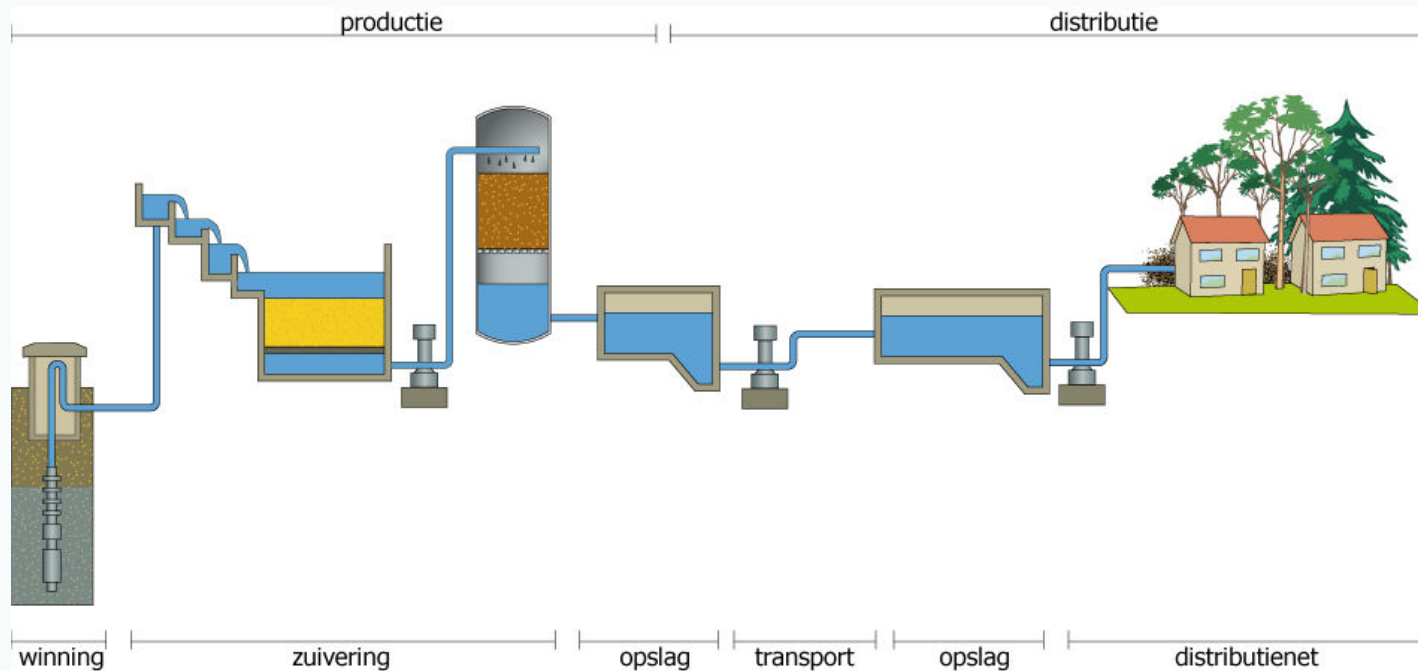


Drinkwater 2.0

Van bron tot kraan



Aonne Kerkstra
Sander Haemers

Nationale conferentie nlt 2025

Ontwikkelteam

- Aonne Kerkstra, gepensioneerd vakdidacticus sk aan de TU Delft
- Hilde La Rivière, nlt TOA, Chr. Lyceum Delft
- Tony van Mechelen, docent sk/nlt, Hofstadlyceum Den Haag
- Experts van de TU Delft
 - Sander Haemers, Educational Developer & coördinator nlt Zuid-Holland
 - Luuk Rietveld, professor of Urban Water Cycle Technology, Civiele Techniek



Herziening module

Doel

- Het doel van de herziening van de module is om de technologische aspecten van de drinkwaterproductie centraal te stellen.
- Daarbij we willen laten zien dat civiel ingenieurs door middel van berekeningen ontwerpen en door middel van onderzoek technieken daadwerkelijk aanpakken.

Opdrachtgerichte aanpak

- De ingenieursvaardigheden worden aangeleerd met een ontwerpopdracht, waaraan gerekend gaat worden.
- In het theoriedeel komt de nadruk meer te liggen op de technologische context van de drinkwaterproductie en drinkwaterkwaliteit en niet meer op de uitdagingen in Derde Wereld landen.
- Over de drinkwaterkwaliteit komen discussieopdrachten.
- De theorie van de zuiveringstechnieken wordt gekoppeld aan de expertopdrachten. Ook worden er meer expertopdrachten ontwikkeld om grotere klassen goed te kunnen bedienen.

