

KOPIE

**RESULTATEN ONDERZOEK NAAR DE
WATERDOORLATENDHEID ONDERGROND
THV. DE STROKEN KIEVIT A, C, D, F EN G TE
GRASHOEK**

Conex rapport nr. CXA 208.11

rapport 13b
definitief 18-06-2012

incl. 1x A4 kaart met
de locaties

Postbus 28
6240 AA BUNDE
tel. +31 43 - 365 31 53
fax. +31 43 - 365 31 54
http. www.conexploration.com
mail. info@conexploration.com

Valkenlaan 6
B-3620 LANAKEN
tel. +32 89 - 72 19 03
fax. +32 89 - 71 89 73

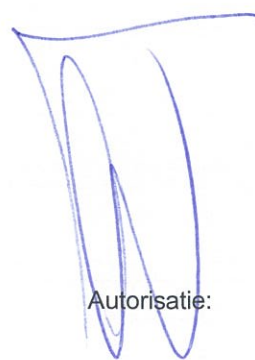
Opdrachtgever : Aelmans ECO BV.
Rapportnummer : CXA208.11
Opdrachtnummer :
Uitvoering : RKr
Datum : 11 november 2011

**RESULTATEN ONDERZOEK NAAR DE
WATERDOORLATENDHEID ONDERGROND THV. DE
STROKEN KIEVIT A, C, D, F EN G TE GRASHOEK**



Rapportage :

ing. R. Kroonen



Autorisatie:

ing. R. Kroonen

Onderhavig onderzoek heeft ten doel inzicht te verkrijgen in de waterdoorlatendheid van de ondergrond. Eea. in het kader van duurzaam bouwen en het ontwerpen met regenwater. De doorlatendheid is het vermogen van grond om vloeistof of gas door te laten. De doorlaatfactor [k] is een maat voor de doorlatendheid voor water en kan gedefinieerd worden als een evenredigheidsfactor in de wet van Darcy voor de stroming van water in de grond.

Teneinde de waterdoorlatendheid van de grond te bepalen kan men verschillende methoden toepassen oa.;

- ex-situ, off-site; labotesten [oa. constant head of falling head test, afhankelijk van de grondslag];
- in-situ, on-site; veldtesten [pomp-proeven thv. piëzometers, Slug-testen of omgekeerde boorgatmethode, Guelph permeameter of Cone-permeameter].

Middels de omgekeerde boorgatmethode zijn ter hoogte van een vijftal [5] stroken in totaliteit op zestien [16] locatie's / positie's onderzoek gedaan. De resultaten van de waterdoorlatendheidtesten [Augerhole cq. Manual Slug Test; uitwerking k-waarde middels time-lag en Hooghoudt] zijn integraal opgenomen in de bijlage en weergegeven in de onderstaande tabel.

Tabel: Resultaten waterdoorlatendheid-proeven, november 2011

infiltratie-nummer	grondwaterstand (m -mv)	infiltratietraject (m -mv)	k-waarde (m/d)	k-waarde (m/s)
Kievit A				
IP01	≥ 1,00	0,30-0,60	0,0594	$6,88 \cdot 10^{-7}$
IP02	≥ 1,00	0,29-0,50	0,3528	$4,08 \cdot 10^{-6}$
IP03	≥ 1,00	0,37-0,60	0,2201	$2,55 \cdot 10^{-6}$
IP04	≥ 1,00	0,45-0,60	0,3924	$4,54 \cdot 10^{-6}$
Kievit C				
IP01	≥ 2,30	0,98-1,50	1,2041	$1,39 \cdot 10^{-5}$
IP02	≥ 2,30	0,91-1,50	0,6499	$7,52 \cdot 10^{-6}$
IP03	≥ 2,30	1,08-1,50	2,2648	$2,62 \cdot 10^{-5}$
Kievit D				
IP01	≥ 1,65	0,54-1,00	1,5566	$1,80 \cdot 10^{-5}$
IP02	≥ 1,65	0,43-1,00	0,6305	$7,28 \cdot 10^{-6}$
IP03	≥ 1,65	0,51-1,00	1,1881	$1,38 \cdot 10^{-5}$
Kievit F				
IP01	≥ 1,40	0,43-0,90	0,6186	$7,16 \cdot 10^{-6}$

infiltratie-nummer	grondwaterstand (m -mv)	infiltratietraject (m -mv)	k-waarde (m/d)	k-waarde (m/s)
IP02	≥ 1,40	0,57-1,00	0,8012	$9,27 \cdot 10^{-6}$
IP03	≥ 1,40	0,50-1,00	0,1179	$1,36 \cdot 10^{-6}$
Kievit G				
IP01	≥ 4,00	0,66-1,00	1,2998	$1,50 \cdot 10^{-5}$
IP02	≥ 4,00	0,68-1,00	1,2430	$1,44 \cdot 10^{-5}$
IP03	≥ 4,00	0,62-1,00	1,5084	$1,75 \cdot 10^{-5}$

