



INFRABEL

Enabel StoneArchBridges

**Maintenance of Masonry Arch
Bridges**

Didier VAN DE VELDE
Manager Civil Engineering

17-11-2023



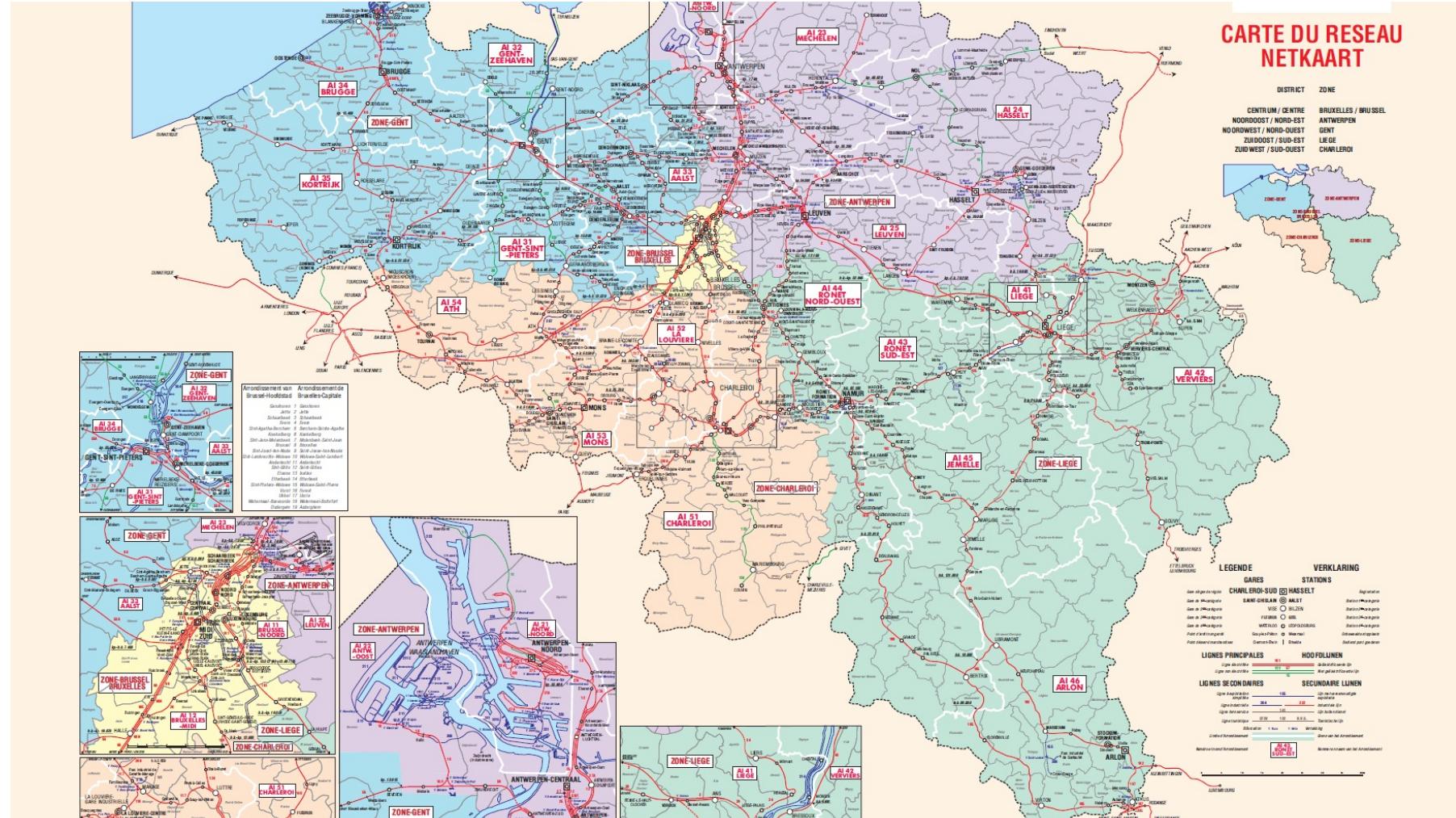
1. **Presentation of Infrabel**
2. **Asset Management**
3. **Infrabel – Rational Maintenance**
4. **Life Cycle Management**
5. **Arch Bridges**

1. Presentation of Infrabel





As a driver of sustainable mobility, we work 24 hours a day, 7 days a week, to guarantee a safe and reliable rail network, serving individuals and companies.

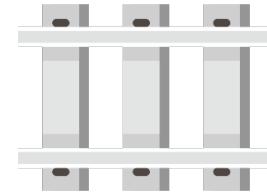


On the Belgian network



10,249

signals act as interface
between the signal box
and the driver



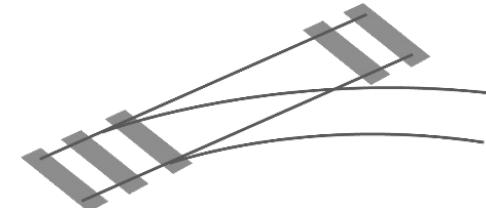
3,607

km of lines cover
virtually the whole
of the territory



11.749

civil engineering
structures (e.g. bridges
and tunnels)



4,099

points and crossings
(main track switches) are activated
by the traffic controllers



1

Railway Operations Center

34

signal boxes

managing traffic in real time

4,500

trains (routes)

