



# Program Delta i Plan Sigma - konfrontacja z wyzwaniami związanymi z wodą w Niderlandach i Belgii

Seminarium środowiskowe UP i IMGW-PIB

Robert Banasiak

20-03-2024 r., Wrocław



## Program Delta i Plan Sigma

- ochrona przed powodzią w świetle prognoz zmian klimatu

Populacja:

- Niderlandy – 17,7 mln
- Belgia – 11,6 mln







„Walka z wodą pozostaje walką człowieka, dla człowieka”  
(1982 r.)

Lokalizacja: Afsluitdijk (zapora Zamykająca), Niderlandy

Źródło: archiwum własne



Plan Delta – realizowany przez  
45 lat po wielkiej powodzi w 1953 r.

Utworzona przez człowieka granica morza i lądu i wód wewnętrznych

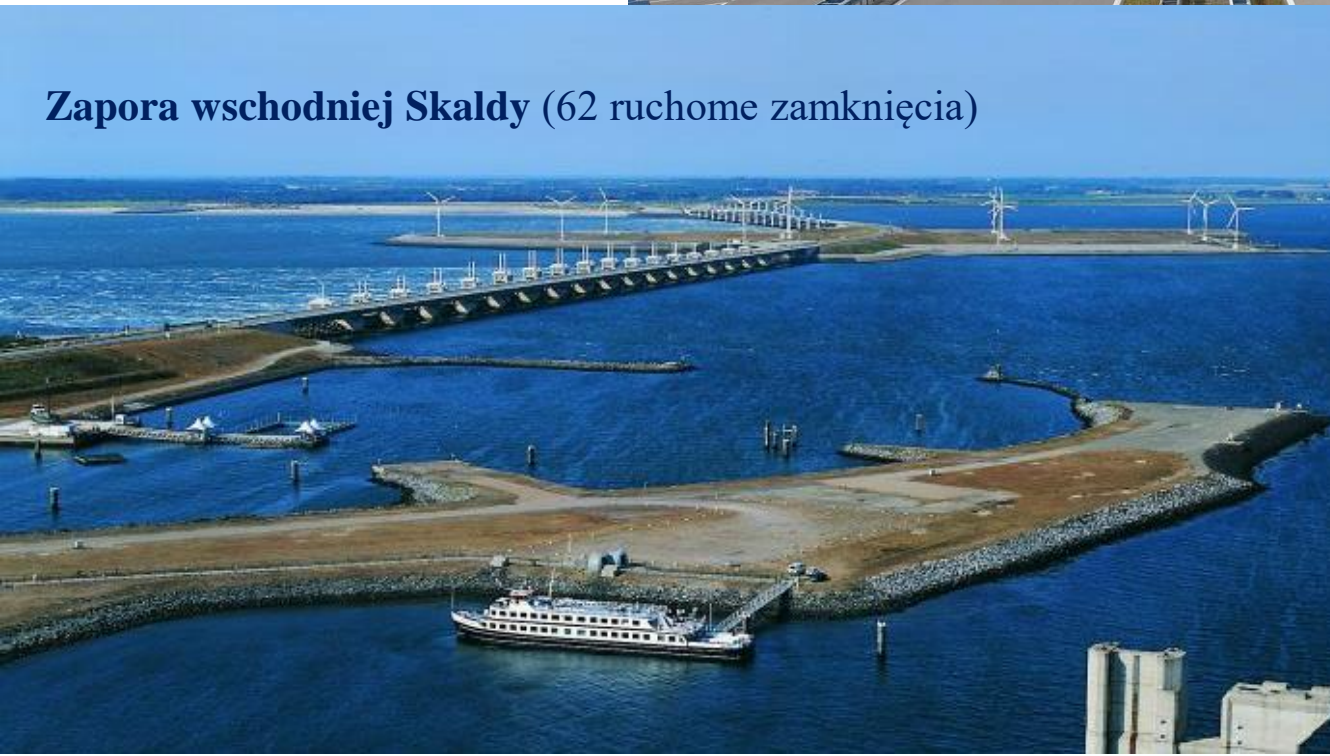
## Afsluitdijk – wał Zamykający

System zapór, wałów,  
zbiorników i przepompowni

„8 cud świata”



## Zapora wschodniej Skaldy (62 ruchome zamknięcia)



Źródło:

<https://www.holandia.pl/pl/plan-delta/>



Maeslantkering (wrota Rotterdamu) – zaporą zamykająca ujście rzeki Mozy (budowa 1991-1997) – zamknięta po raz pierwszy 21 grudnia 2023 r.



## 1 z sześciu głównych zapór chroniących Niderlandy – zapora Ramspolkering





## Życie w sąsiedztwie morza



Obszary obecnie narażone na powódź w Niderlandach

NAP – średni poziom morza

Wzrost zagrożenia związany ze wzrostem poziomu morza

**Program Delta** – od 2010 r.

Prognozy wzrostu NAP do 2100 r.:  
od 0,28 m (optymistycznie) do 1,88 m

Problem niepewności prognoz i ustalenia czasu żywotności rozwiązań technicznych – typowo 50-100 lat

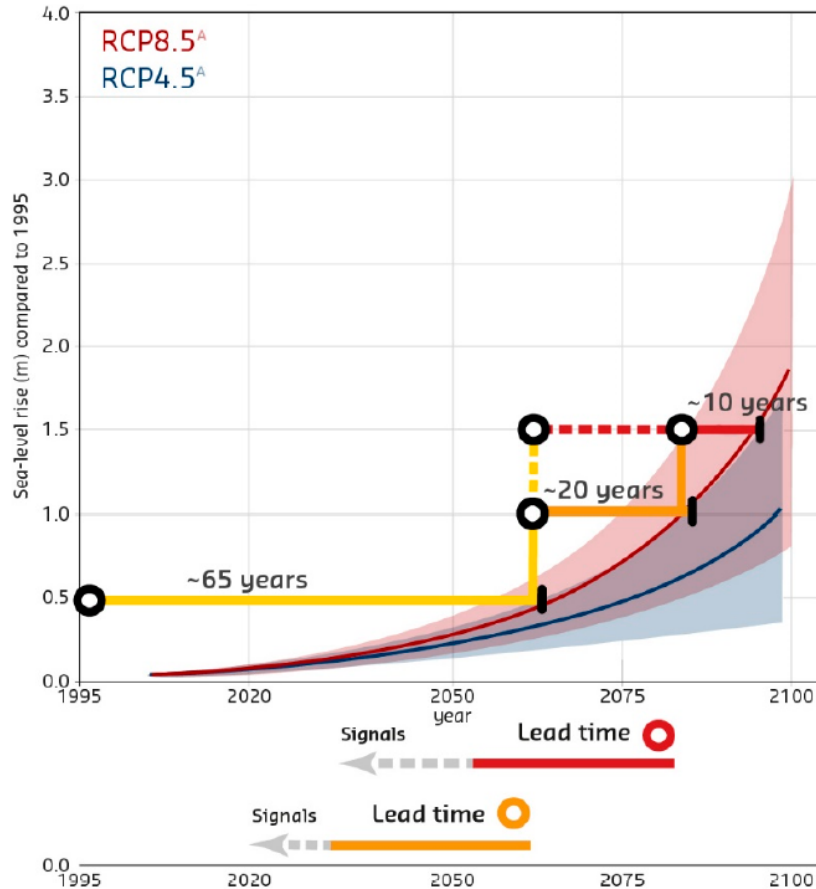
Plany adaptacyjne o kosztach 600 mld EUR (do 2050 - 31 mld EUR)