De geconstateerde waarden, in het veld, komen overeen met de waarden van k zoals geformuleerd in de literatuur voor sterk leemhoudend zand; 0,1-0,001 m/etmaal, zeer fijn zand; 1-0,1 m/etmaal en voor fijn zand; 10-1 m/etmaal. **De doorlaatfactor kan vooral in fluviatiele afzettingen verschillen in horizontale en verticale richting [anisotropie]. Hiermee dient in bepaalde gevallen rekening te worden gehouden. De doorlaatfactor is niet altijd constant in de tijd maar kan veranderen, onder andere door verdichting, zwel en krimp alsmede door bezetting van het adsorptiecomplex.**

Indien de resultaten van de waterdoorlatendheid-proeven worden gerelateerd aan de classificatie volgens de navolgende tabel én het cultuurtechnisch vademecum kunnen we concluderen dat de grondslag, in de onverzadigde zone [0,29-1,50m -mv], ter hoogte van de onderzochte vijf [5] stroken aan de Kievit te Grashoek **een slechte tot goede waterdoorlatendheid** kent. De drainage karakteristieken zijn daarnaast matig (*medium tot low permeability classification & poor tot good drainage characteristics*).

Tabel: Permeability and drainage characteristics of main soil types coefficient of permeability m/s

k = 10 ⁰		-1	-2	-3	-4	-5	-6	-7	-8	-9	-10	-11	-12
Drainage Characteristics		GOOD						POOR		PRACTICALLY IMPERVIOUS			
Permeability Classification		HIGH			MEDIUM		LOW		VERY LOW		PRACTICALLY IMPERMEABLE		
General Soil Type		GRAVELS		CLEAN SANDS		FISSURED AND WEATHERED CLAYS				INTACT CLAYS			
						VERY FINE OR SILTY SANDS							
Test Methods	Direct	Large CH cell		Standard CH cell			FH cell				FH in Oedomtr.		
	Indirect		Computation from PSD								From consolidation data		