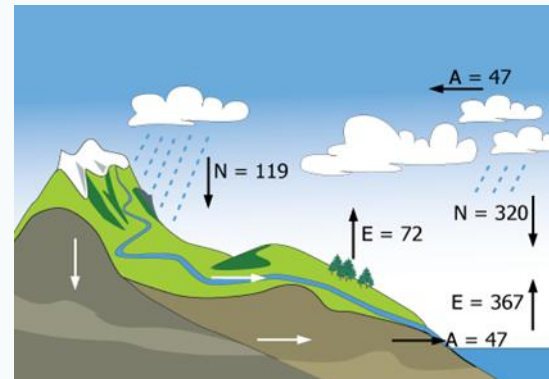
Inhoud

1. Het belang van drinkwater
2. Ontwerp een distributienet voor drinkwater
3. Drinkwaterproductie
4. Drinkwaterkwaliteit
5. Expertopdrachten
 - A Drinkwaterproductie uit anaeroob grondwater
 - B1 Drinkwaterproductie via infiltratie uit oppervlaktewater
 - B2 Drinkwaterproductie rechtstreeks uit oppervlaktewater



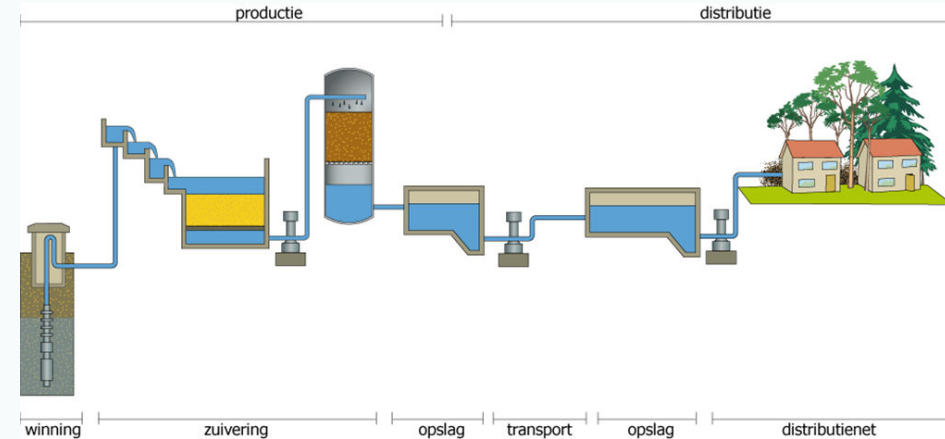
1 Het belang van drinkwater

- 1.1 Watermanagement
 - Hydrologische kringloop en waterbalans
- 1.2 Civiele Gezondheidstechniek
 - Drinkwatervoorziening, productie en distributie
 - Riolering, afvoer van afvalwater en regenwater
 - Afvalwaterzuivering



3 Drinkwaterproductie

- 3.1 Opzet van de drinkwaterproductie



- 3.2 Drinkwaterbronnen

- Grondwater
 - Ionen en stoffen in grondwater
- Oppervlaktewater
 - Ionen en stoffen in oppervlaktewater