on average are
followed each day

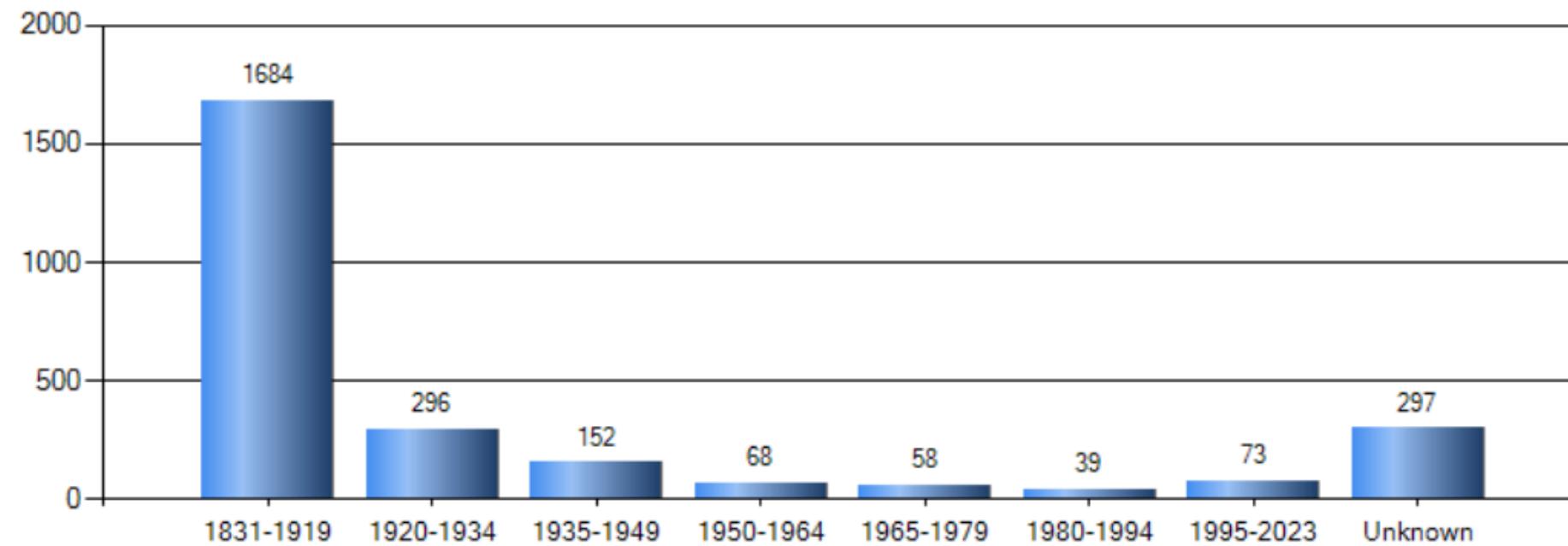
On the Belgian network

Civil engineering structures

Column1	Area CE	Area NE	Area NW	Area SE	Area SW	TOTAL
Underpass	236	620	611	980	596	3043
Passenger tunnel	37	109	94	127	94	461
Overpass	187	294	183	414	255	1333
Footbridge	25	22	13	56	39	155
Railway Tunnel	22	20	3	77	7	129
Culvert	145	577	785	1114	583	3204
Retaining wall	320	313	187	1356	428	2604
Rock face	0	0	0	341	80	421
Reinforced slope	1	0	2	4	5	12
Noise barrier	67	103	29	30	4	233
Buffer reservoir	12	41	2	20	4	79
Others	13	40	3	18	1	75
TOTAAL	1065	2139	1912	4537	2096	11749

On the Belgian network

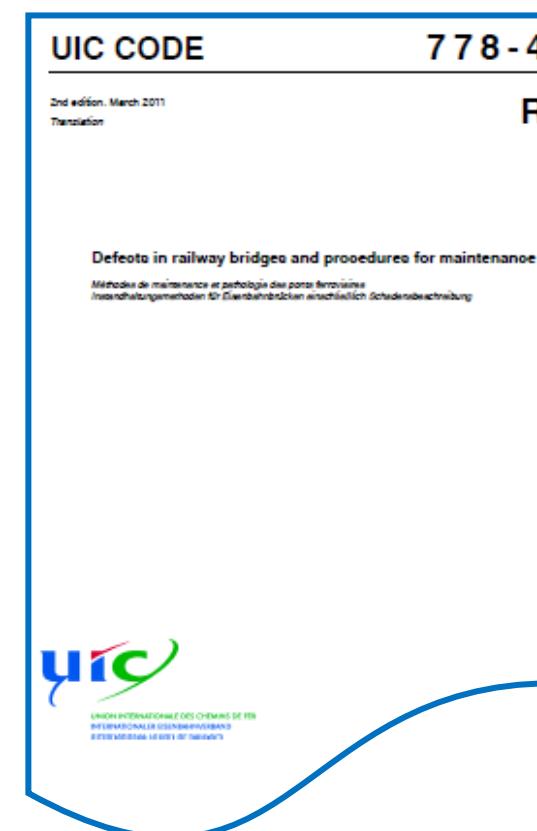
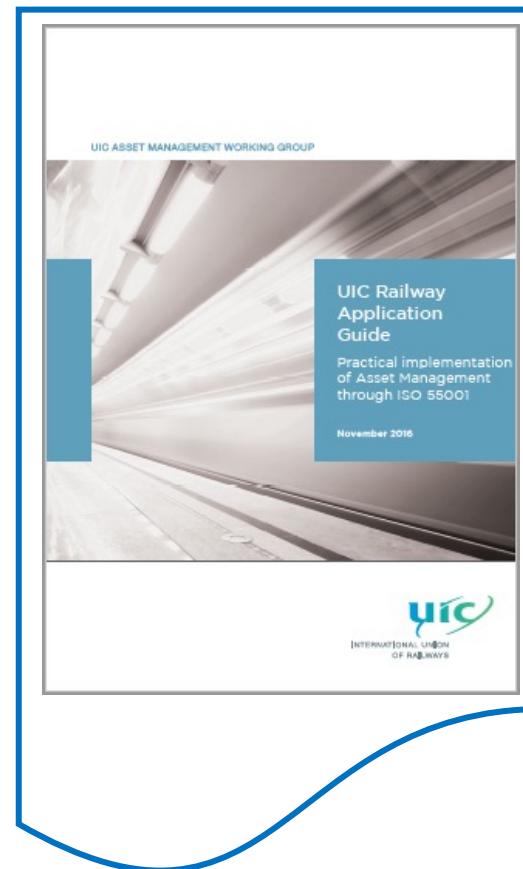
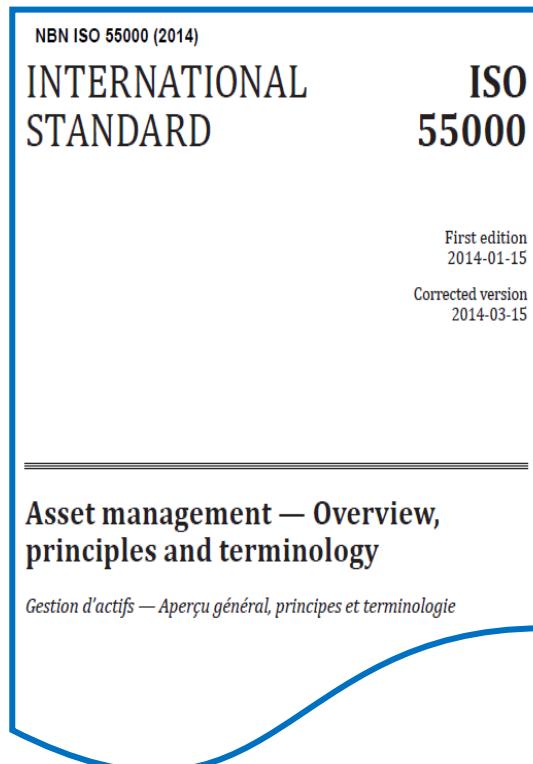
Arch bridges – Year of construction



2. Asset Management



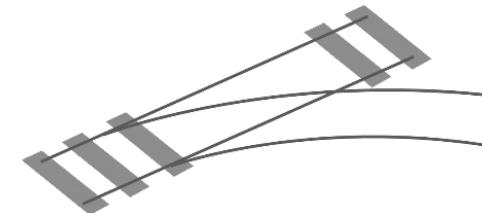
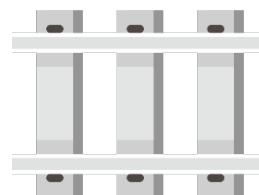
Asset Management – Reference documents



Asset Management – Definition

2.3 Assets

An asset is an item, thing or entity that has potential or actual value to an organization. The value will vary between different organizations and their stakeholders, and can be tangible or intangible, financial or non-financial.