Poszukiwanie strategii adaptacji



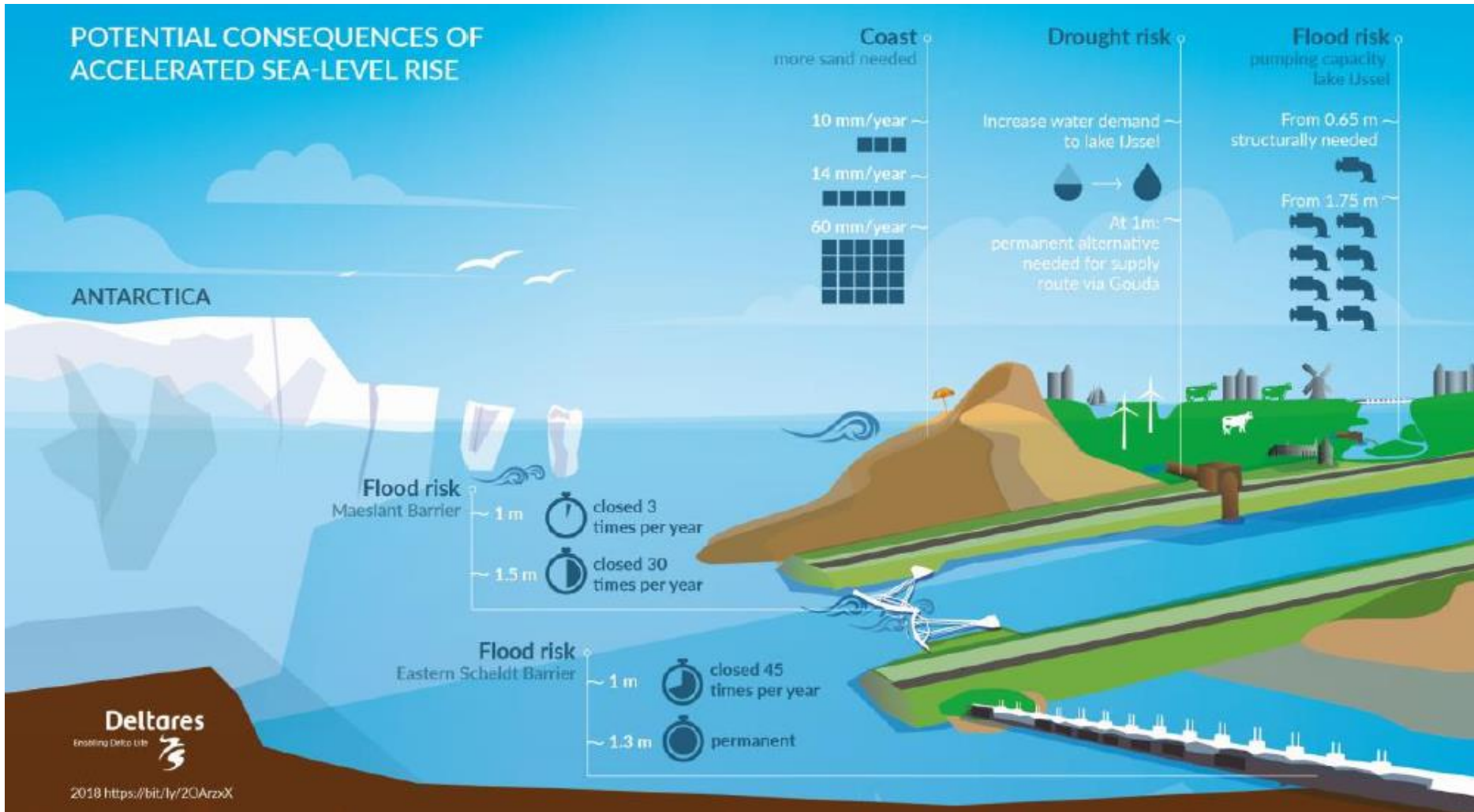


Skutek przyspieszonego wzrostu poziomu morza na czas życia budowli wodnych  
Obecnie projekt na 50 cm wzrostu uzyskuje 65 lat trwałości bezpieczeństwa,  
późniejsze przyspieszenie może ten czas jeszcze bardziej skrócić



Źródło: Haasnoot, M.; Kwadijk, J.; Van Alphen, J.; LeBars, D.; Van den Hurk, B.; Diermanse, F.; Van der Spek, A.; Oude Essink, G.; Delsman, J.; Mens, M. Adaptation to uncertain sea-level rise: How uncertainty in Antarctic mass-loss impacts coastal adaptation strategy of the Netherlands. Environ. Res. Lett. 2020, 15, 034007.