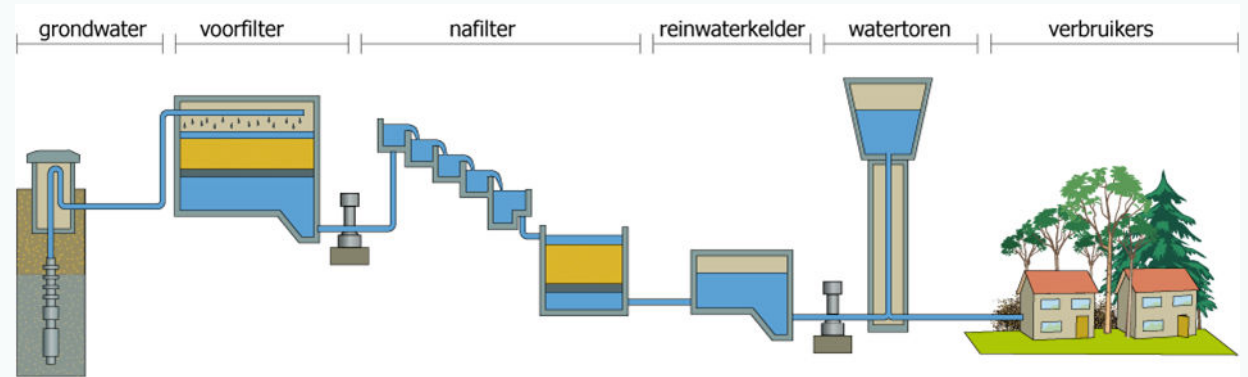


3 Drinkwaterproductie

• 3.3 Zuiveringstechnieken

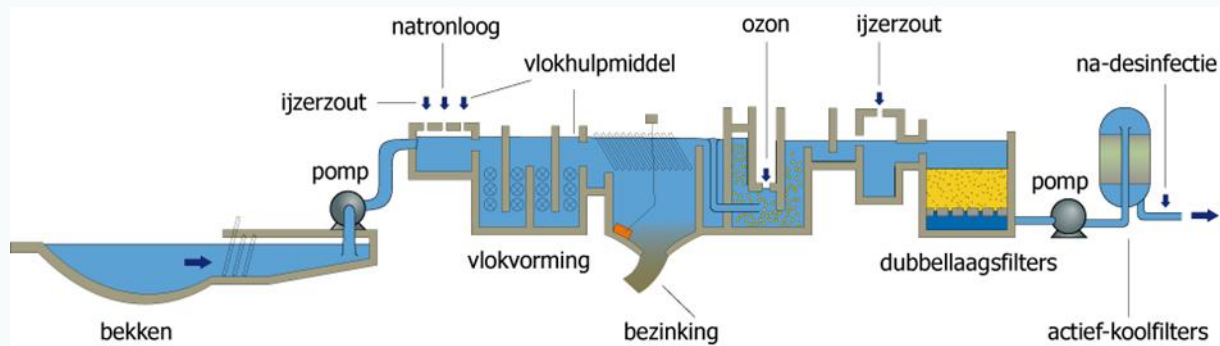
Grondwater

- aeroob grondwater
- anaeroob grondwater



Oppervlaktewater

- productie uit oppervlaktewater via infiltratie
- rechtstreekse productie uit oppervlaktewater



4 Hoe schoon en veilig is drinkwater?

- 4.1 Drinkwaterkwaliteit

- Drinkwaternormen staan in de drinkwaterwet en de EU-richtlijn 2020/2184
- De drinkwaterkwaliteit wordt bepaald door de ecologische en chemische kwaliteit van grondwater en oppervlaktewater.
- Hoe wordt de drinkwaterkwaliteit gegarandeerd?
 - **Monitoring:** Waterleidingbedrijven voeren continu metingen uit op diverse punten in het productieproces en in het leidingnetwerk.
 - **Zuivering:** Grondwater of oppervlaktewater wordt door meerdere zuiveringstechnieken geleid, zoals filtratie en desinfectie.
 - **Preventieve maatregelen:** Bescherming van drinkwaterbronnen tegen vervuiling.



4 Hoe schoon en veilig is drinkwater?

- 4.2 Uitdagingen voor de drinkwaterkwaliteit

Stikstof, medicijnresten, pesticiden, microplastics, PFAS

- Wat zijn deze stoffen?
- Hoe komen deze stoffen in de drinkwaterbronnen?
- Wat zijn de normen (maximale waarden) voor deze stoffen?
- Wat zijn mogelijke gezondheidsrisico's?
- Zijn er milieurisico's?
- Hoe deze stoffen te verwijderen uit het drinkwater, dat is technisch uitdagend!



4 Hoe schoon en veilig is drinkwater?

- 4.3 Discussieopdrachten

- Waterfilter zin of onzin?
- Mogelijke oplossingen voor het stikstofprobleem.
- Hoe schadelijk zijn microplastics voor de gezondheid?
- Hoe ziet de drinkwatervoorziening er uit in 2040?