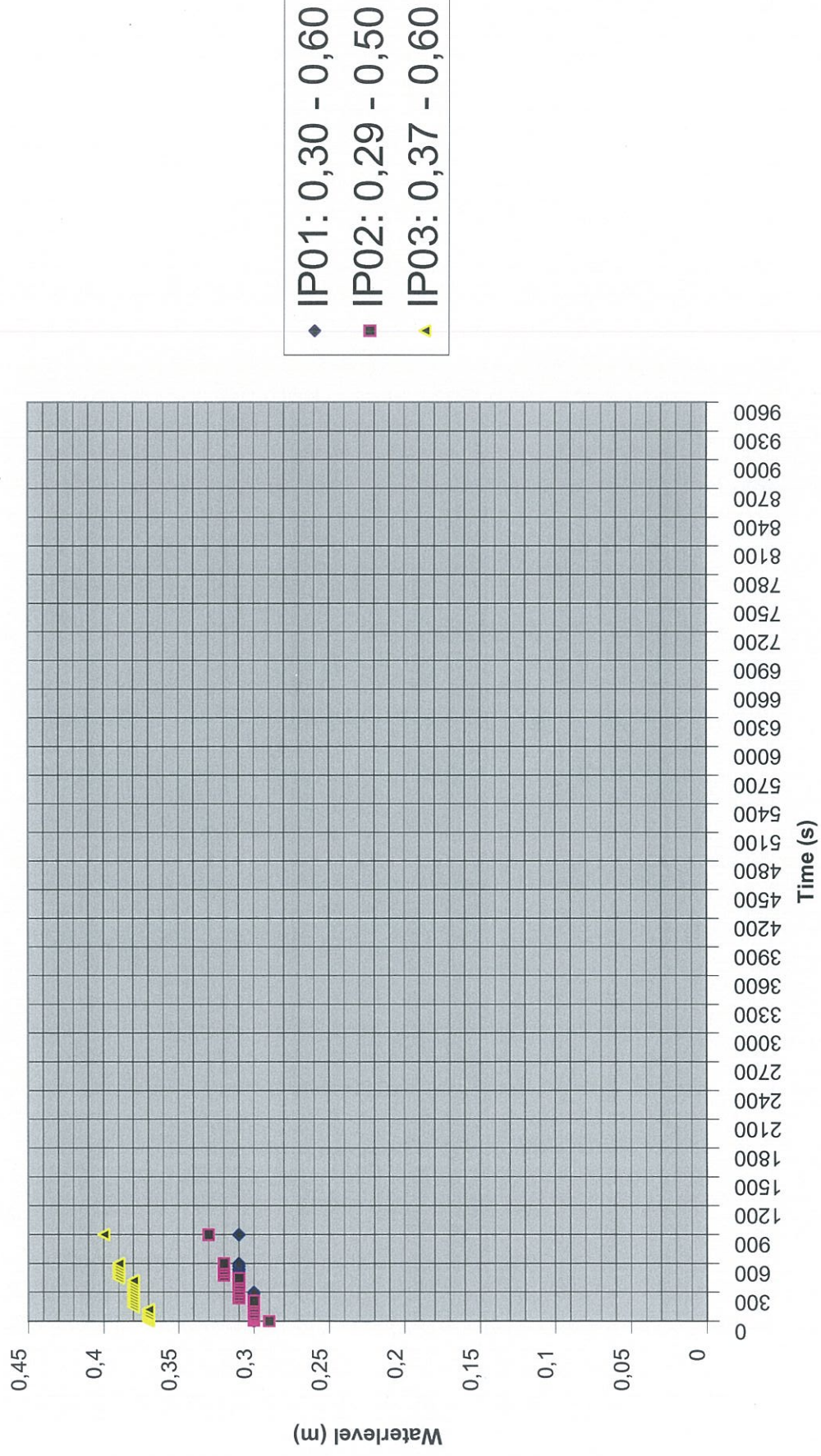
CH = Constant Head, **FH** = Falling Head, **PSD** = Particle Size Distribution Analysis

Normaliter kan men stellen dat infiltratie van hemelwater interessant is indien;

- de doorlatendheid groter is dan circa 0,4 m/d;
- de onderzijde [= bodem] van de infiltratievoorziening zich minimaal 1 meter boven de heersende grondwaterstand bevindt.