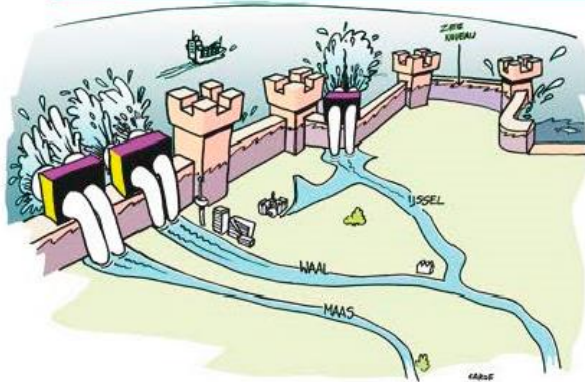
## Skutki przyspieszonego wzrostu poziomu morza na główne składowe gospodarki wodnej w Niderlandach



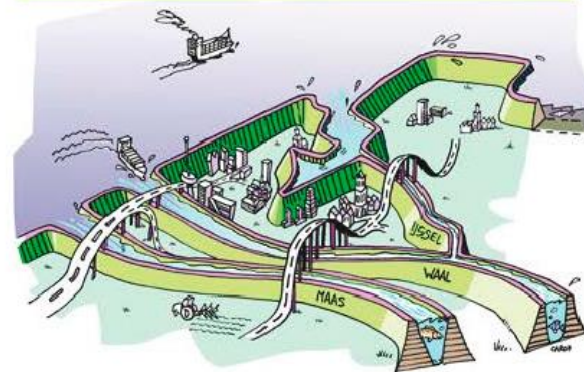


Potencjalne strategie przystosowania Niderlandów do przyspieszonego wzrostu poziomu morza (źródło: van Alphen et al., 2022)

## Protect-closed



## Protect-open



## Advance



## Accommodate

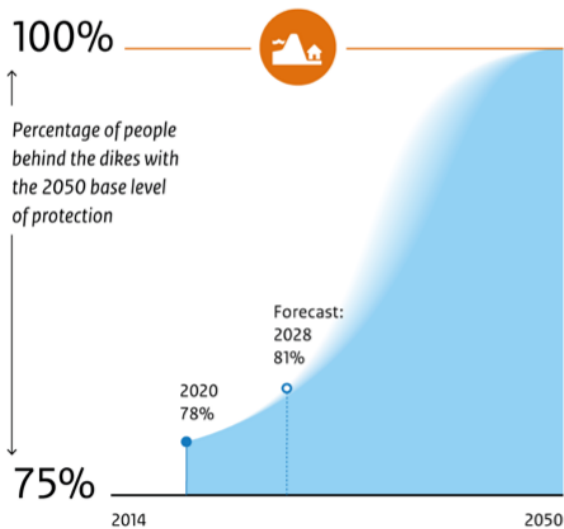


## AGENDAS > FLOOD RISK MANAGEMENT

# By 2050, everyone in the Netherlands will have the base level of protection

### What is the goal and what is our current position?

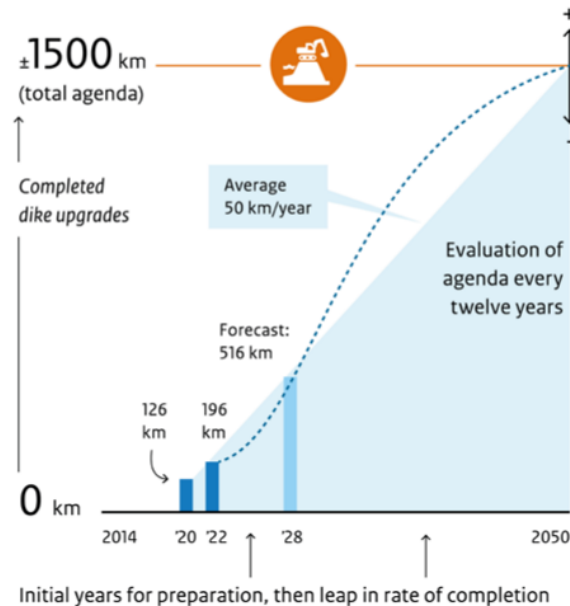
Policy goal: by 2050, everyone behind the dikes will have the base level of protection\*



\*probability of mortality due to flooding must not exceed an average of once in 100,000 years

### How are the measures progressing?

Dike upgrades are the most important measure for achieving the base level of protection everywhere



Initial years for preparation, then leap in rate of completion

### Key issues and opportunities

- Set aside space around dikes for future dike upgrades
- Do not allow any new construction in the riverbed
- Where possible, combine the flood risk management agenda with other spatial agendas such as nature and infrastructure
- Work on multi-layer safety, including in regional waters: also by raising awareness and resiliency



### **„Building with Nature”**

*Starting from the natural system and making use of nature's ecosystem services, BwN attempts to meet society's needs for infrastructural functionality, and to create room for nature development at the same time. By including natural components in infrastructure designs, flexibility, adaptability to changing environmental conditions and extra functionalities and ecosystem services can be achieved, often at lower costs on a life-cycle basis than ‘traditional’ engineering solutions.*

Źródło: de Vriend et al., 2015. Sustainable hydraulic engineering through building with nature. Journal of Hydro-environment Research 9, 159-171.

Projektowanie konstrukcji hydrotechnicznych nie stanowi obecnie wyłącznej domeny hydrotechników. Aby uzyskać akceptowalne rozwiązania prace projektowe muszą łączyć różne dyscypliny, takie jak ekologia, ekonomia, nauki społeczne i administrację

Specjaliści realizujący takie zadania muszą wiedzieć/nauczyć się, jak wdrożyć swoje doświadczenie i rozwiązania w obecnie dużo bardziej złożonym procesie decyzyjnym niż było to w przeszłości

Ignorancja może prowadzić do wydłużenia realizacji projektów i wzrostu kosztów, bowiem różne grupy interesariuszy mają więcej świadomości i narzędzi do przeciwstawiania się i wstrzymywania/unieważniania decyzji.

Przykład/Lekcja: rozbudowa portu w Rotterdamie – inwestycja była wstrzymywana od etapu rozpoczęcia, planowania, projektowania po realizację bez zwrotu nakładów przez długi czas, w tym w wyniku procesów sądowych





Początek – 1977 r. (po powodzi w 1976 r.) – rzeka Skelda – Plan Sigma  
obecnie Plan Sigma 2.0

