

# 5. Bojājumu novērtēšanas pamati

## 5.1. Ievads

Novērtējot tilta bojājumus, jānosaka:

- \* bojājuma tips;
- \* bojājuma ietekmes sekas uz tiltu;
- \* bojājuma cēlonis.

### **Bojājuma novērtēšanas princips**

Vairākumā gadījumu bojājuma novērtēšana ir vizuāla novērtēšana, kurai dažreiz seko mērījumi un materiālu pārbaudes. Tomēr dažos īpašos gadījumos var būt nepieciešams aprēķināt konstrukciju nestspēju un izdarīt ekonomisko analīzi, kā arī veikt tiltam ilglaicīgu instrumentālo novērošanu, lai iegūtu ticamu informāciju pareizai bojājuma novērtēšanai.

### **Bojājumu tipi**

Lai ieviestu vienotu bojājumu aprakstu, jālieto 5.2. nodaļā dotie bojājumu tipi.

### **Bojājuma pakāpe/sekas**

Dokumentējot jebkuru bojājumu, tas jānovērtē ar atbilstošu bojājuma pakāpi un bojājuma sekām.

### **Bojājuma cēlonis**

Kā daļa no pilna bojājumu novērtējuma arī jādefinē bojājuma rašanās cēlonis. Biežāk sastopamie bojājumu cēloņi doti 5.6. nodaļā.

## 5.2. Bojājumu tipi

Biežāk sastopamie "Bojājumu tipi" doti turpmāk kopā ar īsu paskaidrojošu tekstu par katru no tiem. Plašāks un vispusīgāks apraksts par katru bojājuma tipu ar pievienotiem piemēriem dots 9. nodaļā - bojājumu novērtēšanas katalogā.

Katrs bojājumu tips dots ar trīsciparu kodu; pirmais cipars norāda uz atbilstošu materiālu vai elementu, bet otrais un trešais cipars - uz bojājumu tipu. Tas darīts, lai vienkāršotu bojājumu reģistrāciju datu bāzē un ļautu datus nolasīt to apstrādei un analīzei.

Jāatzīmē, ka viens defekts var iekļauties vairākos bojājuma tipos.

## 1. Pamatnes tipiskie bojājumi

### **Upes gultnes bojājumi**

- |                                       |   |
|---------------------------------------|---|
| 101 Pamatnes/uzbēruma sēšanās         | - pamatnes/uzbēruma vertikāla pārvietošanās.  |
| 102 Ūdenstece aizsprostojums          | - ūdenstece ir daļēji vai pilnīgi aizdambējusies.   |
| 103 Upes gultnes izskalojums/erozija  | - ūdens straume izskalojusi grunti upes gultnē.   |
| 104 Neatbilstoša iztīrīšana/novākšana | - visa veida veģetācija, akmeņi, smilts u.c. upes gultnē vai dažādas lietas, kas atrodas zem tilta. |
| 105 Piesērēšana                       | - dūņu/smilts nosēšanās upes gultnē.  |
| 106 Neatbilstoša caurlaides spēja     | - tiltam ir nepietiekama ūdens caurteces kapacitāte.  |
| 107 Upes gultnes maiņa                | - upe plūst ārpus dabiskās gultnes.   |
| 109 Citi upes gultnes bojājumi        | - jebkurš cits iepriekš neaprašstīts bojājums.  |

### **Aizsardzības aprīkojuma bojājumi**

- |  |   |
|--|---|
| 111 Aizsardzības aprīkojuma aizskalošana   | - aizskalots nostiprinājuma akmens krāvums.                       |
| 112 Aizsardzības aprīkojuma izskalošana    | - izskalota pamatne zem aizsardzības aprīkojuma.                  |
| 113 Aizsardzības aprīkojuma pārvietošanās  | - aizsardzības aprīkojums pārvietojies vertikāli vai horizontāli. |
| 114 Aizsardzības aprīkojuma daļa defektīva | - daļa no aizsardzības aprīkojuma nedarbojas kā paredzēts.        |
| 119 Citi aizsardzības aprīkojuma bojājumi  | - jebkurš cits iepriekš neaprašstīts bojājums.                    |

## 2. Betona elementu tipiski bojājumi

- |   |  |
|---|--|
| 201 Betona elementa sēšanās                 | - elementa vertikāla pārvietošanās.                                      |
| 202 Betona elementa pārvietošanās           | - elementa rotācija/novirze no sākotnēja stāvokļa.                       |
| 203 Betona elementa deformācijas            | - sākotnējās formas vai ģeometrijas maiņa, ieskaitot ļodzi, lieci utt.   |
| 204 Plaisas betona elementā                 | - ietver visa veida plaisas.   |
| 205 Betona elementa sagraušana              | - sabrucis betona elements.  |
| 206 Bojāts virsmas pārklājums               | - bojāts jebkurš virsmas pārklājums.                                     |
| 207 Cauršūšanās/mitrums betona elementā     | - elementam sūcas cauri šķidrums.  |
| 208 Betona elementa noplukšana              | - noplukusi betona elementa virsma.                                      |
| 209 Neatbilstoša/bojāta betona aizsargkārtā | - betona elementam plānāka aizsargkārtā nekā paredzēts.                  |
| 210 Betona elementa nodilums (sadēdēšana)   | - parasts nodilums, sadēdēšana.  |
| 211 Betona elementa šūnainums               | - vaļējas poras radušās, piemēram, neatbilstoši iestrādājot betonu, utt. |
| 212 Betona elementa slāņošana               | - betona sadalīšanās slāņos.   |
| 213 Betona elementa atslāņošana             | - atdalījušies un nokrituši betona virskārtas gabali.                    |
| 214 Stiegrojuma korozija                    | - stiegrojums bojāts korodējot.  |
| 215 Izskalojums betona elementā             | - betona sastāvdaļu izskalošana ar ūdeni.                                |
| 216 Betona elementa neatbilstoša tīrība     | - no elementa nav novākti būvgruži, neīrumi, veģetācija utt.             |
| 217 Neatbilstoša novākšana                  | - nav novākti veidņi, stieņi utt.  |
| 218 Slikta betona kvalitāte                 | - betona kvalitāte zemāka nekā pieļaujams.                               |
| 219 Betona elementa paskalojums             | - upes gultnē zem betona elementa izskalojami tukšumi.                   |
| 220 Betona elementa daļas trūkums           | - trūkst sākotnēji projektēta elementa daļas.                            |
| 290 Citi betona elementa bojājumi           | - jebkurš cits iepriekš neaprašstīts bojājums.                           |

