

OPLEIDING DUURZAME GEBOUWEN

BEHEER VAN HET REGENWATER OP HET PERCEEL EN IN DE OPENBARE RUIMTE

LENTE 2020

Principes van stedelijke hydrologie

Stéphan Truong

Facilitator Water

écorce
TOEGEVOEGDE CONSULTANCIE





- ▶ Op eenvoudige wijze inzicht verlenen in de hydrologische elementen die een rol spelen in het regenwaterbeheer in stedelijke omgevingen
- ▶ Deze elementen integreren in het ontwerp van de voorzieningen voor een geïntegreerd regenwaterbeheer
- ▶ Inzicht verlenen in de bij de dimensioneringsmethododes gebruikte parameters



HYDROLOGISCHE ELEMENTEN

PLUVIOMETRIE

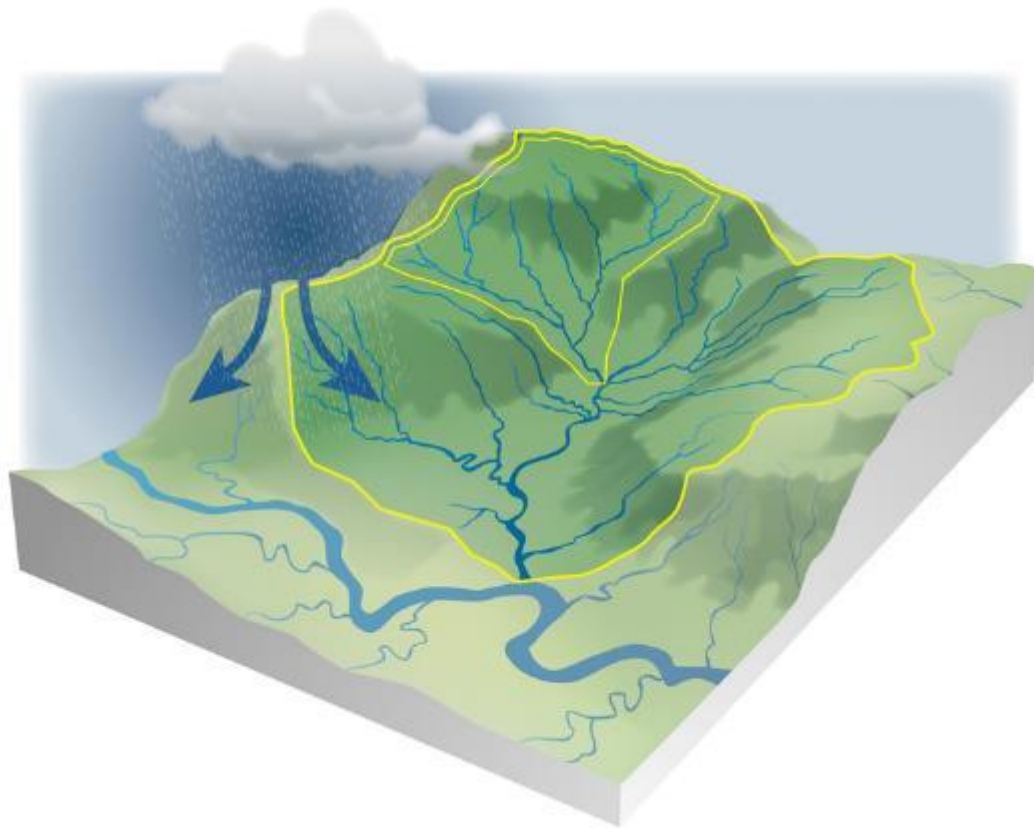
AFVLOEIING

INFILTRATIE



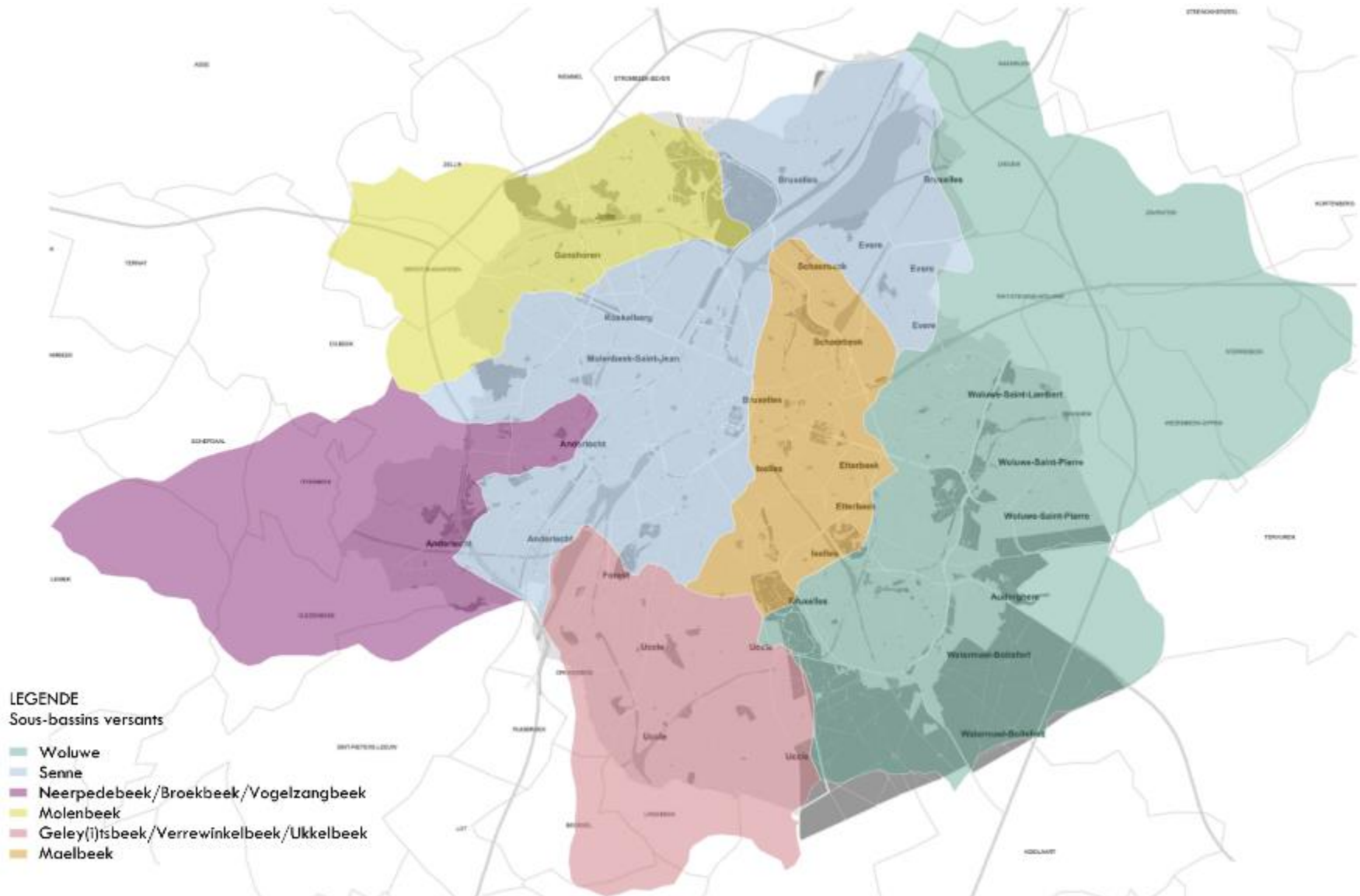
Oppervlak gedefinieerd door het geheel van het water dat op dat oppervlak neerkomt en naar eenzelfde afvoerpunt stroomt.