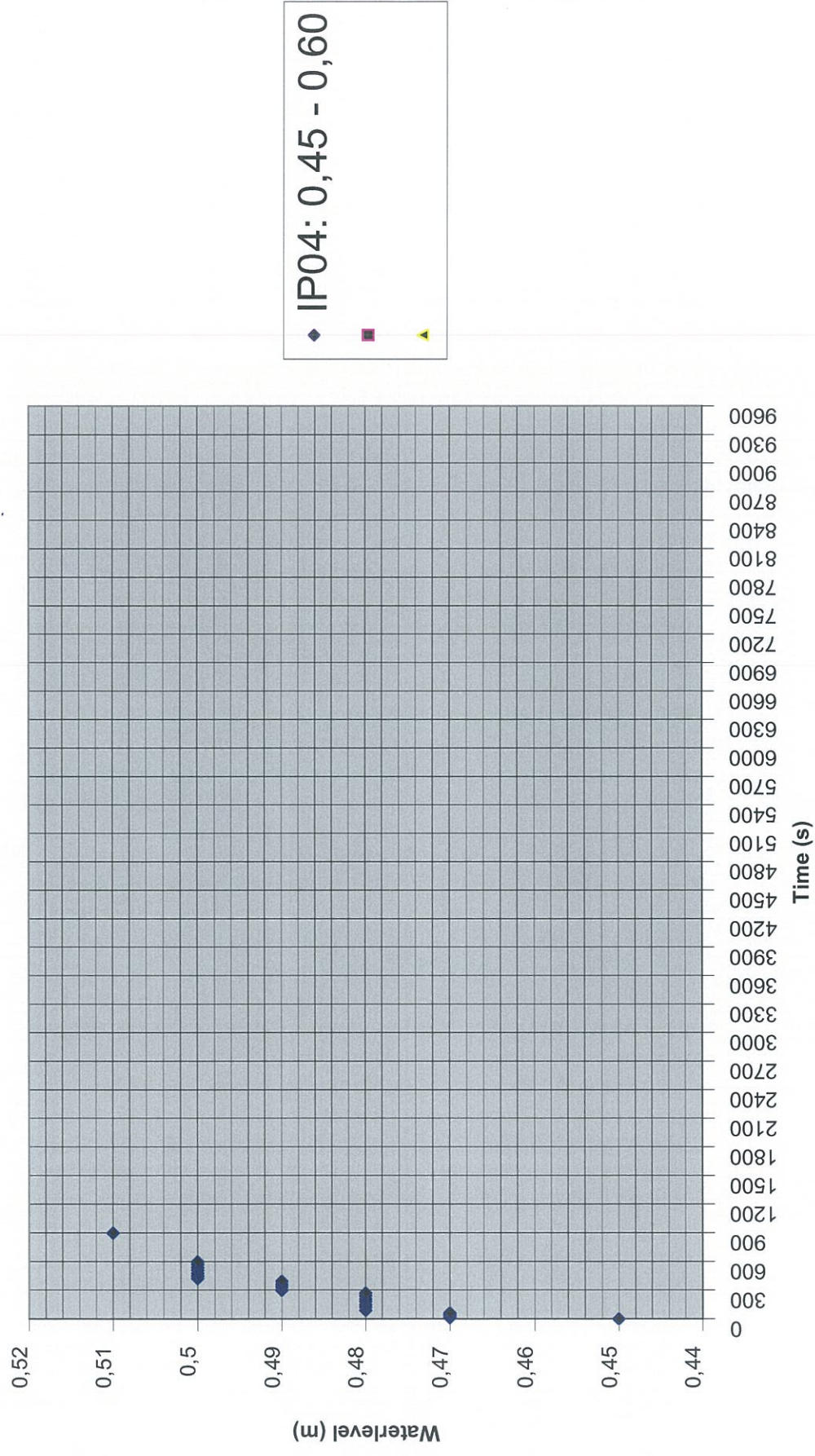
Aan de eerste, én belangrijkste, parameter wordt **enkel ter hoogte van de stroken C, D en G onvoorwaardelijk voldaan**. Ter hoogte van de stroken A en F [deels] wordt niet aan deze parameter voldaan. Nader onderzoek zou moeten uitwijzen of hier infiltratie beneden het grondwater mogelijk is. Teneinde aan de tweede parameter te kunnen voldoen kan / zal men het hemelwater moeten infiltreren cq. afvoeren middels een oppervlakte inrichting oftewel een zogenaamde wadi [met uitzondering van strook G, waar tot op 3m -mv. een voorziening kan worden aangebracht].

