



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.

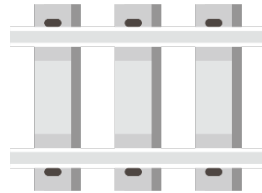


On the Belgian network



10,249

signals act as interface
between the signal box
and the driver



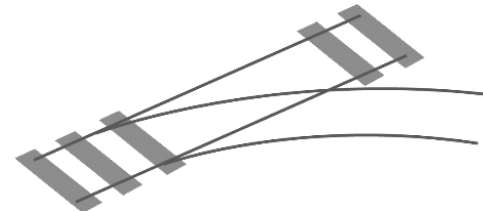
3,607

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

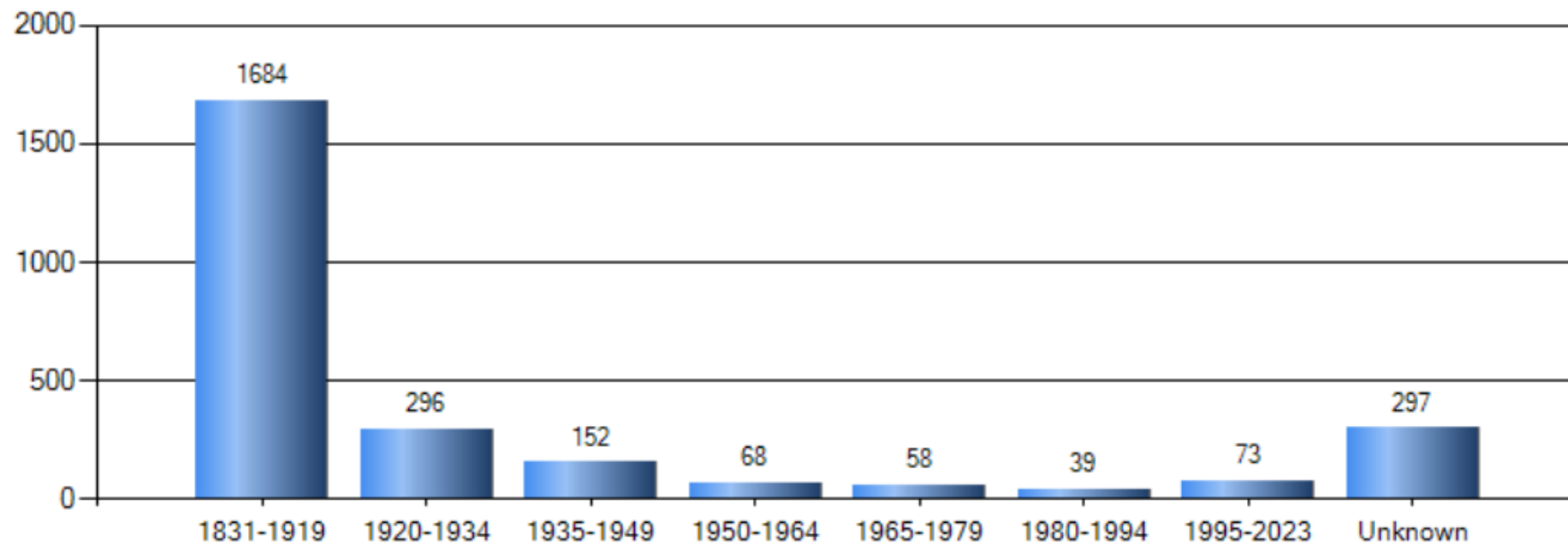
On the Belgian network

Civil engineering structures

Column1	Area CE	Area NE	Area NW	Area SE	Area SW	TOTAL
Unterpass	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

