű lemezek különösen tartós korrózióvédelmet igényelnek. A burkolat nélküli lemezekon kopásálló bevonatrendszert kell alkalmazni. Az ortotróp pályalemezek felső felületén cinkszórásos bevonatot kell készíteni a szigetelés és a pályaburkolat alatt.

A zórás vasas pályaszerkezeteknél a zórásvasak felső felületének tartós korrózióvédelme csak bebetonozással és kocsipálya szigetelésével biztosítható.

A faelemek alatti felfekvési felületeket bitumenalapú bevonatrendszerrel kell ellátni. Más bevonatrendszer csak akkor fogadható el, ha a fa- és az acélfelület közé gumialátét kerül. Karbantartó mázolásakor a faelemeket fel kell emelni, és csak akkor szabad visszahelyezni, amikor a bevonat teljesen átkeményedett.

Füstgáznak és gőznek kitett felületek (vasút feletti hidak alsó felülete) korrózióvédelmi munkáit csak forgalommentes időszakban szabad végezni. A friss bevonat ártalom elleni védelméről a bevonat átkeményedéséig gondoskodni kell. Ilyen helyeken

célszerű bitumenalapú vagy kátrányepoxi kötőanyagú bevonatrendszer alkalmazni.

A **bebetonozásra kerülő acélfelületeket** korrózióvédelmi bevonatrendszerrel nem kell ellátni, ha a betonfedés legalább 35 mm vastagságú. A részben bebetonozandó, részben szabadon maradó elemeket pl. (öszvérfőtartók, korlátoszlopok) a határfelülettől számítva 30 mm-re a betonba benyúlóan teljes értékű felületvédelemmel kell ellátni.

A horganyzott vagy szórt fémbevonattal ellátott acélelemek bebetonozandó felületét kiegészítő bitumenes festékréteggel vagy bitumenmázzal kell ellátni.

7.10. A korrózióvédelmi munkák ellenőrzése és átvétele

A korrózióvédelmi munkák során ellenőrizni kell:

- a felülettisztítás és zsírtalanítás minőségét, szemcseszórás esetén a szórt anyag méretét és minőségét, a felület tisztítás utáni érdességét;
- a festékanyagok minőségét;
- a levegő nedvességtartalmát, a felület páralecsapódásmentes állapotát és hőmérsékletét;
- a rétegszámot és a nedves rétegvastagságot;
- a száradási (átfesthetőségi) idők betartását.

A bevonatrendszer elkészülte után szemrevételezéssel ellenőrizni kell, hogy a felületen nincs-e kráter, ránc, repedés, festékhólyag, megfolyás vagy lepattogzás. Célszerű továbbá az alábbi roncsolásmentes vizsgálatokat elvégezni:

- keménységvizsgálat az MSZ 9640/2 szerint;
- száraz rétegvastagságmérés az MSZ 9640/21 szerint.

8. A fenntartás élettartam növelő hatása, gazdaságossága

Magyarországon a teljes úthálózaton 13 100 db közúti híd van. A hidak bruttó értéke a számítások szerint 80 milliárd forint. Óriási nemzeti vagyonról van tehát szó. Nem mindegy, hogy a hidak teherbíró képességét meddig tudjuk megőrizni, vagyis mennyi a híd hasznos élettartama, ami nagy mértékben a fenntartási munka függvénye.

A teljes magyar közúti acélhíd (öszvérszerkezeteket is beleértve) állomány kb. 900 db híd, a teljes hídállomány darabszám szerinti 7 %-a, amely azonban a hídhosszra vetítve 18 %, pálya-felületre 20 %. Tehát a hazai közúti acélhíd állomány értéke 15-20 milliárd forintba tehető.

Közúti acélhidjaink átlagéletkora 35-40 évre tehető.