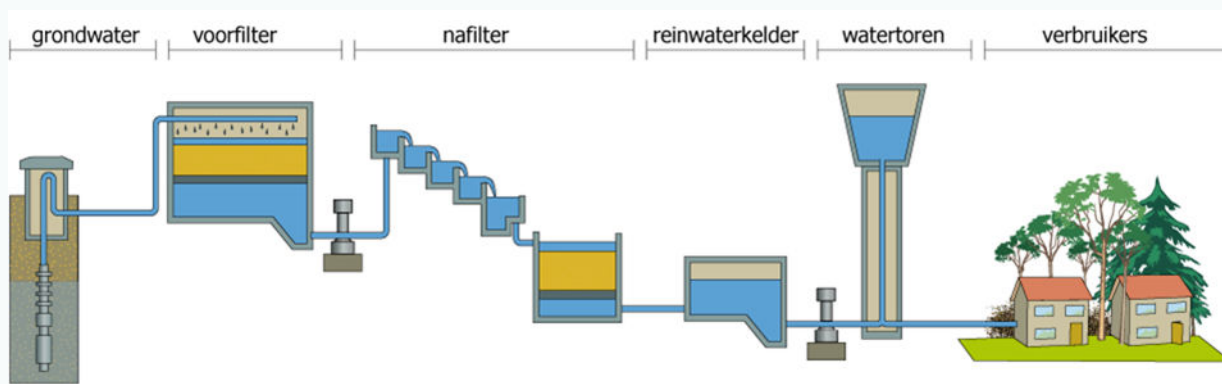
Opdracht

1. Verdeel de bronnen in je groepje en bestudeer ze.
2. Discussieer kort in je groepje.
3. Wat is jullie oordeel over de mogelijke oplossingen?
4. Op basis van welke feiten en argumenten komen jullie tot dit oordeel? Noteer dit.
5. Op grond waarvan zijn de gegeven bronnen wel of niet betrouwbaar? Noteer dit.
6. Schrijf een samenvatting van jullie bevindingen.
7. Geef een presentatie aan de gehele groep.



5 Expertopdrachten Zuiveringstechnieken

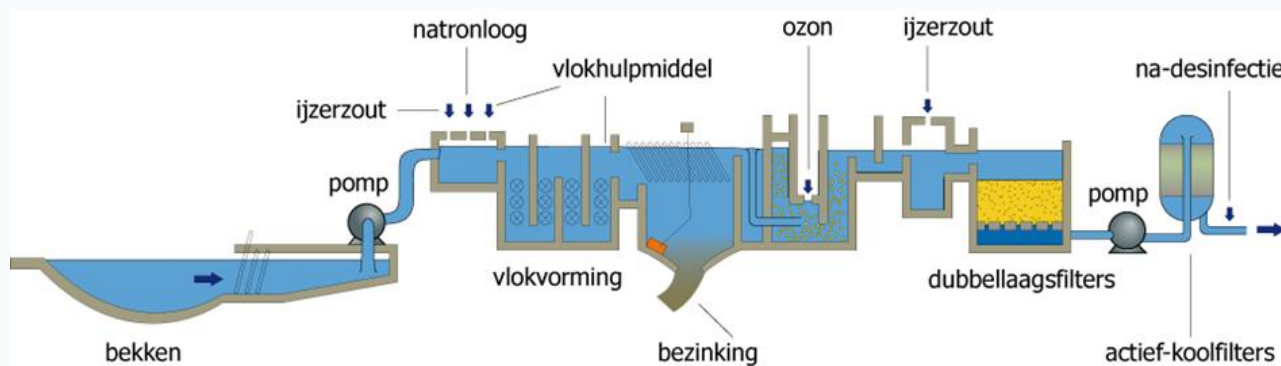
- 5.1 Drinkwaterproductie uit licht anaeroob water



- Expertopdracht 1: Beluchting
 - Expertopdracht 2: Opharding
- 5.2 Drinkwaterproductie via infiltratie uit oppervlaktewater
 - Expertopdracht 3: Filtratie

5 Expertopdrachten Zuiveringstechnieken

- 5.3 Drinkwaterproductie rechtstreeks uit oppervlaktewater



- Expertopdracht 4: Bekkens en vlokvorming
- Expertopdracht 5: Desinfectie m.b.v. ozon
- Expertopdracht 6: Nanomembraanfiltratie
- Expertopdracht 7: Actief-koolfiltratie

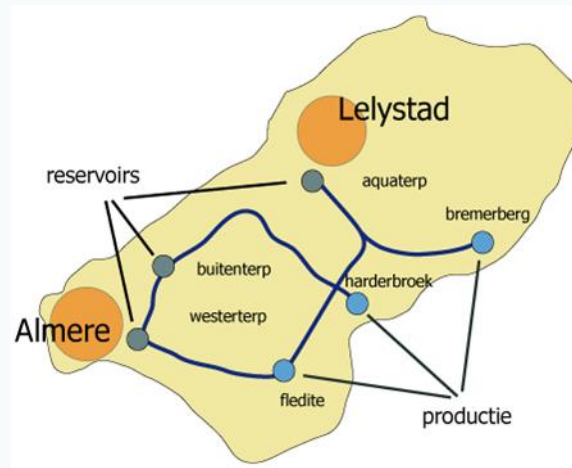
Vacature

2 Ontwerp Distributienet Drinkwater

- 2.1 Watertransport en distributie



Transportpompen voor drinkwater.



