



# TILTU VEIKSTSPĒJAS NOVĒRTĒŠANAS KRITĒRIJI. JAUNĀKĀS EIROPAS LĪMEŅA REKOMENDĀCIJAS NO COST TU1406

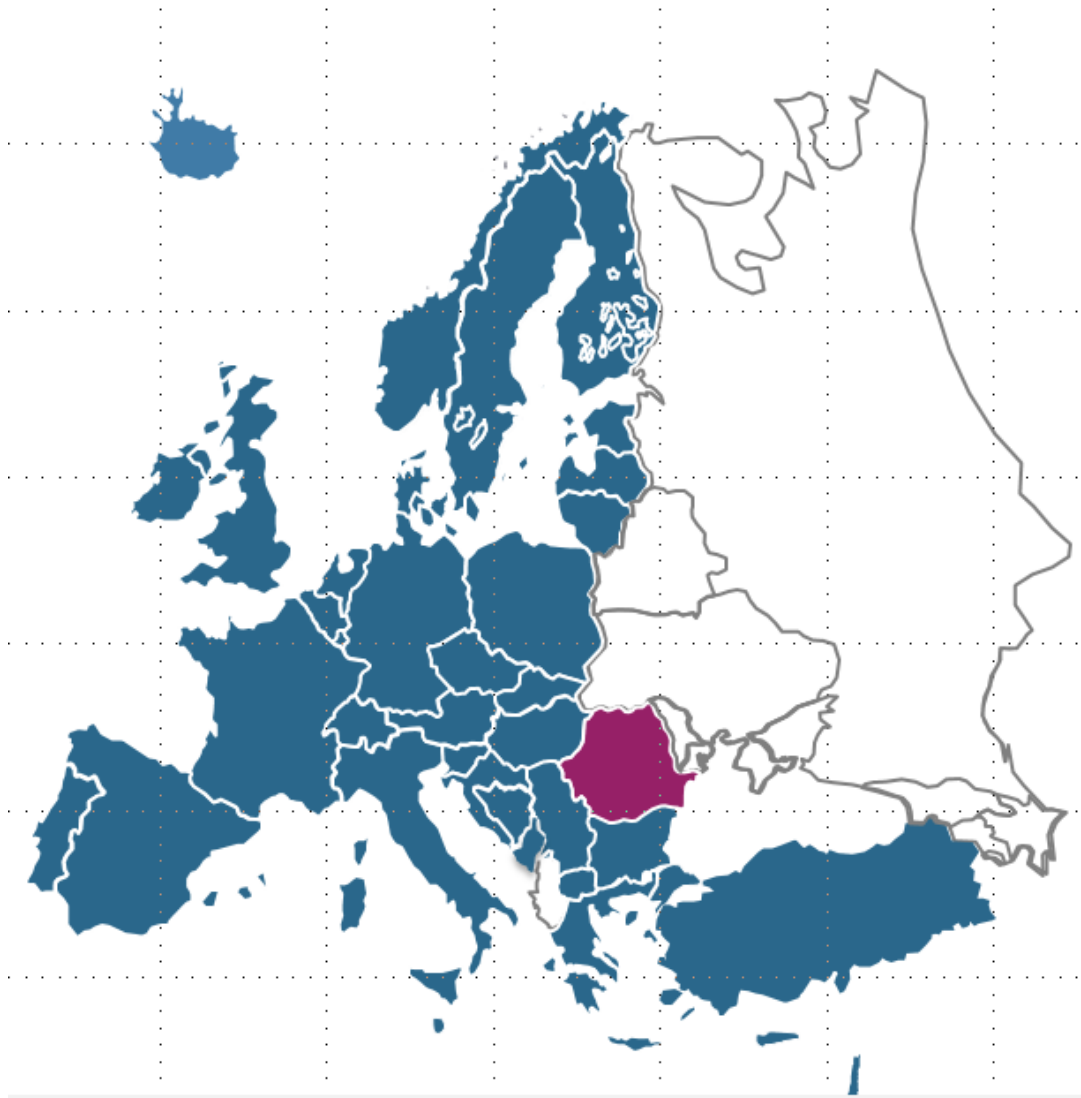
Ainārs Paeglītis

RTU profesors

2019.gada 5.aprīlis



# COST ACTION TU1406



**COST** ir starptautiskās sadarbības programma, kas atbalsta zinātnieku un pētnieku sadarbību dažādās zinātnes un tehnoloģijas attīstības jomās Eiropā. Programma radīta ar mērķi atbalstīt galvenokārt pirms-konkurences pētniecību, kā arī pētījumus, kas risina aktuālas sabiedrības problēmas.

Lai izstrādātu Eiropas līmenī standartizētas autoceļu tiltu kvalitātes kontroles procedūras, balstoties uz projektā iesaistīto **31 ES valstu pieredzi**, kā arī uz nesen attīstītām tiltu veikspējas novērtēšanas procedūrām un metodēm.

**Projekta mērķis** ir izstrādāt vadlīnijas autoceļu tiltu kvalitātes kontroles plānu radīšanai, kas balstīti uz :

- Tilta vai to elementu veikspējas indikatoriem un
- Tilta veikspējas mērķiem.

# Pamatojums



Eiropas savienības valstīs efektīvai tiltu pārvaldībai ir izveidotas dažādas tiltu menedžmenta sistēmas, kas izmanto dažādas konstrukciju stāvokļa novērtēšanas procedūras.

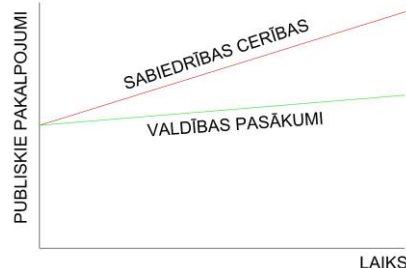
Bojājumu  
attīstība

Sabiedrības  
prasības

Efektīva tiltu  
Pārvaldība

Ierobežoti  
finansiālie  
resursi

Sabiedrības  
cerības



# Pamatojums



Negraujošās  
izpētes metodes



Vizuālā inspekcija



Monitorings

Veiktspējas  
indikatori (PI)

Veiktspējas mērķi vai galvenie  
veiktspējas indikatori (KPI)