Az **acélhidak élettartamát** általában 80-100 évre becsülik a nélkül, hogy ezt pontosan meghatároznák. Egyes országokban a tényleges élettartam eléri a 120 évet és ezeken az idős szerkezeteken is biztonságosan bonyolódik le a forgalom. Ugyanakkor más, sokkal fiatalabb (15-20 éves) szerkezetek már átépítésre szorultak vagy teljesen elavultak. Az élettartam csak előretekintő, gondos tervezés, kivitelezés, fenntartás és optimális használati mód esetén éri el a tervezett 80-100 évet. A kedvező használati körülményektől való legkisebb eltérés is az élettartam csökkenését eredményezi. Milyen tényezők befolyásolják az élettartamot? A teljeség igénye nélkül néhány, fontosabb befolyásoló körülményt sorolunk fel:

- a forgalom sűrűsége és dinamikus hatása, a híd tervezett teherbírásának és az üzemi terhek nagyságának aránya;
- a környezeti hatások (agresszív szennyeződések, páralecsapódási lehetőség, olvasztósózás, füstmarás, stb.);
- tervezési hibák, tervezési előrelátás;

- a szerkezeti kialakítás ill. annak részletei:
 - alsópályás vagy felsópályás elrendezés,
 - szegecselt vagy hegesztett szerkezet,
 - a korszerűsítés, megerősítés lehetősége,
 - a szerkezet tisztíthatósága, hozzáférhetősége,
 - szigetelés,- burkolatrendszer,
 - víztelenítés, vízelvezetés,
 - dilatációs szerkezet vízzárósága;
- kivitelezési hibák;
- a szerkezet anyagminősége;
- az anyag kifáradása (szoros összefüggés van a feszültség nagysága és a szerkezet élettartama között);
- a híddal kapcsolatos rendkívüli események (háborús sérülések, járműütközés, árvíz, stb.).

A hídfenntartásra szánt összegnek biztosítani kell:

- a hidak nyilvántartását;
- az útvonalengedélyezést;
- a hidak felügyeletét;
- a hidak tervszerű megelőző és folyamatos fenntartását (takarítás, tisztítás, azonnali balesetelhárítás és kisebb javítások);
- a hidak és egyes szerkezeti elemeinek ütemezett fenntartását (szintentartását);
- a hídfelújítást.

A következőkben felsoroljuk azokat a tényezőket, amelyek meghatározzák hídjaink hosszútávú állagmegóvására, **fenntartására fordítandó** összegeket, **anyagi igényeket**:

- A hazai hídépítés háború utáni fejlődése, fejlődési szakaszainak sajátosságai (hídjaink egy része a II. világháborút követően helyreállított ún. "háborút megélt szerkezet", 50-es években a provizóriumot megszüntető hídépítési hullám, 60-as évek feszített ütemű híd korszerűsítései, 70-es években bevezetett új hídépítési technológiák előkészítetlenségei) növelik a fenntartással szembeni igényeket (nem becsülhető, csak várható fenntartási többletigény).