CXA208.11 permeability tests Kievit A, Grashoek



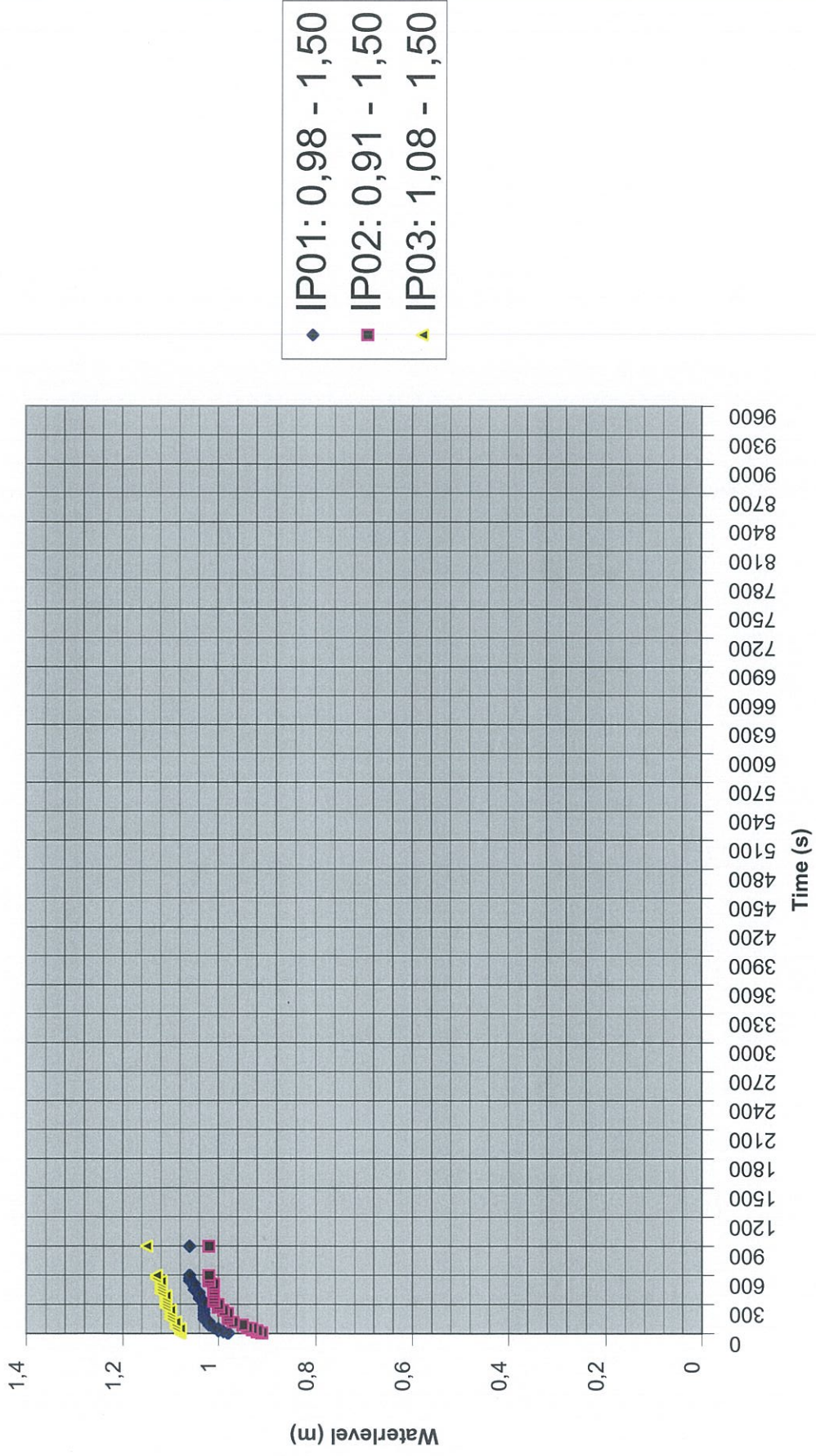
IP01, IP02 + IP03; Auger diameter: 100 / 32 mm, top piëzometer = surface