### 3. Tērauda elementu tipiski bojājumi

- 301 Tērauda elementa sēšanās - elementa vertikāla pārvietošanās.
- 302 Tērauda elementa pārvietošanās - elementa rotācija/novirze no sākotnēja stāvokļa.
- 303 Tērauda elementa deformācija - sākotnējās formas vai ģeometrijas maiņa, ieskaitot ļodzi, lieci, vērpi utt.
- 304 Plaisas tērauda elementā - ietver visa veida plaisas.
- 305 Tērauda elementa sabrukšana - daļa no elementa sabrukusi.
- 306 Tērauda elementa virsmas pārklājuma bojājums - bojāts krāsojums, galvanizējums utt.
- 307 Cauršūkšanās, mitruma iedarbe uz tērauda elementu - mitrs tērauda elements.
- 308 Tērauda elementa noplukšana - noplukusi elementa virsma.
- 309 Tērauda elementa savienojumu vaļīgums - vaļīgas bultas kniedes vai citas tērauda elementa daļas.
- 310 Tērauda elementa korozija - virsmas sairums korodējot.
- 311 Tērauda elementa nodilums berzē - nodilums, daļām beržoties.
- 312 Kabeļa stieples pārrāvums - pārtrūkusi kabeļa stieple.
- 313 Tērauda elementa neatbilstoša tīrība - no elementa nav novākti būvgruži, netīrumi, veģetācija utt.
- 314 Tērauda elementa daļas trūkums - trūkst sākotnēji projektētās elementa daļas.
- 315 Neatbilstoša notīrīšana/novākšana - nav novākti veidņi, stieņi utt.
- 316 Neatbilstošs materiāls tērauda elementā - neatbilstoša materiāla kvalitāte.
- 390 Citi tērauda elementa bojājumi - jebkurš cits iepriekš neaprašīts bojājums.

### 4. Akmens/mūra elementu tipiski bojājumi

- 401 Akmens/mūra elementa sēšanās - elementa vertikāla pārvietošanās.
- 402 Akmens/mūra elementa pārvietošanās - elementa pārvietojums no sākotnēja stāvokļa.
- 403 Akmens/mūra elementa deformācija - sākotnējās formas vai ģeometrijas maiņa, ieskaitot ļodzi, lieci utt.
- 404 Plaisas akmens/mūra elementā - ietver visa veida plaisas.
- 405 Cauršūkšanās, mitrums akmens/mūra elementā - elementam sūcas cauri šķidrums.
- 406 Akmens/mūra elementa noplukums - noplukusi akmens elementa virsma.
- 407 Izkustējušies akmeņi mūrī - izslīdējuši akmeņi no elementa.
- 408 Akmens mūra sabrukums - sabrucis elements vai tā daļa.
- 409 Akmens/mūra elementa neatbilstoša tīrība - no elementa nav novākti būvgruži, netīrumi, veģetācija utt.
- 410 Neatbilstoša novākšana - nav novākti veidņi, stieņi utt.
- 411 Izdilis izšuvojums - sabrukusi java šuvēs.
- 490 Citi akmens/mūra elementa bojājumi - jebkurš cits iepriekš neaprašīts bojājums.

## 5. Koka elementu tipiski bojājumi

- 501 Koka elementa sēšanās - elementa vertikāla pārvietošanās.
- 502 Koka elementa pārvietošanās - elementa pārvietošums no sākotnēja stāvokļa.
- 503 Koka elementa deformācija - sākotnējās formas vai ģeometrijas maiņa, ieskaitot lodzi, lieci utt.
- 504 Plaisas/plīsumi koka elementā - ietver visa veida plaisas.
- 505 Koka elementa sabrukums - sabrucis elements vai tā daļa.
- 506 Koka elementa virsmas pārklājuma bojājums - bojāts krāsojums, impregnējums utt.
- 507 Cauršūkšanās, mitrums koka elementā - neparedzēta sūce no vai cauri elementam.
- 508 Koka elementa noplukšana - noplukusi elementa virsma.
- 509 Koka šķelšanās - koka virsmas šķelšanās.
- 510 Koka trupe - kokmateriāla sabrukums trupējot.
- 511 Koka elementa neatbilstoša tīrība - būvgruži, netīrumi, veģetācija utt. uz elementa.
- 512 Koka elementa daļas trūkums - trūkst sākotnēji projektētās elementa daļas.
- 513 Koka elementa savienojuma vaļīgums - vaļīgas bultas, kniedes vai citas elementa daļas.
- 514 Koka elementa slāņošānās - sadalīšanās slāņos.
- 590 Citi koka elementa bojājumi - jebkurš cits iepriekš neaprašīts bojājums.