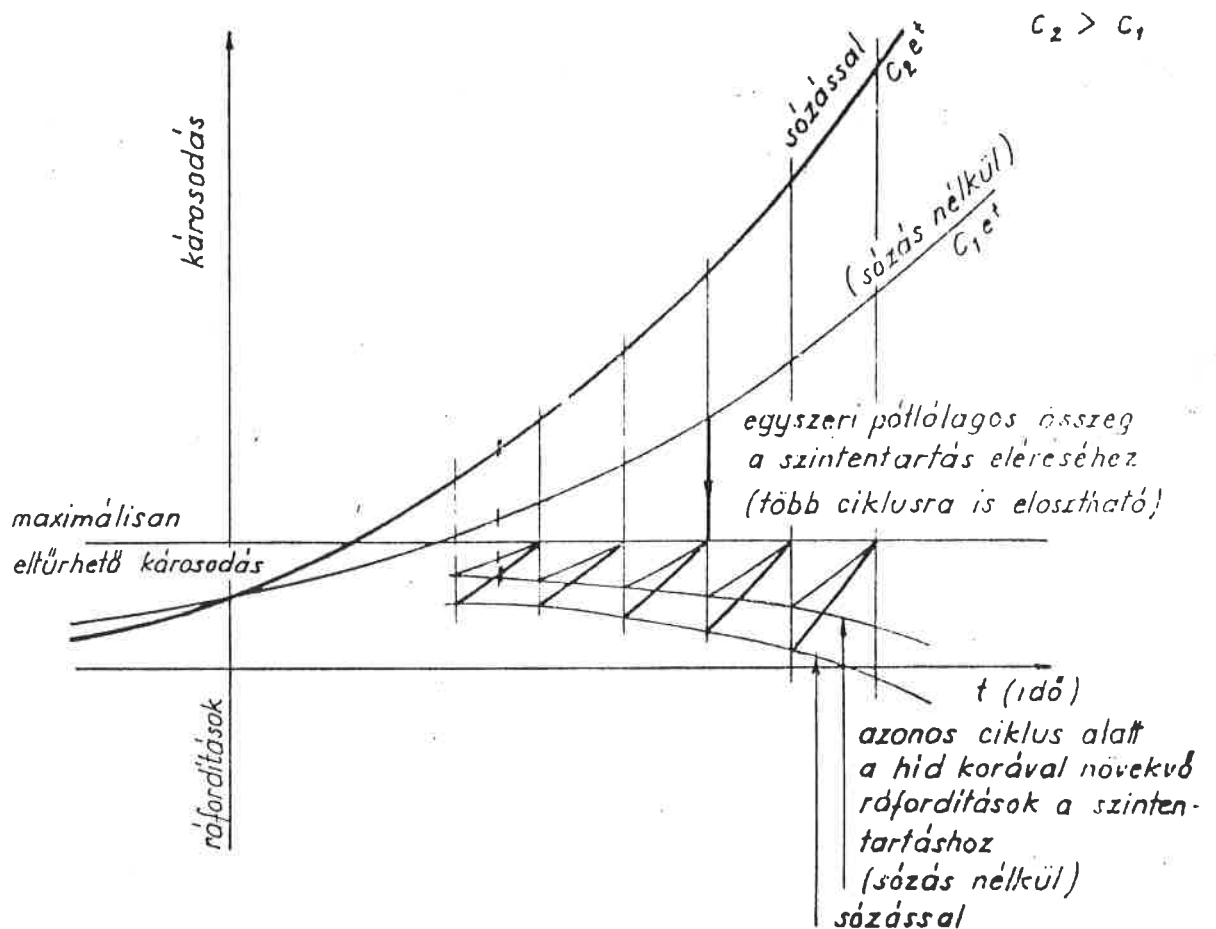
- A hídállomány jelentős részénél a tervezés során még nem voltak előre láthatóak a fenntartás mai követelményei, sok hídon hiányzik vagy nem teljes értékű a szigetelés, a dilatációs szerkezetek nem vízzárók, a vízelvezetés rendszere nem megoldott, a pálya szigetelési és burkolati rendszere nem kellően összehangolt, a fenntartás számára kényes helyek hozzáférhetetlenek stb.

- A kivitelezés színvonala az elmúlt évtizedekben számos kívánnivalót hagyott maga után (elfedett munkák hiányosságai, felületelőkészítés hiányosságai, a megfelelő minőségű anyagok beszerezhetetlensége stb.).

- A legtöbb problémát - általában a hidak korával összefüggésben - a külső hatások jelentik (időjárás, hőmérséklet, csapadék, fagykár, olvasztósózás okozta beton- és betonacélkorrózió, betonkarbonátosodás).

- Évtizedekig anyagilag elhanyagolt terület volt a hidak fenntartása, ezért hídjaink állapota koruk függvényében igen leromlott. Elhanyagolták az acélfelület korrózióvédelmét és azt a tapasztalatot, hogy a vasbeton és feszítettbeton szerkezetek nem igényelnek fenntartást az olvasztósó fokozta korrózió alapján megdöntötte.

A hidakon jelentkező károsodások - minden természetben lejátszódó folyamathoz hasonlóan - az idő függvényében $C_1 e^t$ függvénnyel írhatók le (22. ábra). A hidakon eltűrhető maximális károsodás mértékét elvben megállapíthatjuk. Ennek megtartása, a híd állagának szintentartása a híd korának előrehaladásával egy adott időszak alatt egyre növekvő összegek beruházását követeli meg. Amennyiben a szintentartást elhanyagoljuk - mint hazánkban a külföldi gyakorlathoz hasonlóan az 1950-es és 60-as években történt - ennek elérése vagy egy nagyobb összeg egyszeri vagy kisebb összegek többszöri pótlólagos biztosítását kell jelentse.