Het watertransportsysteem in Flevoland,



Een distributienet in een landelijk gebied.

2 Ontwerp Distributienet Drinkwater

- 2.2 Hoe ontwerp je een distributienet?

Ontwerpopdracht

Bereken hoe groot de stijghoogte in ieder knooppunt moet zijn om alle gebouwen in je distributienet van drinkwater te voorzien met een minimale stijghoogte van 15 m.

1. Bereken het gemiddeld drinkwatergebruik voor elk van de gebouwen in het distributienet.
2. Bereken uit het gemiddeld drinkwatergebruik en de piekfactoren het ontwerpdebiet per knooppunt.
3. Bereken uit het ontwerpdebiet per leiding:
 - de diameter
 - de wrijvingsverliezen
4. Bepaal of in alle gebouwen de minimale stijghoogte van 15 m wordt gehaald.
Zo niet, geef dan een mogelijke oplossing aan om aan de gestelde eis te voldoen.



2 Ontwerp Distributienet Drinkwater

- 2.3 Ontwerpopdracht distributienet

Vier belangrijke begrippen uit de drinkwaterwereld

Stijghoogte (m): druk equivalente waterkolom ($\times 10^2$ kPa)

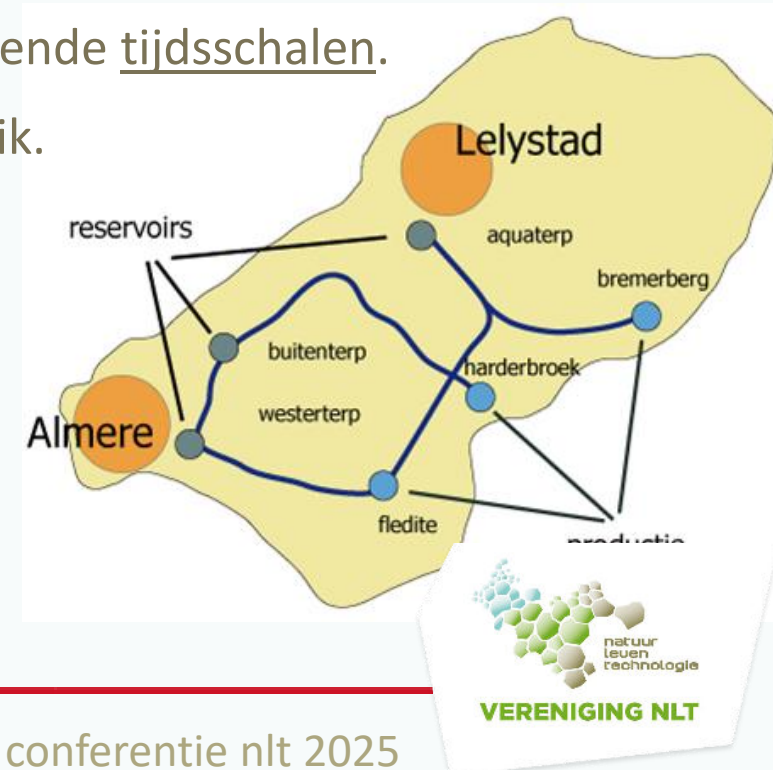
Stijghoogtelijn: hulpmiddel bij de validatie van een ontwerp watertransport en/of distributienet

Piekfactoren: vuistregels bij berekening drinkwatergebruik op verschillende tijdsschalen.

Ontwerpdebiet: ($\text{m}^3 \text{s}^{-1}$): debiet bij geschat maximaal drinkwatergebruik.