- Gedefinieerd door de topografie (natuurlijk milieu) EN door het rioleringsnet (stedelijk milieu)



Bron: stroomgebied van de Gartempe





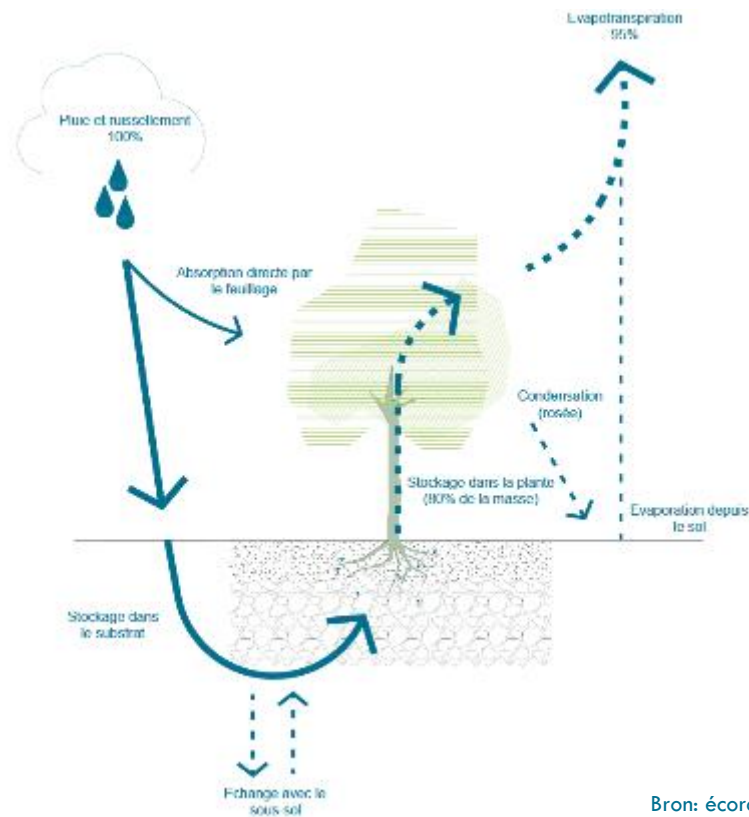
Concentratietijd

- ▶ Regen die gelijkmatig en constant in een SG neerkomt, genereert ter hoogte van het afvoerpunt een debiet dat met de tijd toeneemt tot een maximum bereikt is. De tijd die vereist is om dit maximum te bereiken, wordt de concentratietijd genoemd.
- ▶ De concentratietijd is dus de tijd die de verste druppel nodig heeft om het afvoerpunt te bereiken.
- ▶ De concentratietijd van een SG is afhankelijk van:
 - de vorm van dit laatste
 - de grootte van dit laatste
 - de hellingen
 - de oppervlaktetypes (doorlatendheid, ruwheid,...)
 - het type regenbui
 - ...



De verschillende componenten van de hydrologische balans van neerslag: de afvloeïing, de infiltratie en de evapotranspiratie

⇒ **Doelstelling: de afvloeïing minimaliseren en de infiltratie en evapotranspiratie maximaliseren**