Veiktspējas modeļi

Kvalitātes kontroles plāns



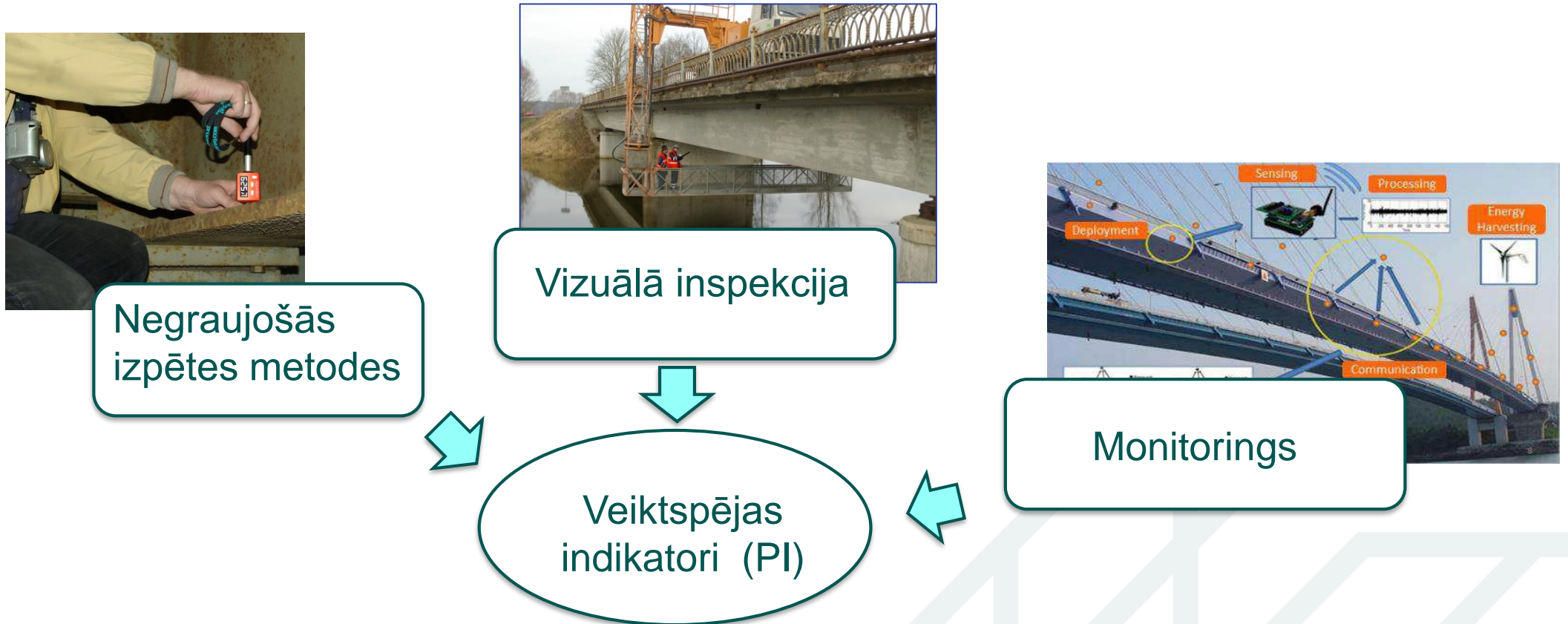
# Veiktspējas indikatori (PI)



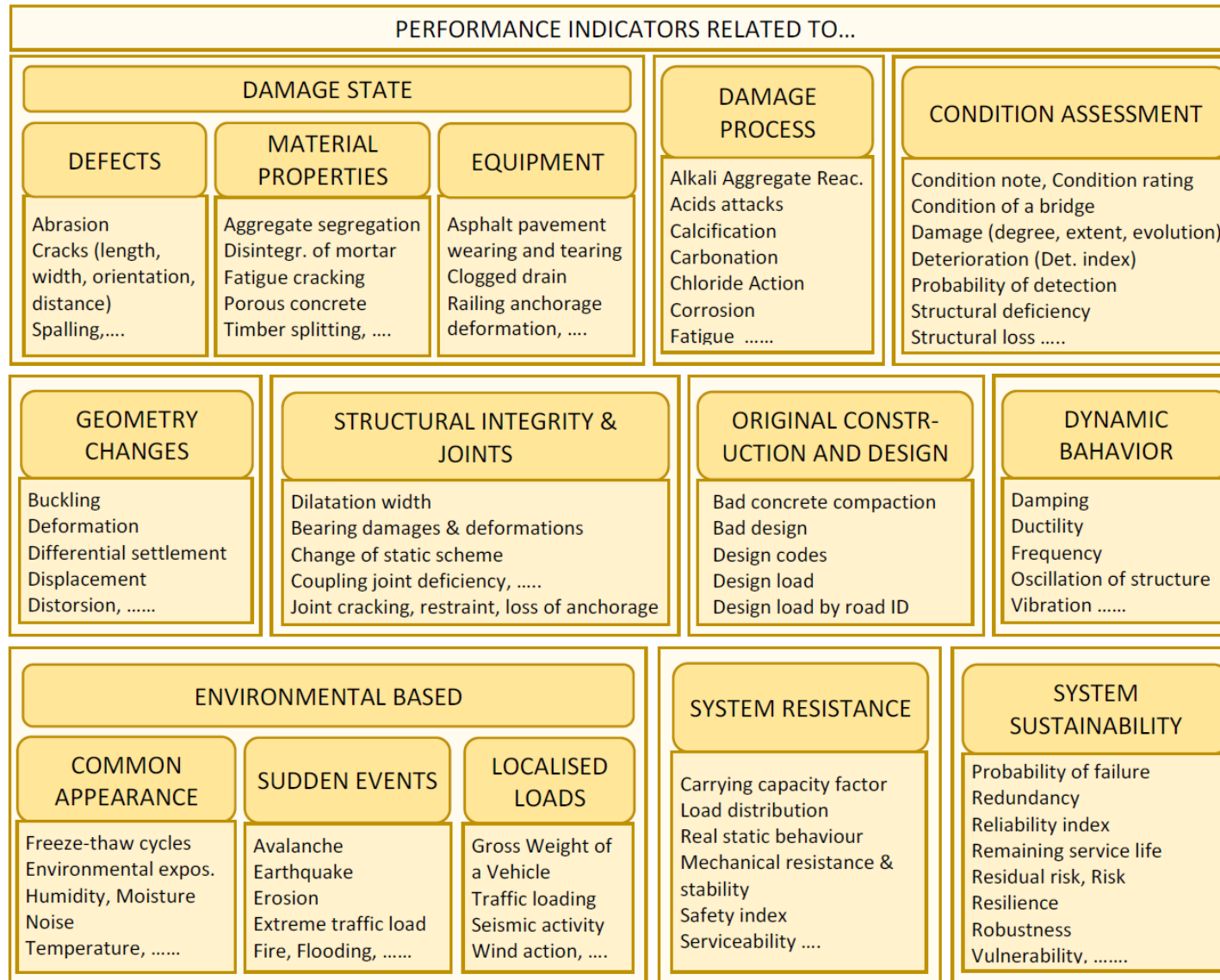
Performance_Indicators (sorted)
Accessibility to damage
alkali silika reaction
bad concrete compaction
Bearing fracture extension
Bearings displacement
Bedding mortar failure
Bridge importance (size)
Carbonation
Carrying capacity factor
chemical attack
Chemical parameter
coating loss
Concrete cover
Condition note
Condition of a bridge
Condition rating
Corrosion
Crack lenght
Crack orientation
Crack width
Damage
Damage degree
Damage evolution
Damage extension
Damping
Defect in bearing bed
Design codes



# Veiktspējas indikatori (PI)



# Veiktspējas indikatori (PI)



# Veiktspējas indikatori (PI)

Izstrādāta Eiropai domāta veiktspējas indikatoru datu bāze, kas piemērojama, katras valsts specifiskajām prasībām un ir balstīta uz katras dalībvalsts specifisko pieredzi.

Veiktspējas indikatorus var iedalīt 5.daļās:

- Konstruktijas drošuma indikatori;
- Konstruktijas lietojamības indikatori;
- Konstruktijas pieejamības indikatori;
- Izmaksu indikatori;
- Vides aspekti.