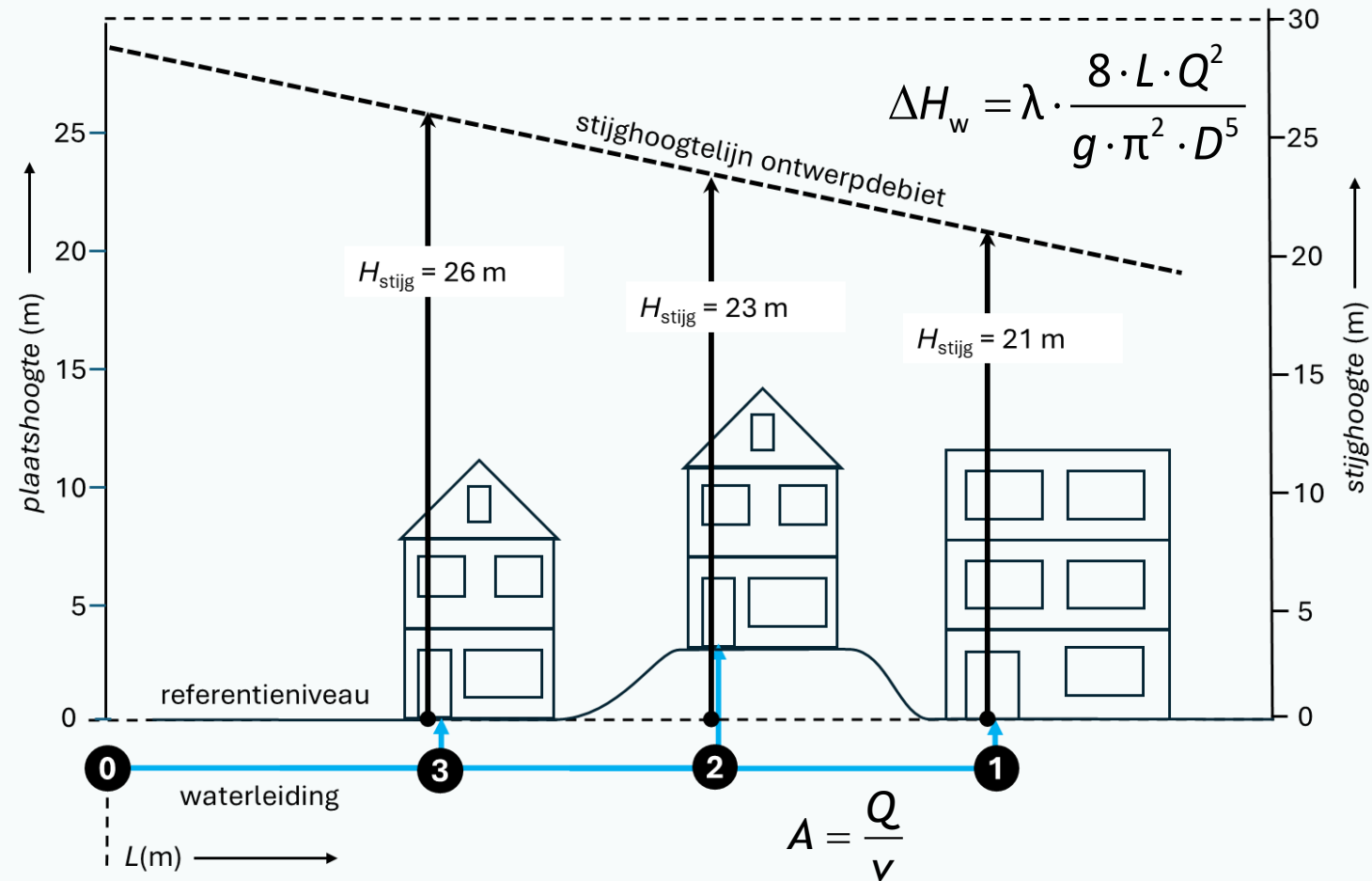
- wrijvingsverliezen langs de wand

$$\Delta H_w = \lambda \cdot \frac{8 \cdot L \cdot Q^2}{g \cdot \pi^2 \cdot D^5}$$



2 Ontwerp Distributienet Drinkwater

- 2.3 Ontwerpopdracht distributienet



2 Ontwerp Distributienet Drinkwater

- 2.3 Ontwerpopdracht distributienet

Stap 1: Schat het gemiddeld drinkwatergebruik per gebouw/activiteit (liter/persoon/dag)



Stap 2: Bereken het maximaal verwachte drinkwatergebruik en daaruit het ontwerpdebiet (m^3/s)

Succes!