Bron: écorce



HYDROLOGISCHE ELEMENTEN

PLUVIOMETRIE

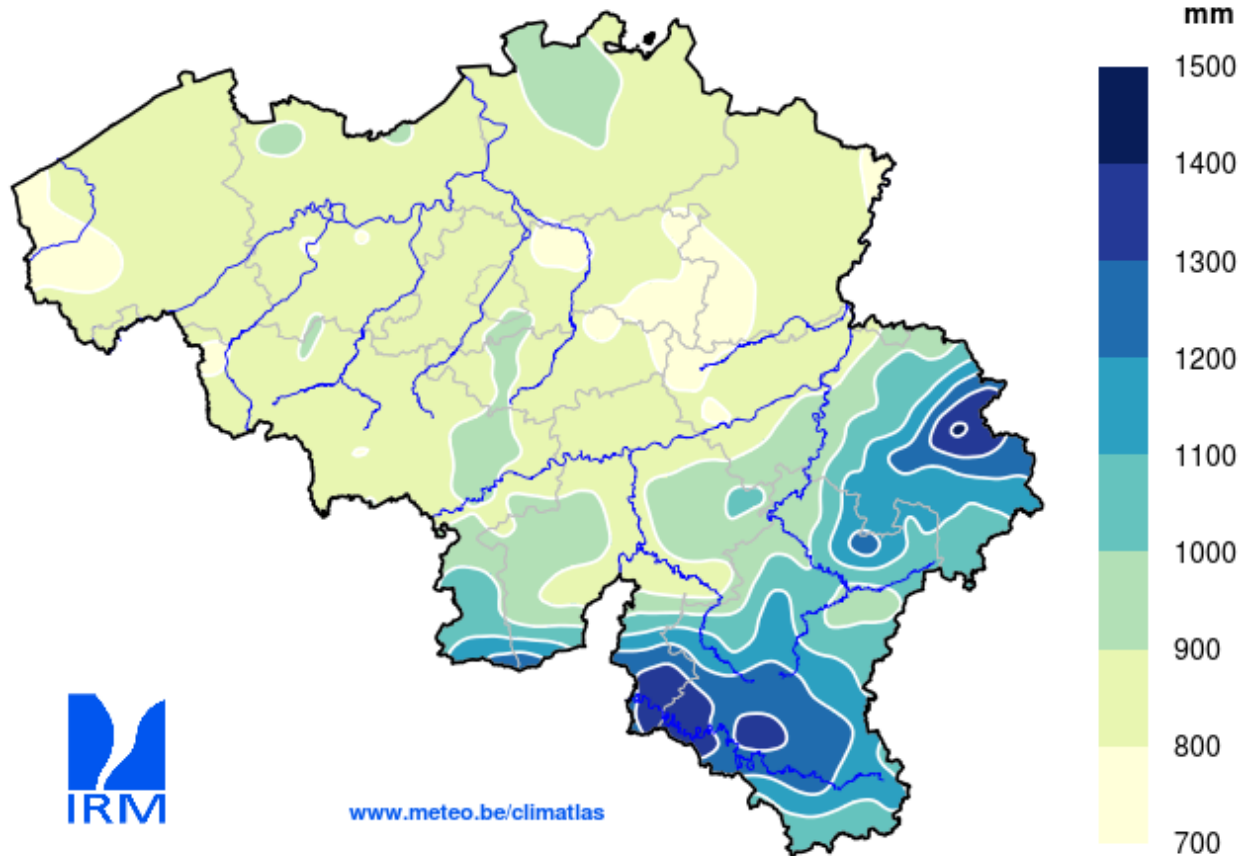
AFVLOEIING

INFILTRATIE

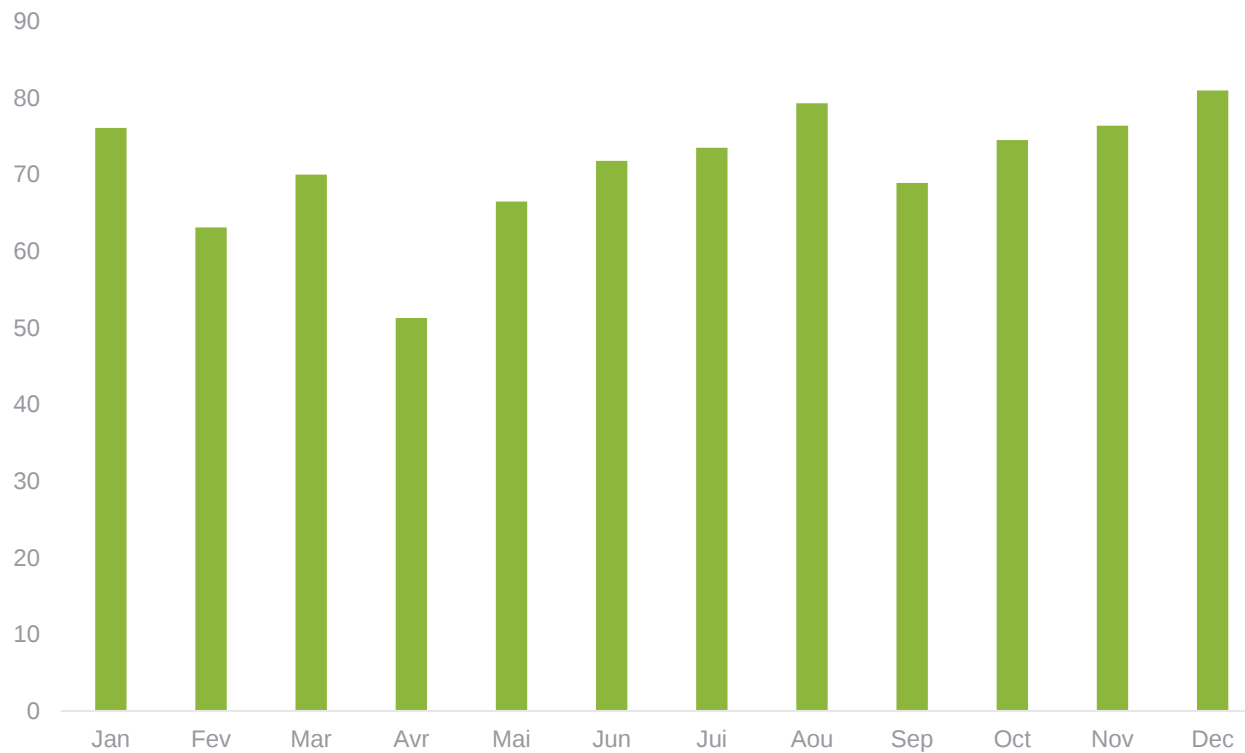


850 mm/jaar**Quantités de précipitations annuelles moyennes**

Normales 1981 - 2010



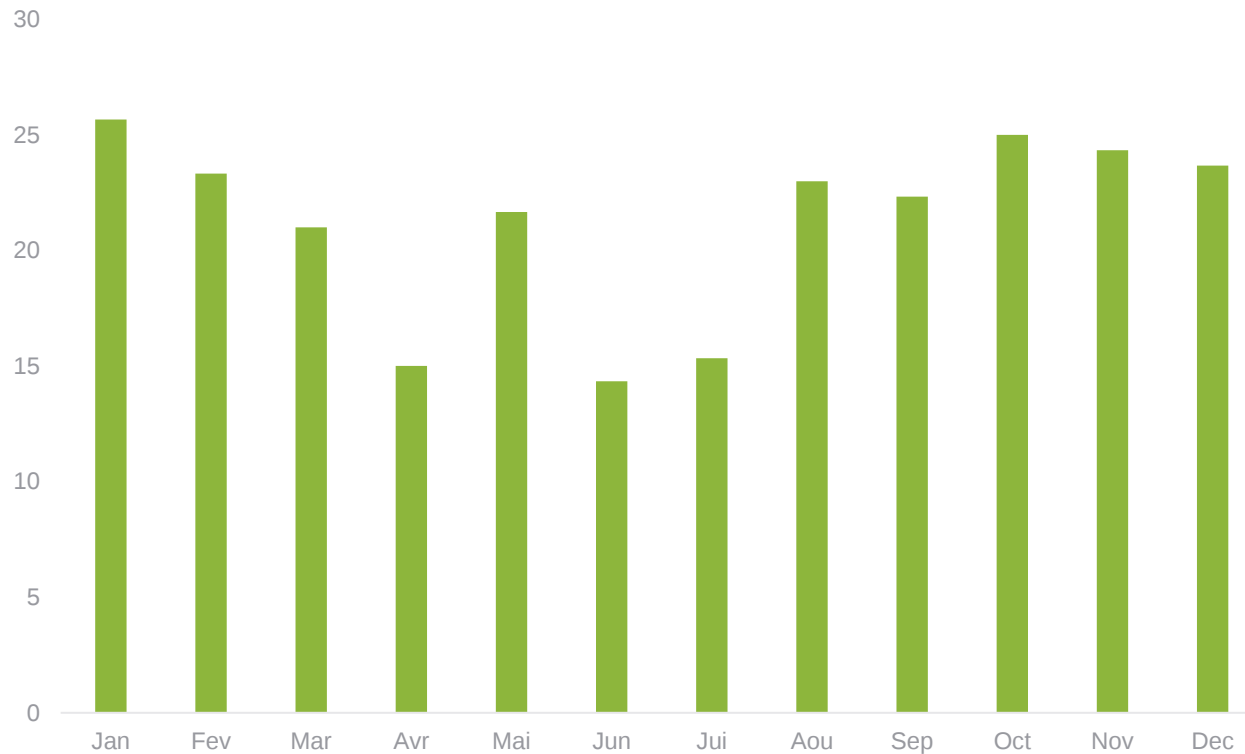
Neerslag: ± 70 mm/maand



Gemiddelde maandelijkse neerslag in het station van Ukkel (gegevensbron: KMI)



Aantal regendagen

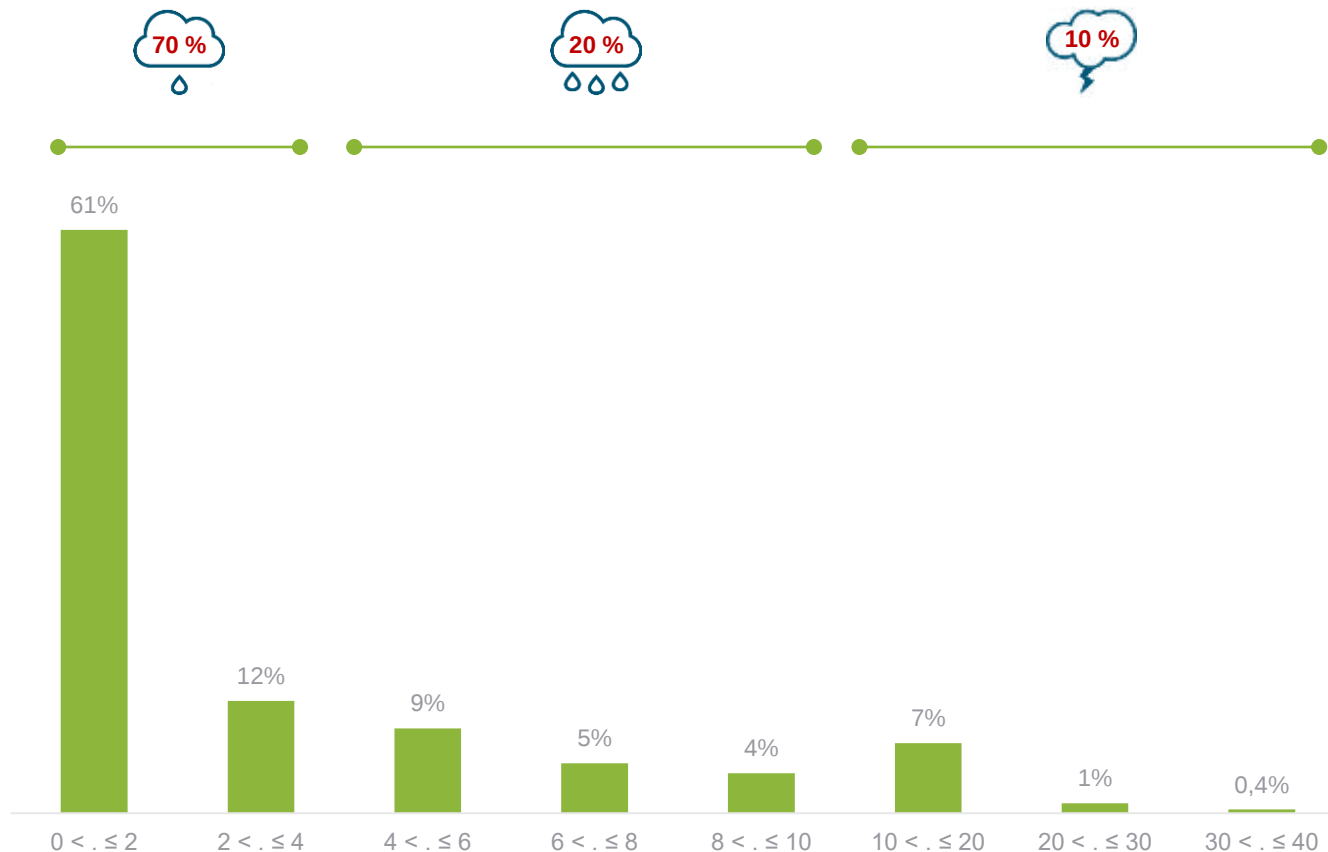


Gemiddelde maandelijkse aantal regendagen in het station van Ukkel (gegevensbron: KMI)



