



Materiaal

- ⚠ Er moet absoluut een kraan aanwezig zijn in het lokaal
- Schema van de watercyclus
- Containers met verschillende bodemtypes: zand, grind, leem, zand + een ondoordringbare laag die de bodembedekking voorstelt, een materiaal dat water vasthoudt (type retentiebeton)
- Maatbekers
- Chronometers*
- Kaarten van het hydrografisch netwerk en van de overstromingsgebieden in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest (BHG)
- Maquette infiltratieputten
- Maquettes reservoirs met debietregeling (cilinders met openingen van verschillende groottes)
- Fles van 5 liter, fles van 1 liter, tuinaarde, grind, tomatenplant*
- Post-its in verschillende kleuren + blauwe
- A4-bladen met de verschillende toepassingen van water
- Stel lege maatbekers
- Stel maatbekers van dezelfde grootte die al gevuld zijn met het dagelijkse verbruik
- Korrels (gebroken rijst of blauw aquariumgrind)
- Doseerders die 1, 5 en 10 liter voorstellen
- Grafiek van het gemiddelde dagelijkse waterverbruik

* Niet meegeleverd bij het materiaal.

Doelstellingen

- De watercyclus in een stedelijke context begrijpen
- Hypothesen opstellen en controleren
- Oplossingen bedenken voor problemen
- Zich ervan bewust worden dat de oplossingen moeten zijn aangepast aan de omgeving, en dat er niet zoiets bestaat als één oplossing
- Zich bewust worden van het eigen verbruik en van het feit dat de eigen inspanning vermenigvuldigd met 1 100 000 Brusselaars verschil kan maken

Woordenlijst

- Infiltratie
- Verdampingstranspiratie
- Ondoorlatendheid
- Retentie
- Stroombekken
- Reservoir met debietregeling
- Infiltratieput
- Drainage

Opmerking: de antwoorden die van de leerlingen worden verwacht, worden cursief weergegeven.

1. Woord vooraf



De activiteit kan worden voorafgegaan door thuis, één week lang, de activiteiten te observeren die waterverbruik tot gevolg hebben.

- Elke leerling noteert een week lang al zijn waterverbruik en dat van zijn gezin (hij kan zich eventueel bedienen van de watermeter).





2. Inleiding (30 min)

Op basis van het schema dat bij de kit is gevoegd, herhaalt de leerkracht – of vraagt hij aan een leerling om dat te doen – de watercyclus op aarde (kortom een herhaling van wat in het lager onderwijs werd gezien).

Hij licht vervolgens de gevolgen van de verstedelijking voor de watercyclus toe en informeert de leerlingen over de situatie in Brussel: regenmeting, eenheidsrioleringen, ondoorlatendheid van de bodem, overstromingen, verontreiniging ... (zie infofiche).

De leerkracht beëindigt de inleiding door de klas de volgende vraag te stellen:

Nu jullie dit allemaal weten, wat kunnen we doen om overstromingen en verontreiniging te voorkomen?

De antwoorden van de leerlingen worden op het bord genoteerd en daarbij in twee groepen oplossingen gerangschikt:

- 1. De techniek aanpassen om minder regenwater naar de rioleringen af te voeren:**
 - *ondoordringbare oppervlakten tot een minimum beperken.*

- *regenwater opvangen om het te gebruiken of terug te brengen in de natuurlijke omgeving (via infiltratie of verdamping),*
- *het vasthouden voordat het wordt afgevoerd naar de rioleringen.*

2. Ons gedrag aanpassen om minder afval- en regenwater naar de rioleringen af te voeren:

- *minder verbruiken (waterspoelingen met 2 snelheden, een snelle douche in plaats van een bad, reduceerklappen ...),*
- *regenwater in plaats van stadswater gebruiken wanneer dat mogelijk is.*

De leerkracht geeft aan dat precies deze twee strategieën de eerste twee prioriteiten zijn die het Brussels Hoofdstedelijk Gewest heeft gesteld op het gebied van waterbeheer.

De klas wordt in 2 (of 4) groepen verdeeld, waarbij elke groep rond een van beide prioriteiten werkt; vervolgens wordt er gewisseld. De leerlingen komen samen in burgercomités en denken na over de oplossingen die ze hun gemeente kunnen voorstellen. De activiteiten volgen elkaar op om een reeks vragen te beantwoorden.