22. ábra

A károsodások és a szükséges ráfordítások időbeni alakulása

A természetes öregedési folyamatot az utóbbi közel egy évtizedben erősen meggyorsította az olvasztósózás, amely hídjaink jelentős részét védtelenül érte. A sózás, mint újabb károsító tényező hatására a C_2e^t ($C_2 > C_1$) görbe gyorsabban emelkedik, a károsodások gyorsabban bekövetkeznek. Ennek megfelelően egy adott időszak alatt beruházandó összegek meredekebben emelkednek. **A hidak**

növekvő átlagkora, az évtizedekig elhanyagolt hídfenntartás és az olvasztósózás okozta fokozódó károsodások a hídfenntartásra fordított eddigi összegek radikális növelését indokolják.

Külföldi adatok alapján hídfenntartásra a mindenkori aktuális építési költségen számított hídérték 0,5 - 2,5 %-át kell évente átlagosan fordítani. A hazai források általában 1,5 %-os átlagos fenntartási értéket javasolnak közúti hídjainkra. Megjegyezzük, hogy ez azt jelenti, hogy kb. 65-70 év alatt kell fenntartás címén a hídra annyit költeni, mint amennyi a híd értéke. Véleményünk szerint, figyelembe véve hídjaink átlagkorát, elhanyagolt állapotát, az olvasztósózás utóbbi években egyre fokozódó károsító hatását, a fenntartási, felújítási munkák magas árfekvését, a forgalomirányításra, -biztosításra fordítandó egyre növekvő költséghányadot és a megkövetelt időtálló szerkezeti megoldások és anyagok költségvonzatát, a **hídfenntartásra** (szintentartásra, felújításra) a **2 %-os arány** elérése lenne kívánatos.

Ha kevesebbet költünk fenntartásra, elhanyagoljuk azt, a híd előbb megy tönkre, le kell bontani, tehát már korábban kell új híd építésére költeni. A fenntartási munka elhanyagolása miatt az is előfordulhat, hogy a hídnak csak kis része válik olyan mértékben használhatatlanná, hogy a hidat le kell bontani és az egyébként használható nagyobb részt is újra meg kell építeni.

Végezetül megállapíthatjuk, hogy a fenntartásnak mindig arra kell irányulnia, hogy a híd élettartamát, tartósságát, időállóságát a lehetséges határig tolja ki, tehát minden fenntartási beavatkozásnak az **élettartamnövelés** az alapvető célja, hiszen ezzel - megkímélve magunkat a költséges hídfelújításoktól és főként az új hidak beruházásától - jelentős összegek takaríthatók meg.

FÜGGELÉK

A betonacél károsodásának valószínűsége

Fokozat	Betonfedés ⁽¹⁾		pH az acélbetétnél	Cl behatolás ⁽²⁾	A károsodás valószínűsége ⁽³⁾
	elég	nem elég			
0	X		8,5 felett	nincs	nincs korrózió veszély
1	X		8,5 felett	van	korrózió veszély
2		X	8,5 felett	van	közelí veszély
2		X	8,5 felett, de mély repedés	nincs	közelí veszély
3		X	8,5 felett, de mély repedés	van	nagyon közeli veszély
3		X	8,5 alatt	nincs	nagyon közeli veszély
4		X	8,5 alatt	van	károsodás van

Megjegyzés:

- (1) A kielégítő betonfedés mértékét az MSZ-07-3709 szabályozza.
(2) A cementre vonatkoztatott 0,2 – 0,4 % esetén áll fenn közvetlen veszély.
(3) A károsodás valószínűségét befolyásolja a híd szerkezet átázása, a légköri szennyezés is.

F2. táblázat

(Az MI-07-3406-87 Fl.6.3. táblázata alapján)

A betonkorrozíó szemrevételezéssel megállapítható fokozatai és a javasolt védekezés