0.1 What is asset management?

PAS 55-1 defines asset management as:

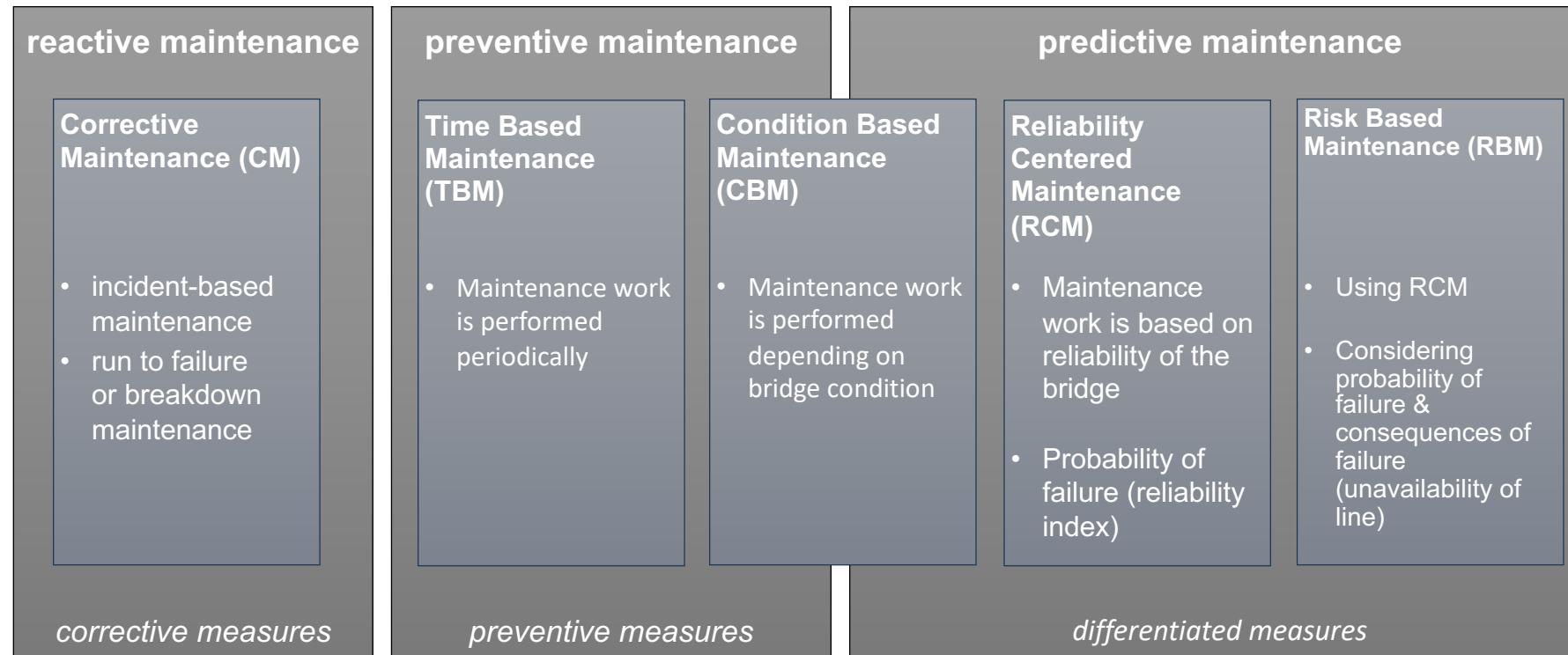
systematic and coordinated activities and practices through which an organization optimally and sustainably manages its assets and asset systems, their associated performance, risks and expenditures over their life cycles for the purpose of achieving its organizational strategic plan

Asset Management - Definition

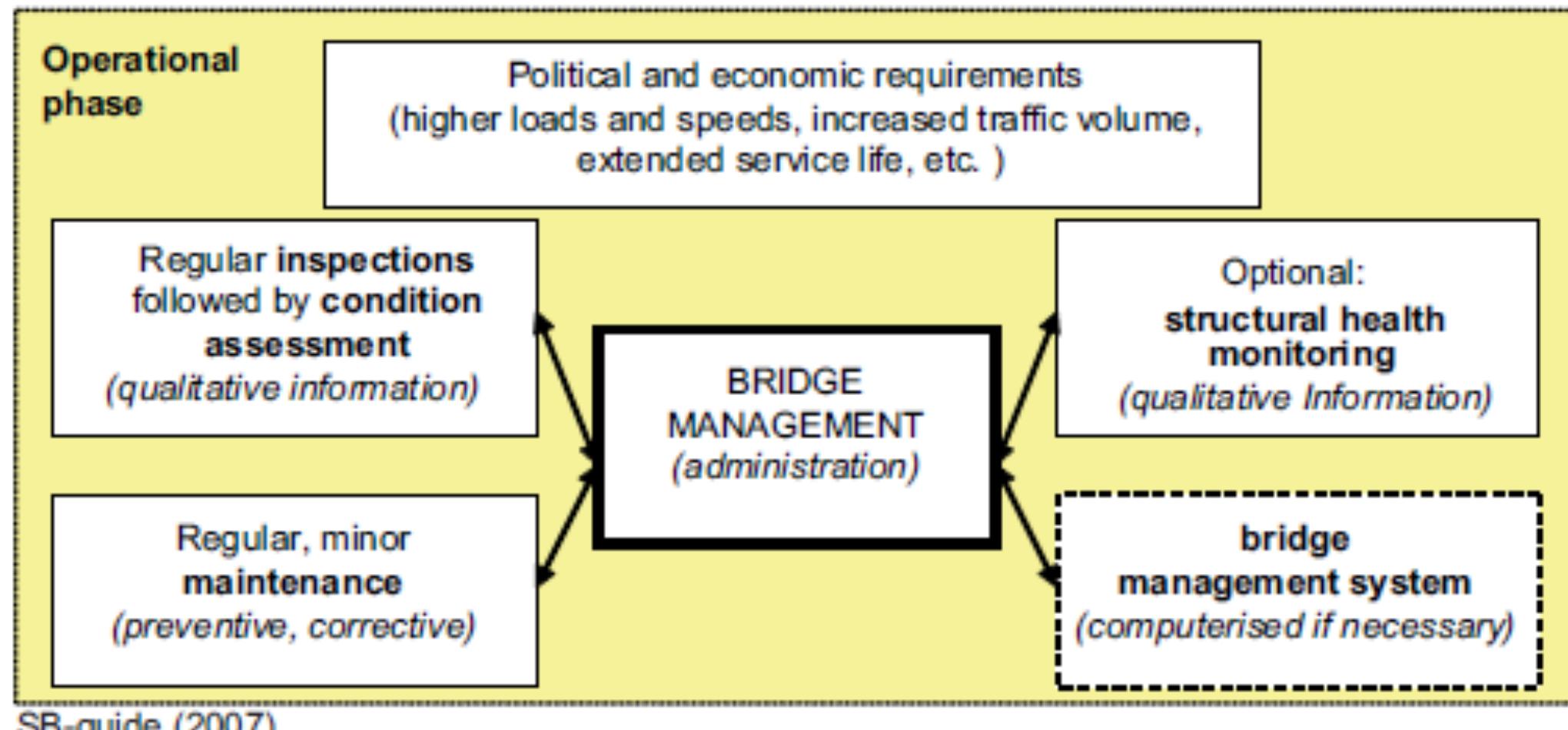
Asset Management is fundamentally about achieving an appropriate balance of asset cost, risk and performance to meet organisational objectives and deliver value from the assets to an organisation and its stakeholders.