3. Ervaringen (70 min)

A.

Groep infiltratie

⌚ 35 min

1. Inleiding

⌚ 10 min

- ?** De leerkracht legt de groep de eerste vraag voor: **onder welke voorwaarden kan men water in de bodem laten infiltreren?**

De leerlingen noteren hun antwoorden:

- *de bodem moet absorberend en infiltreerbaar zijn, en mag niet drassig of met ondoordringbare materialen bedekt zijn ...*



Infiltratietest

De leerlingen worden in groepjes van twee verdeeld en moeten meten hoe lang het duurt voordat water in verschillende bodemtypes is geïnfiltréerd (één materiaal per groepje).



- De te vergelijken bodemtypes zijn: zand, grind, leem, zand + een ondoordringbare laag die de bodembedekking voorstelt, een materiaal dat water vasthoudt (type retentiebeton).
- Elk groepje van twee krijgt een container, een materiaal en een maatbeker. De leerlingen moeten hun chronometer hebben meegebracht.

Elk groepje van twee:

- Giet ½ liter water op zijn bodemtype;



Chronometreert de doorloop van het water (als het water doorloopt) en noteert zijn observaties (doorlooptijd / materiaal);



Raadt om welk materiaal het gaat;



Noteert zijn conclusies

(dit materiaal is infiltreerbaar of niet).

De leerkracht toont een fiche met een kaart van het hydrografisch netwerk en een kaart van de overstromingsgebieden in het BHG. Het hoogst gelegen gedeelte van de stroombekkens is absorberend, terwijl het laagst gelegen gedeelte dat niet is. Daaruit volgt dat degenen die in het hoogst gelegen gedeelte wonen, degenen die in het laagst gelegen gedeelte wonen moeten beschermen om te voorkomen dat het laagst gelegen gedeelte onder water wordt gezet.

De leerkracht verdeelt de groep in tweeën:

- “de mensen van het hoogst gelegen gedeelte” (infiltreerbare bodem),
- “de mensen van het laagst gelegen gedeelte” (niet-infiltreerbare bodem).

2. Subgroep “de mensen van het hoogst gelegen gedeelte”

⌚ 15 min



Jullie wonen in het hoogst gelegen gedeelte van een stroombekken: **hoe gaan jullie de infiltratie bevorderen of zelfs forceren?**

- *De bodem niet ondoordringbaar maken, grachten, greppels, infiltratieputten of infiltratiebekkens graven, bomen planten ...*



Drainage-experiment

Een doorzichtig vat wordt gevuld met zand waarop een ondoordringbare laag wordt geplaatst. Deze bedekking wordt doorboord om er een fles vol gaten met grind in te plaatsen.

- Er wordt water op de ondoordringbare laag gegoten.
- Er wordt geobserveerd dat het water naar de infiltratieput loopt, waarlangs het in de bodem (= het zand) dringt.



Er wordt gemeten hoe lang het duurt voordat het water de bodem bereikt, en deze tijd wordt vergeleken met de doorlooptijd die eerder werd gemeten met de ondoordringbare laag (eindeloos).

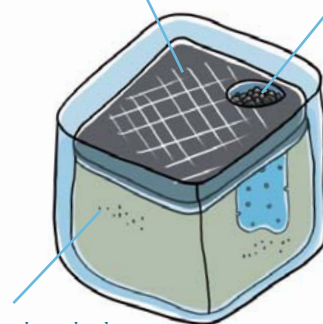


Conclusie:

- *met een infiltratieput bereikt het water onmiddellijk de drainerende lagen; dit water komt niet in de rioleringen terecht, waardoor het overstromings- en verontreinigingsgevaar afnemen.*

Straat, trottoir
(ondoordringbare laag)

Infiltratieput
(met grind gevulde
fles met doorboorde
zijanten)



Infiltreerbare bodem
(zand)



Beroepen waarop het ontwerp en de installatie van een drainagesysteem betrekking hebben:

- *architect / studiebureau, landschapsarchitect / tuinaannemer, aannemer van grondwerken / ruwbouwaannemer*



3. Subgroep "de mensen van het laagst gelegen gedeelte"

⌚ 15 min

- ❓ Jullie wonen in het laagst gelegen gedeelte van een stroombekken: **wat moet er gebeuren om de afvoer van water naar de riolering te vertragen?**
- *Het opvangen en opslaan, alvorens het beetje bij beetje af te voeren naar de riolering: dit is het reservoir met debietregeling.*
- *Bomen planten naast een reservoir dat hun wortels voedt: dit is het principe van de regenboom.*



Experiment rond het principe van het reservoir met debietregeling

Er worden verschillende reservoirs genomen (meerdere plastic cilinders met openingen van verschillende groottes).