Fokozat	A betonfelület állapota	Védekezés módja
0	A vizsgált szerkezeten, vagy szerkezeti részen elváltozás nincs	intézkedést nem igényel
1	A cementtej és a legfinomabb habarcsrészek felületi lepergése látható	kéregimpregnálás vagy vékony bevonat
2	A finomhabarcs felületi lepergése 1 mm mélységig, felületi károsodás, a finom adalékszemek részben szabadon állnak	kéregimpregnálás vagy vékony bevonat
3	Erős kipergés, leválás 4 mm mélységig, a felületi cementhabarcs erős károsodása, a közepes adalékszemek szabadon állnak	cementhabarcs javítás* impregnálással vagy vastag bevonat vagy műgyantahabarcs javítás
4	Erős kipergés 10 mm mélységig, durva adalékszemcsék szabadon állnak, közülük a habarcs kivált	cementhabarcs javítás impregnálással vagy műgyantahabarcs javítás
5	10 mm-nél nagyobb mélységig kipergés, feltáskárosodás, az acélbetétek a betonfedést lerepesztik, kisebb-nagyobb darabon az acélbetétek kilátszanak	cementhabarcs javítás impregnálással vagy műgyantahabarcs javítás

* Cementhabarcs javítás az MI-07-3401 szerint

Bevonatrendszerek választéka

Mérsékelt égöv, szabadtér

A tisztított acélfelület tisztasági fokozata (MSZ 1891/1)	Fémbevonat		F e s t é k b e v o n a t				összrétteg vastagsága legalább μm	
	anyaga	réteg- vastagsága legalább μm	Alapozó bevonat		Átvonó bevonat			
			n e v e	réteg száma	n e v e	réteg száma		
K0	Fémszórtr cink vagy Fémszórtr alumínium	60	Pellikor	1	Durol	2	90	
			vagy Rapid cinkomátos	1	vagy Tiszalux	2		
		100	Tiszakor	1	vagy Trinát	2		
			vagy Tixolin	1				
		Epamin korróziógátló	1	Binarin szuper	2	90		
		vagy Reaktív korróziógátló	1	vagy Rezisztán közbenső	1			
	vagy Tipox 1000 korróziógátló	1	Rezisztán szuper	1				
			Katepox ^{2/}	2	110			
			vagy Tipox KT 1000 ^{2/}	2				
	K0-K1	-	-	Horgepál	1	Asztralin	3	120
				vagy Pellikor	1	vagy Durol	3	
				vagy Rapid cinkomátos	1	vagy Neolux	3	
vagy Tipox 1000 korróziógátló				1	vagy Tiszalux	3		
vagy Tiszakor				1	vagy Trinát	3		
vagy Tixolin ^{1/}								
Tájfun		1	Tájfun közbenső	2	120			
			Tájfun átvonó	1				
^{1/}		-	Katepox ^{2/}	3	180			
			vagy Tipox KT 1000 ^{2/}	3				
Hőrekevényedő ^{1/}		1	Hőrekevényedő	2	90			
			kalapácslakk	1				
		vagy Fortamin közbenső	1					
		Autólux	1					
K2	-	-	Míniumos olajfesték	2	Durol	2	120	
			vagy Plumbin	2	vagy Tiszalux	2		
					vagy Trinát			
			Korromin	2	Tixotrop Klorotex	1		170
					közbenső ecsetelhető	1		
					Tixotrop Klorotex	1		
		átvonó						
		Katepox ^{2/}	3	180				
		vagy Tipox KT 1000 ^{2/}	3					
K3	-	-	Míniumos olajfesték	2	Durol	2	120	
					vagy Pavolin	2		
					vagy Tiszalux	2		
					vagy Trinát	2		

Megjegyzés: ^{1/} = A festékréteg tapadásának növelése érdekében ajánlatos előzetesen Washprimerezni^{2/} = Utolsó réteggént a Katepox esetében alumínumpasztával való pigmentálás, a Tipox KT 1000 esetében Tipox KT 1000 P alkalmazása ajánlott