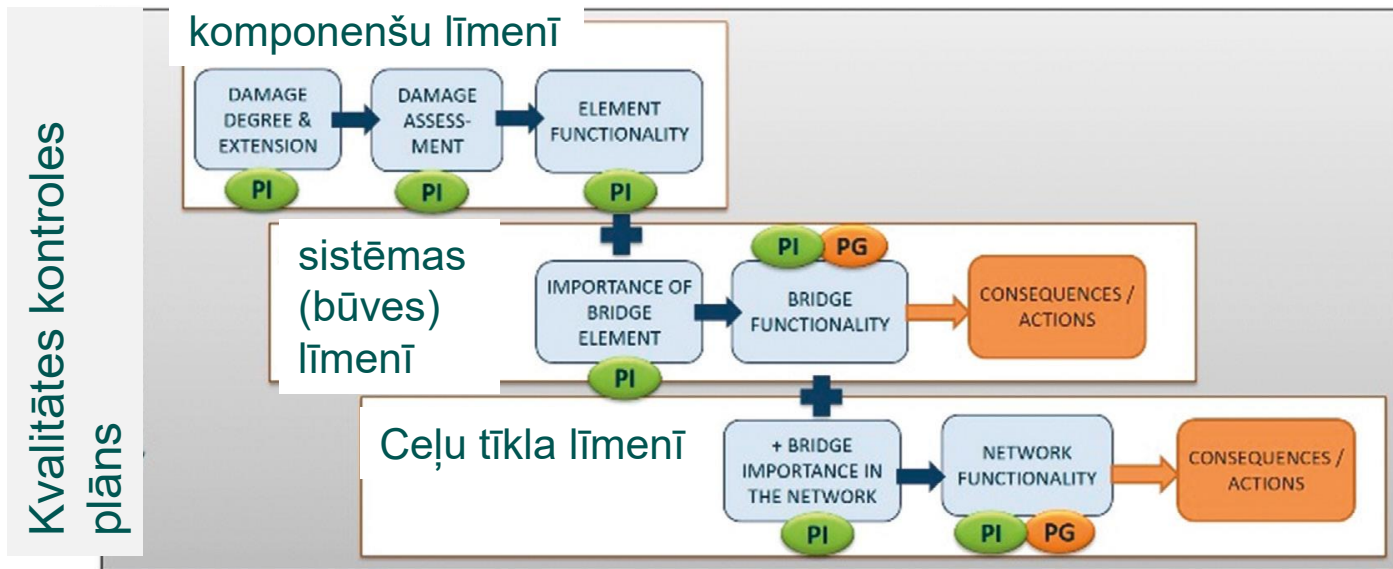
# Veiktspējas indikatori (PI)

Skaitliskās novērtēšanas sistēma:

(Novērtējums ar punktiem)

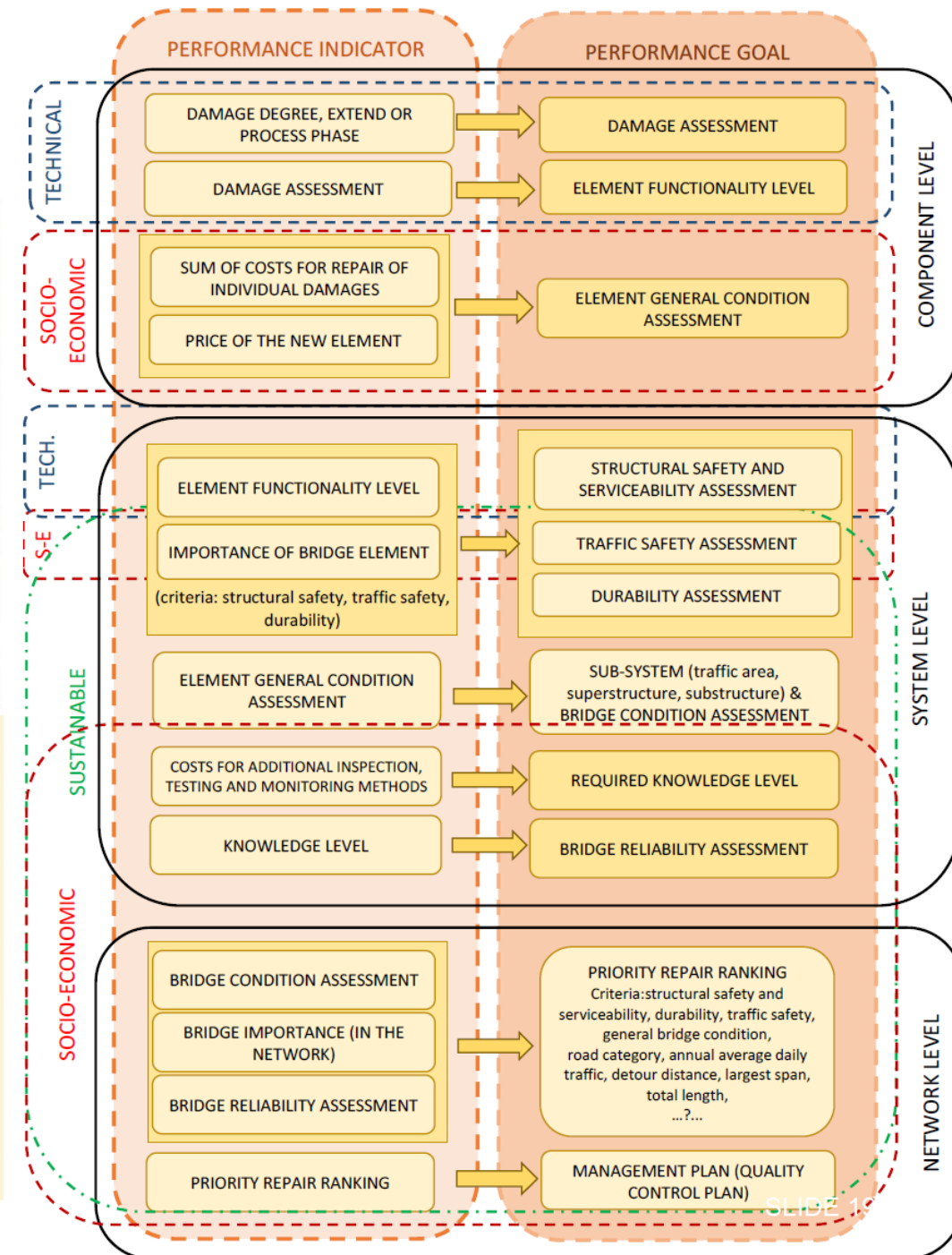
Novērtējums	Apraksts
1	Nav bojājumu, vai ir nenozīmīgi bojājumi. Normāls vecuma nolietojums. Nav nestspējas, lietojamības vai kalpošanas laika samazinājuma. Nav nepieciešami mērījumi.
2	Niecīgi defekti, kas radušies izgatavošanas laikā, nav tālākas bojājumu attīstības. Nav nestspējas vai lietojamības samazinājuma. Var būt kalpošanas laika samazinājums, ja netiek veikti nepieciešamie pasākumi. Remontdarbi pie nākošās uzturēšanas reizes.
3	Vidēji līdz smagi bojājumi, kas neizraisa nestspējas vai lietojamības samazinājumu. Bojājumi, kas ietekmē nestspēju vai lietojamību. Nepieciešami vidēja termiņa uzturēšanas un remontdarbi.
4	Smagi bojājumi, kas neizraisa nestspējas samazinājumu. Bojājumi, kas samazina lietojamību vai kalpošanas laiku. Nepieciešami ātri uzturēšanas un remontdarbi, lai nodrošinātu atbilstošu lietojamību vai paredzēto kalpošanas laiku. Nepieciešama speciālā inspekcija.
5	Smagi bojājumi, kas izraisa nestspējas samazinājumu. Nepieciešami nekavējoši uzturēšanas un remontdarbi.