- Er wordt in één keer een halve liter water in gegoten.



Experiment rond het principe van de regenboom (facultatief)*

Er wordt een plant (voorbeeld: een tomatenplant) in een doorzichtige pot (doorgesneden fles van 5 liter) geplant en er wordt een systeem aan toegevoegd om de wortels te begieten door middel van een plastic fles vol gaten die in de aarde wordt gestopt (fles van 1 liter waarvan de zijkanten zijn doorboord met kleine gaten, en waarvan het bovenste gedeelte is verwijderd om gemakkelijker te kunnen gieten).

* Materiaal niet inbegrepen in de kit.

- De plant kan één keer per week worden begoten en er kan worden nagegaan of de wortels en de plant het goed maken.



Conclusie:

- *er wordt opgemerkt dat het water niet op de bodem van de plantenpot blijft staan, dat de plant een deel van het opgenomen water verdampt. Al dit water zal niet naar de riolering worden afgevoerd, waardoor het overstromings- en verontreinigingsgevaar zullen*



Er wordt gemeten hoe lang het duurt voordat de reservoirs leeg zijn. De leerlingen noteren de conclusies op hun fiche.



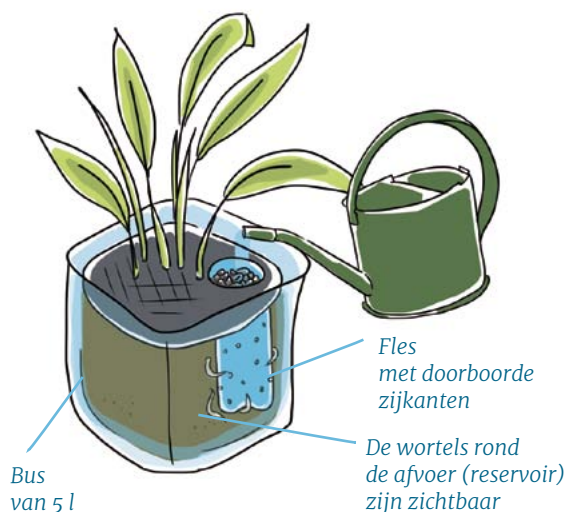
Conclusie:

- *het reservoir met debietregeling slaat het regenwater tijdelijk op en voert het beetje bij beetje af naar de riolering om te voorkomen dat die laatste wordt overbelast bij sterke regenval. Hoe kleiner de opening, des te langzamer wordt het water afgevoerd naar de riolering en des te minder zal ze overstromingen en verontreiniging veroorzaken (en des te groter zal het reservoir moeten zijn).*



Beroepen waarop het ontwerp en de installatie van een reservoir betrekking hebben:

- *architect / studiebureau, sanitairinstallateur / loodgieter, aannemer van grondwerken / ruwbouwaannemer (als het reservoir ondergronds is)*



*afnemen. Een van de vele voordelen (stofvangers en geluiddempers, verdampingstranspiratie = koeling, schoonheid, beweging, biodiversiteit, schaduw ...) is dat bomen bijdragen aan de regeling van de watercyclus. Het is dus des te belangrijker om bomen te planten in een stedelijke omgeving, omdat de ondoor-
dringbaarheidsgraad er hoog is!*

4. Samenbrenging

⌚ 10 min

- De twee subgroepen komen samen en brengen hun conclusies samen.



B. Groep vermindering van het waterverbruik

⌚ 35 min

1. Hoe gebruiken wij water?

⌚ 15 min

? Waarvoor verbruiken wij overdag water?

- De leerlingen noemen de toepassingen (of nemen ze over uit hun observaties tijdens de week) en noteren één toepassing per post-it.
- Er worden de groep A4-bladen overhandigd met de toepassingstypes (wassen, hygiëne, toilet ...) op basis waarvan de leerlingen hun post-its indelen, en aan de hand waarvan ze nagaan of ze aan alles hebben gedacht. Ze vullen zo nodig aan tot ze minstens één post-it per toepassing hebben.