Regenbuien

- Gemiddeld regent het 255 dagen/jaar (70 % van de tijd), als volgt verdeeld:

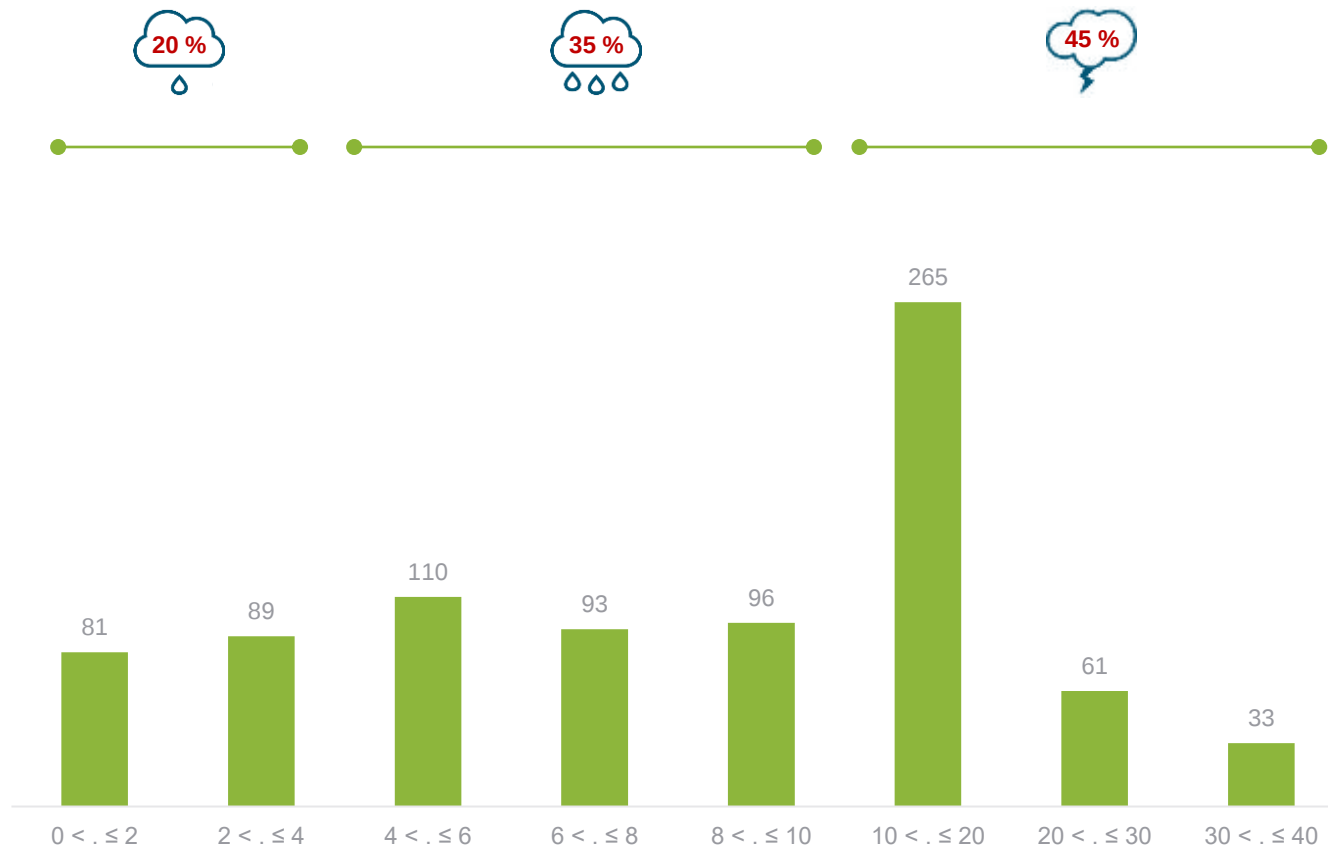


Verdeling van de gemiddelde dagelijkse neerslag in het station van Enghien per type regenbui
(gegevensbron: <http://voies-hydrauliques.wallonie.be>)



Regenbuien

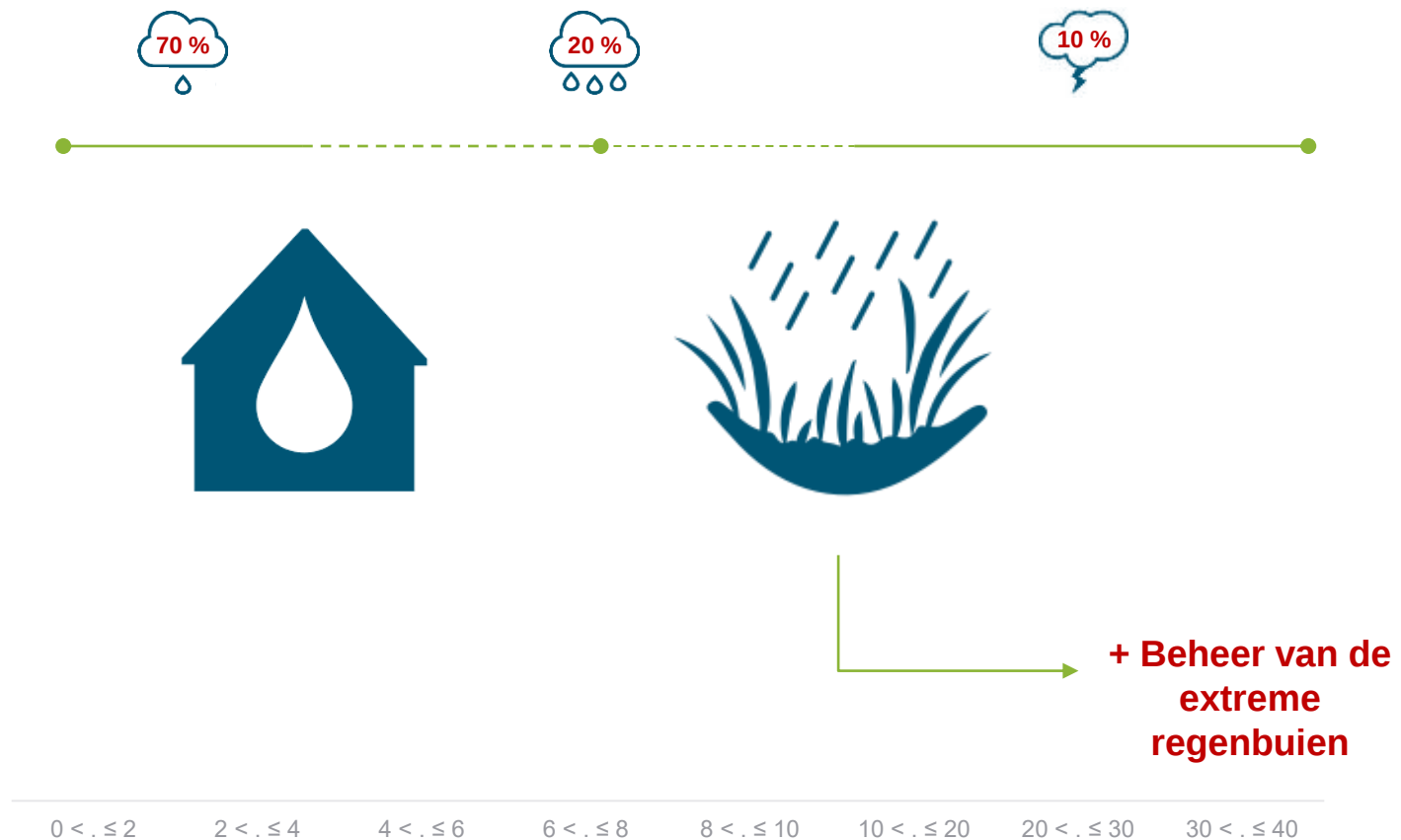
- De verschillende regenbuitypes genereren jaarlijks:



Gemiddelde jaarlijkse neerslag (mm) in het station van Enghien per type regenbui (gegevensbron:
<http://voies-hydrauliques.wallonie.be>)



Het beheer is afhankelijk van het type regenbui



Een regenbui wordt gekarakteriseerd door 3 parameters (QDF/KDF):

- ▶ de **k**wantiteit
- ▶ de **d**uur
- ▶ de **f**requentie (= terugkeerperiode = terugkeertijd (**TT**))

	Terugkeerperiode (jaren)											
Duur	2	5	10	15	20	25	30	40	50	75	100	200
10 min	7,7	11	13,5	15	16,1	17	17,8	19	19,9	21,8	23,1	26,6
20 min	11,1	15,9	19,5	21,7	23,3	24,6	25,7	27,5	28,9	31,5	33,5	38,5
30 min	13,1	19	23,4	26,1	28,1	29,6	31	33,1	34,8	38	40,4	46,5
1 h	16,2	22,7	27,6	30,6	32,7	34,5	35,9	38,2	40,1	43,6	46,2	52,8
2 h	19,4	26,8	32,3	35,6	38,1	40	41,6	44,2	46,3	50,2	53,1	60,5
3 h	21,6	29,7	35,7	39,3	42	44,1	45,9	48,7	51	55,3	58,4	66,5
6 h	26,1	34,4	40,5	44,2	46,9	49,1	50,9	53,8	56,1	60,4	63,7	71,8
12 h	31,8	41,7	49,1	53,5	56,7	59,3	61,4	64,9	67,6	72,8	76,6	86,2
1 d	39	50,5	58,7	63,6	67,2	70	72,3	76	78,9	84,4	88,4	98,5
2 d	49,6	63,4	73,1	78,8	82,8	86	88,6	92,8	96,1	102,2	106,6	117,5
3 d	52,9	67,6	77,8	83,7	87,9	91,2	93,9	98,2	101,6	107,7	112,2	123,1
4 d	57,6	73,3	84	90,2	94,6	98,1	100,9	105,3	108,8	115,2	119,7	130,9
5 d	65,4	82,4	93,9	100,6	105,3	108,9	111,9	116,6	120,3	127	131,8	143,6
7 d	75,4	93,8	106,2	113,3	118,2	122,1	125,2	130,2	134	141	146	158,1
10 d	89,8	110,7	124,6	132,4	137,9	142,1	145,6	151	155,2	162,8	168,2	181,2
15 d	108,8	133,2	149,1	158	164,3	169,1	172,9	179	183,7	192,2	198,1	212,4
20 d	126,7	155,2	173,6	183,9	191	196,4	200,9	207,8	213,1	222,6	229,3	245,2
25 d	135,2	165,5	184,9	195,7	203,1	208,8	213,4	220,6	226,1	236	242,9	259,3
30 d	157,9	190,3	211	222,4	230,3	236,3	241,2	248,7	254,5	264,9	272,1	289,2

Statistieken van de extreme neerslag – Gemeente Ukkel

Geschatte neerslaghoeveelheid voor een neerslagduur [van 10 minuten tot 30 dagen]
en een terugkeerperiode [van 2 tot 200 jaar] - Eenheid: mm

Bron: KMI



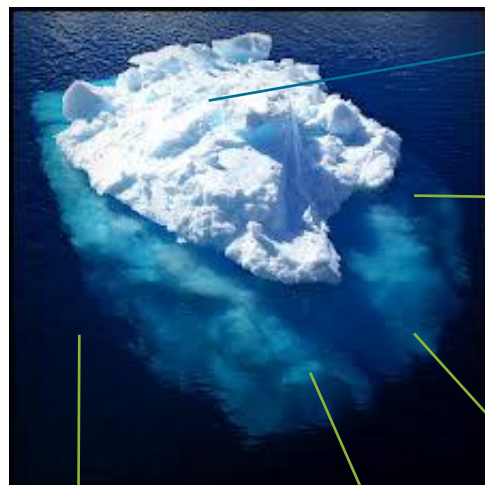
Welke regen moet in aanmerking worden genomen?

- ▶ De TT wordt bepaald door de ambities
- ▶ In aanmerking te nemen neerslagduur
 - In theorie = concentratietijd van het stroomgebied, d.w.z. de tijd die een regendruppel nodig heeft om de afstand af te leggen vanaf het punt dat het verst verwijderd is van het afvoerpunt van een stroomgebied tot aan dat afvoerpunt
 - In de praktijk: gebruik van de neerslagmethode om de meest problematische neerslagduur te bepalen volgens de karakteristieken van het project (actieve oppervlakte, doorlatendheid en infiltratieoppervlakte)

⇒ **Zie presentatie Dimensioneringsmethodes**



PLUVIOMETRIE VS UITDAGINGEN



Overstromingen

Impact op mensen en middelen
Verontreiniging van de
natuurlijke milieus



Overbelasting van het rioleringsnet

→ **Aantasting** van dure infrastructuur

→ **Lozingen**

→ verontreiniging van de ontvangende waterlopen

Vermenging van afvalwater – zuiver water

→ **Verdunning** van het te zuiveren water

→ zuiveringsrendementen ↓

→ **Verspilling** van de hulpbron 'zuiver water'

→ verbruik van drinkbaar gemaakt water ↗

Verlies van
levenskwaliteit in de stad

→ **Hitte-eilanden** ↗

→ **Gezelligheid** ↓

→ **Gebrek aan**
fundamenteel
evenwichtselement in
stedelijke omgeving



Ontoereikende aanvulling van zuiver water

→ in de bodem (→ evenwicht en kwaliteit van de bodem in
natuurlijke milieus ↓)

→ van de grondwaterlagen (→ gevolgen op lange termijn)

→ van de natuurlijke waterlopen of vochtige gebieden (→
biodiversiteit ↓ in de zomer)



HYDROLOGISCHE ELEMENTEN

PLUVIOMETRIE

AFVLOEIING

INFILTRATIE



Definitie

- ▶ Fictieve oppervlakte die de oppervlakten voorstelt die actief aan de afvloeiing van het regenwater deelnemen