# Veiktspējas mērķi (KPI)

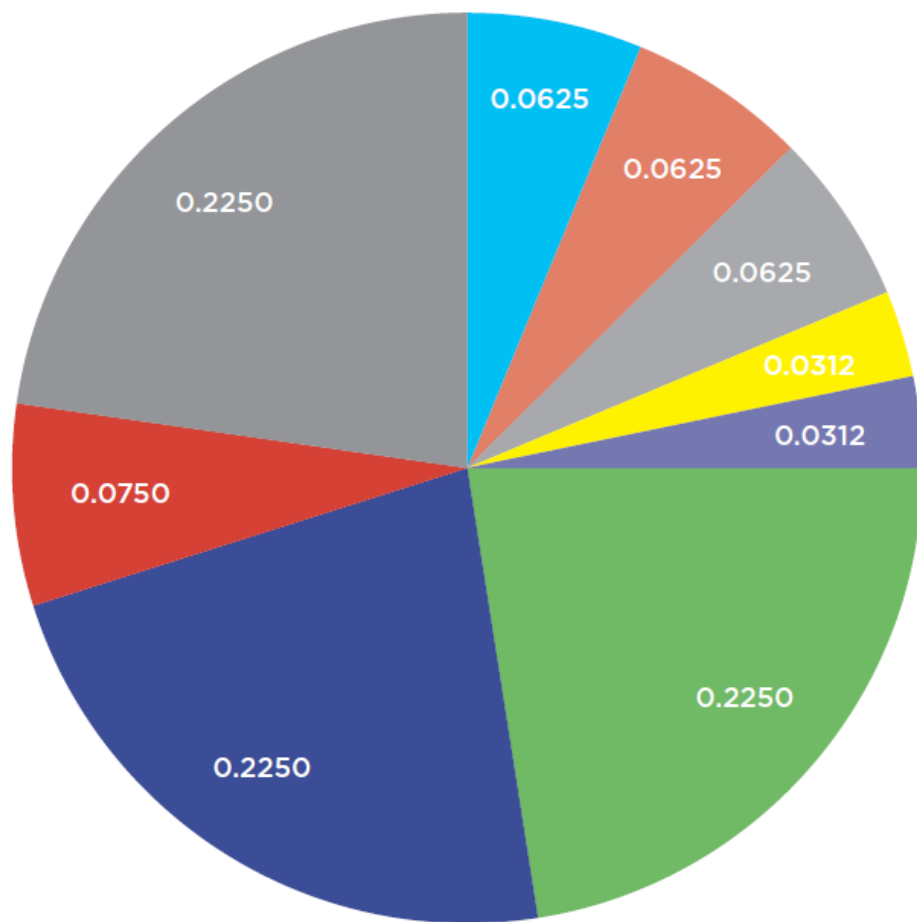


Būtiskākie veiktspējas mērķi (KPI):

- Drošums ;
- Pieejamība;
- Ekonomija;
- Vides aspekti;
- Satiksmes drošība.



# Veiktspējas mērķi (KPI)

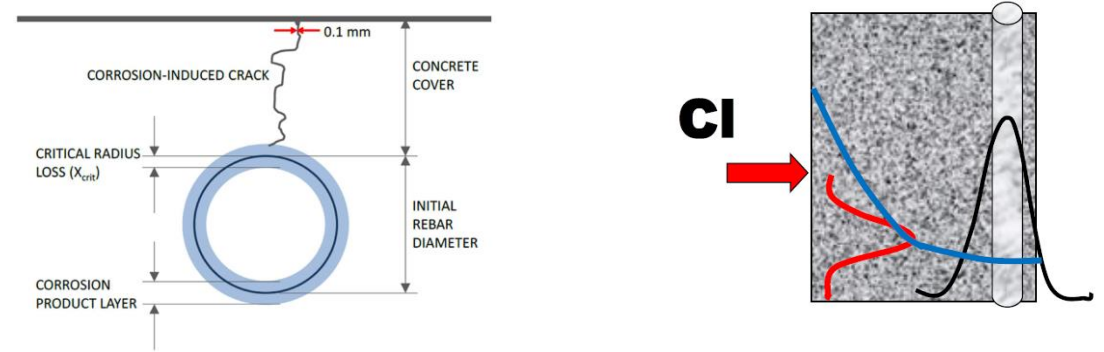
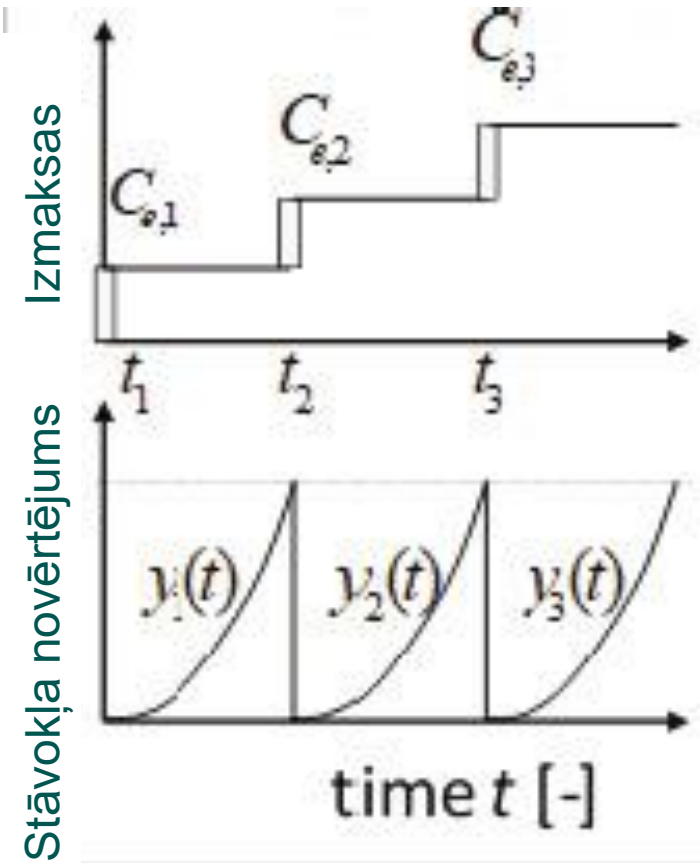