Bevonatrendszerek választéka
Mérsékelt égőv, ipari-városi szabadtér

A tisztított acélfelület tisztasági fokozata (MSZ 1891/1)	Fémbevonat		F e s t é k b e v o n a t				összréteg vastagsága legalább μm		
	anyaga	réteg- vastagsága legalább μm	Alapozó bevonat		Átvonó bevonat				
			n e v e	réteg száma	n e v e	réteg száma			
K0	Fémszórt cink vagy Fémszórt alumínium	150	Pelikor vagy Rapid cinkkromátos	1 1	Durol vagy Tiszalux vagy Trinát	2 2 2	90		
		180	Tiszakor vagy Tixolin	1 1					
			Rapid cinkkromátos vagy Reaktív korróziógátló	1 1	Tixotróp Klorotex közbenső airless Tixotróp Klorotex átvonó	1 1	140		
			Epamin korróziógátló vagy Reaktív korróziógátló vagy Tipox 1000 korróziógátló	1 1 1	Binarin szuper vagy Rezakril szuper vagy Rezisztán közbenső Rezisztán szuper	2 2 1 1	90		
			-	-	Katepox ^{2/} vagy Tipox KI 1000 ^{2/}	2 2	110		
			Katesil	1	Katepox ^{2/}	1	110		
	Ko-K1			Rapid cinkkromátos vagy Tipox 1000 korróziógátló vagy Tixolin ^{1/}	2 2 2	Durol vagy Tiszalux vagy Trinát	2 2 2	120	
				Horgepál vagy Rapid cinkkromátos vagy Reaktív korróziógátló	1 2 2	Tixotróp Klorotex közbenső airless Tixotróp Klorotex átvonó	1 1 1	170	
				Epamin korróziógátló vagy Reaktív korróziógátló vagy Tipox 1000 korróziógátló	2 2 2	Binarin szuper vagy Rezakril szuper vagy Rezisztán közbenső Rezisztán szuper	2 2 1 1	120	
				Elastolen minium	2	Elastolen	5	160	
				-	-	Katepox ^{2/} vagy Tipox KI 1000 ^{2/}	3 3	180	
				Katesil	1	Katepox ^{2/}	2	180	
		K2			Míniumos olajfesték vagy Plumbin	2 2	Durol vagy Tiszalux vagy Trinát	3 3 3	150
				Korromin	2	Tixotróp Klorotex ecsetelhető Tixotróp Klorotex átvonó	1 1	170	
				-	-	Katepox ^{2/} vagy Tipox KI 1000 ^{2/}	2 2	110	
K3					Míniumos olajfesték	2	Durol vagy Tiszalux vagy Trinát	3 3 3	150

^{1/} = A festékréteg tapadásának növelése érdekében ajánlatos előzetesen Washprimerezni

^{2/} = Utolsó réteggént a Katepox esetében alumínumpasztával való pigmentálás, a Tipox KI 1000 esetében TIPOX KI 1000 P alkalmazása ajánlott

F.5. táblázat

(Az MI - 07 - 3405 - 87 1. táblázata alapján)

A festékek egymás közötti összeférhetősége karbantartó festésnél

A régi bevonat rendszer	Az új bevonatrendszer megnevezése					
	olaj alapú	alkidgyanta alapú	vinilkopolimer alapú	epoxigyanta alapú	poliuretán alapú	bitumen alapú
olaj alapú	x	x	0	-	0	0
alkidgyanta alapú	x	x	0	-	0	0
vinilkopolimer alapú	0	0	x	-	-	0
epoxigyanta alapú	0	0	0	x	x	0
poliuretán alapú	-	-	-	-	x	-
bitumen alapú	-	-	-	-	-	x

Jelmagyarázat: x ... jól összefér

0 csak feltételesen fér össze

- nem fér össze

F. 6. táblázat

(Az MI-3405-87 F.1.1. táblázata alapján)

Korrózióvédelemhez előkészített felületek tisztasági fokozata

Tisztasági fokozat kézi és kézi-gépi tisztítás után

A tisztított felület	
Tisztasági fokozata	jellemzése
k - K2	Mérsékelten tiszta fémfelület Az acél felületéről a laza revét, rozsdát, régi festékrétegeket nagyon gondosan eltávolították. Portalanítás után a matt vagy gyengén fémes fényű alaptónusú felületen rozsdaszínű foltok vannak.
k - K3	Mérsékelten rozsdás fémfelület Az acél felületéről a laza revét, rozsdát gondosan eltávolították. Portalanítás után a rozsdaszínű alaptónusú felületen matt vagy fémes fényű foltok vannak

k = a kézi és a kézi-gépi tisztítás jele.

Megjegyzés:

Kézi és kézi-gépi módszerrel K1 és a K0 tisztaságú fokozat gazdaságosan nem érhető el.

Újramázolásnál lehetnek erősen tapadó régi festékszemcsék, illetve foltok az érdességi egyenetlenségek mélyedéseiben.