CXA208.11 permeability tests Kievit A, Grashoek



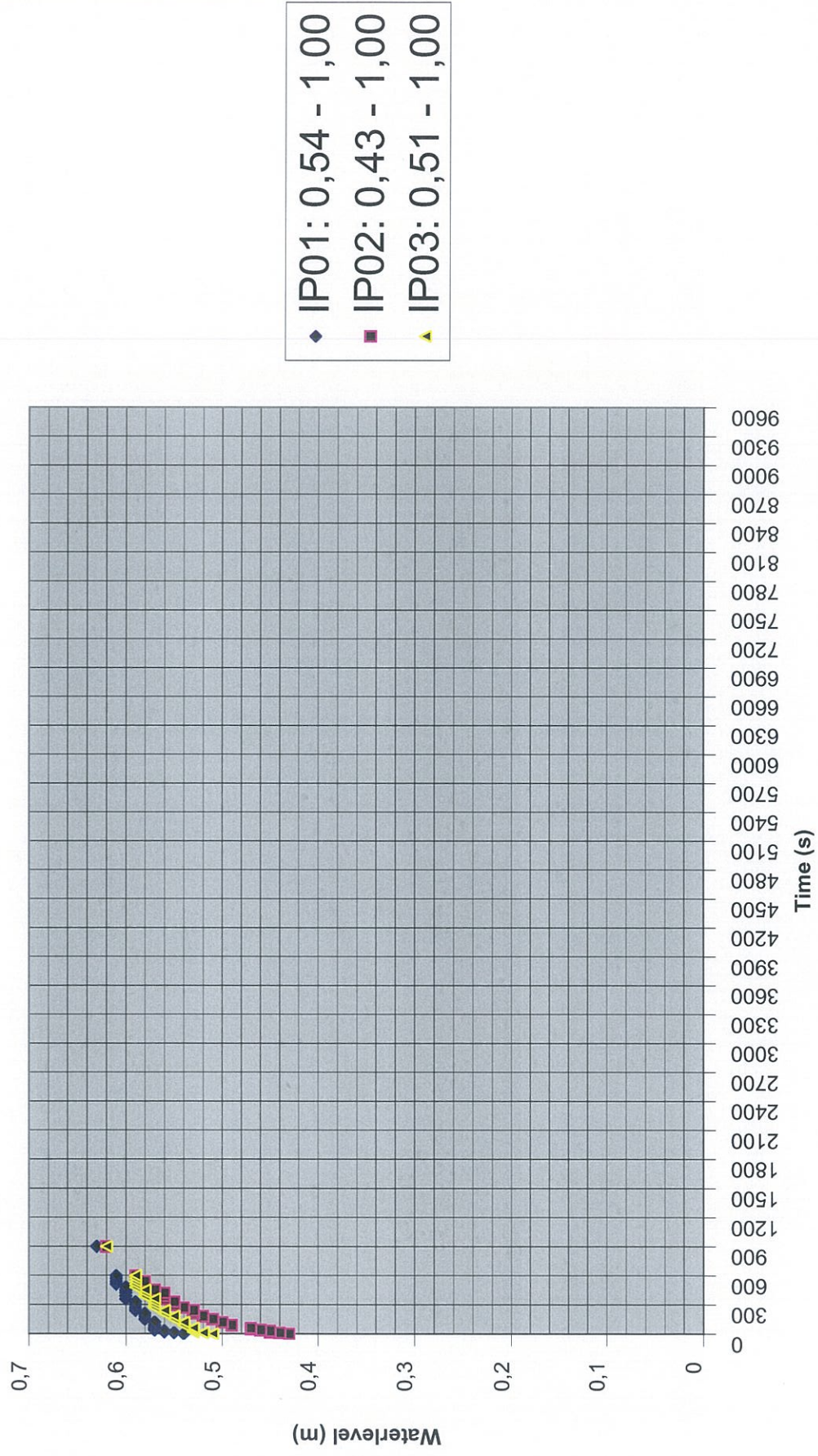
IP04; Auger diameter: 100 / 32 mm, top piézometer = surface

CXA208.11 permeability tests Kievit C, Grashoek



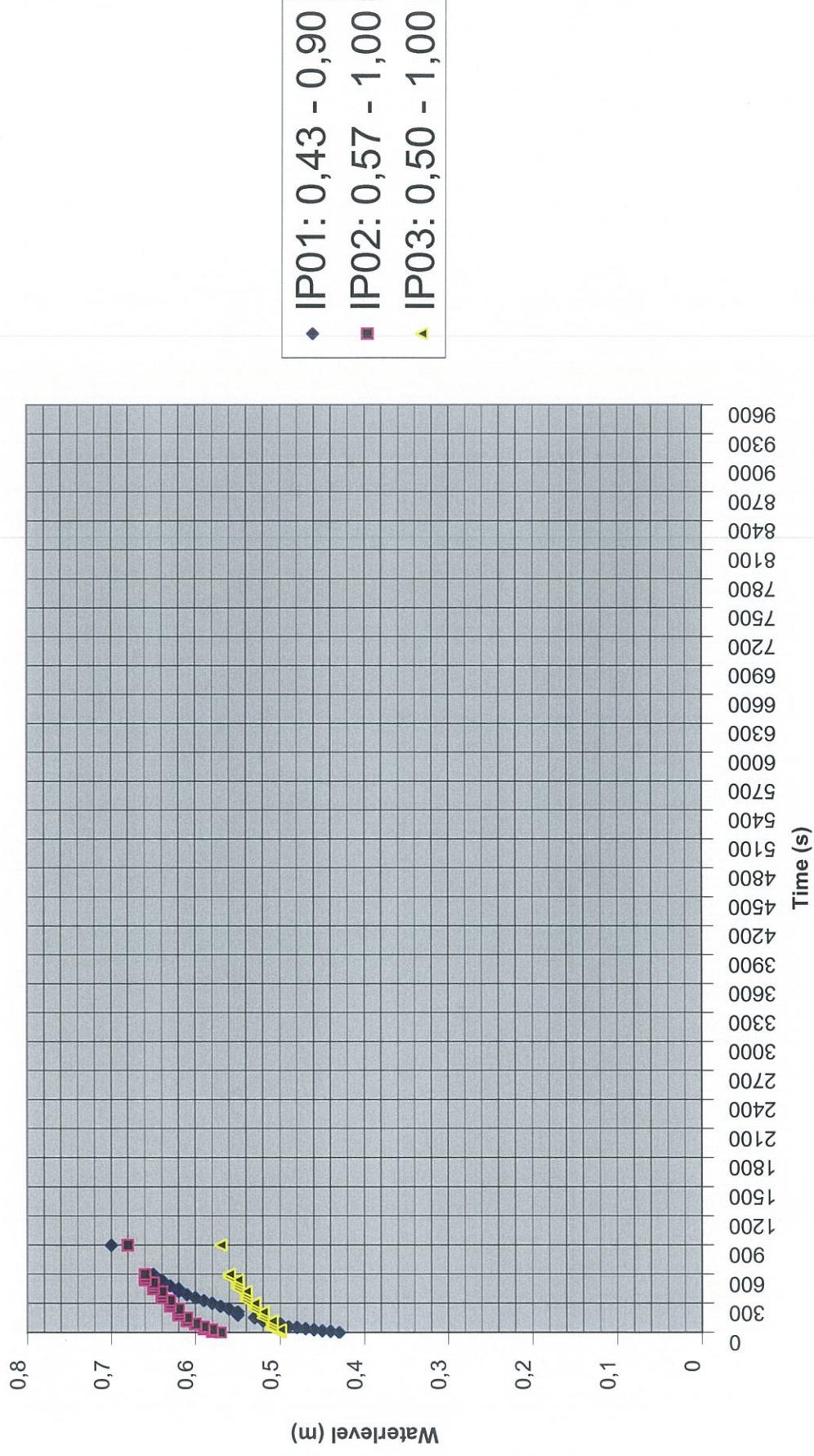
IP01, IP02 + IP03; Auger diameter: 100 / 32 mm, top piëzometer = surface