Maintenance strategies



Bridge Management (UIC 778-4)



3. Infrabel - Rational Maintenance

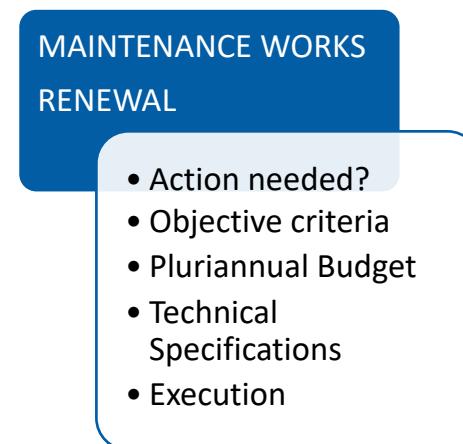
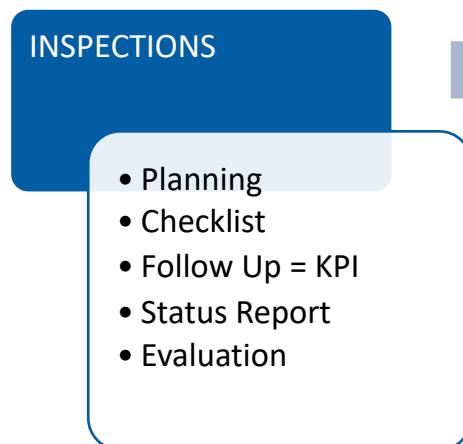
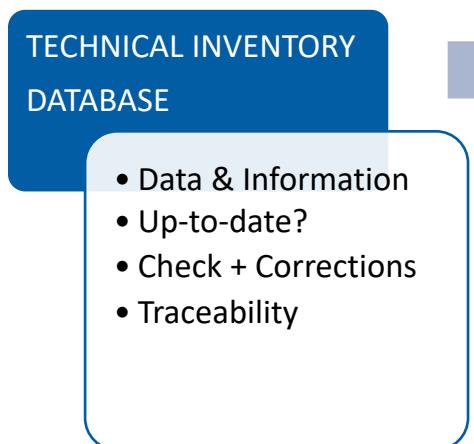


DATABASE CIVIL ENGINEERING

Internal Regulation

RTV KW 02

Maintenance of Bridges



DATABASE CIVIL ENGINEERING

INFRABEL *Right On Track* WEBSITE I-AM.34 - CIVIL ENGINEERING WELCOME Didier Van de Velde SHAREPOINT FR

KUNSTWERKEN STUDIES KEURINGEN OPDRACHTEN POSTMAIL MASTEN UITZONDERLIJK VEROOR TUNNELS TECHNIGLOT BERICHTEN & OMZENDBRIEVEN NORMEN DEFECTEN VOORLOPIGE BRUGDEKKEN

WETENCHAPPELIJKE ARTIKelen ORGANIGRAM NUTTIGE LINKEN PERRONS PRESCRIPTOR WEBNEWS TAKEN TEL-BZV & Kirow

Schouw.baanv. Lijn voetgangers/fietsers Km = België Spoorweg Gemeente
 Beschrijving fraiteur Type: Autosnelweg Verkeersweg Wilddieren Waterweg Leidingen Wilddieren Concept
 Arrondissement: Sector: 11809

Status: In opvolging Genre: 1 of 1 Records

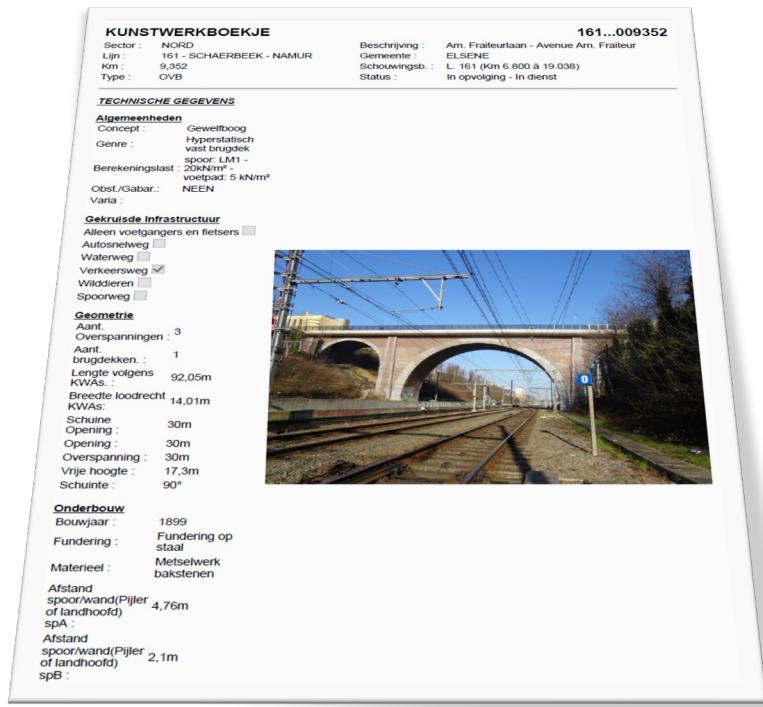
Zone Brussel
Beschrijving Arn. Fraiteurlaan - Avenue Arn. Fraiteur
ID 161_009352 - Km : 9,352
Lijn 161 - SCHAERBEEK - NAMUR - CAT:A
Schouw baanv. L. 161 (Km 6.800 à 19.038) (2028)
 Spoor : Hoofdlijn - Schouwingcyclus : 8 jaren
Gemeente ELSENE
Type Ramses: OVB /MDM: OVB Bovenbouw
Concept Ramses: Gewelfboog /MDM: Gewelfboog
Genre Hyperstatisch vast brugdek
 Metselwerk bakstenen - 1899 - Opleggingstype : Geen - Berekeningsbelasting : spoor: LM1 - 20kN/m² - voelpad: 5 kN/m²
 Varia :
⚠ Hoogte van bovenleidingsbescherming :: 1,36m
⚠ Afstand spoor/wand(Pijler of landhoofd) spB :: 2,1m
Onderbouw Metselwerk bakstenen - 1899 - Fundering op staal
Sector - Tel. LA A NORD - 911 457 56 - Koen Willems (Arr:10)
Status ⚠ Lopende studie :: 517
SAP Kostenplaats 510003 / Eterbeek Watermaal HS I-N
Geometrie : ASleng.: 92,05 m / ASbreed.: 14,01 m / Oversp.: 30 m
 Norm. Open.: 30 m / Schu. Open.: 30 m / VrijH.: 17,3 m
Karakteristieke oppervlakte bevestigd : 1302 m²
Lambert 72 X = 151819,36 / Y = 167451,52 -> Infragis  @

4 foto(s) **Gesc. Over.** WORD Over. **Minis. Besl.** **Schouwingen** **Dokumenten / Codes** **Boekje** **Postmail I-AM 34** **Plannen** **Opdrachten** **Boekhouding**
SSP **Sectioneringsplannen** **Plans Sporen** **Phoenix** **Budget** **DRAWIN(7)** **TEUV** **Vermoeiingsfiche** **Studies** **Checklist**  