- Ceļa kategorija
- Vidējā satiksmes intensitāte
- Apbraucamā ceļa garums
- Garākais laidums
- Kopējais garums
- Konstrukcijas drošums un stabilitāte
- Satiksmes drošība
- Ilgizturība
- Vispārējs tilta tehniskais stāvoklis

Nosaka tilta svarīgumu ceļa tīklā

Nosaka tilta tehnisko stāvokli

# Veiktspējas modeļi



Karbonizācijas attīstības laika modelēšanai var izmantot šādu *fib* modeli

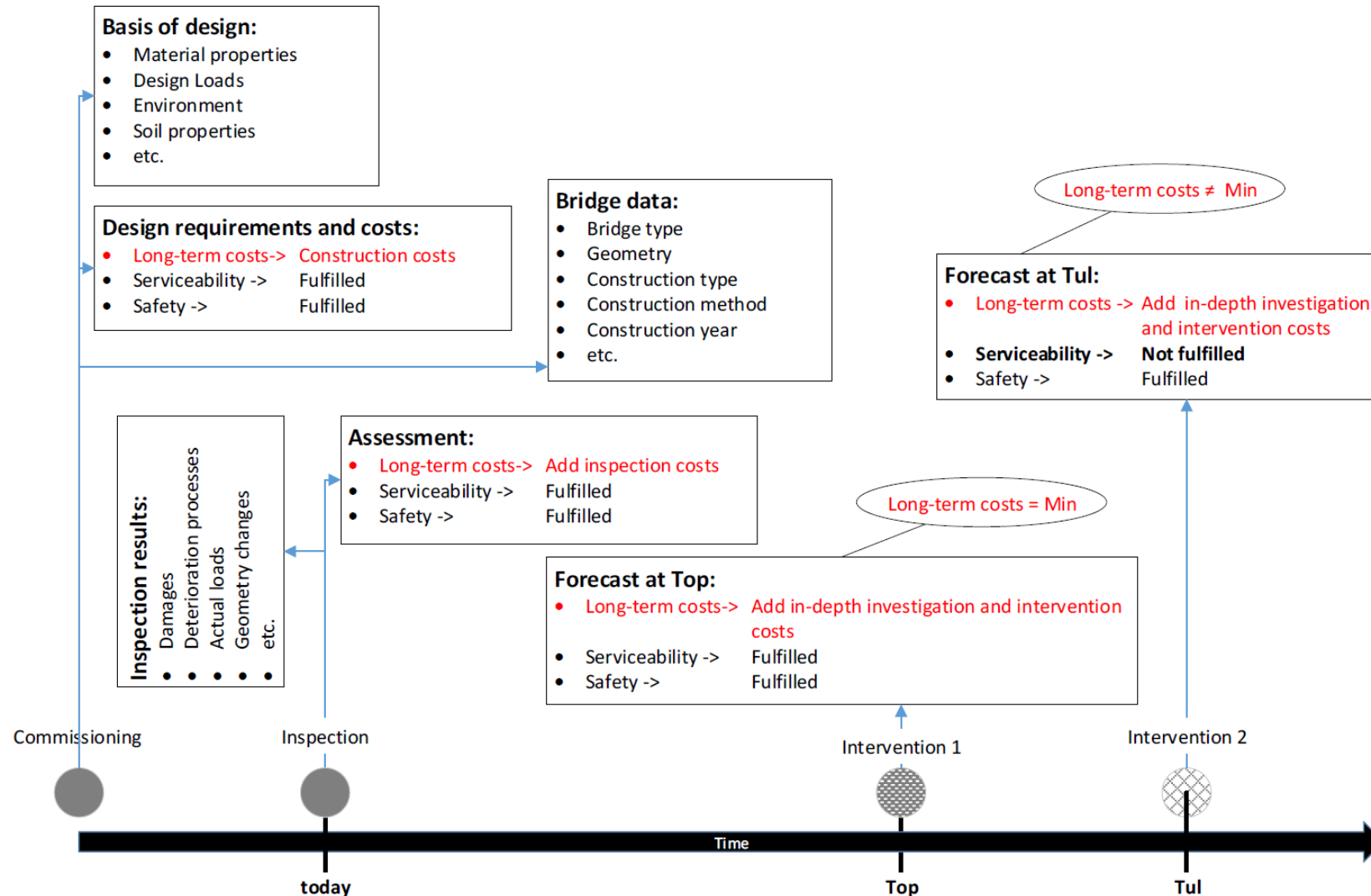
$$x_c(t) = \sqrt{2 \cdot \left( \frac{1 - \left( \frac{RH_{real}}{100} \right)^{f_e}}{1 - \left( \frac{RH_{ref}}{100} \right)^{f_e}} \right)^{s_e} \cdot \left( \frac{t_c}{7} \right)^{b_c} \cdot (k_t \cdot R_{ACC,0}^{-1} + \varepsilon_t) \cdot C_s \cdot \sqrt{t} \cdot \left( \frac{t_0}{t} \right)^{\frac{(p_{SR} \cdot ToW)^{b_w}}{2}}}$$

Hlorīdu koncentrācijas modelēšanai paredzēts izmantot šādu *fib* modeli

$$C(x, t) = \left( C_0 + (C_{x-\Delta x} - C_0) \cdot \left( 1 - \operatorname{erf} \frac{x - \Delta x}{2\sqrt{D_{ap} \cdot t}} \right) \right)$$



# Kvalitātes kontroles plāns



# Kvalitātes kontroles plāns

Konstrukcijas veiktspēju var raksturot ar «zirnekļa» tīkla diagrammu.