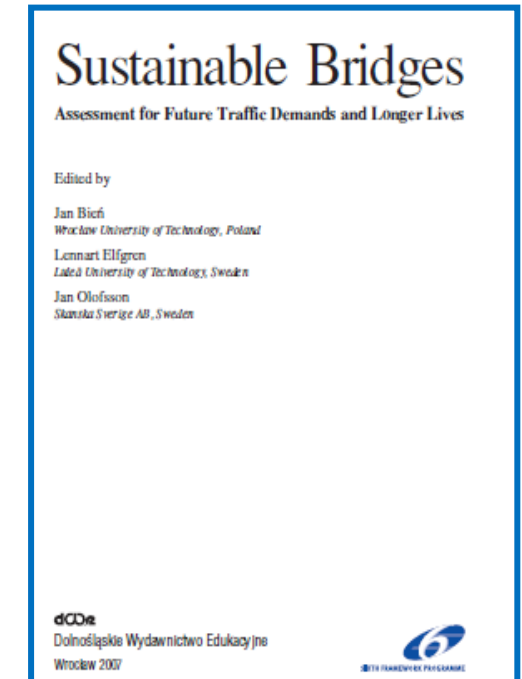
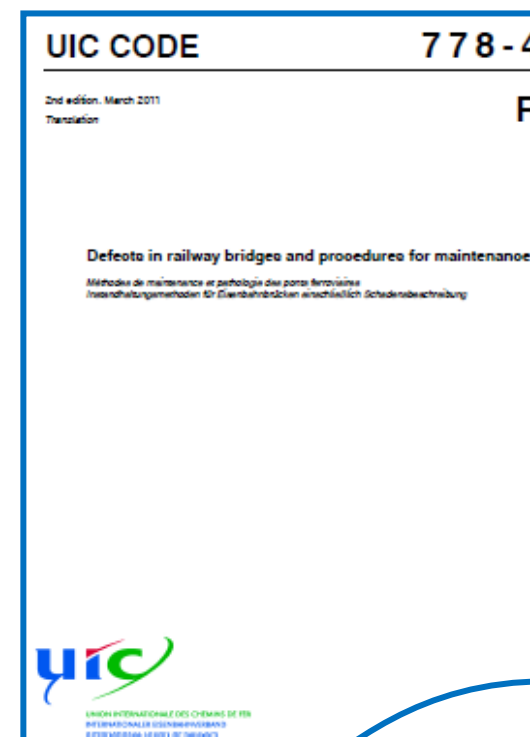
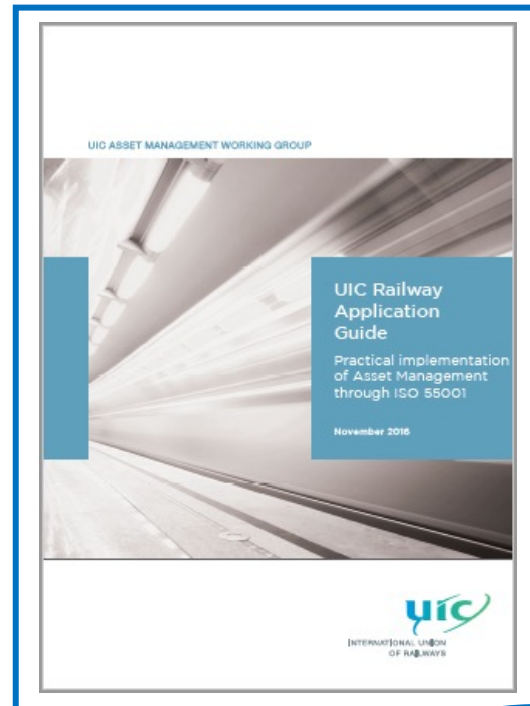
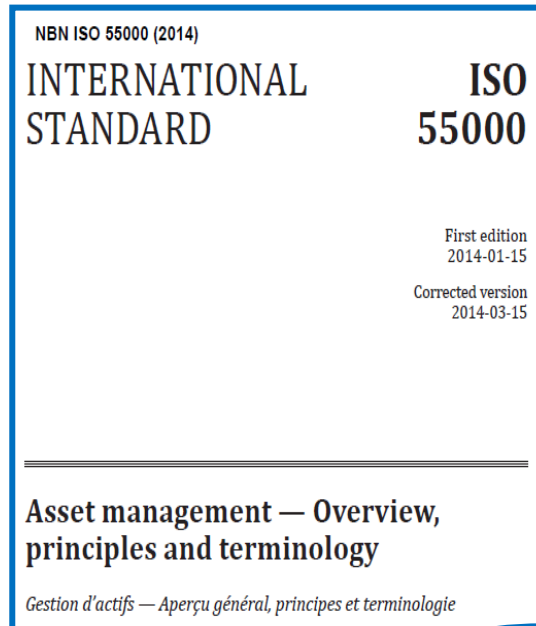
Arch bridges – Year of construction



2. Asset Management



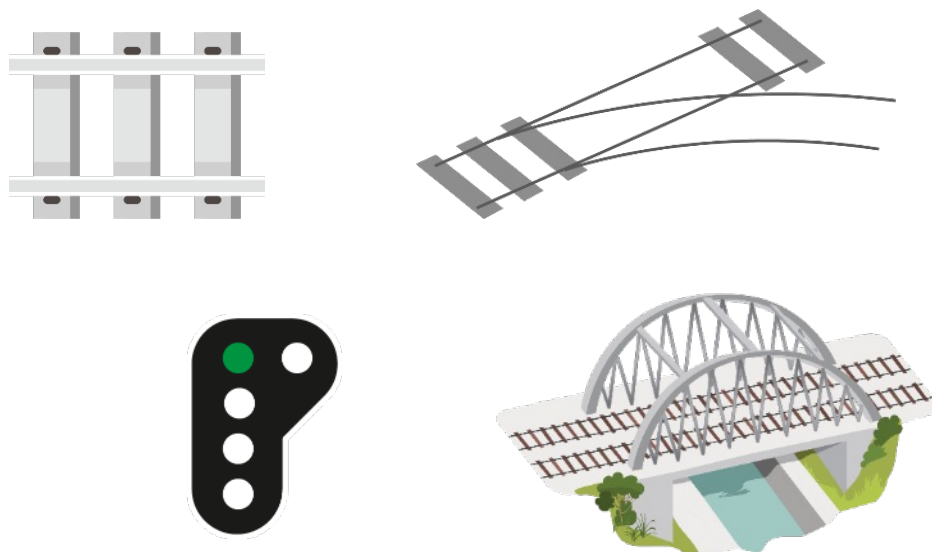
Asset Management – Reference documents



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.



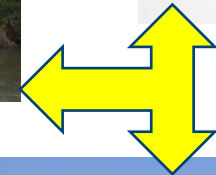
0.1 What is asset management?