## 6. Klāja segas tipiski bojājumi

- 601 Plaisas segumā - ietver visa veida plaisas.
- 602 Sūkšanās cauri segumam - ūdens sūkšanās cauri virsmas daļai.
- 603 Risas dilumkārtā - tekņveida pazeminājums dilumkārtā riteņu sliežu vietās.
- 604 Seguma nelīdzenums - iesēdumi/pacēlumi dilumkārtā.
- 605 Plaisas/bedrītes dilumkārtā - saplaisājuši vai neregulārās formās sairuši apgabali dilumkārtā.
- 606 Burbuļi (čulgas) segumā - parasti tie rodas hidroizolācijā.
- 607 Slāņošānās segumā - daļa no seguma slāņiem atdalās.
- 608 Neatbilstoša segas tīrība - netīrumi, smilts, grants utt. uz dilumkārtas.
- 609 Izsvīdumi uz virsmas - bitumens izsūcas uz virsmas un padara dilumkārtu slidenu.
- 690 Citi seguma bojājumi - jebkurš cits iepriekš neaprašīts bojājums .

## 7. Balstīklu/šuvju tipiski bojājumi

### **Balstīklu bojājumi**

- 701 Balstīkla nav vietā - neatbilstošs balstīklas novietojums.
- 702 Balstīklas deformācijas - neatbilstoša balstīklas deformācija.
- 703 Plaisas un šķēlumi balstīklā - ietver visa veida plaisas.
- 704 Balstīklas daļas lūzums - balstīklas daļa salūzusi.
- 705 Balstīklas virsmas pārklājuma bojājums - bojāts krāsojums, galvanizējums utt.
- 706 Balstīklas korozija - virsmas sairums korodējot.
- 707 Neatbilstoša balstīklas/balstīklas plaukta tīrība - netīrumi, smilts, grants u.c. uz balstīklas plaukta.
- 708 Trūkst balstīklas daļas - trūkst daļas no oriģinālās balstīklas.
- 709 Citi balstīklas bojājumi - jebkurš cits iepriekš neaprašīts bojājums.

## **Šuvju bojājumi**

711 Neatbilstoša šuves darbība	- izplešoties un saspiežoties, šuve nedarbojas kā paredzēts.
712 Plaisas un šķēlumi šuvē	- ietver visa veida plaisas.
713 Šuves daļas lūzums	- šuves daļa salūzusi.
714 Cauršūkšanās šuvē	- šuve nav ūdensnecaurlaidīga.
715 Šuves korozija	- virsmas sairums korodējot.
716 Šuves nelīdzenums	- augstuma starpība starp šuvi un piegulošo segu.
717 Plaisas/dobumi šuvē	- plaisāšana parasti notiek asfalta šuvēs.
718 Neatbilstoša šuves tīrība	- netīrumi, smilts, grants u.c. šuvē.
719 Šuves daļas trūkums	- trūkst sākotnēji projektētās elementa daļas.
720 Šuves daļas vaļīgums	- vaļīgas bultas, nosedzošā plātne vai citas šuves daļas
790 Citi šuves bojājumi	- jebkurš cits iepriekš neaprašstīts bojājums.

## **8. Drenāžas, pieeju un aprīkojuma tipiski bojājumi**

### ***Drenāžas sistēmas bojājumi***

801 Bojātas drenāžas caurules	- caurules nefunkcionē kā paredzēts.
802 Sūce drenāžas caurulēs	- sūce caurulē vai šuvē starp cauruli un klāju.
803 Drenāžas cauruļu korozija	- caurules sabrukums korodējot.
804 Drenāžas sistēmas neatbilstoša tīrība	- netīrumi, smilts, grants u.c. drenāžas sistēmā, to pilnīgi neizsprostojot.
805 Drenāžas sistēmas aizsprostojums	- ūdens caurtece bloķēta.
806 Drenāžas sistēmas daļas trūkums	- trūkst sākotnējās detaļas.
809 Citi drenāžas sistēmas bojājumi	- jebkurš cits iepriekš neaprašstīts bojājums.

### ***Tilta pieeju bojājumi***

811 Tilta pieeju sēšanās/sablīvšanās	- pieeju brauktuves segas pazemināšanās.
812 Bedrītes tilta pieejās	- neregulāras formas sairuši apgabali dilumkārtā.
813 Tilta pieeju erozija	- materiāls noņemts no uzbēruma nogāzēm, parasti ar ūdens straumi.
814 Plaša veģetācija	- veģetācija samazina satiksmes drošību.
815 Defektīvs drenāžas novadgrāvis	- drenāžas novadgrāvis nefunkcionē kā paredzēts.
816 Defektīvs ceļa šķērsprofils	- nepareizs ceļa šķērskritums.
819 Citi pieeju bojājumi	- jebkurš cits iepriekš neaprašstīts bojājums

### ***Aprīkojuma bojājumi***


821 Ceļa zīmes defektīvas vai to trūkums	- ceļa zīmes ir bojātas vai tās trūkst.
822 Bojāta aprīkojuma instalācija	- bojāti stiprinājumi caurulēm, kabeļiem utt.
829 Citi aprīkojuma bojājumi	- jebkurš cits iepriekš neaprašstīts bojājums.
990 Citi tilta bojājumi	- jebkurš cits šajā nodaļā neaprašstīts konstrukcijas bojājums.