Berekening

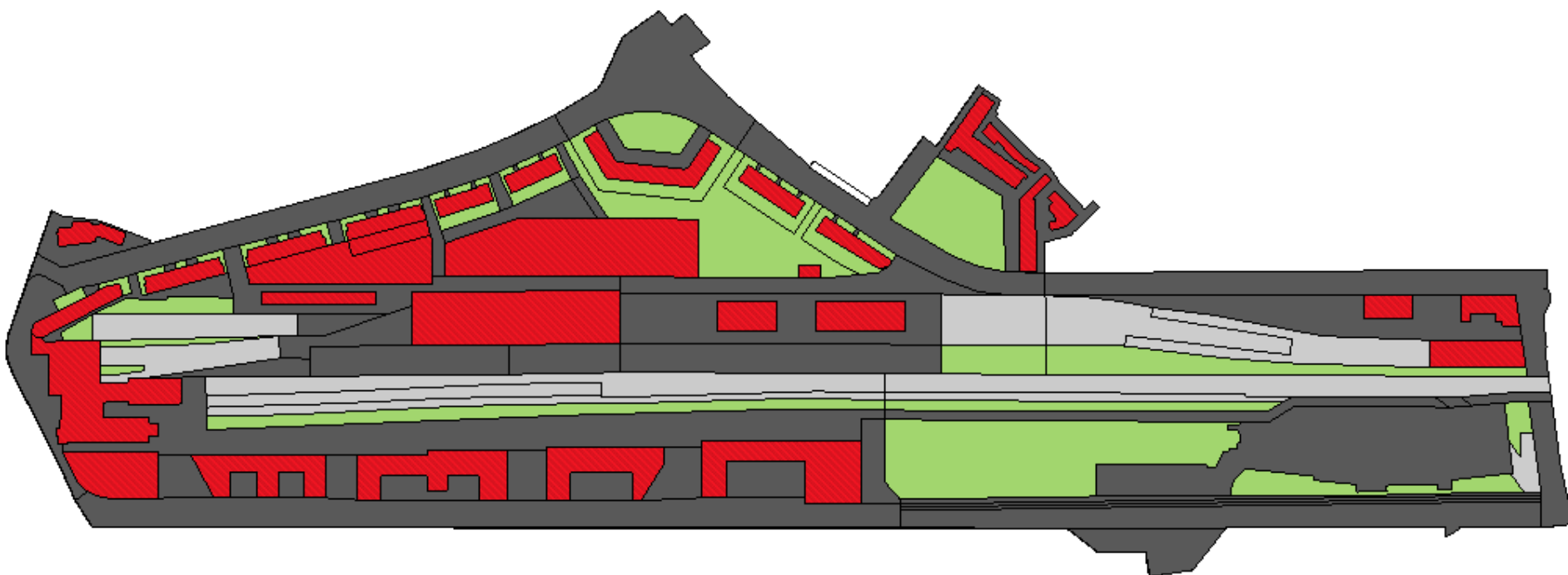
- ▶ $_aO = \sum AC * _xO$

waarin

- AC = afvloeiingscoëfficiënt
 - $_xO$ = oppervlakte x
- ▶ De AC 's zijn afhankelijk van
 - het oppervlaktetype
 - het regenbuitype (intensiteit, duur)
 - de topografie
 - ...



Voorbeeld



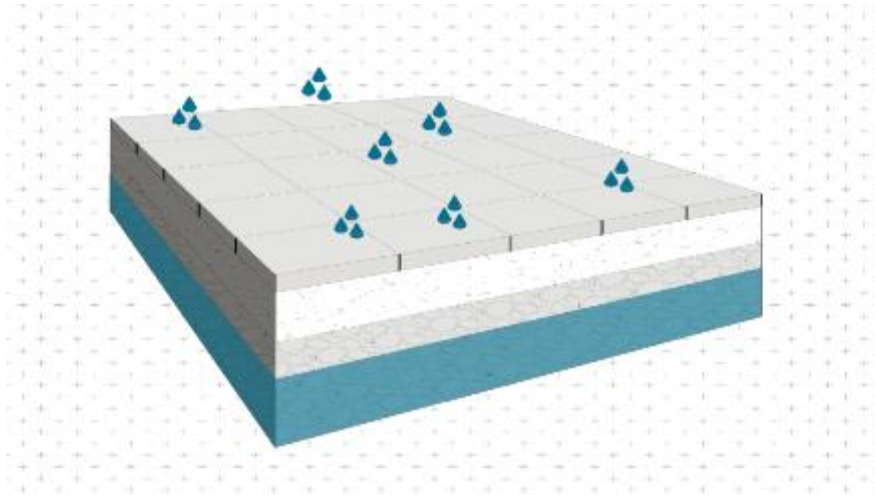
Légende

	Bâtiments (toitures classiques)	→	0,9 of 1
	Revêtements imperméables	} →	0,9
	Revêtements semi-perméables		
	Espaces verts en pleine terre	→	0,2



Bijzonder geval van de (half)doorlatende verhardingen

- De neerslag die op dit oppervlaktetype terechtkomt, vloeit niet af als zodanig ... Omdat de gegenereerde watervolumes in de onderfundering (draineermassief) moeten worden voorzien, wordt deze neerslag toch in de actieve oppervlakte meegerekend



Bron: écorce

Totale oppervlakte = 100 m^2

↓ $AC = 0,9$

Actieve oppervlakte = 90 m^2

↓ regen = 60 mm/m^2

Te beheren volume = $5,4 \text{ m}^3$

↓
In de onderfundering
te voorzien



HYDROLOGISCHE ELEMENTEN

PLUVIOMETRIE

AFVLOEIING

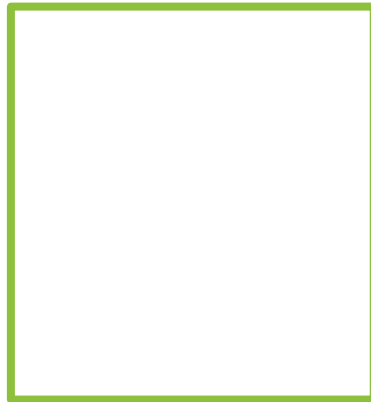
INFILTRATIE



Het infiltratiedebiet (Q_{inf}) is afhankelijk van

- ▶ de infiltratieoppervlakte ($_{inf}O$)
- ▶ de doorlatendheid van de grond (verzadigde hydraulische geleidbaarheid K_s gemeten in mm/h of m/s)

$$K_s = 5 \text{ mm/h}$$
$$_{inf}O = 100 \text{ m}^2$$



$$Q_{inf} = 0,5 \text{ m}^3$$

$$K_s = 50 \text{ mm/h}$$
$$_{inf}O = 10 \text{ m}^2$$



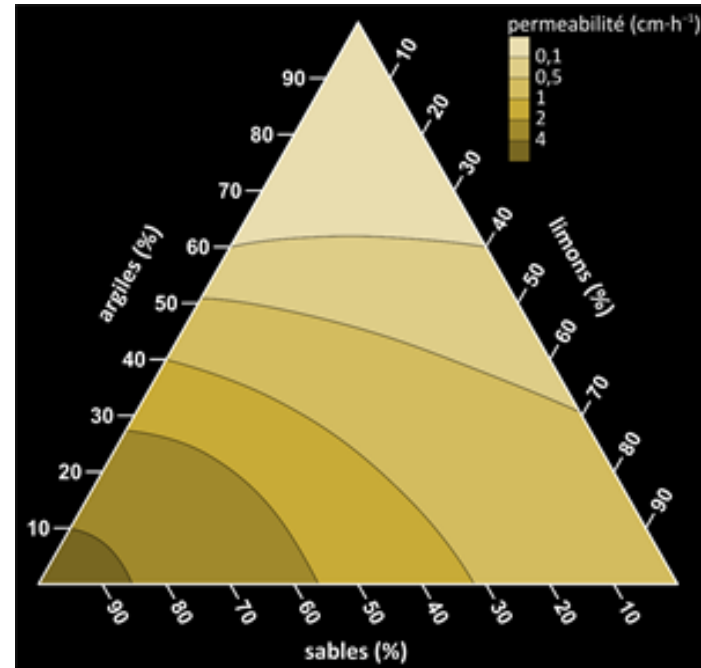
$$Q_{inf} = 0,5 \text{ m}^3$$

⇒ **JE KAN NIET ALLEEN INZETTEN OP DOORLATENDHEID!!**

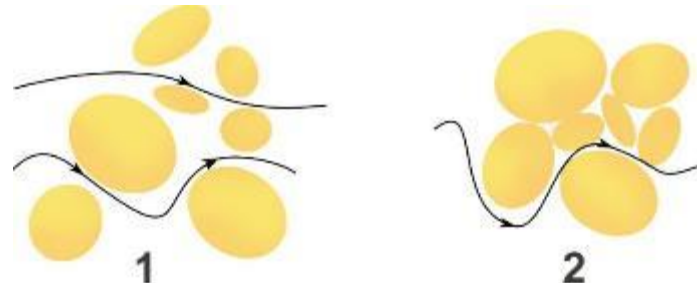


De doorlatendheid van de grond is afhankelijk van

- zijn textuur en...