PAS 55-1 defines asset management as:

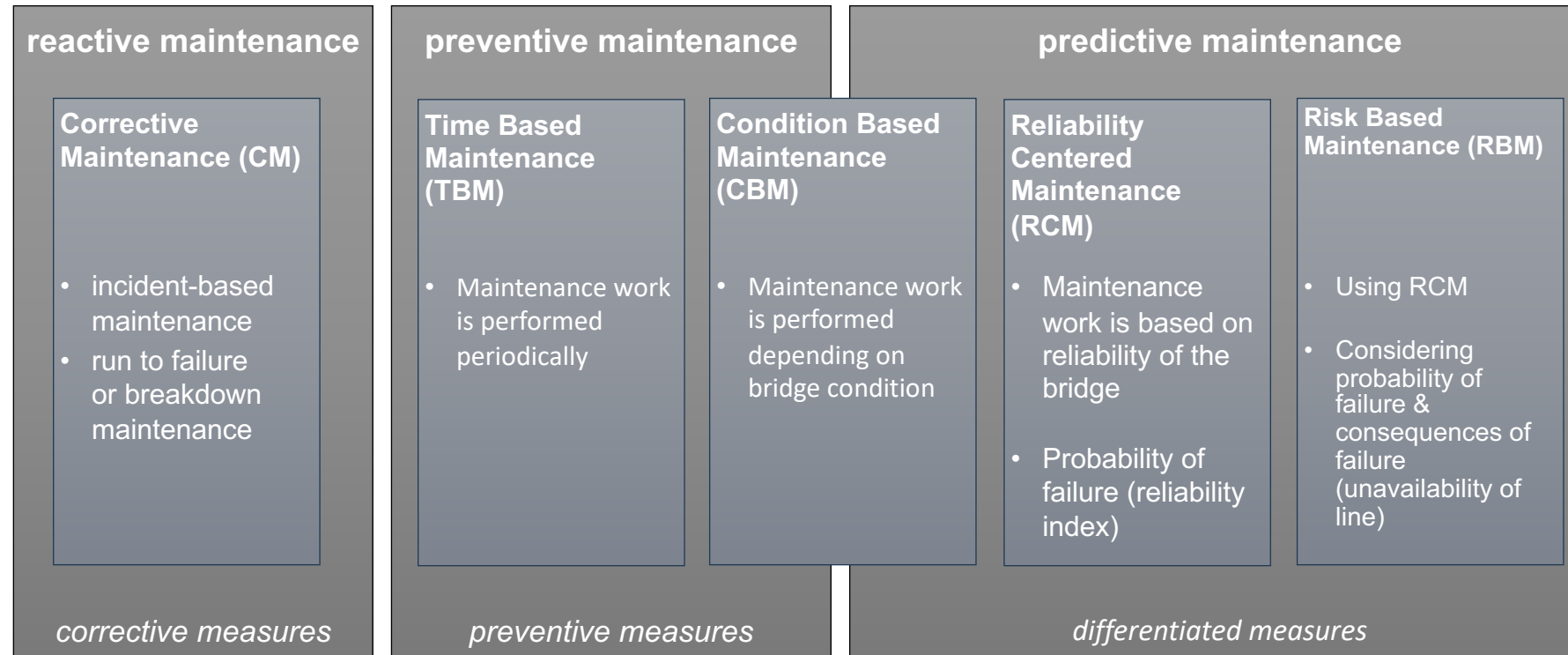
systematic and coordinated activities and practices through which an organization optimally and sustainably manages its assets and asset systems, their associated performance, risks and expenditures over their life cycles for the purpose of achieving its organizational strategic plan

Asset Management - Definition

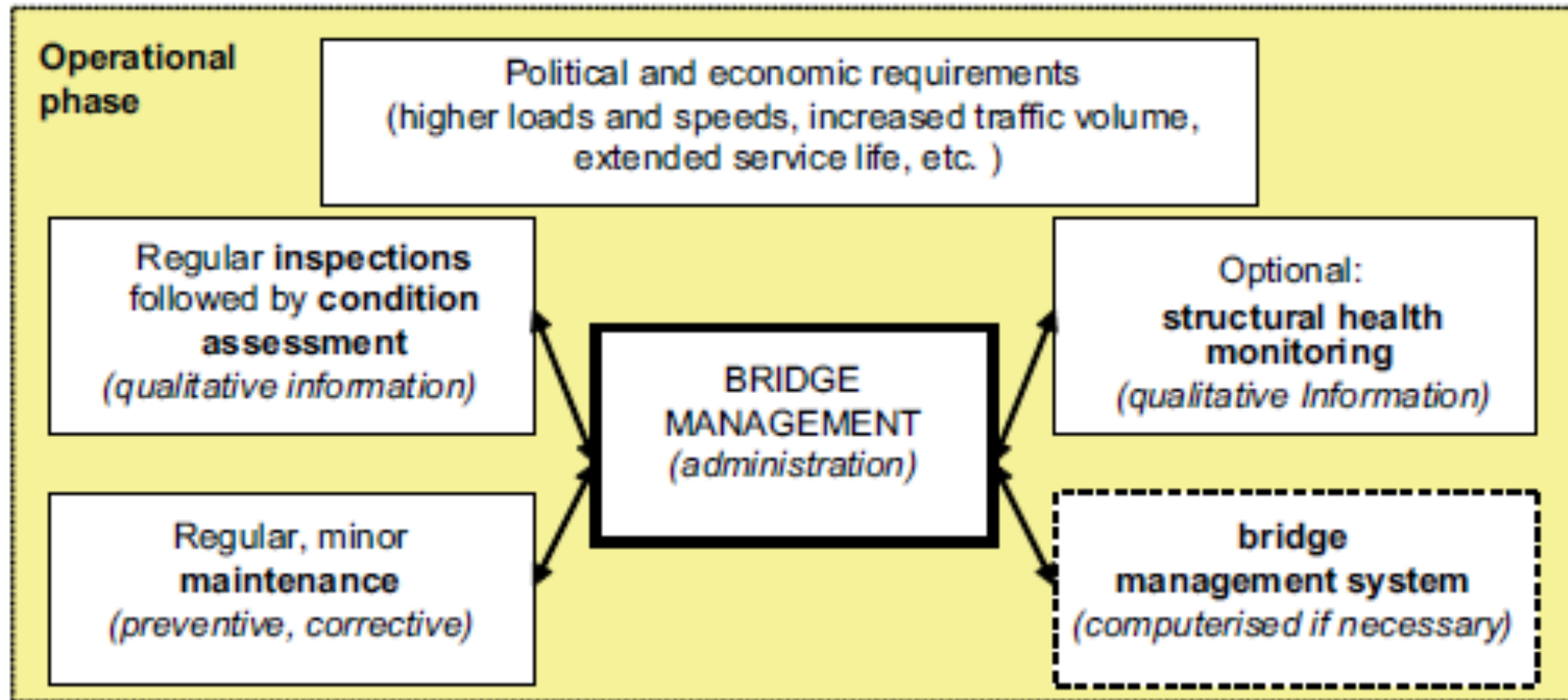
Asset Management is fundamentally about achieving an appropriate balance of asset cost, risk and performance to meet organisational objectives and deliver value from the assets to an organisation and its stakeholders.