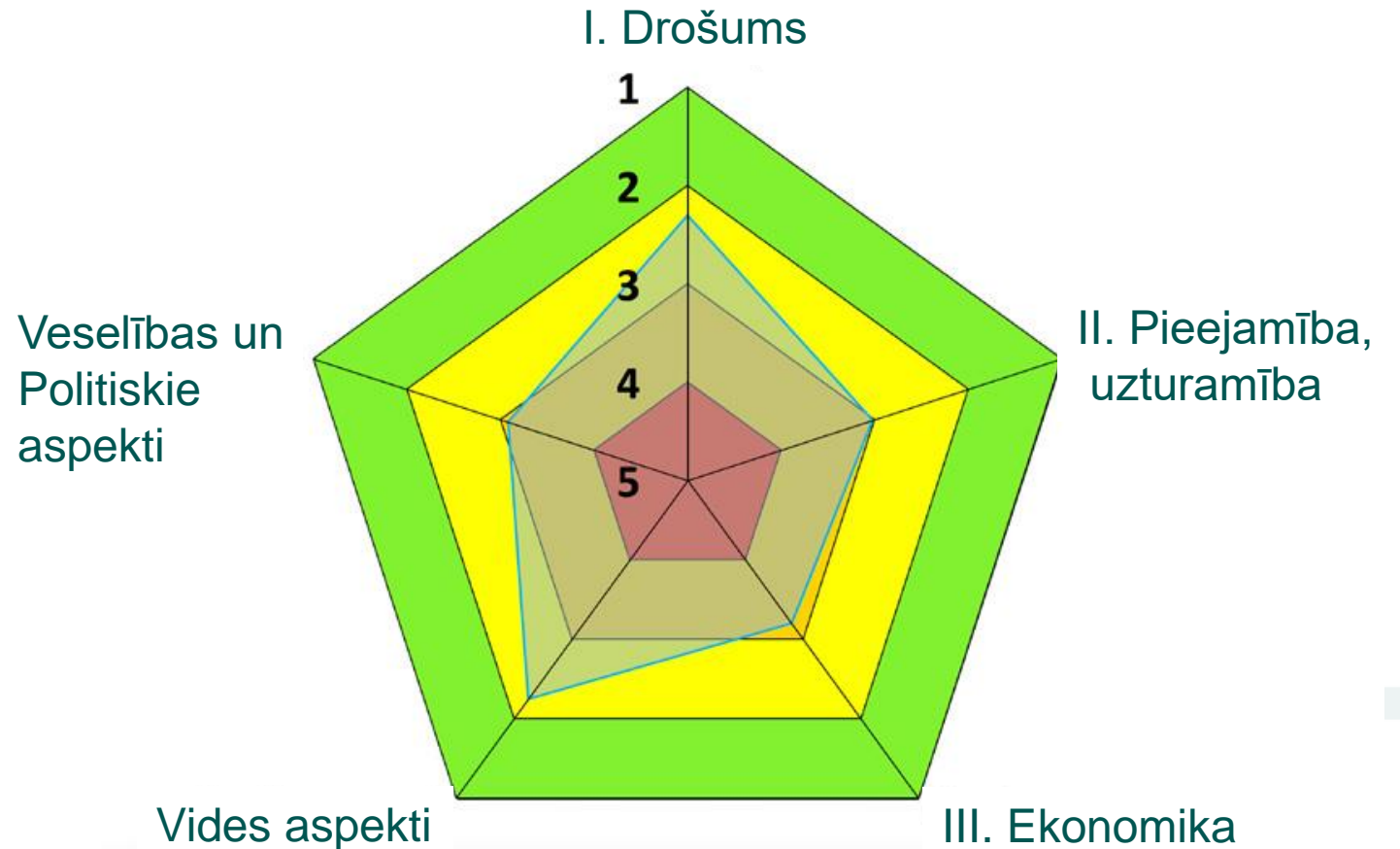
**I. Drošums, izturība** – varbūtība, ka tilts būs piemērots tā funkciju izpildei visā kalpošanas laikā.

**II. Pieejamība, uzturamība** – raksturo laiku, kurā tilts ir funkcionējošā stāvoklī.

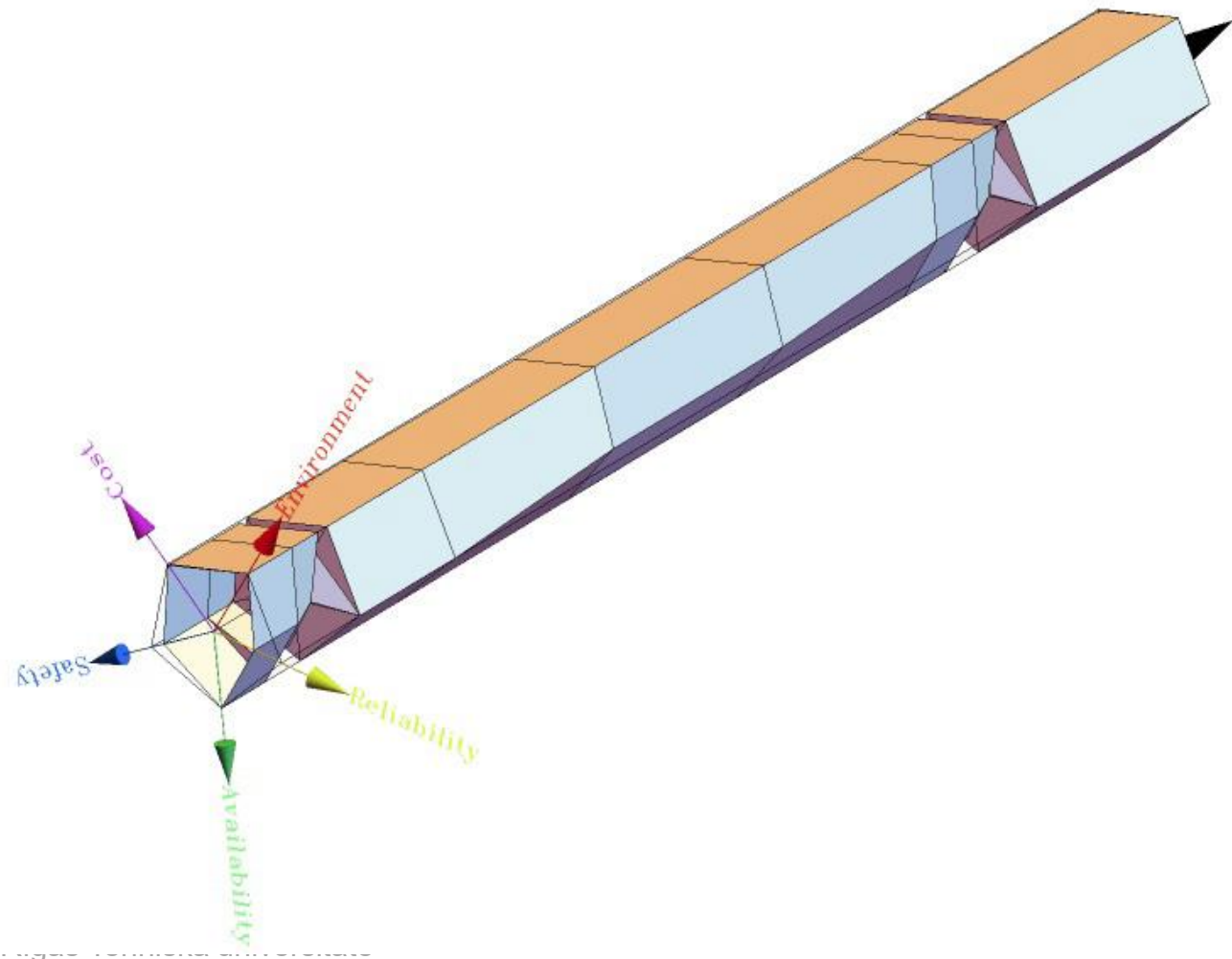
**III. Ekonomika** – saistīta ar ilgtermiņa izmaksu samazinājumu tilta kalpošanas laikā.