## 5.3. Bojājuma pakāpe/sekas

### Bojājuma pakāpe

Bojājuma pakāpi lieto, lai apzīmētu bojājuma nopietnību, kas atkarīga no tā attīstības ātruma, un smaguma pakāpi inspekcijas laikā katram atsevišķam bojājumam vai bojājumu grupai. Četri raksturojumi apzīmē šādus bojājumu nopietnības līmeņus:

Bojājuma pakāpe - stāvoklis, kad nepieciešami uzturēšanas (remonta) darbi

- 
- 1: Niecīgs bojājums vai defekts, kad nav nepieciešami remonta darbi nākamo 10 gadu laikā.
  - 2: Vidējs vai mazs bojājums vai defekts - nepieciešami remonta darbi nākamo 4 - 10 gadu laikā.
  - 3: Nopietns bojājums vai defekts - nepieciešami remonta darbi nākamo 1 - 3 gadu laikā.
  - 4: Kritisks bojājums vai defekts - nepieciešami remonta darbi 0 - 1/2 gada laikā.
  - 9: Nav inspicēts.

Šo raksturojumu mērķis ir ļaut inspektoram, balstoties uz savu profesionālo spriedumu, norādīt novērotā bojājuma nopietnību un nepieciešamā remonta izpildes laiku.

Ja bojājums var ietekmēt nestspēju, tad varbūt jāveic rūpīga statistiskā aplēse, lai noteiktu bojājuma smagumu, pirms noteikt bojājuma pakāpi.

Ja bojājums ievērojami ietekmē uzturēšanas izdevumus un tie strauji pieaug, tad vēlams veikt tiltam remontdarbu izmaksu izdevīguma analīzi, pirms noteikt bojājuma pakāpi.

Inspicējot tiltu, inspektors nosaka, vai pašreizējā stāvoklī tiltam uzturēšanas darbi ir būtiski nepieciešami vai nav. Tā noteikšanai inspektoram jāvadās no šādiem apsvērumiem:

**Bojājuma pakāpe 1** ir stāvoklis, ko var pieņemt neiesakot nekādus pasākumus.

**Bojājuma pakāpe 2 - 4** ir stāvoklis, kas prasa pasākumus. Inspektoram jānosaka bojājuma pakāpe, izvēloties 2, 3 vai 4 apvienojumā ar ieteikto pasākumu izpildes gadu, lai novērstu nopietnu ietekmi uz nestspēju, satiksmes drošību utt.

### Bojājuma sekas

Bojājuma sekas norāda, kādas var būt sekas, ja bojājumu laikā neizlabos. Sekas raksturotas un apzīmētas ar burtiem:

- C: Bojājums vai defekts, kas ietekmē nestspēju.
- T: Bojājums vai defekts, kas ietekmē satiksmes drošību.
- M: Bojājums vai defekts, kas ietekmē uzturēšanas izmaksas.
- A: Bojājums vai defekts, kas ietekmē vidi/estētiku.

Šīs ietekmes parādītas svarīguma kārtībā. Bojājumi, kas ietekmē nestspēju, ir ar augstāku prioritāti nekā tie, kuri ietekmē vidi vai uzturēšanas izmaksas.

Vienam bojājumam var būt vairākas sekas.

**Bojājuma novērtēšana, apvienojot bojājuma pakāpi un sekas**

**Bojājumi, kuri ietekmē nestspēju**

Tilta elementa tehnisko stāvokli novērtē atbilstoši bojājuma nopietnībai un ietekmei uz apskatāmo elementu. Tādēļ novērtējums ir bojājuma pakāpes un seku apvienojums.

Šīs kombinācijas rezultātā iegūst galīgo bojājuma novērtējumu:

- 1 C** = Niecīgs bojājums/defekts, kas ilgākā periodā var radīt draudus konstrukcijas nestspējai. Bojājumu nav nepieciešams labot nākamo 10 gadu laikā.
- 2 C** = Vidējs bojājums/defekts, kas var samazināt konstrukcijas nestspēju, ja neveiks remontdarbus nākamo 3 - 10 gadu laikā. Bojājums jāizlabo 3 - 10 gadu laikā.
- 3 C** = Nopietns bojājums/defekts, kas var samazināt konstrukcijas nestspēju, ja neveiks remontdarbus nākamo 1 - 3 gadu laikā. Bojājums jāizlabo 1 - 3 gadu laikā.
- 4 C** = Kritisks bojājums, kas ir samazinājis konstrukcijas nestspēju vai ir tuvu konstrukcijas nestspējas samazināšanai. Bojājums jāizlabo nekavējoties vai pusgada laikā, ja drošības apdraudējumu novērš.

**Ziņojums par konstatēto nekavējoties jāiesniedz tilta pārvaldītājam.**



5.3.-1. att. Bojājums, kurš ietekmē nestspēju.