? Wat is volgens jou het gemiddelde verbruik per persoon per dag?

- Elke leerling schat het gemiddelde waterverbruik per persoon en per dag voor elk toepassingstype.
- Vervolgens worden er maatbekers op tafel gezet (één per toepassingstype). In het midden een zak korrels die water symboliseren en drie doseerders die 1, 5 en 10 liter water voorstellen.

→ De leerlingen overleggen samen hoe ze de korrels over de verschillende maatbekers zullen verdelen op basis van hun schattingen van het verbruik per toepassing.

→ De leerkracht haalt de maatbekers met het gemiddelde verbruik in het BHG tevoorschijn, evenals de grafiek van het gemiddelde waterverbruik. De leerlingen corrigeren hun schattingen indien nodig.

? Voor welke toepassingen is het meeste water nodig? En het minste?

→ Ze vergelijken vervolgens de hoeveelheden per toepassing door de niveaus in de verschillende bekers te noteren.



Beroepen waarop de distributie van stadswater in de huizen betrekking heeft:

→ sanitairinstallateur / loodgieter

2. Drinkwater

⌚ 5 min

? Voor welke toepassingen moet het water absoluut drinkbaar zijn?

- Water dat kan worden ingeslikt: drinkwater, water waarmee voedingsmiddelen worden schoongemaakt en wordt gekookt en, voor de zekerheid, water waarmee de afwas wordt gedaan.
- Aan elke leerling wordt gevraagd om een gekleurde post-it vóór elke maatbeker te plaatsen: blauw als het water drinkbaar moet zijn, een andere kleur als dit niet noodzakelijk is.

? Hoeveel liter per persoon en per dag betekent dit?

- De leerlingen berekenen hoeveel water per persoon dit betekent:
- $4,8 + 8,4 = 13,2$ liter/persoon/dag, dat wil zeggen 11% van het dagelijkse gemiddelde verbruik.



3. Regenwater

5 min

? Welke toepassingen kan regenwater hebben?

→ *Water voor waterspoelingen van toiletten, voor de wasmachine en zelfs om een bad en een douche te nemen, maar niet voor de keuken!*

? Hoeveel liter per persoon en per dag betekent dit?

→ Er wordt de leerlingen gevraagd om te berekenen voor hoeveel water de toepassingen goed zijn waarvoor er geen blauwe post-it is:

→ *$10,8 + 15,6 + 38,4 + 42 = 106,8$ liter/persoon/dag, dat wil zeggen 89% van het dagelijkse gemiddelde verbruik.*

Er wordt opgemerkt dat water voor waterspoelingen ook grijs water kan zijn (dat wil zeggen het afvalwater dat overblijft na een douche en een bad): de hoeveelheden stemmen overeen. In het BHG beginnen mensen deze oplossing uit te proberen, maar bijvoorbeeld in Japan is deze oplossing allang ingeburgerd.

4. Opvangoppervlakte (dak)

10 min

? Hoeveel m² dak per persoon is er nodig om het verbruik van niet-drinkbaar water van elke persoon te garanderen?

Om de berekening te vereenvoudigen, gaan we ervan uit dat het 800 liter/m²/jaar regent en dat dit water voor 100% wordt gerecupereerd. Ter herinnering: iedereen verbruikt gemiddeld 120 liter water per dag, waarvan 106,8 liter niet noodzakelijk drinkbaar moet zijn.

→ *$800 \text{ liter/m}^2/\text{jaar} = 2,2 \text{ liter/m}^2/\text{dag}$*

→ *Er is $106,8 \text{ liter/dag/persoon} = 48,5 \text{ m}^2/\text{persoon}$ nodig*



Conclusie:

→ *in een huis is er over het algemeen voldoende regenwater voor de toiletten en de wasmachine. In een appartementsgebouw is er voldoende voor begieting en de schoonmaak van de gemeenschappelijke ruimten. Autonomie voor water is vrijwel onmogelijk te realiseren in het BHG.*