Cel:  
przeciwdziałanie skutkom ocieplenia klimatu oraz wzrostu poziomu morza

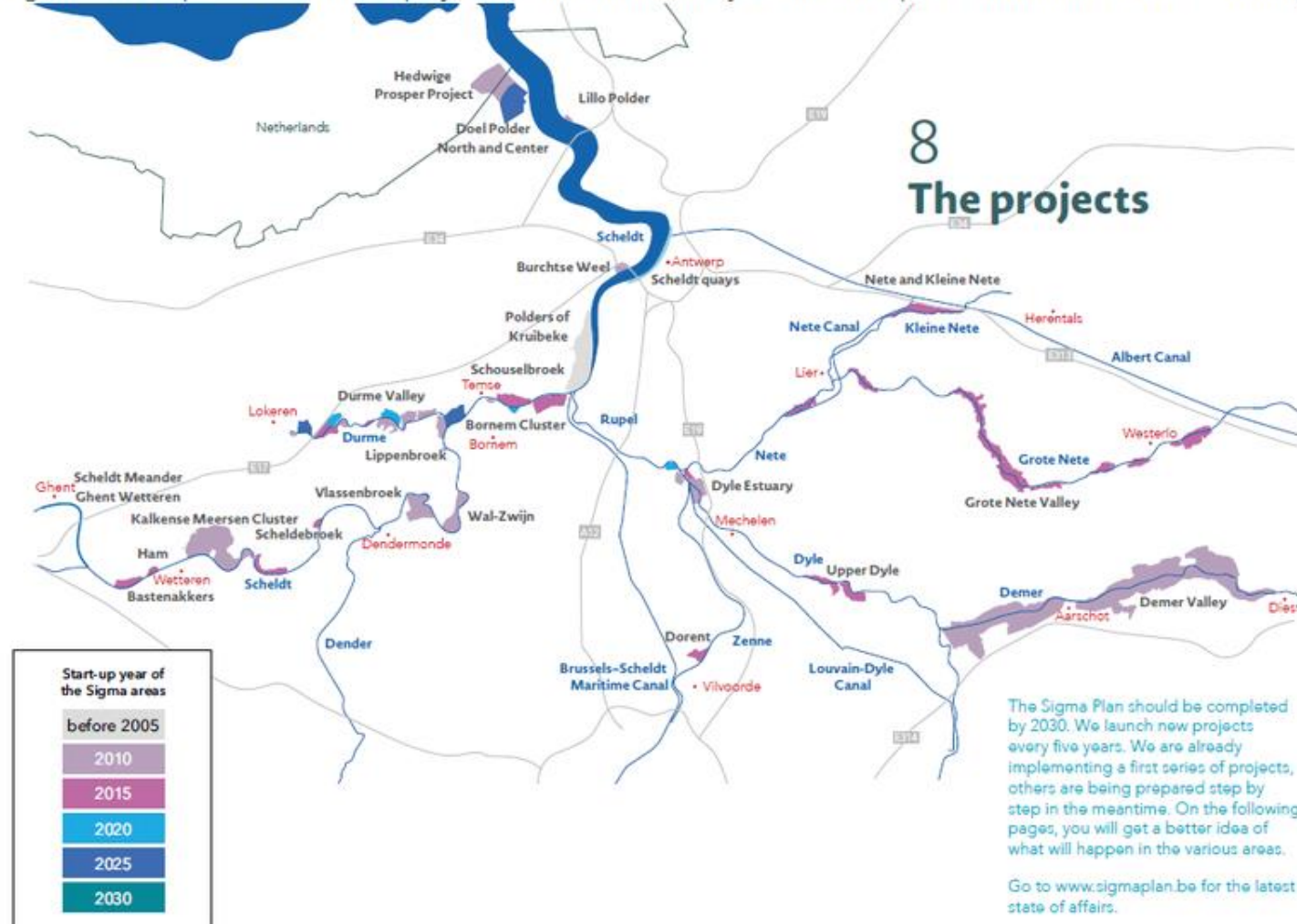
Obszary działań:

- ochrona przed powodzią sztormową poprzez rozbudowę systemu obwałowań poprzez ich podwyższenie i poszerzenie, ok. 700 km, projekty oparte na symulacjach modelowych
- kontrola powodzi za pomocą 30 nowych sterowanych terenów zalewowych o łącznej pojemności 85 mln m<sup>3</sup>
- ‚depolderyzacja’ – nowe dalej od koryta odsunięte wały oraz przerwanie starych wałów – poprawa warunków przepływu
- ~~bariera miasta Antwerpii - zrezygnowano~~
- studia nad zmianą klimatu  
2005 – pierwszy update scenariuszy, analizy regionalne i niezbędnych działań zapobiegawczych



## Lokalizacja głównych projektów (40+) – realizacja do 2030 r. – ochrona z perspektywą do 2100 r.

The Sigma Plan comprises of a series of projects in the Scheldt Estuary as well as in upstream tributaries. Source: [www.sigmaplan.be](http://www.sigmaplan.be)