17

DATABASE CIVIL ENGINEERING

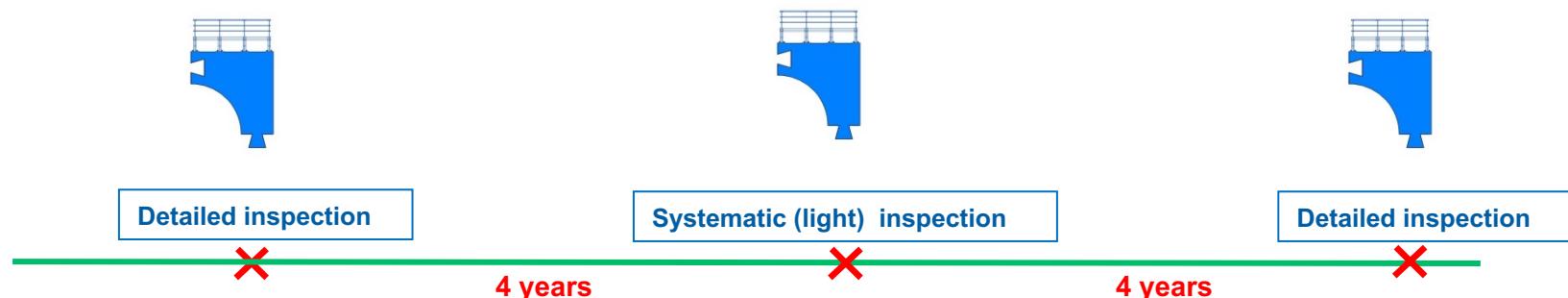


- Identification (unique)
- Localisation (GPS coordinates) & access
- Geometrical data
- Plans - Design note - Design load
- Contract with third parties
- Correspondence
- Inspection reports
- Financial information

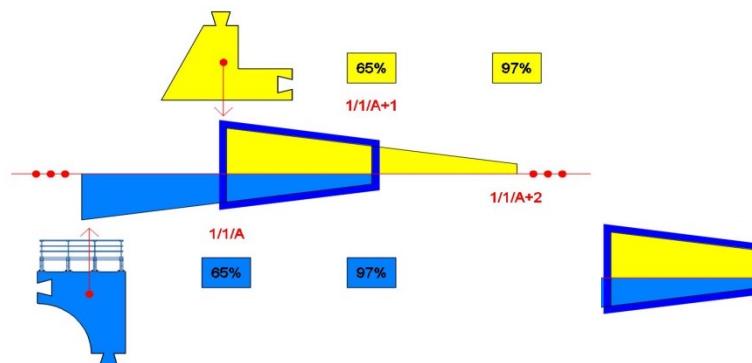
BRIDGE INSPECTIONS



- Alternation of “Detailed“ and “Systematic“ inspection



- Time line = 2 year



- Monitoring of any remaining 3% in year A+2

BRIDGE INSPECTIONS

1. Check data inventory
2. Checklist inspection
3. Check evolution previous defects
4. New defects
5. Identification maintenance (incl. measurement of quantities)



BRIDGE INSPECTIONS

161...009352/S/007 Page 1 of 14

SCHOUWINGSVERSLAG 161...009352/S/007

Sector: NORD Naam: Aan. Fraiteurlaan - Avenue Ann. Fraiteur
Lijn: 161 Plaats: ELSENE
Km: 0,352 Schouwingsbaanvak: L. 161 (Km 6,800 à 19,038)

Kenmerken kunstwerk
161...009352
Bouwjaar bovenbouw: 1899
Jaartal laatste schilderwerk: 2020
Brugconcept: Gewelfboog
Bruggenre: Hyperstatisch vast brugdek
Brugsoort: OVB

Schouwingsresultaten
Aard schouwing: Systematische schouwing
Risico stabiliteit: 2 : Schade die niet tot verkeersbeperkingen kan leiden vóór de volgende schouwing. Geen verplichte interventie vóór de volgende schouwing
Risico veiligheid: 2 : Schade of toestand zonder of met beperkte invloed op de veiligheid maar die in de toekomst zou kunnen leiden tot een gebrek aan veiligheid. Geen verplichte interventie vóór de volgende schouwing
Bevindingen Schouwingenieur
Bevindingen verantw. Ingenieur:
Studie vervangen wegdek en waterdichting lopende
Bevindingen Schouwingeur:
Bevindingen verantw. Ingenieur:
Studie vervangen wegdek en waterdichting lopende
Bevindingen Schouwingeur:
- Ouvrage dans un état général satisfaisant ;
- Prévoir le remplacement des couvercles de cv en vinyle par un système plus étanche, en effet, les cavités situées dans les piles étaient remplies d'eau.
- Lors de l'ouverture des fondations de celles-ci ont été débouchées afin d'évacuer les 4 à 5000Litres d'eau présente dans chaque pile.
- Tout l'ouvrage a été sondé, les maçonneries menaçantes ont été enlevées et des ancrages et cornières ont été posés afin de supporter les maçonneries en port à faux.
- Prévoir l'enlèvement de la végétation sur, sous et aux abords de l'ouvrage.

Datum Verslag Schouwer	26/08/2016	Naam schouwer	David Desquesne	.
Datum Zone		Verantwoord. Schouwing		.
Datum kennisname verantw. Ing.	27/07/2017	Verantwoordelijke ir.	Koen Willems	.
Datum Brussel	27/07/2018			

http://infciiwwwv001/am34/a719/rapports/inspection2.asp?insp_id=5200002910&id=... 15/11/2023

161...009352/S/007 Page 2 of 14

01 - LANDHOOFD

01. 01 : Fundering
- Bon état général ;

01. 03 : Parement
- Etat général satisfaisant ;
- Présence de quelques joints dégradés ;

01. 05 : Vleugel- en keermuur
- Etat général satisfaisant ;
- Locallement, le parement maçonnerie de briques Coté Namur, voie A :
- prévoir l'enlèvement du lierre
- Jonctionnement en recherche d'environ 8 m²
- Traces de efflorescence
- Le décolllement de la pierre bleue sans conséquence ;
Coté Voie B :
- trace d'humidité
- maçonnerie de brique dégradés sur environ 10 m²
- Jonctionnement en recherche d'environ 8 m²
- les moulures de pierre bleue montrent des signes de vieillissement sans conséquence ;
- prévoir l'enlèvement du lierre
Coté Schaarbeek, Voie A et B:
-Prévoir l'enlèvement de la végétation ;

01. 12 : Ophoging
-Etat général satisfaisant ;
- Prévoir l'enlèvement de la végétation aux abords de l'ouvrage ;

02 - PIJLER

02. 06 : Kolum of wand
- Etat général satisfaisant ;
- Coté Namur Coté VA:
- Efflorescence environ la moitié de la surface
- Locallement les joints sont profond 4 m²
- trace d'humidité
- coté Voie B :
- joints profonds sur environ 8 m²
- Nombreuse trace d'humidité ;
têtes:
- Jonctionnement en recherche
- Ecaille maçonnerie de briques (peignée), des ancrages ont été placés afin de prévenir des chutes de maçonnerie instable.

04 - GEWELF

04. 02 : Gedrukt boog
Voute centrale:
- Présence de zones humides (en particulier dans les environs des mur de tête) (photo n° 5)
- Jonctionement en recherche d'environ 30 m².