Maintenance strategies



Bridge Management (UIC 778-4)



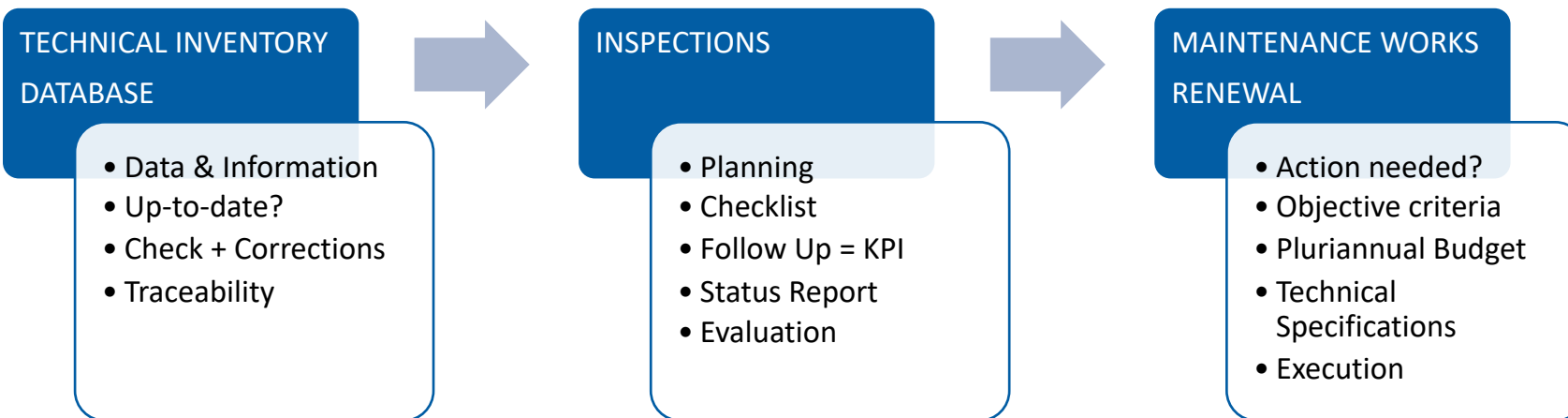
SB-guide (2007)

3. Infrabel - Rational Maintenance



DATABASE CIVIL ENGINEERING

Internal Regulation
RTV KW 02
Maintenance of Bridges



DATABASE CIVIL ENGINEERING

KUNSTWERKBOEKJE 161...009352

Sector : NORD
Lijn : 161 - SCHAERBEEK - NAMUR
Km : 9,352
Type : OVB

Beschrijving : Am. Fraiteurlaan - Avenue Am. Fraiteur
Gemeente : ELSENE
Schouwingsb. : L. 161 (Km 6.800 à 19.038)
Status : In opvolging - In dienst

TECHNISCHE GEGEVENS

Algemeenheden
Concept : Gewelfboog
Genre : Hyperstatisch
voet brugdek
Berekeningslast : spoor LM1 -
20kN/m² - voetpad : 5 kN/m²
Obst./Gabar. : NEEN
Vana :

Gekruiste Infrastructuur
Alleen voetgangers en fietsers ☐
Autosnelweg ☐
Watersweg ☐
Verkeersweg ☒
Wilddieren ☐
Sporweg ☐

Geometrie
Aant. Overspanningen : 3
Aant. brugdekken : 1
Lengte volgens KWAs. : 92,05m
Breedte loodrecht KWAs. : 14,01m
Schuine Opening : 30m
Overspanning : 30m
Vrije hoogte : 17,3m
Schuine : 90°

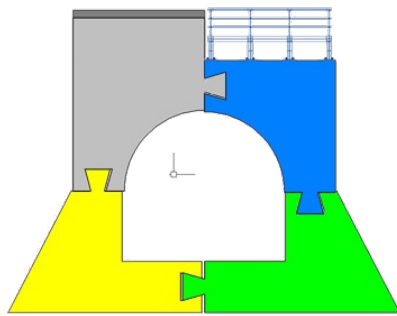
Onderbouw
Bouwjaar : 1899
Fundering : Fundering op staal
Materieel : Metselwerk bakstenen

Afstand spoor/wand(Pijler of landhoofd) spA : 4,76m
Afstand spoor/wand(Pijler of landhoofd) spB : 2,1m