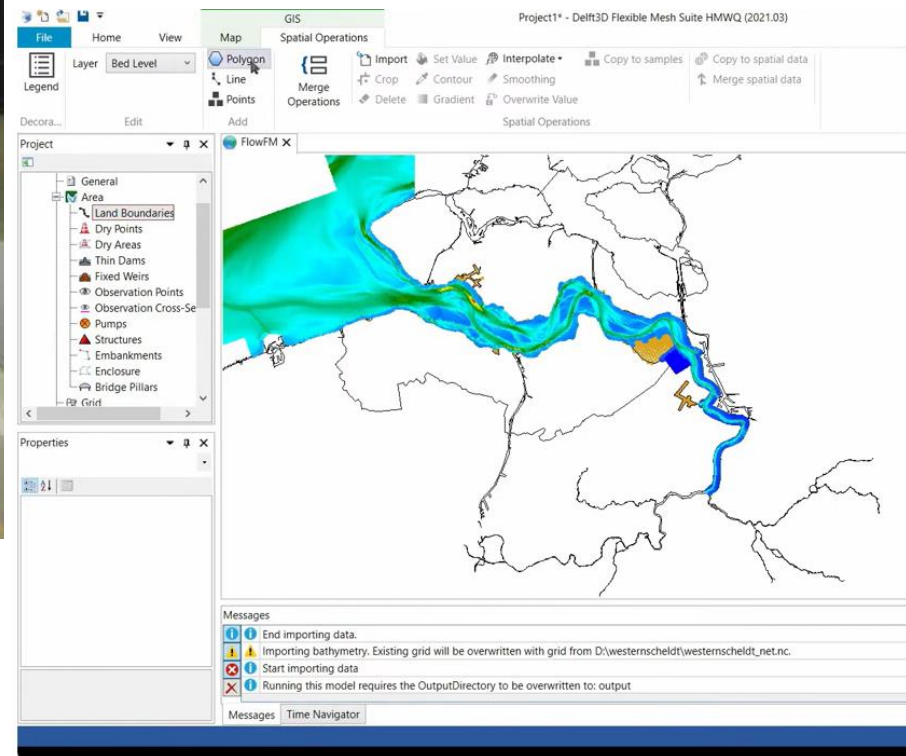
Badania modelowe

WL Borherhout, Antwerpia

Model fizyczny rzeki Skeldy



## Badania numeryczne – model hydrodynamiczny Delft 3D

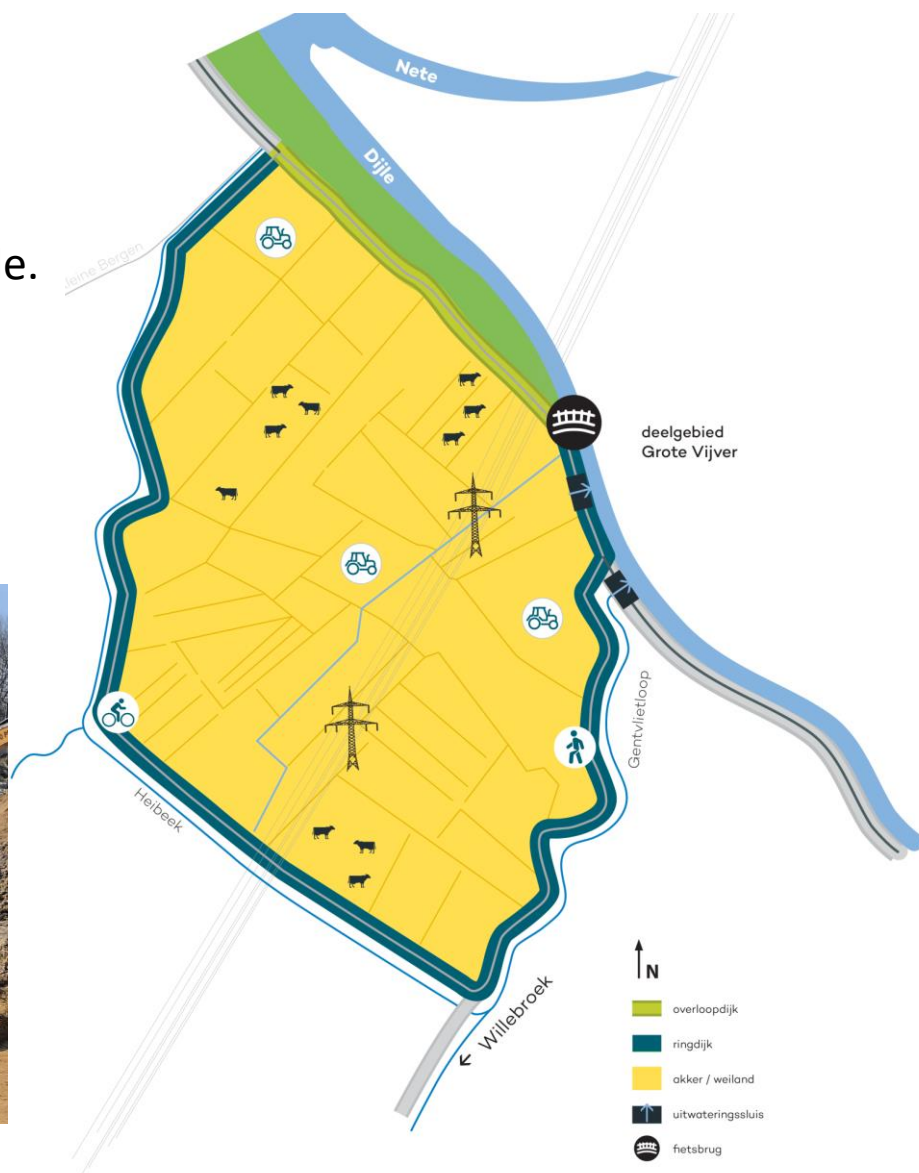


Źródło: archiwum własne, 1998 r.

Źródło: Deltares

## Przykład: Projekt - Tien Vierendelen

Obszar rolny w granicach cieków, ujście rzeki Dijle.  
Przystosowany do przejmowania wód  
powodziowych





## Zwiększanie retencji dolinowej

### Zalewanie polderu Kruibeke podczas powodzi w 2022 r.



## Serwis internetowy *Waterinfo*

<https://www.waterinfo.be/default.aspx?path=Public/Kaarten/ProjectenOverview>

### Maps with a legal background

#### Flood directive



Flood and hazard maps

Contact the person responsible  
Year of creation: 2019  
Latest update: 2021

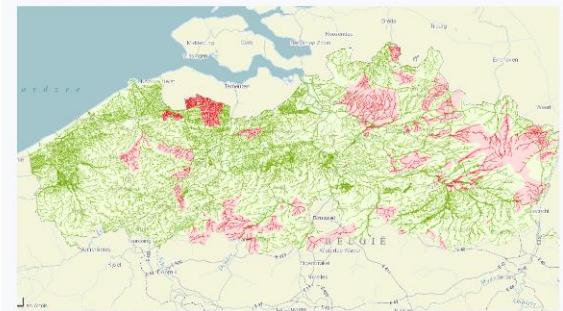
#### Watertoets



Op deze pagina zijn diverse kaartlagen beschikbaar die helpen bij het uitvoeren van de watertoets.

Contact the person responsible  
Year of creation: 2023  
Latest update: 2023

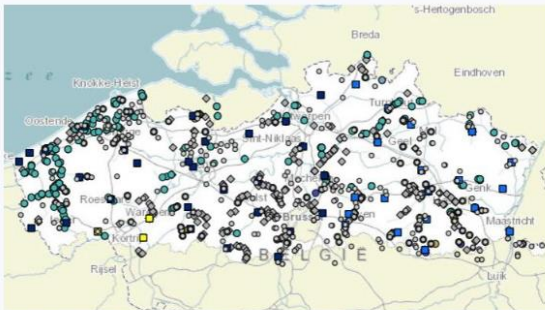
#### Water intake bans



Here you can find out for which zones and watercourses water intake is permitted or prohibited.

Contact the person responsible  
Year of creation: 2022  
Latest update: Continuously

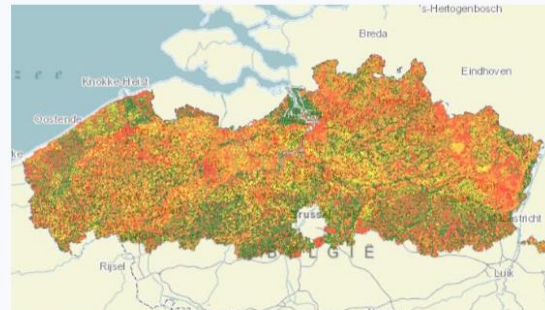
#### Gauging stations



Heren you can find all gauging stations from waterinfo.be

Contact the person responsible  
Year of creation: 2014  
Latest update: Continuously

#### Drought frequency maps



Kaarten die de impact van klimaatverandering weergeven op de droogtetoeestand in Vlaanderen op basis van gemodelleerde agrarische en hydrologische eigenschappen.