**Bojājumi, kuri ietekmē satiksmes drošību**

- 1 T** = Niecīgs bojājums/defekts, kas ilgākā periodā var apdraudēt satiksmes drošību. Bojājumu nav nepieciešams labot nākamo 10 gadu laikā.
- 2 T** = Vidējs bojājums/defekts, kas var samazināt satiksmes drošību, ja neveiks remontdarbus nākamo 3 - 10 gadu laikā. Bojājums jāizlabo 3 - 10 gadu laikā.
- 3 T** = Nopietns bojājums/defekts, kas var samazināt satiksmes drošību, ja neveiks remontdarbus nākamo 1 - 3 gadu laikā. Bojājums jāizlabo 1 - 3 gadu laikā.
- 4 T** = Kritisks bojājums, kas ir samazinājis satiksmes drošību vai ir tuvu satiksmes drošības samazināšanai. Bojājums jāizlabo nekavējoties vai pusgada laikā, ja drošības apdraudējumu novērš.

**Ziņojums par konstatēto nekavējoties jāiesniedz tilta pārvaldītājam.**



5.3.-2. att. Bojājums, kurš ietekmē satiksmes drošību.

**Bojājumi, kuri ietekmē uzturēšanas izdevumus**

- 1 M** = Niecīgs bojājums/defekts, kas ilgākā periodā var ietekmēt uzturēšanas izmaksas. Bojājumu nav nepieciešams labot nākamo 10 gadu laikā.
- 2 M** = Vidējs bojājums/defekts, kas var progresēt tādā veidā, ka būs nepieciešami apjomīgāki, sarežģītāki un dārgāki remontdarbi, ja neko nedarīs nākamo 3 -10 gadu laikā. Bojājums jāizlabo 3 - 10 gadu laikā.
- 3 M** = Nopietns bojājums/defekts, kas var progresēt tādā veidā, ka būs nepieciešami apjomīgāki, sarežģītāki un dārgāki remontdarbi, ja neko neveiks nākamo 1 - 3 gadu laikā. Bojājums jāizlabo 1 - 3 gadu laikā.
- 4 M** = Kritisks bojājums, kas var progresēt tādā veidā, ka būs nepieciešami apjomīgāki, sarežģītāki un dārgāki remontdarbi, ja remontu neveiks nekavējoties vai pusgada laikā.



5.3.-3. att. Bojājums, kurš ietekmē uzturēšanas izdevumus.

**Bojājumi, kuri ietekmē vidi/estētiku**

- 1 A** = Niecīgs bojājums/defekts, kas ilgākā periodā var ietekmēt vidi/estētiku. Bojājumu nav nepieciešams labot nākamo 10 gadu laikā.
- 2 A** = Vidējs bojājums/defekts, kas var progresēt tādā veidā, ka var kaitīgi ietekmēt vidi/estētiku nākamo 3 - 10 gadu laikā. Bojājums jāizlabo 3 - 10 gadu laikā.
- 3 A** = Nopietns bojājums/defekts, kas var progresēt tādā veidā, ka var kaitīgi ietekmēt vidi/estētiku nākamo 1 - 3 gadu laikā. Bojājums jāizlabo 1 - 3 gadu laikā.



**4 A =** Kritisks bojājums, kas kaitīgi ietekmē vidi/estētiku vai kas ietekmēs tuvākajā pusgadā, ja remontu neveiks nekavējoties vai pusgada laikā.



5.3.-4. att. Bojājums, kurš ietekmē vidi/estētiku.

Piemēram, bojājumi/defekti, kas ietekmē vidi/estētiku, var būt trokšņainas šuves, grafīti krāsojumi utt.

Novērtējot bojājumu un nosakot sekas ietekmei uz vidi/estētiku, bojājumu tipu reti vērtē ar 4.

## 5.4. Bojājuma novērtēšana

### 5.4.1. Primārie un sekundārie bojājumi

Dažreiz bojājumi (primārie bojājumi) var izraisīt cita tipa bojājumus (sekundāros bojājumus).

Tālāk doti daži piemēri ar tipiskiem primāriem bojājumiem, kuri izraisījuši sekundāros bojājumus.

- \* **Sēžoties** nepārtraukto tiltu gala balstiem vai starpbalstiem, parasti deformējas virsbūve.
- \* **Plaisājot** betonam, parasti seko ūdens caursūkšanās, mitruma iefiltrēšanās, krāsas maiņa utt.
- \* **Plaisājot** kokam, var sekot trupēšana.
- \* **Neatbilstošs pārklājums** parasti izraisa tērauda koroziju.

### Bojājuma attīstība

Ir ļoti svarīgi, lai izprastu primāro un sekundāro bojājumu savstarpējo saistību, novērtējot bojājumu un nosakot remonta tipu. Vairākumā gadījumu nosaka primāro bojājumu, pirms izstrādā remontdarbu aprakstu. Remonts, kas novērš sekundāro bojājumu rašanos, ir ļoti izdevīgs.

### 5.4.2. Bojājuma attīstība

Parasti ir vienkāršāk konstatēt nopietnus bojājumus, kuri jau samazinājuši nestspēju vai satiksmes drošību un kad steidzami veicami labošanas pasākumi.

Grūtāk ir novērtēt bojājumus to attīstības stadijā. Šādā gadījumā ir svarīgi noskaidrot divus jautājumus:

1. Cik ilgs laiks pagājis kopš konstatēts attīstībā esošais bojājums?
2. Kāda būs tā iespējamā attīstība nākotnē?

Iepriekšējās inspekcijas novērojumu pieraksti salīdzināmi, vērtējot, cik ātri bojājums attīstās.