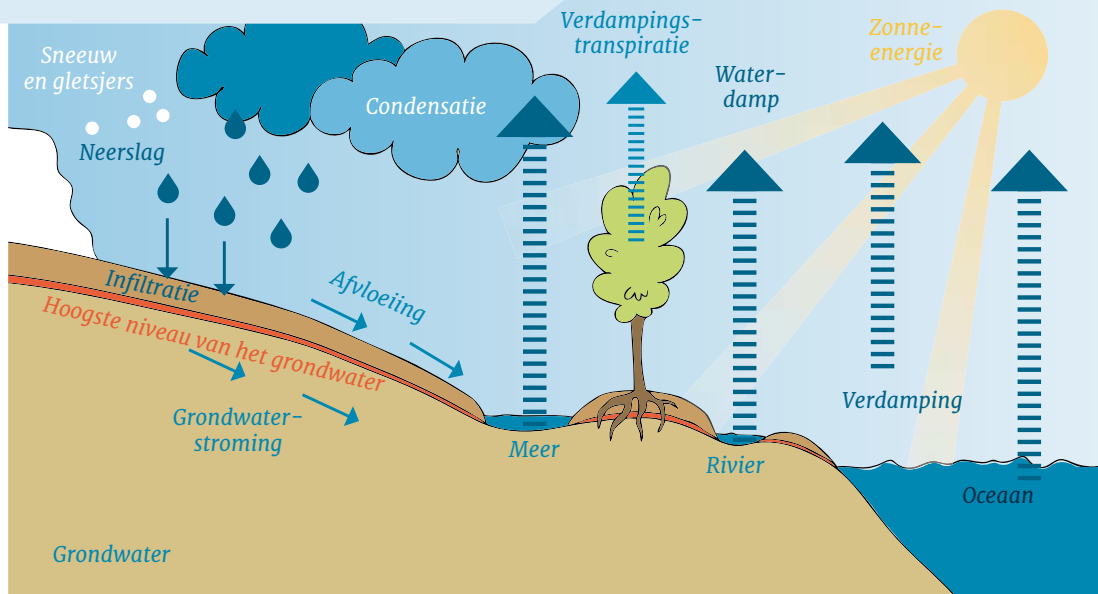


Beroepen waarop het ontwerp en de installatie van een systeem voor hergebruik van regenwater betrekking hebben:

→ *architect / studiebureau, sanitairinstallateur / loodgieter, aannemer van grondwerken / ruwbouwaannemer (als het reservoir ondergronds is), dakdekker*

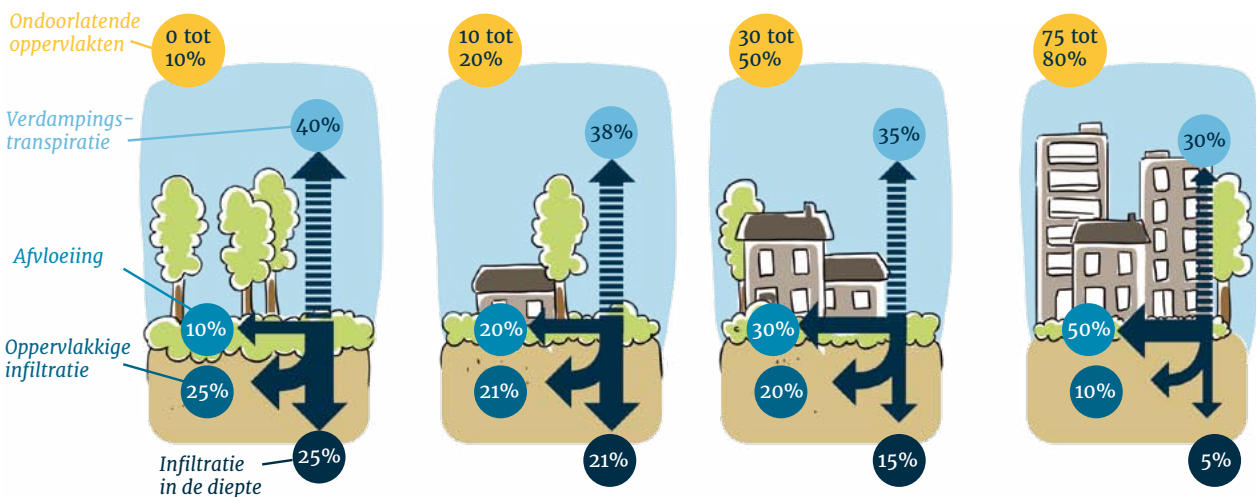
A. De natuurlijke watercyclus

We frissen het geheugen op. Dit is de natuurlijke watercyclus:



B. De watercyclus in de stad

Verstedelijking beïnvloedt – en verstoort – de natuurlijke watercyclus. Het is immers zo dat hoe ondoorlatender de bodem is, des te meer het water stroomt en des te minder het in de bodem infiltreert. De afwezigheid van vegetatie verhindert ook de verdampingstranspiratie.