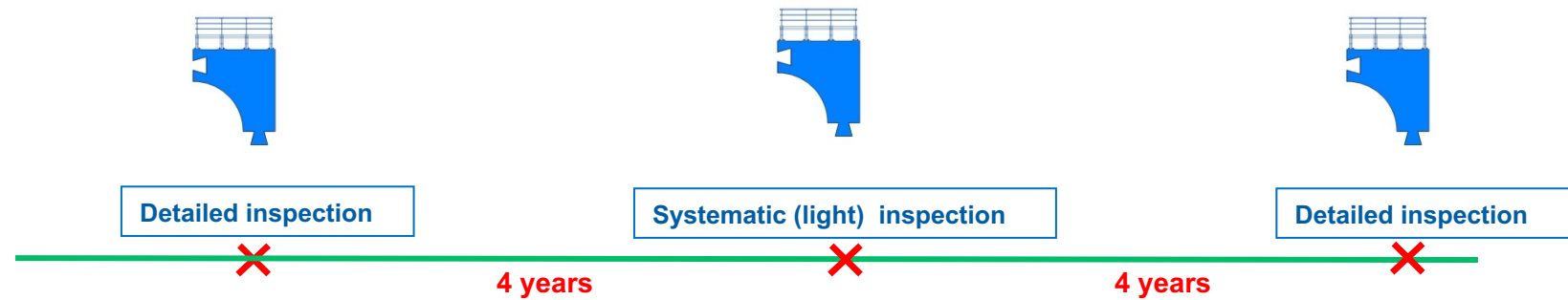
- Identification (unique)
- Localisation (GPS coordinates) & access
- Geometrical data
- Plans - Design note - Design load
- Contract with third parties
- Correspondence
- Inspection reports
- Financial information

BRIDGE INSPECTIONS

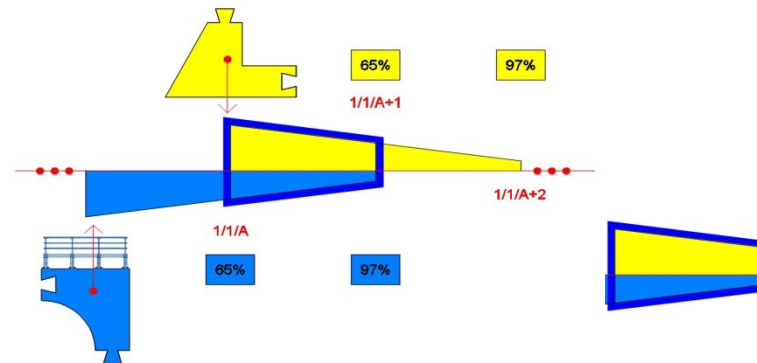


"11.749 assets"

- Alternation of "Detailed" and "Systematic" inspection



- Time line = 2 year



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

BRIDGE INSPECTIONS

TAAK	Systematische schouwing	Grondige schouwing
ALGEMEENHEDEN		
Visuele controle van de toegankelijke delen zonder speciale middelen (rubberboot, hoogwerker, buitendienstname van enige verkeersvorm (spoorverkeer, wegverkeer, scheepvaart), enz. ...)		
Visuele controle van de niet vrij toegankelijke delen	✓	✓
Visuele controle van de defecten die werden vermeld in het laatste schouwingverslag, zowel als ze zich in vrij toegankelijke of niet in vrij toegankelijke zone bevinden	✗	✓
Kammen van alle delen die een risico voor onmiddellijke uitval vertonen	✓	✓
ONDERBOUW		
Metselwerken van onderbouw systematische afkloppen		
In kaart brengen van de zones van scheuren wanneer ze in hoge mate voorkomen of wanneer ze vragen oproepen omtrent de stabiliteit	van alle verdachte zones + 5% van de oppervlakte van de vrij toegankelijke zones	van alle verdachte zones + 20% van de oppervlakte goed verspreid
In kaart brengen van de scheuren met een breedte > 2 mm	✗	✓
In kaart brengen van slecht voegwerk met meting van percentage van de oppervlakte (onderscheid volgens de diepte < of > 15mm)	V (nieuwe scheur)	✓
Plaatsen getuigen op verdachte scheuren	V (nieuwe zone)	✓
In kaart brengen van beschadigde metselwerk met meting van percentage van de oppervlakte (voor oppervlakte van missende bakstenen, onderscheid maken volgens het aantal rollen)	V (nieuwe zone)	✓
Controle van de verdachte bewegingen of vervormingen	✓	✓
Opname van de overhellingen van de parement	✓	✓
WATERAFVOEREN		
Controle van het afvoernet voor regenwater, spuwers, drainage, ...	V (in vrij toegankelijke zones)	50 %
In kaart brengen van natte zones (eventueel met mosgroei)	V (nieuwe zone)	✓
In kaart brengen van eventuele waterlekken (eventueel met kalkafzetting)	V (nieuwe zone)	✓
Controle van eventuele vorstschade	✓	✓
VARIA		
Controle van de dienstdaaden	✓	✓
Controle van de leuningen en van hun dekstenen (en controle van het risico van persoonlijk bij het bouwwerk)	✓	✓
Controle van de opstopping van het bouwwerk en /of doorstroming van het water	✓	✓
Controle van de begroeiingen	✓	✓
Controle van de aarding van de leuningen en/of van de bovenleidingsbeschermingen	V (vanop afstand)	V (vanop afstand)
Controle bevestiging bovenleiding	✓	✓
Controle van de beschermingen voor bovenleidingen	✓	✓
Controle betonschade tgv aanrijdingen	✓	✓
Controle van de wegdek	✓	✓