#### **Mērījumi un materiālu izpēte**

Lai novērtētu bojājuma attīstību, jāveic attiecīgi mērījumi un materiālu izpēte. Piemēram, jāveic līmetņošana, lai noskaidrotu sēšanās attīstību, tāpat veicami karbonizācijas dziļuma mērījumi un jānosaka hlorīdu saturs, lai prognozētu stiegrojuma korozijas risku nākotnē.

Papildus praktiskajai pieredzei pastāv teorētisks modelis, lai novērtētu ātrumu, ar kādu, karbonizācijai un hlorīdiem izplatoties, konkrētais bojājums attīstīsies turpmāk.

#### **Bojājumu attīstība**

Novērtējot bojājumu postījumu ātrumu, jāatzīmē, ka dažādi bojājumu veidi attīstās dažādi:

- \* neprogresē;
- \* samazinās attīstība;
- \* stabilizējusies attīstība;
- \* paātrināta attīstība.

5.4.-1. zīmējumā ilustrēta bojājumu attīstība. Tālākajās apakšnodaļās dots izvērsts apraksts par bojājumu attīstības gaitu.

#### **Neprogresē**

Piemēram, betons var atslāņoties transporta trieciena ietekmē. Šāds bojājums var būt nenozīmīgs un labošanas pasākumi nav nepieciešami, bet var arī būt tik nopietns, ka nepieciešami tūlītēji pasākumi. Ja bojājumu ilgi nenovērš, tad pat niecīgs transporta trieciena radīts bojājums betonam un tēraudam var vēlāk izraisīt sekundārus bojājumus, piemēram, koroziju.

#### **Samazinās attīstība**

Piemēram, sēšanās parasti sākumā attīstās ātri, bet vēlāk sāk mazināties. Tomēr jāņem vērā, ka sēšanās var uzrādīt kā stabilitu, tā paātrinātu attīstību.

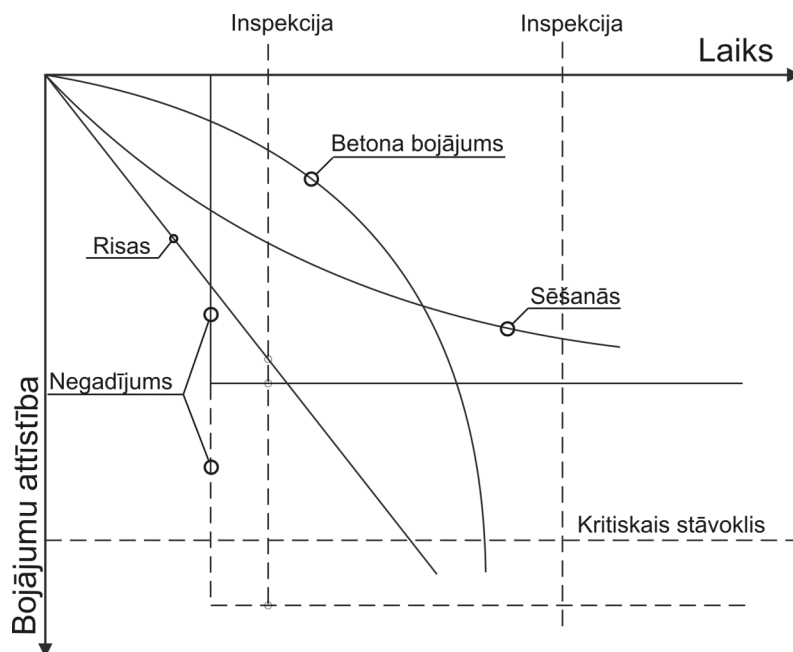
#### **Stabilizējusies attīstība**

Piemēram, risu veidošanās attīstība parasti notiek lineāri, bet jāreķinās, ka nodilums var būt dziļāks satiksmes koncentrācijas vietās.

#### **Paātrināta attīstība**

Šāda veida bojājuma piemērs ir neatbilstošs vai bojāts virsmas pārklājums, kā rezultātā sekundārais bojājums var būt korozija vai atslāņošana. Kopš pārklājums karbonizējies vai piesātinājies ar hlorīdiem, sākas stiegrojuma korozijas process plānākā pārklājuma vietā, kas izraisa sekojošu atslāņošanās attīstību korodējošā stiegrojuma zonā. Pieaugot karbonizācijai vai hlorīdiem

iefiltrējoties dziļāk betonā, pieaug korozijas attīstība, un tā izplatās tālāk uz tuvāko stiebrojumu. Sekas - stiebrojuma korozija un paātrināta atslāņošanās.



5.4.-1. att. Bojājuma attīstība.

### 5.4.3. Salikts bojājums

Viens bojājums bieži vien ir salikts no vairākiem bojājumu tiptiem. Stiebrojuma korozija bieži gadās reizē ar atslāņošanos un neatbilstošu/bojātu pārklājumu.

Jebkurš ieraudzīts bojājuma tips jāapraksta, bet novērtējums jāveic kopumā. Piemēram, sk. 5.4.-2. attēlā.



5.4.-2. att. Neatbilstoša/bojāta aizsargkārtā. Stiebrojuma korozija un atslāņošanās.

5.4.-2. attēlā ilustrētie bojājumi sastāv no neatbilstošas/bojātas aizsargkārtas, stiegrojuma korozijas un atslāņošanās. Šāds salikts bojājums var nozīmēt dažādas bojājuma pakāpes nestspējai, uzturēšanas izmaksām, ietekmei uz vidi un tilta izskatu. Tabulā parādīts piemērs, kā aprakstīts bojājums.