Contact the person responsible  
Year of creation: 2021  
Latest update: 2021

#### Flemish Hydrographic Atlas



The VHA describes the condition of the watercourses and the way in which they are managed.

Contact the person responsible  
Year of creation: 2019  
Latest update: Continuously




Mapy zagrożenie i ryzyka powodziowego - <https://www.waterinfo.be/informatieplicht>

## Zagrożenie fluwialne i od morza



Mapy zagrożenie i ryzyka powodziowego - <https://www.waterinfo.be/informatieplicht>

## Zagrożenie fluwialne i od morza oraz opadowe



Vlaanderen Waterinfo

Themes Messages Measurements Maps Information duty real estate Reports About waterinfo

Select a lot

Select a municipality

Select a department

Select a section

Select a parcel

Select on map

Search

overstromingsgevoelige gebieden fluviaal 2023

overstromingsgevoelige gebieden fluviaal 2023

overstromingsgevoelige gebieden vanuit zee 2023

Risicozones overstroming 2017

Afgebakende overstromingsgebieden en oeverzones

Signaalgebieden

Kadastrale Percelen 2023

Land registry buildings

30 km

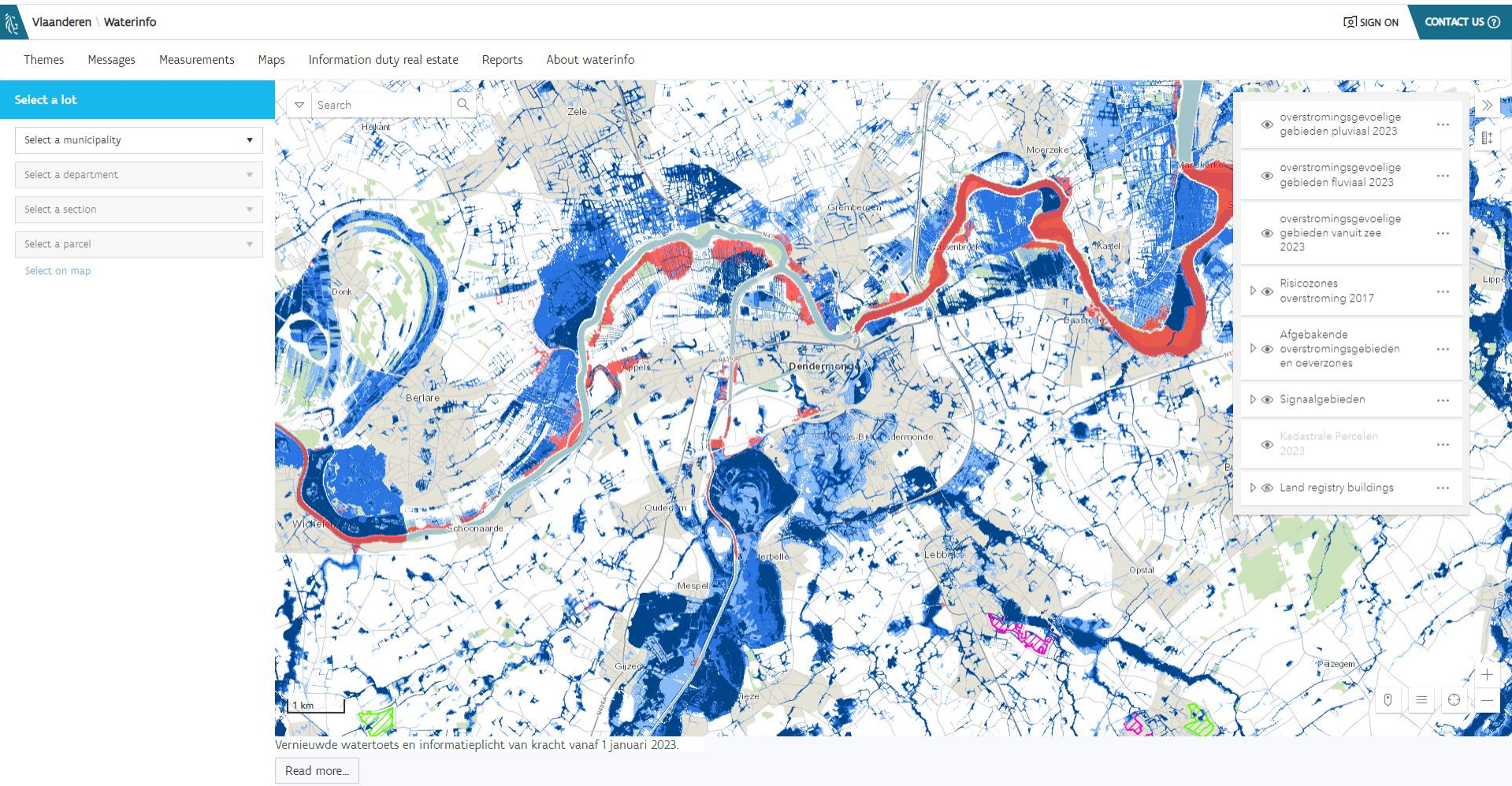
Vernieuwde watertoets en informatieplicht van kracht vanaf 1 januari 2023.

Read more...



Mapy zagrożenie i ryzyka powodziowego - <https://www.waterinfo.be/informatieplicht>

## Zagrożenie fluwialne i od morza oraz opadowe



Vlaanderen | Waterinfo

Themes Messages Measurements Maps Information duty real estate Reports About waterinfo

Select a lot

- Select a municipality
- Select a department
- Select a section
- Select a parcel
- Select on map

Search

overstromingsgevoelige gebieden pluviaal 2023

overstromingsgevoelige gebieden fluviaal 2023

overstromingsgevoelige gebieden vanuit zee 2023

Risicozones overstroming 2017

Afgebakende overstromingsgebieden en oeverzones

Signaalgebieden

Kadastrale Percelen 2023

Land registry buildings


Vernieuwde watertoets en informatieplicht van kracht vanaf 1 januari 2023.

Read more...