F.7. táblázat

(az MI-02-3405-87 F.2. táblázata alapján)

Korrózióvédelemhez előkészített felületek tisztasági fokozata

Tisztasági fokozatok szemcsesugaras és gépi tisztítás után

A tisztított felület	
tisztasági fokozata	jellemzése
s - K0	Fémtiszta felület Az acél felületéről a revét és a rozsdát teljesen eltávolították. Portalanítás után a felület egységes fémes fényű.
s - K1	Tiszta fémfelület Az acél felületéről a revét, a rozsdát és a régi festékrétegeket olymértékben eltávolították, hogy portalanítás után csak árnyalatban vagy a mély bemaródások alján maradt nyomuk.
s - K2	Mérsékelten tiszta fémfelület Az acél felületéről a laza revét, rozsdát gondosan eltávolították. Portalanítás után a matt vagy gyengén fémes fényű alaptónusú felületen rozsdaszínű foltok vannak

s = a szemcsesugaras és a gépi csoszoló tisztítás jele

Megjegyzés:

A szemcsesugaras és gépi csiszoló tisztítással a K2 vagy annál tisztább felület elérése lehet a cél. Újramázolásnál lehetnek erősen tapadó régi festékszemcsék, illetve foltok az érdességi egyenetlenségek mélyedéseiben.

FÉNYKÉP MELLÉKLET



1. kép

Víznyelő okozta lefolyás az acéltartón;
az acéltartó egyenletes korróziója



2. kép

Hídvégi átázás okozta lefolyás a tartó végén;
az acéltartó egyenletes korróziója



3. kép

Rácsos tartó alsó, vak övrúdjának teljes keresztmetszetű korróziója



4. kép

Feltehetően hengerlési hibánál keletkezett 2-3 mm-es bemaródásos korrózió



5. kép

A rácsos tartó alsó övén levő vízzsák;
a hegeszvas réteges korróziója



6. kép

Acéltartó réteges korróziója



7. kép
Erőteljes elemközi korrózió az övszögacél és a
gerinclemez között

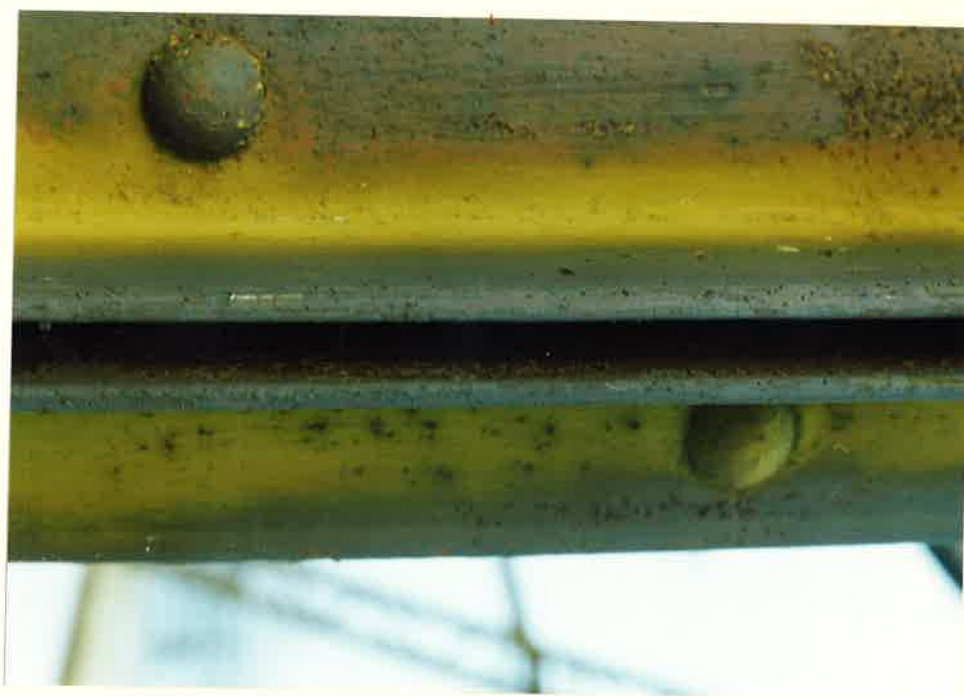


8. kép
Rácsrúd erőteljes elemközi korróziója



9. kép

A főtartó alsó övén a pályalemezáttörés miatt
állandóan felhalmozódott szennyeződés korróziót okoz