**Salikta bojājuma  
novērtēšana**

<b>Bojājuma apraksts</b>	<b>C</b>	<b>T</b>	<b>M</b>	<b>A</b>
Neatbilstoša/bojāta aizsargkārtas, stiegrojuma korozija un atslāņošanās balsta statam	1		2	3

Parādītā bojājumu novērtējums:

Ir notikusi konstruktīvā stiegrojuma korozija, bet tās attīstības ātrums ir tik lēns, ka nestspēja saglabāsies nemainīga nākamajos 10 gados. Bojājuma pakāpe 1 atzīmēta attiecībā uz nestspēju (C). Nokrītošais betons neietekmē satiksmes drošību (T), ja satiksme nenotiek zem tilta. Tad šo kolonnu neaizpilda.

Tomēr pat tad, ja korozija izplatās lēni, pastāv iespēja, ka tā izplatīsies uz citu stiegrojumu, tā palielinot atslāņošanu. Tāda bojājuma attīstība palielinās uzturēšanas izdevumus. Bojājuma pakāpe 2 atzīmēta attiecībā uz uzturēšanas izmaksām (M).

Tā kā tilts atrodas apdzīvotā vietā, tā vizuālais izskats ļoti nepatīkami ietekmē tilta lietotājus. Bojājuma pakāpe 3 atzīmēta attiecībā uz vidi/estētiku (A).

## 5.5. Uzturēšanas prioritizācija

Novērtējot bojājumus, kā aprakstīts 5.3. un 5.4. nodaļā, ir iespējams noteikt prioritātes nepietiekama finansējuma gadījumā, proti, kurš bojājums jāremontē vienīgi tad, kad ir zināmas sekas kuras izraisīs aizkavētie uzturēšanas darbi.

Ja bojājums ietekmē nestspēju vai satiksmes drošību tad uzturēšana jāveic tad un tā, kā aprakstīts inspekcijas ziņojumā. Uzturēšanas darbus var aizkavēt nepietiekamas finanses. Tādā gadījumā sekas var būt satiksmes ierobežojumi un ieviesti drošības pasākumi.

Plānojot prioritizētos uzturēšanas darbus, jāņem vērā tas, ka mazāk nopietnus bojājumu remontus jāplāno kopā ar nopietniem bojājumu remontdarbiem, ja to novietojums pieļauj izmantot vienu un to pašu takelāžu vai sastatnes.

5.5.-1. tabulā parādīts prioritizācijas un uzturēšanas uzdevumu grupēšanas piemērs, kā šajā nodaļā norādīts.

Prioritāte	Elements - bojājums	Bojājuma pakāpe un sekas	Uzturēšanas darbu izpildes laiks
1	Margas - gala daļa Šuves - trūkstošās skrūves	4T 4T	Nekavējoties vai vēlākais 6 mēnešu laikā
2	Dilumkārtā - risas	3M, 2T	Vajadzētu veikt 3 gadu laikā, bet var arī nedaudz atlikt
3	Sijas - krāsojuma bojājums Šķērssijas - stiegrojuma korozija. Balstīklas - netīras; - izregulējušās.	2C, 3M 2C, 3M 3M 2M	Vajadzētu veikt 3 gadu laikā, bet var arī atlikt uz 4 līdz 10 gadiem. Visiem šiem elementiem jāveic uzturēšana vienlaikus, jo nepieciešamas sas- tatnes zem tilta.

Tabula 5.5.-1. Uzturēšanas darbu prioritizēšana/grupēšana

## 5.6. Bojājumu cēloņi

Parastākie bojājumu cēloņi apkopoti un sistematizēti, lietojot divu ciparu kodus, kā aprakstīts šajā nodaļā.

Var būt dažādi bojājumu rašanās cēloņi.



5.6.-1. att. Plaisu/plīsumu rašanās cēlonis - 25 Alkali - reaktīvs aizpildītājs.



5.6.-2. att. Stiegrojuma korozijas cēlonis - 32 Nepareizi izvietots stiegrojums, 34 Neatbilstošs nobeigums.



5.6.-3. att. Plaisu/plīsumu rašanās cēlonis - 61 Satiksmes slodzes.



5.6.-4. att. Bojājuma rarašanās cēlonis - 71 Satiksmes iedarbe.

Vizuāla inspekcija, papildināta ar mērījumiem un materiālu pārbaudēm, ir galvenais veids bojājumu cēloņu noteikšanai. Tomēr svarīgas ir arī pamatīgas zināšanas tiltu projektēšanā, būvniecībā un pārvaldīšanā. Veiksmīgs remonts bieži ir atkarīgs no pareizi noteikta primārā bojājuma cēloņa.

Nav prasības noteikt bojājuma cēloni neformālas inspekcijās, bet bojājuma cēloņi, kad vien iespējams, jādod visu citu tipu inspekcijās.

# Bojājumu cēloņi

## 1. Kļūdas projektā

- 11 Neatbilstoša materiāla izvēle
- 12 Kļūdaini aprēķini
- 13 Slikts projekta risinājums
- 14 Atkāpe no standarta
- 15 Neatbilstoši noteikumi

- izvēlēts nepareizs materiāls.
- nepareizi vai kļūdaini aprēķini.
- slikts projekts uzturēšanai.
- atkāpe notikusi būvēšanas laikā.
- piemēram, piejūras tilti, kas būvēti atbilstoši iekšzemes tiltu noteikumiem.