CXA208.11 permeability tests Kievit D, Grashoek



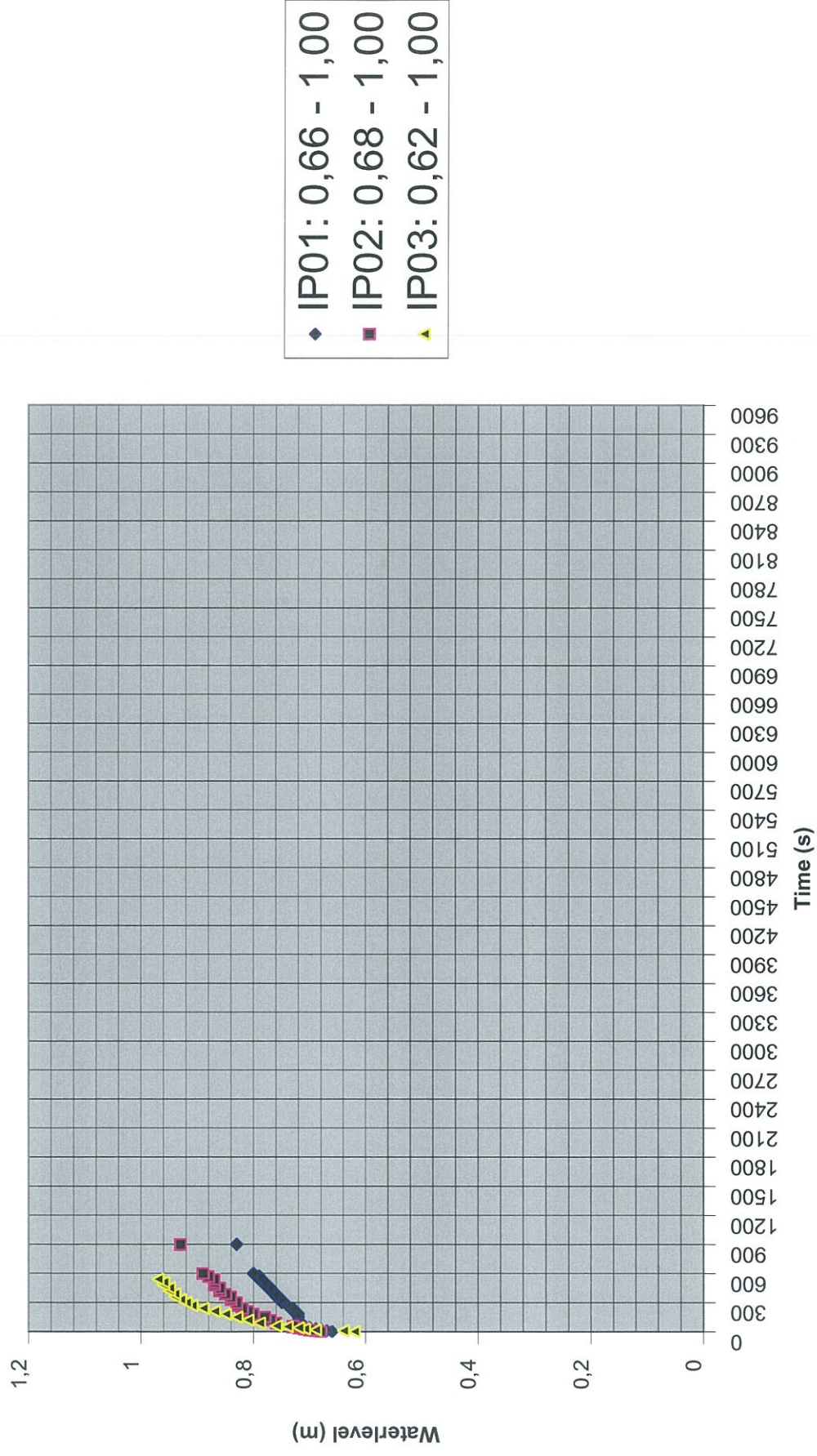
IP01, IP02 + IP03; Auger diameter: 100 / 32 mm, top piëzometer = surface