10. kép

Az összetett szelvény nehezen hozzáférhető köze
teljesen mázolatlan, a felületek erősen korrodálódtak



11. kép

Szélső hossztartó gerinclemezének betonnal érintkező felülete rétegesen korrodált



12. kép

Bevonatrendszer átrozsdásodása



13. kép

Bevonatrendszer réteges leválása, átrozsdásodása
a rácsos keresztkötés alsó csomópontján



14. kép

Keresztkötés laposacél rácsozása
- feltehetően járműütközés miatt - kihajlott



15. kép

Alsó szélrács oszlopának kihajlása, kigörbülése



16. kép

Övlemez és gerinclemez emelés okozta helyi horpadása



17. kép

Kettős betonövű öszvérszerkezet előregyártott pályatáblái közötti átázás; az acélfőtartó egyenletes korróziója



18. kép

Zórás vasas pályaszerkezet átázása, károsodása, zórás vasak teljes átrozsdásodása, kilyukadása

Irodalomjegyzék

1. Dr.Lublóy László: Közúti acélhidak korszerűsítésének, megerősítésének lehetőségei. Doktori értekezés. 1984.
2. F.Stanfuss: Die Elhaltung von Strassenbrücken - Eine vordringliche Aufgabe der Strassenbauverwaltungen
Beton- und Stahlbetonbau 1981/11.
3. D.Rabe: Die Unterhaltung von Stahlbeton- und Spannbetonbrücken
Bauingenier 1981/11.
4. Vasbeton hidak korróziós okainak, vizsgálati módszereinek kutatása. Kutatási jelentés. SZIKTMF 1988.
5. Közúti hidak korszerűsítése és fenntartása
KTE Munkabizottsági jelentés. 1983.
6. Közúti beton és vasbeton hidak felújítása
Szakterületi tájékoztató 117.sz. téma. ÉTK 1988.
Dr.Tóth E. - Dr.Tóth Z.
7. Beton és vasbeton hidak javítása, a javító anyagok rendszerbe foglalása, kiválasztásukra módszer készítése
Téma tanulmány KTI 1987.
8. Schváb János: Aszfaltburkolatok hibakatalógusa
KTI 2.sz. kiadványa 1982.
9. A korróziót szenvedett vasbetonhidak tényleges teherbírásának megállapítására szolgáló módszerek
Tanulmány: SZIKTMF 1985.
10. Evers Antal: Hídvizsgálat, hídfenntartás
Tankönyvkiadó, Budapest 1982.
11. Közúti hidak építési és fenntartási zsebkönyve
Ámon Tibor, Dr.Tóth Ernő és társai
Műszaki Könyvkiadó, Budapest 1988.
12. Nemzetközi tapasztalatok és módszerek irodalmi áttekintése, értékelése a közúti hidak fenntartásában
Tanulmány, KTI 1987.
13. Hídépítés II., III.
Műszaki szakközépiskolai tankönyv
Műszaki könyvkiadó, Budapest 1988.
Bán T.-né - Hídvégi R. - Dr.Medved G.

A szövegben említett szabványok, műszaki előírások

Közúti Hídszabályzat	MSZ-07-3201-67
Beton pályalemezű közúti hídfelszerkezetek szigetelésének és aszfaltburkolatának követelményei	MSZ-07-3213-89
Közúti hidak fenntartása	MI-07-3401-87
Acélszerkezetű hidak korrózióvédelmi fenntartási munkái	MI-07-3405-87
Közúti hidak betonfelületeinek korrózióvédelme	MI-07-3406-87
Acélfelületek korrózióvédelme atmoszférikus igénybevétel esetén festék- és kombinált bevonatrendszerrel	MI-18100
Acélfelületek előkészítése felületvédelemhez Szennyeződések és tisztasági fokozatok	MSZ-1891/1
Acélfelületek előkészítése felületvédelemhez Képződött szennyeződések vizsgálata, minősítés	MSZ-1891/2
Acélfelületek előkészítése felületvédelemhez Tapadó szennyeződések vizsgálata, minősítés	MSZ-1891/3