Voute latérale:
- Jonctionement en recherche d'environ 20 m² ;
- la végétation a été enlevée lors de la visite ;
- présence de trace de salpêtre
- Présence de trace d'humidité au droit des pierres d'angle sur une largeur de 1,50 m
- Maçonnerie gelée sur environ 4 m²

04. 03 : Kopmuur

http://infciiwwwv001/am34/a719/rapports/inspection2.asp?insp_id=5200002910&id=... 15/11/2023

161...009352/S/007 Page 13 of 14

Photo n° 37
\\amnciappw009\\11\\fotos\\161...009352+S007+F037.JPG

Photo n° 38
\\amnciappw009\\11\\fotos\\161...009352+S007+F038.JPG

Photo n° 39
\\amnciappw009\\11\\fotos\\161...009352+S007+F039.JPG

Photo n° 40
\\amnciappw009\\11\\fotos\\161...009352+S007+F040.JPG

http://infciiwwwv001/am34/a719/rapports/inspection2.asp?insp_id=5200002910&id=... 15/11/2023



BRIDGE INSPECTIONS - EVALUATION

Primary safety

STABILITY - LOAD CAPACITY



Secondary safety

SAFETY of all users



- 1 = No intervention needed
- 2 = Only small defects (no need for action before next inspection)
- 3 = Defects that need to be solved before the next inspection
- 4 = Immediate action needed (< 6 months)

BRIDGE INSPECTIONS - EVALUATION

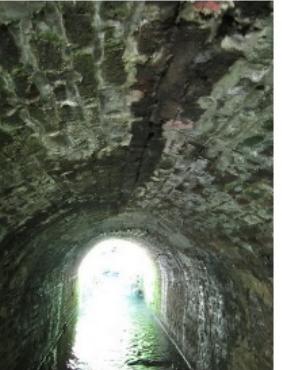
Gezochten Woord :

Beschouwde KW : Alle type gewelven

[Defectenlijst](#) [Schouwingshandleiding](#)

1 of 1 Records

N° : 48 Description : Fracture longitudinale de la voûte
OA concernés : Tout type de voûtes



Avant 1ères mesures - Stabilité : 4 Sécurité : 4

Mesures proposées :

- consultation de I-AM.34 pour examiner la pose éventuelle d'un ART
- pose d'un renforcement de voies :
- si renforcement standard (Lg 7m) : aucune autre mesure
- si 2 rails boulonnés en renfort du rail : mise en observation de l'OA (cycle : tous les mois)

Après 1ères mesures - Stabilité : 3 Sécurité : 3

Mesures à prendre en 2ème phase :

Nr : 48 Beschrijving : Langse breuk van het gewelf
Beschouwde KW : Alle type gewelven

Fissure longitudinale en clé de voûte débutant au droit de la fissure transversale direction mur de tête voie B avec un décrochement de 3 cm à 0 sur une longueur de 2,5 m



Vóór 1ste maatregelen - Stabiliteit : 4 Veiligheid : 4

Voorgestelde maatregelen :

- raadpleging van I-AM.34 voor de eventuele plaatsing van een BTS
- plaatsing van een spoorversterking :
- indien een standard spoorversterking (lg 7m) : geen andere maatregel
- indien 2 gebouwde staven langs de spoorstaaf : KW onder toezicht houden (cyclus elke maand)

Na 1ste maatregelen - Stabiliteit : 3 Veiligheid : 3

In de 2de faze te nemen maatregelen :