Gevolgen van verstedelijking: hoe meer het percentage ondoorlatende oppervlakten stijgt, des te kleiner wordt de beschikbare hoeveelheid water voor infiltratie of verdampingstranspiratie – schema geïnspireerd op "Figure 3.21 : Relationship between impervious cover and surface runoff" in THE FEDERAL INTER-AGENCY STREAM RESTORATION WORKING GROUP, Stream Corridor Restoration: Principles, Processes, and Practices, 1998, p.3-23

C. Water in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest (BHG)

Het BHG krijgt jaarlijks 131 miljoen m³ regenwater te verwerken, waarvan:

- 57 miljoen m³ (43,5%) opnieuw in de atmosfeer terecht komt door middel van verdampingstranspiratie,
- 17 miljoen m³ (13%) wordt geabsorbeerd door de bodem en in het grondwater terecht komt,
- 57 miljoen m³ (43,5%) op ondoordringbare oppervlakten valt (daken, straten, parkings ...) dat rechtstreeks naar de rioleringen wordt afgevoerd.

De Brusselse rioleringen werden op het einde van de 19^e eeuw gebouwd om het afvalwater op te vangen en af te voeren naar zuiveringsstations, waar het wordt gezuiverd voordat het opnieuw in de rivieren en vervolgens in de oceanen wordt geloosd, kortom voordat het opnieuw in de natuurlijke cyclus terecht komt.



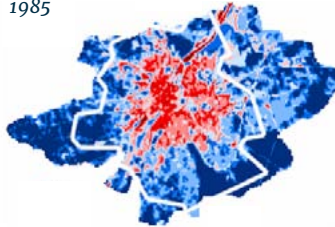
Het ontwerp en de afmetingen dateren uit de 19^e eeuw en het gaat om eenheidsrioleringen, wat betekent dat ze zowel afvalwater als regenwater opvangen.

Maar sindsdien is de ondoordringbare oppervlakte sterk toegenomen in het BHG: in 50 jaar tijd is het percentage ondoorlatende oppervlakten immers gestegen met 20 %. Daarnaast is ook het aantal inwoners en hun waterverbruik gestegen.

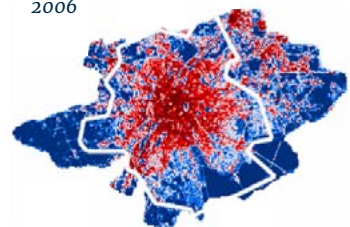
1955



1985



2006



■ doorlatende bodems

■ ondoorlatende bodems

Studie van de evolutie van de ondoorlaatbaarheid van de bodem in het BHG - ULB-IGEAT - Oktober 2006

Vandaag komt bij de 57 miljoen m³ regenwater die elk jaar in de riolering stroomt, nog ongeveer 68 miljoen m³ leidingwater per jaar. De rioleringen zijn te klein om al dat water op te nemen dat door alle Brusselaars wordt afgevoerd. Dit veroorzaakt regelmatig overstromingen – in het bijzonder bij sterke regenval en onweders die in zeer korte periodes voor een massale aanvoer van water zorgen.

Wanneer dat voorvalt, is het soms nodig om het zuiveringsstation uit te schakelen en al het water (regen- + afvalwater) rechtstreeks in de rivier te lozen, waardoor stroomafwaarts verontreiniging wordt veroorzaakt. Door de klimaatverandering komen deze sterke regenval en onweders vaker voor, waardoor vaker ongezuiverd water wordt geloosd en de verontreiniging dus toeneemt.

Bouwberoepen die verband houden met waterbeheer



Architect
Studiebureau



Landschapsarchitect
Tuinaannemer



Dakdekker



Grondwerken
Ruwbouw



Sanitairinstallateur
Loodgieter

A.

Groep infiltratie

1. Inleiding

? Onder welke voorwaarden kan men water in de bodem laten infiltreren?

→ Noteer je hypothesen:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

..... seconden

? Om welk materiaal gaat het volgens jou?

.....

Conclusies:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



Infiltratietest

Je krijgt een materiaal waarvan je de infiltreerbaarheid moet testen. Doe dit materiaal in een recipiënt en giet er ½ liter water op. Chronometreer hoe lang het duurt voordat al het water door het materiaal is gelopen (of erdoor is geabsorbeerd).