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: Am. Fraiteurlaan - Avenue Am. Fraiteur
Lijn: 161 Plaats: ELSENE
Km: 9,352 Schouwingsbaanvak: L. 161 (Km 6.800 à 10.038)

Kenmerken kunstwerk

161...009352
Bouwjaar bovenbouw: 1899
Jaartal laatste schildenwerk: 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 Schouwer

- Ouvrage dans un état général satisfaisant ;
- Prévoir le remplacement des couvertures de cv en voirie par un système plus étanche, en effet, les cavités situées dans les piles étaient remplies d'eau.
- Lors de l'inspection, les barbacanes de celles-ci ont été débouchées afin d'évacuer les 4 à 5000 Litres d'eau présente dans chaque pile.
- Tout l'ouvrage a été sondé, les maçonneries menaçantes ont été enlevées et des ancrages et cornières ont 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://infciwvww001/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. 08 : Vleugel- en keermuur

- Etat général satisfaisant ;
Les murs de soutènement: maçonnerie de briques
Côté Namur, voie A:
- prévoir l'enlèvement du lier
- Jonctionnement en recherche d'environ 8 m²
- Traces de efflorescence
- le vieillissement de la pierre bleue sans conséquence ;
Côté Voie B:
- trace d'humidité
- maçonnerie de brique dégradéesur environ 10 m²
- Jonctionnement en recherche d'environ 6 m²
- les moulures des pierre bleue montrent des signes de vieillissement sans conséquence ;
- prévoir l'enlèvement du Lier
Côté Schaerbeek, 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 : Kolom of wand

- Etat général satisfaisant ;
Arrière Côté VA:
- Efflorescence environ la moitié de la surface
- Localement les joints sont profond 4 m²
- En état très humide
arrière côté VB:
- joints profonde sur environ 6 m²
- Nombreuse trace d'humidité ;
têtes:
- Jointolement en recherche
- Ecaillage maçonnerie de briques (peignée), des ancrages ont été placés afin de prévenir des chute de maçonnerie instable.

04 - GEWELF

04. 02 : Gedrukte boog

Voûte centrale:
- Présence de zones humides (en particulier dans les environs des mur de tête) (photo n° 5)
- Jointolement en recherche d'environ 30 m².

Voûtes latérales:
- Jointolement 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 gelive sur environ 4 m²

04. 03 : Kopmuur

http://infciwvww001/am34/a719/rapports/inspection2.asp?insp_id=5200002910&id=... 15/11/2023

161...009352/S/007

Page 13 of 14

Photo n° 37

\\amciapw009
11.cifotosi161...009352+S
007+F037.JPG



Photo n° 38

\\amciapw009
11.cifotosi161...009352+S
007+F038.JPG



Photo n° 39

\\amciapw009
11.cifotosi161...009352+S
007+F039.JPG



Photo n° 40

\\amciapw009
11.cifotosi161...009352+S
007+F040.JPG


http://infciwvww001/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 :


1 of 1 Records

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



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

Fissure longitudinale en ciel 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



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 :

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 geboute staven langs de spoortstaaf : KW onder toezicht houden (cyclus elke maand)

Na 1ste maatregelen - Stabiliteit : 3 Veiligheid : 3

in de 2de fase te nemen maatregelen :

MONITORING OF THE PROCES

Jaar :

2018

Area :

Brussel

Sector :

Schouw. Baanv. :


Schouwingtype :

Status :

In opvolging Buiten SLA

☒ Alle
☐ Aktie TOS
☐ Aktie LA

Alle KW van schbv



JAARLIJKSE SCHOUWINGSFICHE VOOR KW (buiten Kleine Bouwwerken) : Jaar : 2018 : 296 Records

L. 028 (Nord) - Grondige Schouwing

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 Demeerstr 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