19 Citas kļūdas projektā.

## 2. Materiāla bojājums/defekts

- 21 Slikta materiālu kompozīcija
- 22 Neatbilstoša stiprība
- 23 Slāņošanās
- 24 Hlorīdi, kas ievadīti maisīšanas procesā
- 25 Alkali-reaktīvs aizpildītājs
- 26 Materiāla vaina

- nepareiza vai neatbilstoša materiālu komponēšana vai nepareizs betona maisījums.
- piemēram, materiāls slikti uzņem spiedi, mazāka stiepes pretestība nekā paredzēts, mazāka pretestība šķērsspēkiem utt.
- materiāla sadalīšanās slāņos.
- hlorīdi aizpildītājā vai piedevās, gatavojot betona maisījumu.
- aizpildītājs satur Alkali-reaktīvus minerālus.
- pielietots neatbilstošs materiāls.

29 Citi materiālu defekti.

## 3. Kļūdas būvniecībā

- 31 Turu sēšanās
- 32 Nepareizi izvietots stiegrojums
- 33 Kļūdas betona iestrādē
- 34 Neatbilstošs nobeigums
- 35 Neatbilstošs cietēšanas process
- 36 Priekšlaicīga slogošana
- 37 Montāžas kļūda
- 38 Būvniecības kļūda

- turu vertikāla pārvietošanās.
- stiegrojums nav izvietots pieļaujamās noviržu robežās.
- nepareiza vibrēšana, pārāk blīvs stiegrojums utt.
- virsma neatbilst prasībām.
- trūkumi cietēšanas procesā rada plaisas, sliktu kvalitāti utt.
- slogošana, pirms betons sasniedzis noteikto stiprību.
- komponenta nepareiza montāža.
- atkāpe no specifikācijām.

39 Citas kļūdas būvniecībā.

## 4. Neatbilstoša uzturēšana

- 41 Pārmērīga veģetācija
- 42 Neatbilstoša ledus novākšana
- 43 Neatbilstoši aizsardzības pasākumi
- 44 Neatbilstoša uzturēšana
- 49 Cita neatbilstoša uzturēšana.

- upes gultnē augošā veģetācija aizsprosto ūdens teci.
- trūkumi ledus novākšanā.
- nepareiza materiāla aizsardzība.
- uzturēšanas darbi nav izpildīti saskaņā ar noteikumiem/procedūrām.



## 5. Vide

- 51 Hlorīdu iedarbe
  - no apledošanas novēršanas sāls, jūras vai citiem sāļiem avotiem.
- 52 Sulfātu iedarbe
  - bojāšanās no sērskābi saturošiem materiāliem.
- 53 Karbonizācijas iedarbe
  - reakcija starp gaisa oglekļa dioksīdu un konstrukcijā esošo kalcija hidroksīdu. Samazinās betona spēja aizsargāt stieģrojumu pret koroziju.
- 54 Izskalošanās
  - no betona izskalots kalcijs nosēžas uz virsmas kā kaļķis.
- 55 Sala iedarbe
  - sasalšanas/atkuššanas cikli, kas var izraisīt atslāņošanu; tas parasti notiek ar porainiem materiāliem.
- 56 Nodilums
  - satiksme vai ūdens nodeldē vai noberž virsmas materiālu.
- 57 Bioloģiskā iedarbe
  - piemēram, sūnas, kāpuri utt.
- 58 Ķīmiskā iedarbe
  - piemēram, skābes utt.
- 59 Citas vides iedarbes.

## 6. Aktuālās slodzes

- 61 Satiksmes slodzes
  - bojājumi radušies no satiksmes slodzes.
- 62 Grunts spiediens
  - bojājumi radušies no grunts spiediena.
- 63 Straumes iedarbe
  - bojājumi radušies no ūdens straumes.
- 64 Vēja iedarbe
  - bojājumi radušies no vēja slodzes.
- 65 Ledus iedarbe
  - bojājumi radušies no ledus iedarbes.
- 66 Temperatūra
  - bojājumi radušies no temperatūras maiņas.
- 67 Rukums/šļūde
  - laika gaitā attīstījies defekts, kurš parādās kā ruku- ma plaisas un šļūdes deformācijas.
- 69 Citas slodzes.

## 7. Negadījums

- 71 Satiksmes iedarbe
  - bojājumi radušies no satiksmes iedarbes.
- 72 Kuģu iedarbe
  - bojājumi radušies no kuģiem, notiekot navigācijai zem tilta.
- 73 Plūdu iedarbe
  - bojājumi radušies no plūdiem.
- 74 Zemes nogrūvums
  - bojājumi radušies no zemes nogrūvuma.
- 75 Eksplozija
  - bojājumi radušies no eksplozijas.
- 76 Uguns iedarbe
  - bojājumi radušies no uguns.
- 79 Citi negadījumi.

## 8. Eksploatācijā radušies bojājumi

- 81 Nodilums
  - piemēram, nodilusi dilumkārtā, virsmas pārklājums utt.
- 82 Sekas/sekundārais bojājums
  - piemēram, virsbūves deformācijas no sēšanās, noplukšana no mitruma utt.
- 83 Iedarbe no sniega novākšanas ierīces
  - bojājumi radušies no greidera, sniega novākšanas mašīnas.
- 84 Vandalisms
  - bojājumi radušies no vandalisma.
- 89 Citi eksploatācijā radušies bojājumi.
- 9. Citi/nezināmi bojājumu cēloņi