Więcej na: <https://en.vmm.be/publications/how-to-deal-with-flooding>

FLANDERS.BE | en.vmm.be

FLANDERS ENVIRONMENT AGENCY  Flanders State of the Art

Home | Events | News | Contact | EN ▾

search site  search

Water | Air | **Publications** | Projects | About VMM

you are here: home / publications / how to deal with flooding

## How to deal with flooding

Issue 02-05-2011 – This brochure is published within the framework of the European Interreg IVB NWE project 'FloodResilienCity' (FRC) as a preparation to drawing up a flood risk management plans for the Dijle and for the Woluwe. The aim is to ascertain to what extent we can protect urbanised centres along rivers in North-West Europe from floods.

[Download \(11.64 MB\)](#)

[in](#) [f](#) [t](#)

Water, air and the environment. These are the three domains in which VMM is active. [» About VMM](#)

Contact >  
Do you have a question?

Stay in touch >  
Social media and RSS.

Water

Publications

About VMM

Events

Air

Projects

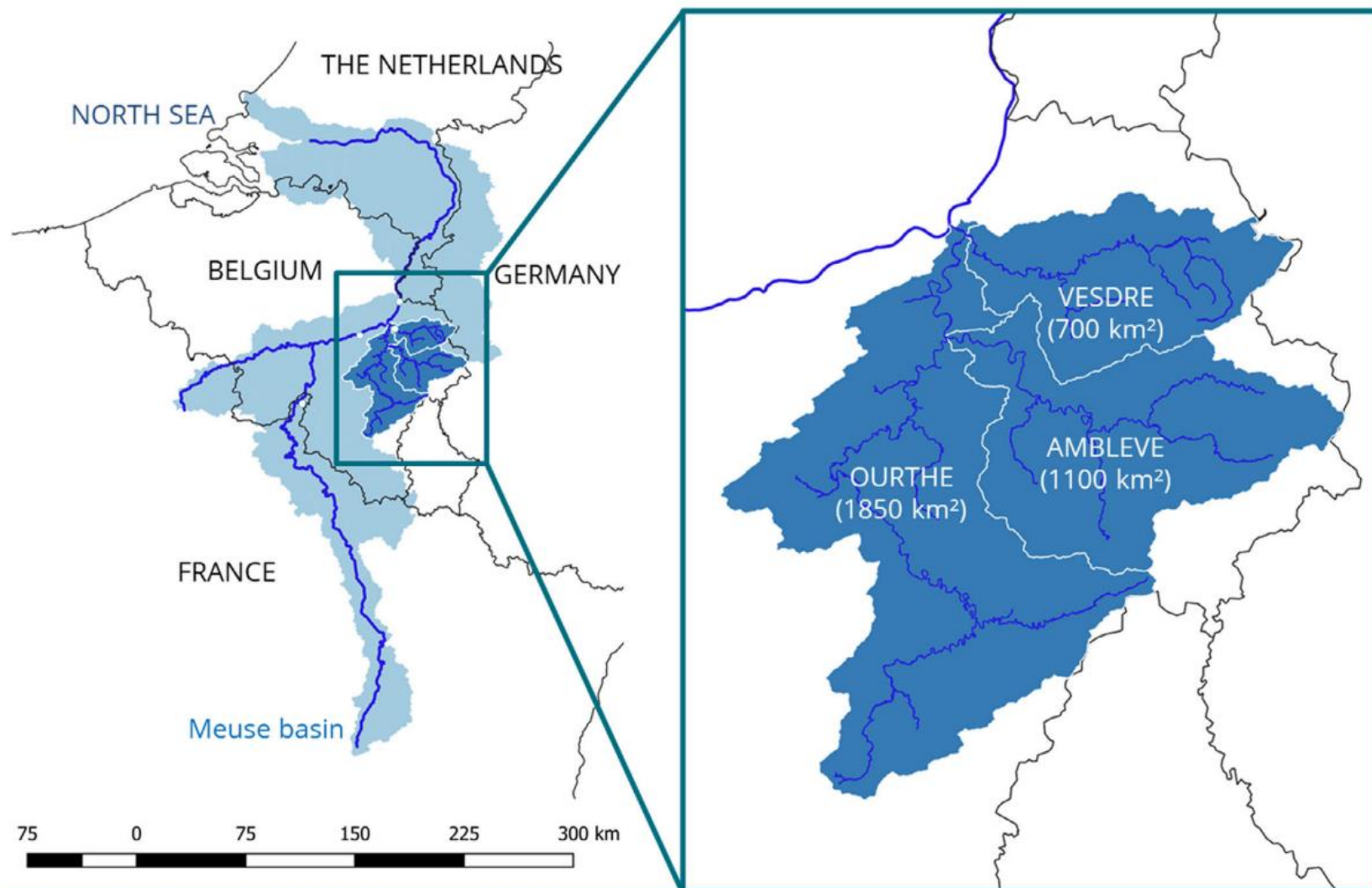
News

Contact

 en.vmm.be is an official website from the Flemish government  
published by the Flemish Environment Agency

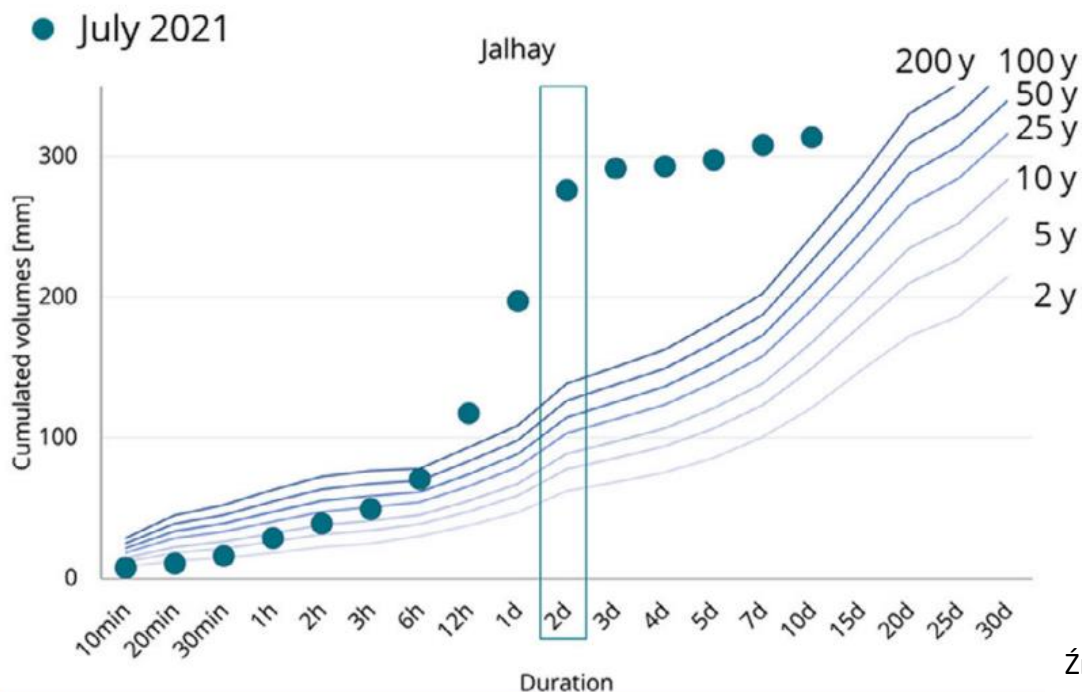
Flanders Environment Agency (VMM) covers three main areas: water, air quality and climate (adaptation).