L. 028 (Sud) - Grondige Schouwing

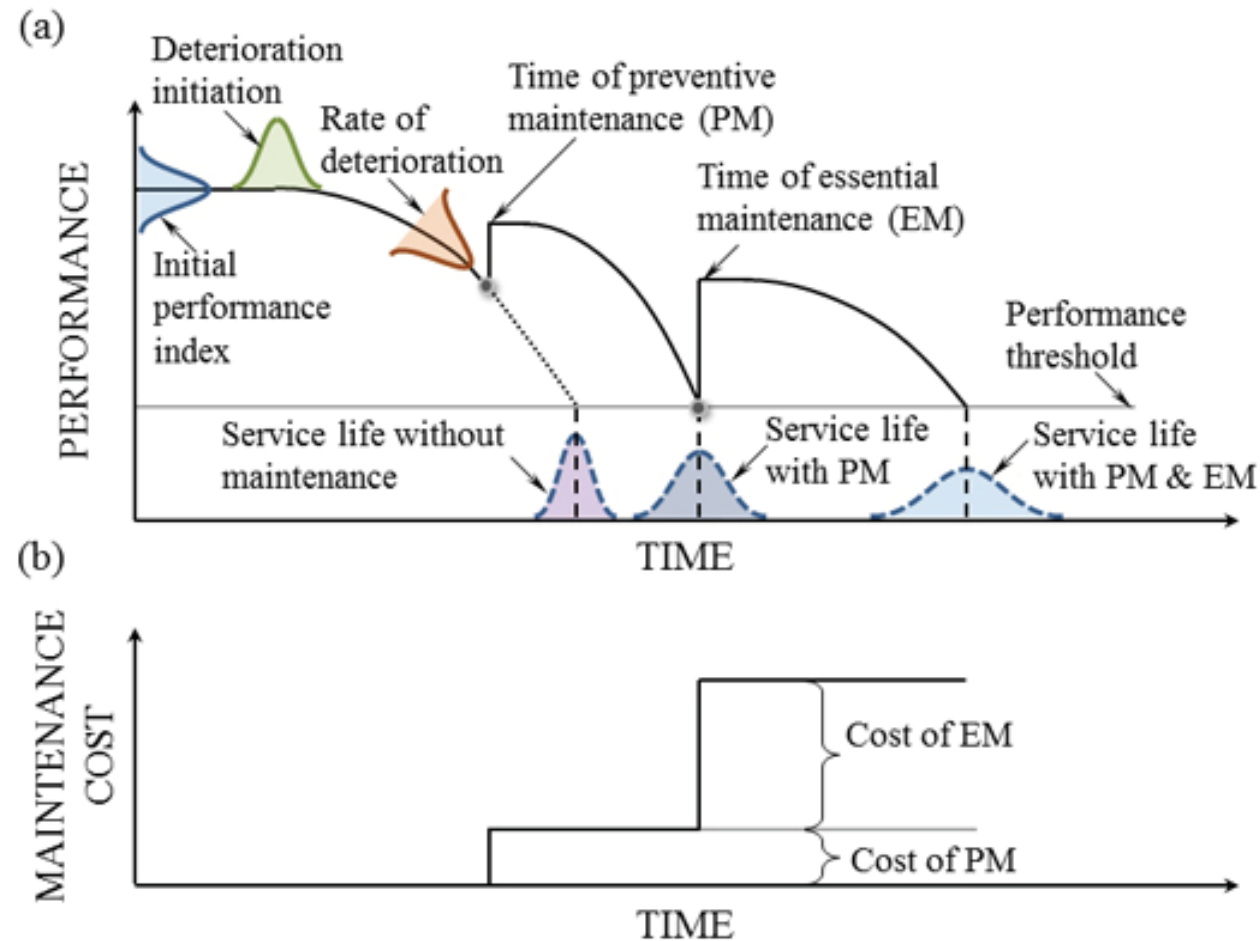
Kunstwerk	Spec. ploeg	Omschrijving	Type	RapportNr		Datum TOS		Datum LA	Datum I-AM.34	Stab.	Veil.	Gesch.	LA	Grad.	I-AM.34	Glob.	# DEF	# JPG	# PDF
028...005040		geluidsmuur – spoor B langs metro	Geluidsmuur	028...005040/S/001		30/03/2018		25/07/2018	26/07/2018	1	1						2	5	1
028...005108		Steenweg naar 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