MONITORING OF THE PROCES

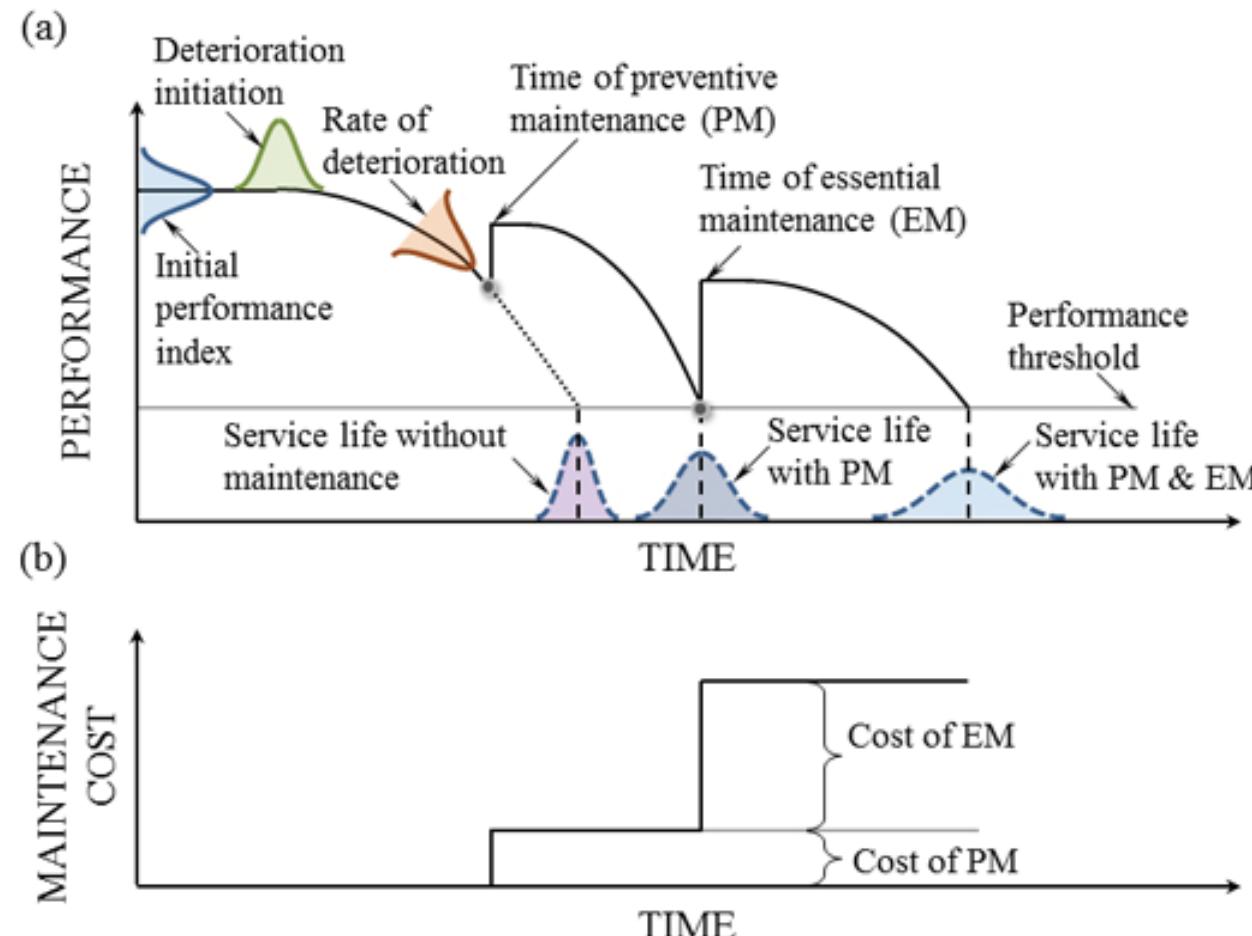
Jaar :	Area :	Sector :	Schouw.Baav. :	Schouwingtype :	Status :	Alle TOS	Alle KW van schbv																		
2018	Brussel				In opvolging Buiten SLA	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>																		
JAARLIJKSE SCHOUWINGSFICHE VOOR KW (buiten Kleine Bouwwerken) : Jaar : 2018 : 296 Records																									
<u>L. 028 (Nord) - Grondige Schouwing</u>																									
Kunstwerk	Spec. ploeg	Omschrijving	Type	RapportNr	TOS	Datum TOS	LA	Datum LA	Datum I-AM.34	Stab.	Veil.	Gesch.	LA	Grad.	I-AM 34	Glob.	# DEF	# JPG	# PDF						
028-1.000585		Kruising Metro onder L28/1	ONB	028-1.000585/S/001		04/04/2017		23/08/2018	28/08/2018	1	1	●	●	●	●	●	11	20	1						
028...001575		na de Teichmannbrug	Steunmuur	028...001575/S/003		28/09/2018				●	●	●	●	●	●	●	5	9	1						
028...002872		tussen Kerkeveldstraat en supermarkt	Steunmuur	028...002872/S/004		30/03/2018		23/08/2018	28/08/2018	1	1	●	●	●	●	●	4	5	1						
028...003239		Supermarkt GB - Supermarché GB	OVB	028...003239/S/007		21/09/2018				●	●	●	●	●	●	●	17	20	9						
028...003255		E. Bockstaelplein - Place E. Bocksta	OVB	028...003255/S/009		04/05/2018		23/08/2018	28/08/2018	2	2	●	●	●	●	●	19	19	1						
028...003431		tussen Bockstaelplein en Charles Dem	Steunmuur	028...003431/S/003		20/04/2018		23/08/2018	28/08/2018	1	1	●	●	●	●	●	5	8	2						
028...003482		tussen Bockstaelplein en Charles Dem	Steunmuur	028...003482/S/003		20/04/2018		23/08/2018	28/08/2018	1	1	●	●	●	●	●	4	4	2						
028...003798		tussen Charles Demeerstraat en Bockstae	Steunmuur	028...003798/S/003		20/04/2018		23/08/2018	28/08/2018	1	1	●	●	●	●	●	4	4	1						
028...003967		C. Demeerstraat - Rue C. Demeer	OVB							●	●	●	●	●	●	●									
028...004515		tussen belgica en pannenhuis (spoor	Steunmuur	028...004515/S/003		18/05/2018		23/08/2018	28/08/2018	1	1	●	●	●	●	●	5	8	3						
028...004600		tussen belgica en pannenhuis (spoor	Steunmuur	028...004600/S/003		25/05/2018		23/08/2018	28/08/2018	1	1	●	●	●	●	●	3	7	2						
028...004686		Belgicalaan - Boulevard Belgica	OVB							●	●	●	●	●	●	●									
028...004708		Entre l'avenue Belgica et la chaussée	Steunmuur	028...004708/S/004		25/05/2018		06/09/2018		1	2	●	●	●	●	●	3	5	1						
<u>L. 028 (Sud) - Grondige Schouwing</u>								Kunstwerk	Spec. ploeg	Omschrijving	Type	RapportNr	Datum TOS	Datum LA	Datum I-AM.34	Stab.	Veil.	Gesch.	LA	Grad.	I-AM 34	Glob.	# DEF	# JPG	# PDF
028...005040		geluidsmuur – spoor B langs metro	Geluidsmuur	028...005040/S/001		30/03/2018		25/07/2018	26/07/2018	1	1	●	●	●	●	●	2	5	1						
028...005108		Steenweg naar Jette - Chaussée de Je	OVB	028...005108/S/006		25/05/2018				●	●	●	●	●	●	●	13	10	1						
028...005109		tussen jettesteenweg en kop tunnel s	Steunmuur	028...005109/S/004		30/03/2018		25/07/2018	26/07/2018	1	1	●	●	●	●	●	6	5	1						
028...005110		Mur le long du métro (voie B)	Steunmuur	028...005110/S/002		30/03/2018		25/07/2018	26/07/2018	1	1	●	●	●	●	●	3	5	1						

4. Life Cycle Assessment



Life Cycle Management

Frangopol's life-cycle integrated management model for civil infrastructure systems



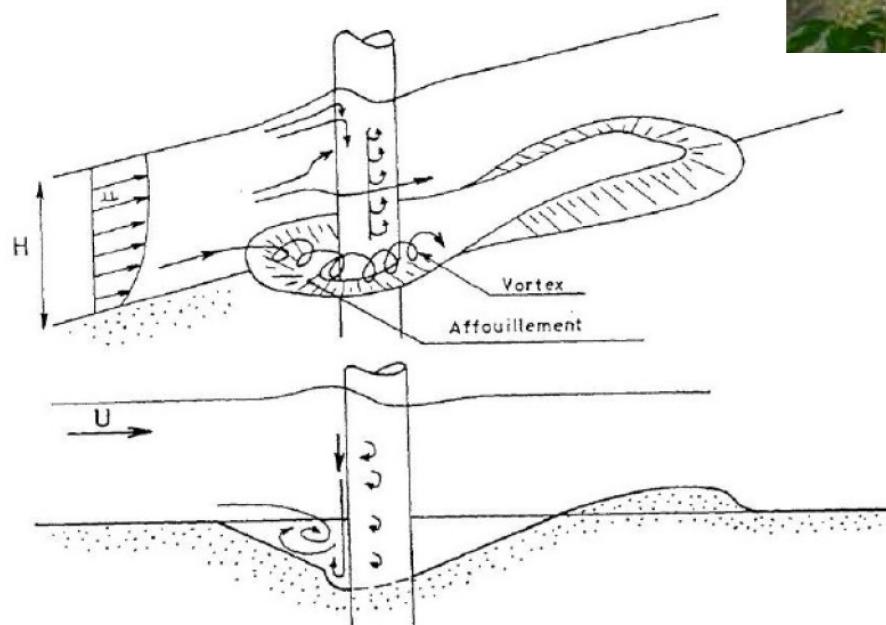
5. Arch Bridges



Before you begin... take some distance



Masonry Arch Bridges on rivers



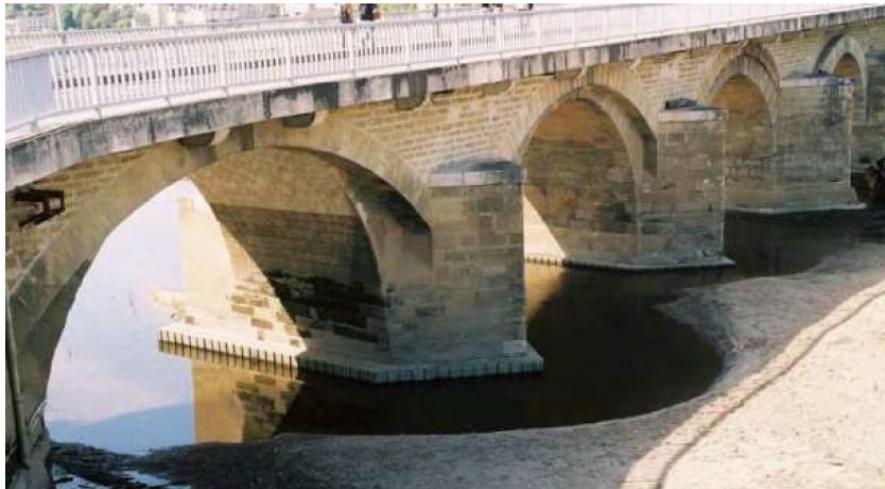
Masonry Arch Bridges on rivers – Differential settlements