2. De mensen van het hoogst gelegen gedeelte

Hoe de infiltratie bevorderen of zelfs forceren?

→ Noteer je hypothesen:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



Drainage-experiment

Je beschikt over de maquette van een infiltratieput: een doorzichtig vat gevuld met zand en bedekt met een ondoordringbare laag waarin een fles vol gaten met grind is geplaatst.

→ Giet ½ liter water op de ondoordringbare laag.

Wat constateer je?

.....

.....

.....

.....

→ Meet hoe lang het duurt voordat het water de bodem bereikt, en vergelijk deze tijd met de doorlooptijd die eerder werd gemeten met de ondoordringbare laag.



..... seconden



Conclusies:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



Op welke beroepen hebben het ontwerp en de installatie van een drainagesysteem betrekking?

.....

.....

.....

.....

3. De mensen van het laagst gelegen gedeelte

Wat moet er gebeuren om de afvoer van water naar de riolering te vertragen?

→ Noteer je hypothesen:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



Experiment rond het reservoir met debietregeling
Je beschikt over verschillende reservoirs (hier meerdere plastic cilinders) met openingen van verschillende groottes.

→ Giet in één keer ½ liter water in elk reservoir en observeer hoe lang het duurt voordat elk reservoir leeg is.



1. seconden



2. seconden



3. seconden



Conclusies:

.....

.....

.....

.....



Op welke beroepen hebben het ontwerp en de installatie van een reservoir betrekking?

.....

.....

.....

.....

B.

Groep vermindering van het waterverbruik

1. Hoe gebruiken wij water?



Waarvoor verbruiken wij overdag water?

→ Denk aan een gemiddelde week: wanneer en waarom verbruik je water? Noteer één toepassing per post-it.

→ Breng vervolgens jullie post-its samen en rangschik ze op het bord. Heb je aan alle toepassingen gedacht?



Wat is volgens jou het gemiddelde verbruik per persoon per dag?

→ Vul de kolom "hypothese" aan

		→ Hypothese	→ Controle
	Toiletten	..... liter/ pers./dag	..... liter/ pers./dag
	Hygiëne (bad en douche)	..... liter/ pers./dag	..... liter/ pers./dag
	Was	..... liter/ pers./dag	..... liter/ pers./dag
	Onderhoud en schoonmaak	..... liter/ pers./dag	..... liter/ pers./dag
	Afwas	..... liter/ pers./dag	..... liter/ pers./dag
	Drank en koken	..... liter/ pers./dag	..... liter/ pers./dag

- Vul samen de maatbekers op basis van jullie schattingen. Vergelijk ze vervolgens met het gemiddelde verbruik in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest en corrigeer indien nodig jullie hoeveelheden in de maatbekers.
- Vul vervolgens de kolom "controle" van de bovenstaande tabel aan.

? Voor welke toepassingen is het meeste water nodig?

.....

.....

.....

.....

.....

En het minste?.....

.....

.....

.....

.....



Op welke beroepen heeft de distributie van stadswater in de huizen betrekking?

.....

.....

.....

.....

.....

2. Drinkwater

? Voor welke toepassingen moet het water absoluut drinkbaar zijn?

- Plaats blauwe post-its naast de betrokken toepassingen.

? Hoeveel liter per persoon en per dag betekent dit?

- liter (dat wil zeggen %
van het dagelijkse gemiddelde verbruik)

3. Regenwater

? Welke toepassingen kan regenwater hebben?

- *Lijst van de toepassingen:*

.....

.....

.....

.....

.....

.....


.....

.....

? Hoeveel liter per persoon en per dag betekent dit?

- liter (dat wil zeggen %
van het dagelijkse gemiddelde verbruik)

4. Opvangoppervlakte (dak)

 Als we weten dat het 800 l/m²/jaar regent in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest, en het regenwater dat op het dak valt voor 100% wordt gerecupereerd, hoeveel m² dak is er dan nodig om het verbruik van niet-drinkbaar water van elk individu te garanderen?

→ m²/persoon



Conclusies:

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

.....
.....
.....
.....
.....



Op welke beroepen hebben het ontwerp en de installatie van een systeem voor hergebruik van regenwater betrekking?

.....
.....
.....
.....
.....
.....