**IV. Vides aspekti** - saistīts ar kaitējuma samazināšanu videi tilta ekspluatācijas laikā.

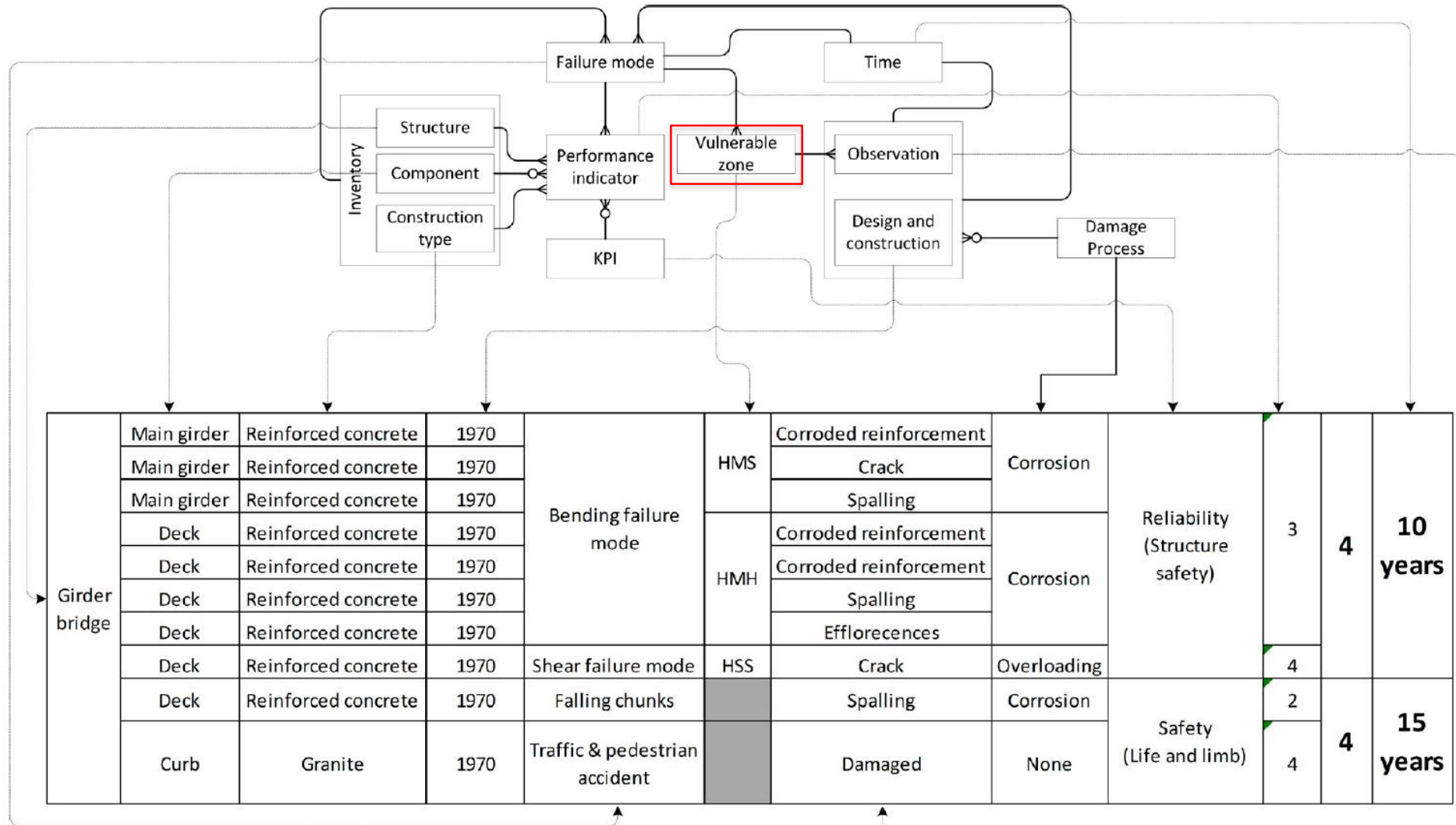
**V. Veselības un politiskie aspekti** – saistīti ar cilvēkiem nekaitīgu materiālu pielietošanu. Politika ir saistīta ar cēloņu likvidēšanu sabiedriskam protestam, pozitīva tēla veidošanu būvējamam vai uzturamam tiltam.