**Figure 1** | Transboundary Meuse basin, and details of three of the most affected catchments: Ourthe, Amblève and Vesdre (data: European Environment Agency, Eurostat).

## Opady



Źródło: HydrolinkMagazine, 4/2021

**Figure 2** | Quantity-duration-frequency curves at the rain gauge “Jalhay” in the upper part of the Vesdre catchment, and cumulated volumes (circle markers) observed during the flood event in July 2021 (data: Service Public de Wallonie SPW-MI, Belgian Royal Meteorological Institute).

Odpyw Mozy – wzrost przepływu do 3000 m<sup>3</sup>/s w ciągu dwóch dni (powódź ok. 100-letnia)

Podczas powodzi w 1993 r. wzrost o 2000 m<sup>3</sup>/s trwał 3 dni

Rzeka Ourthe – Q<sub>max</sub>=1100 m<sup>3</sup>/s - 25% powyżej wody stuletniej, podobnie dla 9 innych dopływów

Na rzece Vesdre wszystkie 4 wodowskazy zostały zniszczone



## Skutki:

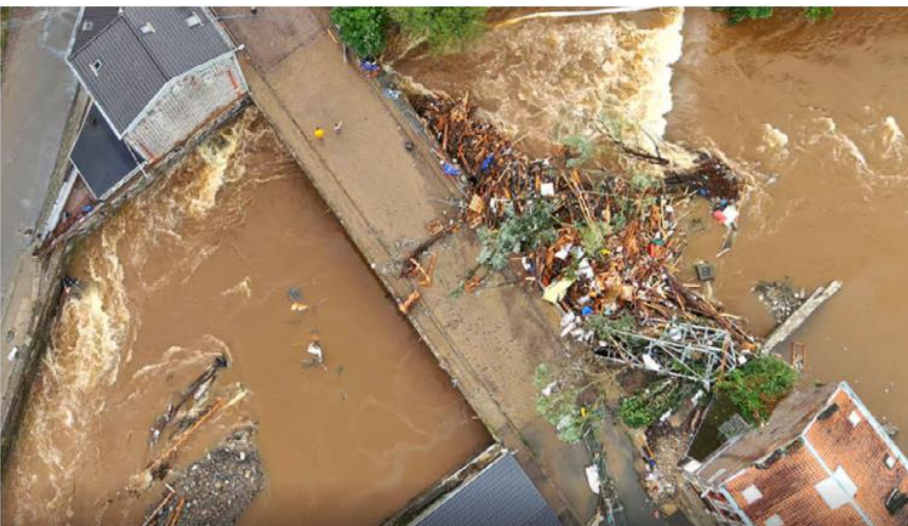
39 ofiar śmiertelnych

Setki domów zmytych przez wodę albo uszkodzonych – do wyburzenia

Tysiące poważnie uszkodzonych

200 uszkodzonych mostów

Uszkodzone ciągi komunikacyjne (drogi koleje) oraz instalacje (gazociągi, wodociągi, sieć energetyczna)



Na zdjęciach – rola rumoszu w blokowaniu części przekroju koryta Vesdre powyżej miasta Verviers

## **Efekt zaskoczenia i implikacje dla zarządzania ryzykiem powodziowym**

Zagrożenie powodziowe ocenione było w formie map głębokości wody dla 4 scenariuszy powodziowych obejmujących zagrożenie od niskiego do wysokiego.

Zasięg powodzi okazał się zgodny z predykcjami przedstawionymi na mapach dla wielu obszarów, ale

Były też znaczące odstępstwa, np. dla miasta Verviers nad rzeką Vesdre, 50 tys. mieszkańców; miasto nie było mapowane jako zagrożone nawet w przypadku „niskiego” zagrożenia;

14-15 lipca centrum miasta zostało zdewastowane strumieniem o głębokości ponad 2 m, z prędkościami porywającymi samochody;

Ten brak wiedzy o zagrożeniu i zaskoczenie przyczyniły się do większej liczby ofiar śmiertelnych.



## Efekt zaskoczenia i implikacje dla zarządzania ryzykiem powodziowym

### Wnioski panelu ekspertów:

- wyjątkowy charakter wezbrania i potrzeba weryfikacji map zagrożenia powodziowego pod kątem zdarzeń ekstremalnych oraz lepszej komunikacji z odbiorcami celem wyjaśnienia znaczenia mzp;
- kwestia oddziaływania zbiornika retencyjnego na zagrożenia powodziowe - zaporą Vesdre (25 mln m<sup>3</sup>), która nie uchroniła przed kataklizmem, sama będąc zagrożona; oddziaływanie zbiorników jest odmienne w przypadku częstych wezbrań a wezbrań ekstremalnych, co prowadzi do nieliniowości rozkładów występowania powodzi (!);
- zarządzanie kryzysowe: poprawa gospodarką zbiornika retencyjnego w danej konfiguracji przestrzennej i hydrograficznej celem redukcji szczytu fali ekstremalnej i unikania nakładania się fal poniżej; zmiana zagospodarowania terenu (zabudowy) celem umożliwienia zrzutów wyprzedzającym bez dużych strat powodziowych;
- zrównoważone wykorzystanie zbiorników wobec zaopatrzenia w wodę i ochrony przeciwpowodziowej – **zintegrowanie zarządzania suszą i powodzią**
- uwzględnienie potencjalnych zatorów rumoszu przy ograniczonej przepustowości przekrojów (mostowych)

Dziękuję za uwagę

dr hab. inż. Robert Banasiak, prof. IMGW-PIB

20.03.2024, Wrocław