- ...zijn structuur



Wat beogen ze?

- ▶ De bepaling van de verzadigde hydraulische geleidbaarheid van de grond

Wanneer moeten ze worden uitgevoerd?

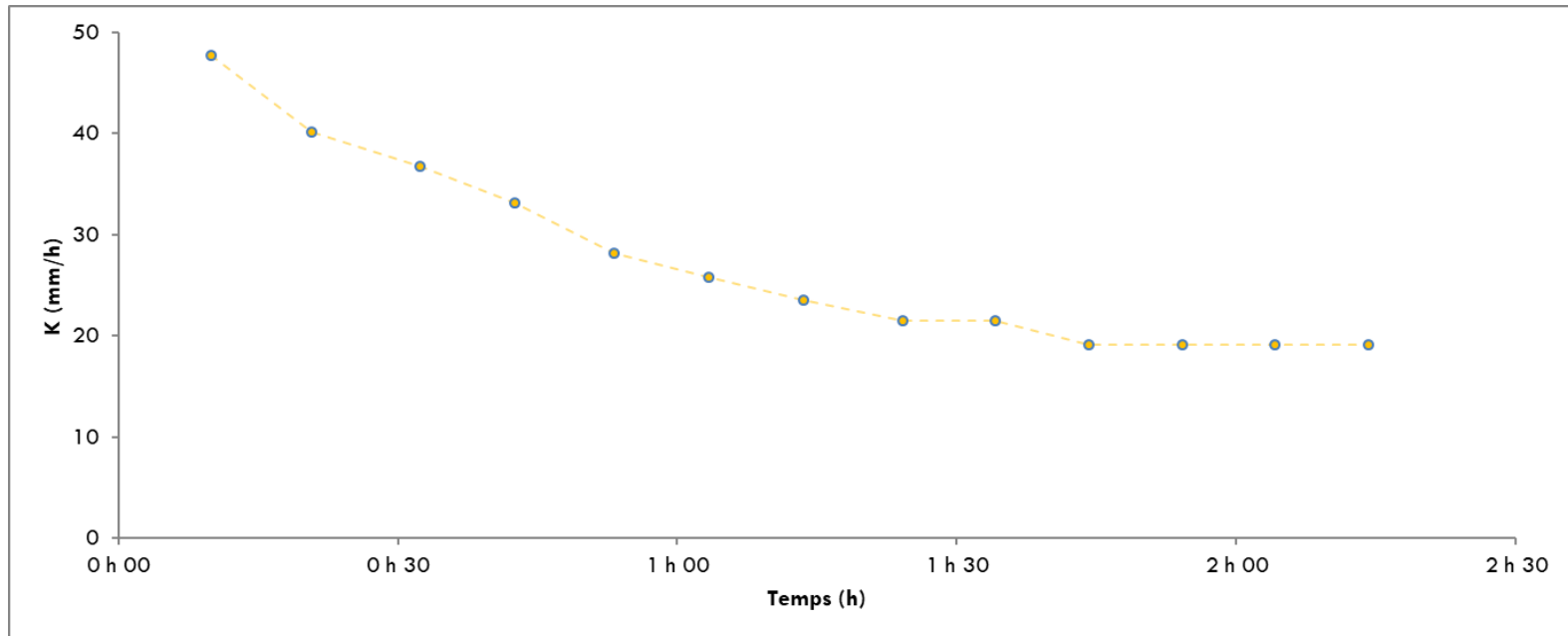
- ▶ Schetsontwerp / Voorontwerp / Ontwerp: om bij de dimensioneringsberekeningen te gebruiken
- ▶ Bouwplaats: om de goede uitvoering van de werken te verifiëren

Methodes

- ▶ Porchet
- ▶ Matsuo (puttest)
- ▶ Dubbele ring
- ▶ ...



Verzadigde hydraulische geleidbaarheid van de grond



Porchet

- Test uitgevoerd in een boorgat met een diameter van 15 cm gerealiseerd met behulp van een grondboor. Na de initiële verzadiging wordt het watervolume bepaald dat vereist is om gedurende 10 minuten een constant peil van 15 cm te handhaven.



VOOR- EN NADELEN:

- + Nauwkeurigere methode
- Test die telkens op een zeer kleine oppervlakte wordt uitgevoerd

AANDACHTSPUNTEN

De wanden van het boorgat mogen niet worden verdicht om de metingen niet systematisch te vertekenen!



Matsuo (puttest)

- Test uitgevoerd in een put met een bepaald volume gerealiseerd met een lepelbagger. Na de initiële verzadiging wordt de daling van het waterpeil gevolgd.



VOOR- EN NADELEN:

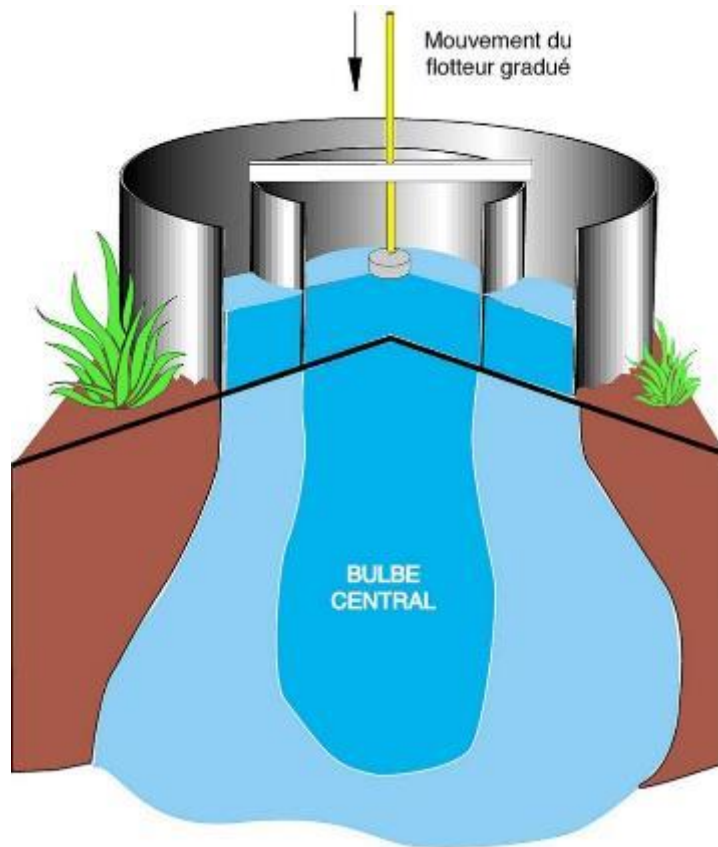
- + GESCHIKT VOOR
OPPERVLAKTETECHNIEKEN
- Minder nauwkeurige
methode

AANDACHTSPUNTEN

De bodem mag niet worden aangestampt!