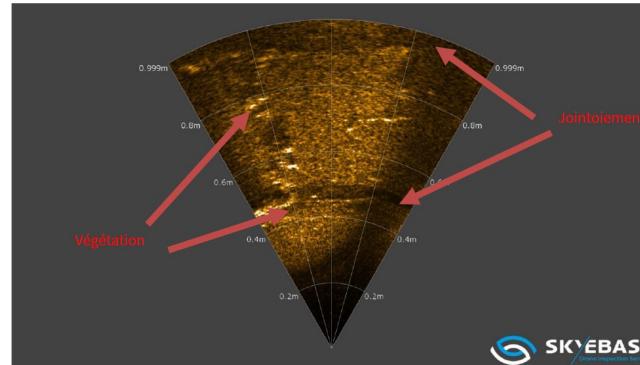
Longitudinal crack inside the vault

Transversal crack at the top of the vault

Masonry Arch Bridges on rivers - Inspection



ROV + Sonar + camera



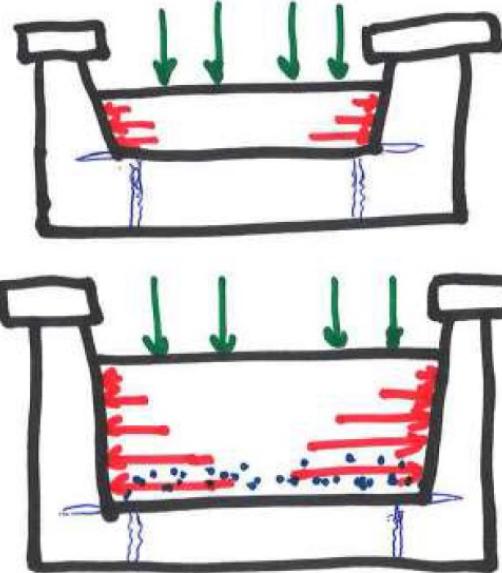
Masonry Arch Bridges – Repair works (shotcrete)



Masonry Arch Bridges – Reinforcement of foundation



Masonry Arch Bridges – Longitudinal cracks



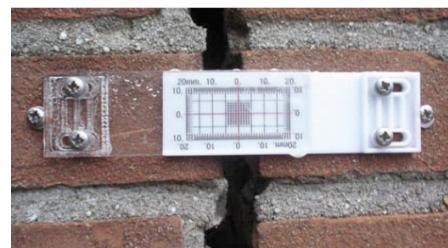
Increase of load
(density of traffic, heavier axle
loads, extra ballast after
maintenance of track,...)



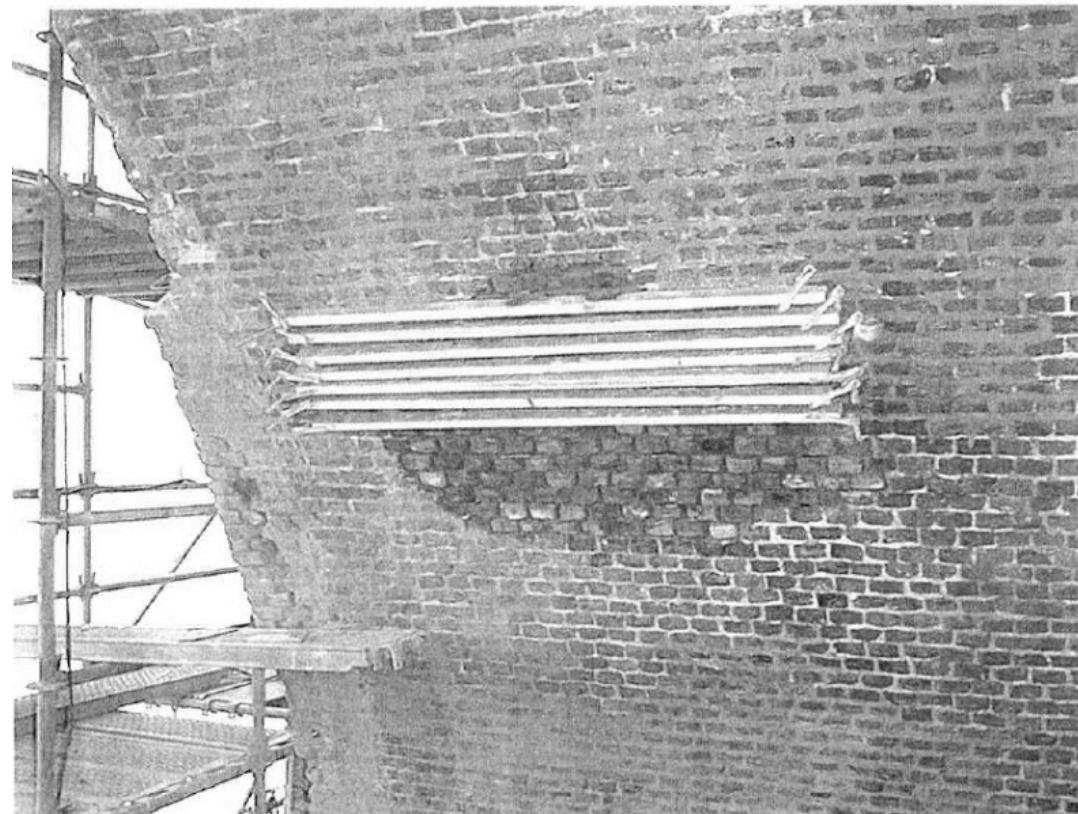
Increase of internal pressure



Longitudinal cracks at
the edge of the vault



Masonry Arch Bridges – Internal cracks parallel to the intrados



Internal desolidarisation of a layer of bricks = hidden defect



“Hammering” the surface
(hollow sound)



Difficult and dangerous to repair
(how to reinstall compression?)

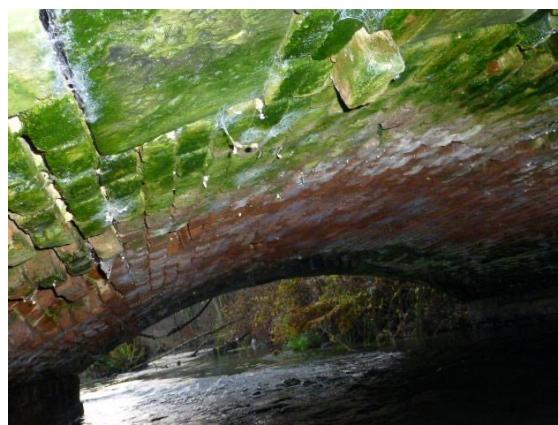
Masonry Arch Bridges – General defects



Vegetation



Surface weathering



Defective jointing
Poor waterproofing
Stone removal

Renewal of the waterproofing



Frequency =
every 40 years
(unless it's in
good condition)



Verbreding metselwerkgewelf



Vernieuwing metselwerkgewelf



Conclusion

- Keep out the water
- Avoid differential settlements
- Keep an eye on the spandrel walls when changing the loads