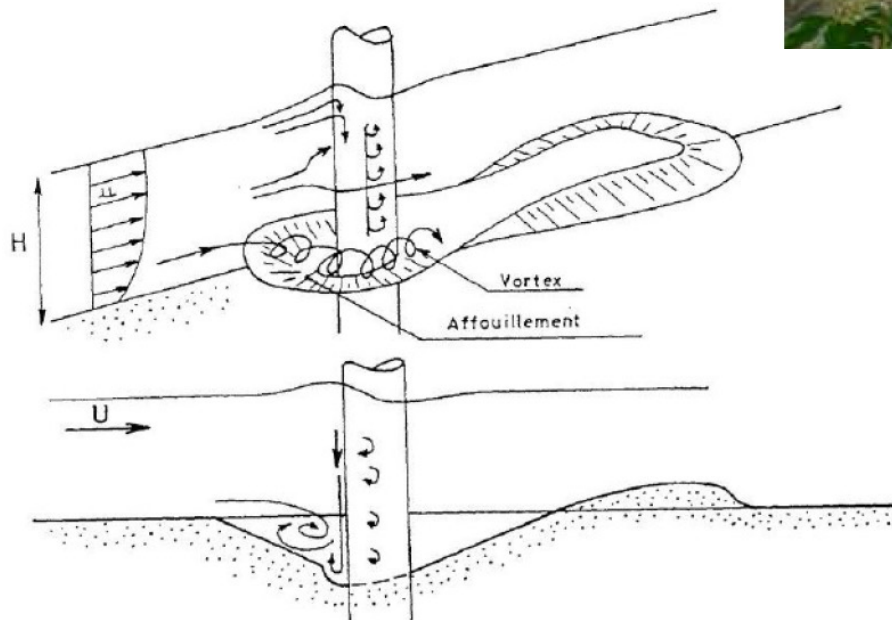
5. Arch Bridges



Before you begin... take some distance



Masonry Arch Bridges on rivers



Masonry Arch Bridges on rivers – Differential settlements



Transversal crack at the top of the vault

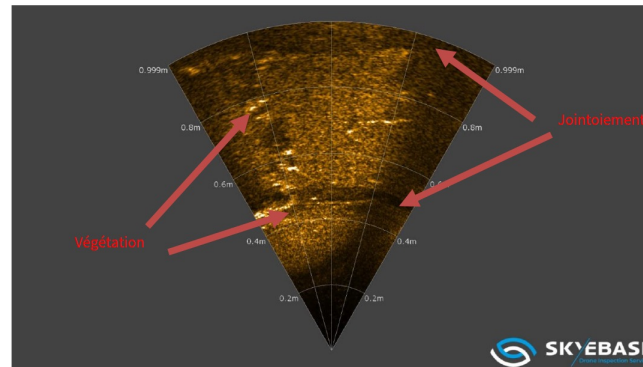


Longitudinal crack inside the vault

Masonry Arch Bridges on rivers - Inspection



ROV + Sonar + camera



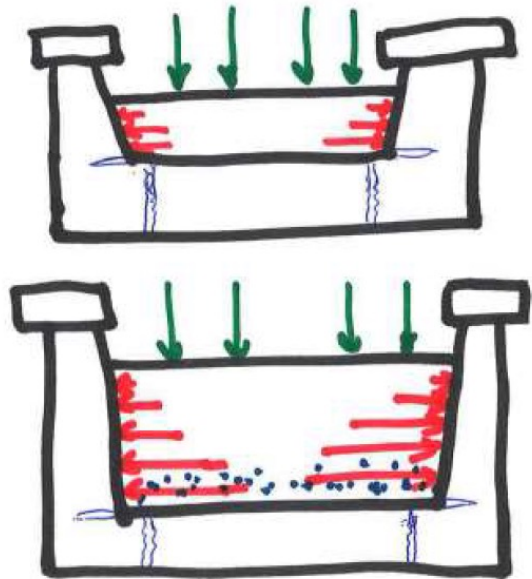
Masonry Arch Bridges – Repair works (shotcrete)



Masonry Arch Bridges – Reinforcement of foundation



Masonry Arch Bridges – Longitudinal cracks



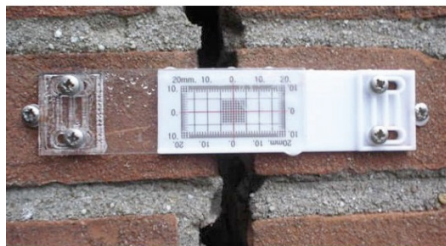
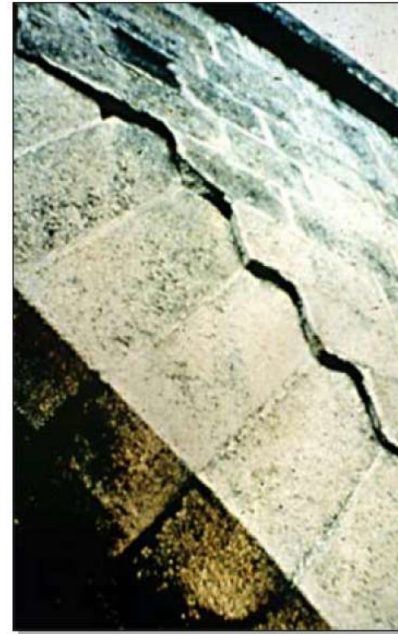
Increase of load
(density of traffic, heavier axle
loads, extra ballast after
maintenance of track,...)



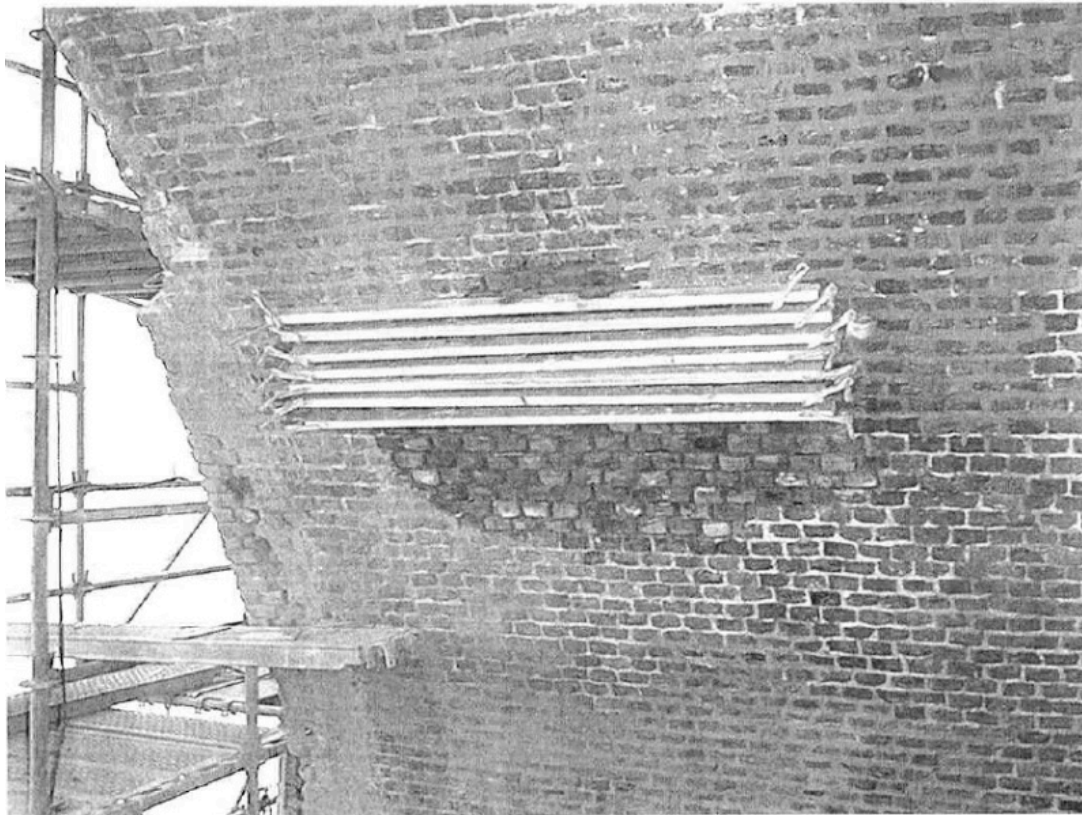
Increase of internal pressure



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)



Verbreiding metselwerkgewelf



Vernieuwing metselwerkgewelf





Conclusion

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