Dubbele ring



Bron: SDEC

VOOR- EN NADELEN:

- + GESCHIKT VOOR OPPERVLAKTETECHNIEKEN
- + Nauwkeurige methode
- + Geschikte methode voor de meting van de doorlatendheid van verhardingen
- Kosten van het materieel

AANDACHTSPUNTEN

De bodem mag niet worden aangestampt en de zijwanden mogen niet vlak gemaakt worden!



Voorbeeld



Voorbeeld

	K (mm/h)		K (mm/h)	K (m/s)
ESSAI 1	63	ZONE1	59	1,65E-05
ESSAI 2	51			
ESSAI 3	64			
ESSAI 4	14			
ESSAI 5	9	ZONE2	13	3,49E-06
ESSAI 6	15			
ESSAI 7	298			
ESSAI 8	140	ZONE3	210	5,84E-05
ESSAI 9	193			
ESSAI 10	109			
ESSAI 11	89	ZONE4	88	2,44E-05
ESSAI 12	65			
ESSAI 13	197			
ESSAI 14	183	ZONE5	175	4,86E-05
ESSAI 15	146			
ESSAI 16	30			
ESSAI 17	35	ZONE6	35	9,68E-06
ESSAI 18	40			
ESSAI 19	57			
ESSAI 20	98	ZONE7	73	2,02E-05
ESSAI 21	62			
ESSAI 22	28			
ESSAI 23	13	ZONE8	18	4,92E-06
ESSAI 24	12			

	K (mm/h)		K (mm/h)	K (m/s)
IP1	3	ZONE A	6	1,6E-06
IP2	2			
IP3	12			
IP4	320	ZONE B	145	4,0E-05
IP5	6			
IP6	110			
IP7	24	ZONE C	15	4,2E-06
IP8	6			





- ▶ De recuperatie van het regenwater en het beheer op het perceel (infiltratie/evapotranspiratie) streven verschillende doelen na met betrekking tot het beheer van het regenwater.
- ▶ De doorlatendheid van de grond vormt zelden een rem voor de infiltratie.



Gids Duurzame Gebouwen

- ▶ concrete uitvoeringsoplossingen
- ▶ technische aanbevelingen
- ▶ transversale benadering (9 thema's)
- ▶ regelmatig bijgewerkte inhoud

www.gidsduurzamegebouwen.brussels



REGENWATER**AFVALWATER****DRINKWATER**

www.gidsduurzamegebouwen.brussels

Regenwater

- ▶ Dossier | Beheer van het regenwater op het perceel
- ▶ Dossier | Overstromingen aanpakken



Vermindering van het drinkwaterverbruik

- ▶ Dossier | Rationeel omgaan met water
- ▶ Dossier | Hergebruik van hemelwater



Afvalwater

- ▶ Dossier | Het afvalwaterbeheer op het perceel verbeteren



Regenwater, een troef voor de openbare ruimte



https://document.environnement.brussels/opac_css/elecfile/STUD_EaudePluie_EspacePublic_NL.PDF



Regenwater, een troef voor de openbare ruimte

BEHEER EN ONDERHOUD VAN HET KUNSTWERK

TYPE VAN ONDERHOUD: De inrichting is voorzien van:

- ondergrondse kunstwerken: verzanding via straatputten, vervoer via buizen, opslag in ondergrondse reservoir, nederlegplaats, zuivering door koelwaterdichtheid. Deze inrichtingen ressorteren onder de diensten die instaan voor de zuivering van afvalwater;
- kunstwerken in de open lucht: geulen in asfalt, drassen, overstromingszones. Deze inrichtingen bestaande uit eenvoudige, aangeplante ruimten vallen onder de diensten die verantwoordelijk zijn voor de groene ruimten. Het onderhoud beperkt zich tot een klassiek onderhoud van groene ruimten, ten laste van de gemeenschap van de agglomeratie.

GERAAMDE ONDERHOUDSKOOST: € 2.250/jaar

VERBODACQUAVALERT: 0,5 dag/jaar voor de zuivering en 4 dagen/jaar voor de groene ruimten

HUIDEER STAAT VAN HET KUNSTWERK: De hele inrichting verkeert in perfecte staat.

REALITEIT EN ONTWORP: OF ONVOLGENDEPUNT HET GEVOLGEN VOOR HET ONDERHOUD: Na buitengewone regenval kan het laagste punt bedekt blijven met een lichte sedimentlaag (3,5 cm over 30 m²).

CONTACTPERSOENEN BETREFFENDE HET KUNSTWERK

BOUWMEER:

NAMM: Conseil Général du 93 - Direction de la Visibilité
TYPE VAN ORGANISATIE: Openbare instantie
ADRES: Esplanade Jean-Monnet
PLAATS: 93 006 Bobigny **LAND:** Frankrijk
TEL.: + 33 1 43 93 41 77 **E-MAIL:** cboulad@cg93.fr

CONTACT-PERSON:

NAMM: BOLOEL Emmanuel
FUNCTIE: Ingénieur studies en werken
TEL.: + 33 1 43 93 41 77

BOUWERECTIE (LANDSCHAPSGEORIENTING):

NAMM: Compagnie Urbaine

CONTACT-PERSON:

NAMM: PSEL Christian
TEL.: + 33 1 46 79 09 09

ADRES: 45, Avenue Trudaine

PLAATS: 75 009 Paris **LAND:** Frankrijk
TEL.: + 33 1 46 79 09 09 **E-MAIL:** cp@compagnieurbaine.fr

BOUWERECTIE (WATERWERKEN - DRIN):

NAMM: Compagnie Urbaine
TYPE VAN STRUCTUUR: Studiebureau
ADRES: 45, Avenue Trudaine
PLAATS: 75 009 Paris **LAND:** Frankrijk
TEL.: + 33 1 46 79 09 09 **E-MAIL:** cp@compagnieurbaine.fr

CONTACT-PERSON:

NAMM: PSEL Christian
FUNCTIE: Directeur
TEL.: + 33 1 46 79 09 09

BEHEERDER:

NAMM: Plaine Commune
TYPE VAN ORGANISATIE: Openbare instantie
ADRES: 21, avenue Jules Klotz
PLAATS: 93 210 Saint-Denis **LAND:** Frankrijk
TEL.: + 33 1 55 93 55 55
E-MAIL: charlotte.boulet@plaine-commune.com.fr
TYPE VAN TOEGANGSPUNT: Huizen van de groene ruimten, reiniging van de generaliserende ruimten.

CONTACT-PERSON:

NAMM: BOUDET Charlotte
FUNCTIE: Verantwoordelijke voor afvalwaterzuivering
TEL.: + 33 1 55 93 55 55

De verdeling van het beheer over de dienst die verantwoordelijk is voor de groene ruimten en de dienst die instaat voor de afvalwaterzuivering zorgt voor mogelijkheden op het vlak van beheer en financiering.



Overzichtsfoto van het woonwijk



Detailfoto's van het woonwijk



Detailfoto's van de 8 foto's, terug te vinden op

ANNUELLEKE NOTITE





Dienst FACILITATOR WATER

- ▶ Opdrachten
 - ⇒ **Adviesverlening aan vaklieden**
 - ⇒ **Ervaringen uitwisselen, gegevens van contactpersonen delen, de weg wijzen naar de diensten en hulpmiddelen die ter beschikking staan**
- ▶ Concreet betekent dit:
 - ⇒ **Gratis dienstverlening**
 - ⇒ **Vakkenis afgestemd op het betreffende project**
 - ⇒ **Adviezen voor alle types projecten**
 - ⇒ **Begeleiding op maat**

✉ facilitator.water@leefmilieu.brussels



Stéphan TRUONG

Projectingenieur – Facilitator WATER

☎ + 32 4 226 91 60

✉ facilitator.water@leefmilieu.brussels



BEDANKT VOOR UW AANDACHT