# Kvalitātes kontroles plāns

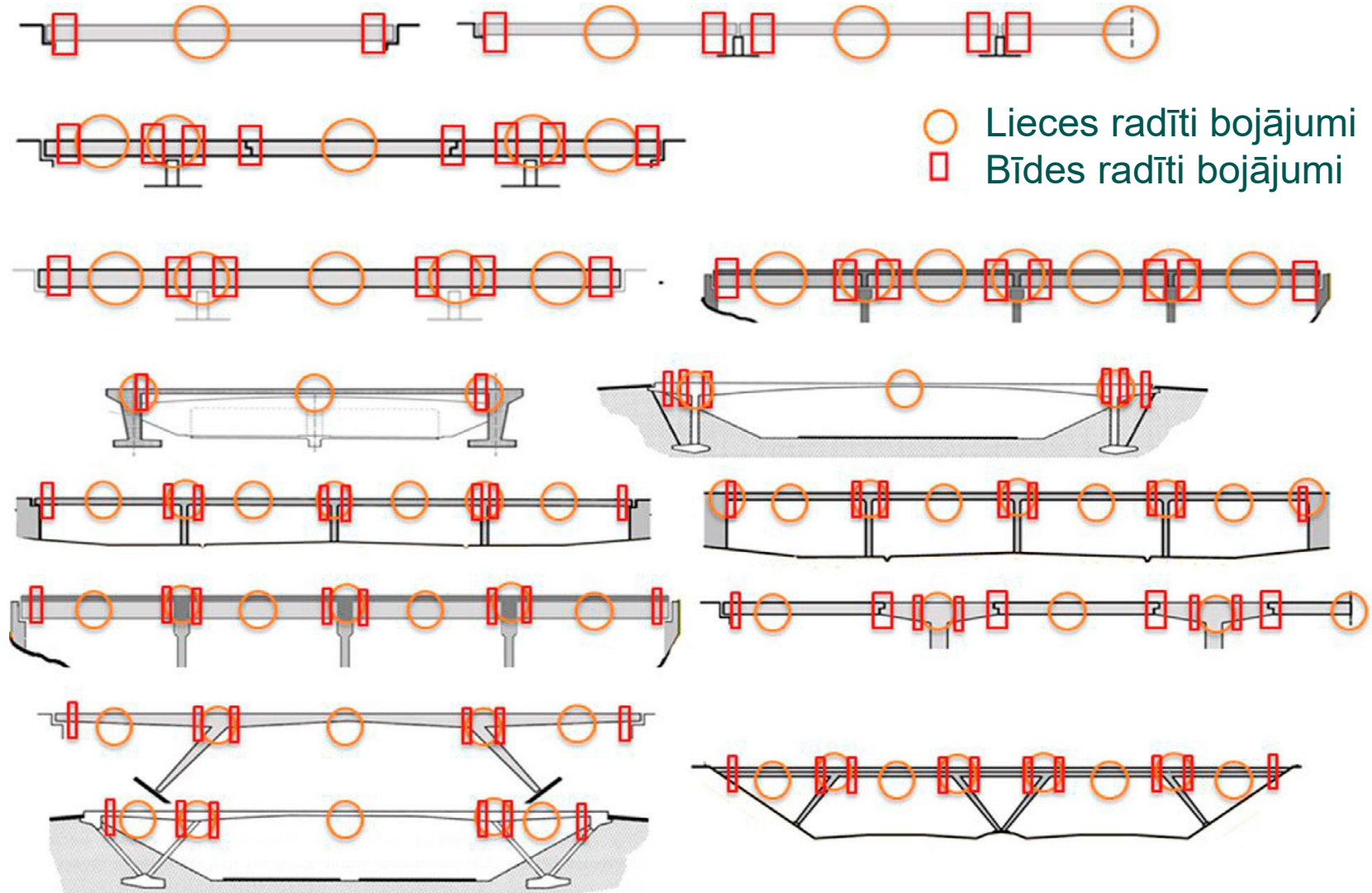


# Kvalitātes kontroles plāns

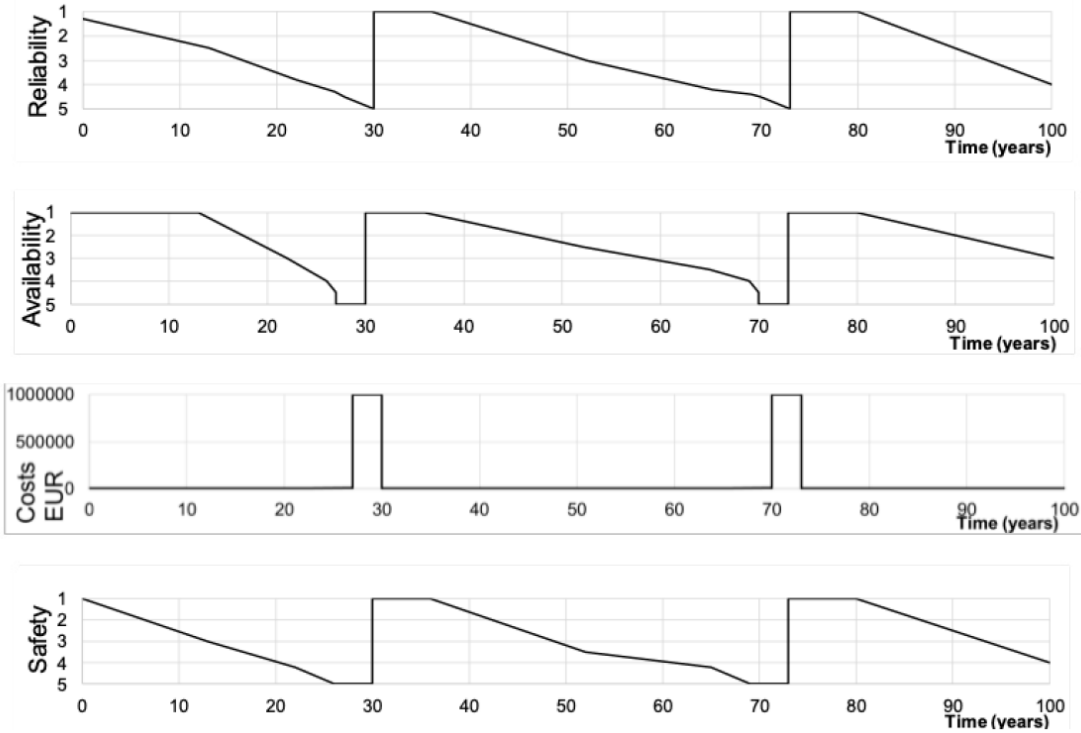




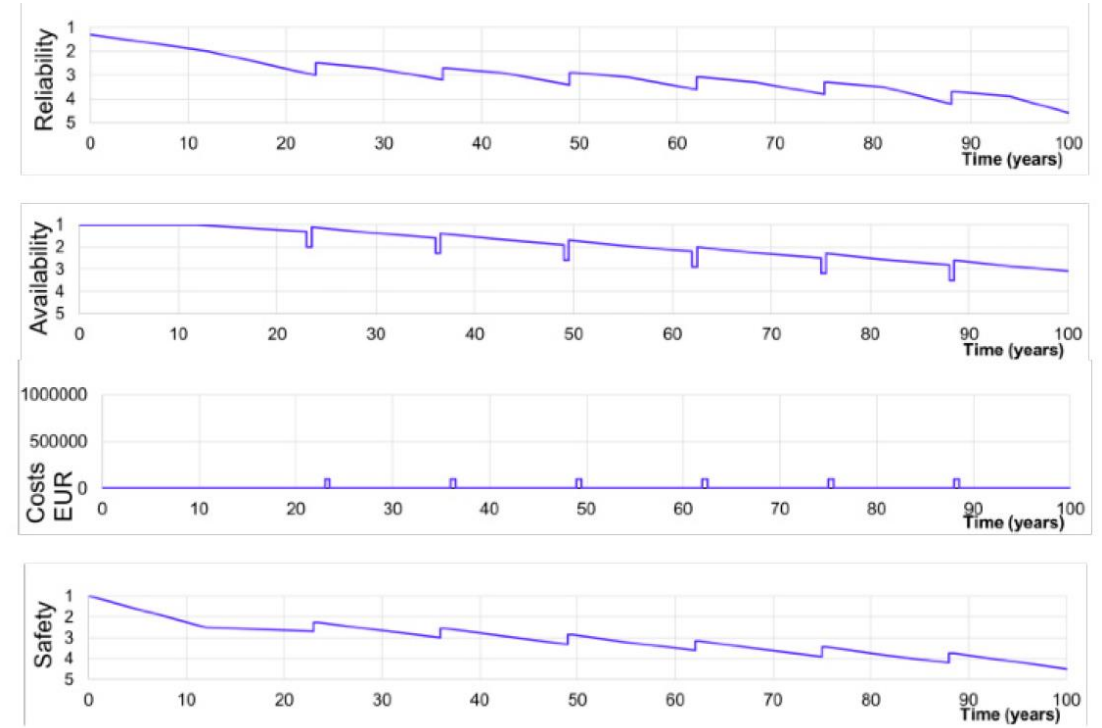
# Kvalitātes kontroles plāns



# Kvalitātes kontroles plāns

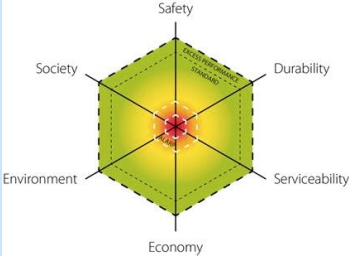


References scenārijs, jeb «neko nedarīt»



Preventīvais scenārijs

# Rekomendācijas

Veiktspējas indikatori (PI)	Veiktspējas mērķi (KPI)	Veiktspējas modeļi	Veiktspējas novērtējums	Kvalitātes kontroles plāns
Indikatori, kas iegūti periodiskās inspekcijās, monitoringa dati	Indikatori apkopoti veiktspējas mērķos.	Bojājumu attīstības modeļi, kas parāda veiktspējas indikatoru izmaiņu laikā. Deterministiskas vai varbūtību novērtējums.	Procedūras, datu analīze, mērījumu stratēģija, nenoteiktību modelēšana 	Uzturēšanas plāns, ievērtējot kvalitātes kontroles kritērijus.

# Secinājumi

- Jāpilnveido esošo LATBRUTUS tiltu vadības sistēmu, papildinot to ar tiltu veikspējas novērtējumu sistēmu un novērtējumu sistēmu trasē esoša tiltu kopumam.
- Efektīvāk izmantot uzkrātos datus par tiltu tehnisko stāvokli.
- Attīstīt veikspējas mērķu digitālo modelēšanu, ņemto vērā veikspējas indikatoru izmaiņas laikā.



**Paldies par uzmanību.**