CXA208.11 permeability tests Kievit F, Grashoek



IP01, IP02 + IP03; Auger diameter: 120 / 32 mm, top piëzometer = surface

CXA208.11 permeability tests Kievit G, Grashoek



IP01, IP02 + IP03; Auger diameter: 120 / 32 mm, top piëzometer = surface

Project: Onderzoek naar de waterdoorlatendheid ondergrond Kievit A, Grashoek
Projectcode: CXA208.11
Datum: 111111
Onderwerp: Uitwerking Hooghoudt-puntproef volgens Zangar en RID

Zangar: $k=Q/(C*L*r)$

Waarin: k: radiale verzadigde waterdoorlatendheid in m/dag

Q: constant debiet in m³/dag

r: straal boorgat in m

L: $(H^2-h^2)/2H$

waarin: H: diepte onderkant filter onder grondwaterspiegel voor afpompen

h: diepte onderkant filter onder grondwater tijdens afpompen

C: geometriefactor, afhankelijk van h en r

Lineaire benadering: $C=10^{(0,69+0,72*\log(h/r))}$

RID: $k=Q/(A*\pi*r*fi)$

fi: H-h (zie boven)

A: geometriefactor, afhankelijk van l en r

$A=2*X^2/(X*\ln(X+(X^2+1)^2)-(X^2+1)^2+1)$

waarin: $X=l/r$ (l= filterlengte in m)

Invoergegevens

Site nummer	Onderk. boorgat (m-mv)	Lengte infiltratie (m)	Straal boorgat (m)	Stijgh. start infil. (m-mv)	Stijgh. eind infil. (m-mv)	Hoeveelh. geinfiltreerd (l)	Tijd (s)
IP01	0,6	0,3	0,05		0,31	0,22	900
IP02	0,5	0,2	0,05		0,33	1,16	900
IP03	0,6	0,23	0,05		0,4	0,93	900
IP04	0,6	0,15	0,05		0,51	1,79	900

Berekening volgens RID

Site nummer	Q (m3/d)	X=l/r	A	fi=H-h (m)	k (m/d)
IP01	0,02112	6	7,296373	0,31	0,059444
IP02	0,11136	4	6,088576	0,33	0,352842
IP03	0,08928	4,6	6,456826	0,4	0,220067
IP04	0,17184	3	5,466038	0,51	0,392429

Project: Onderzoek naar waterdoorlatendheid ondergrond Kievit C, Grashoek
Projectcode: CXA208.11
Datum: 111111
Onderwerp: Uitwerking Hooghoudt-puntproef volgens Zangar en RID

Zangar: $k=Q/(C*L*r)$

Waarin: k: radiale verzadigde waterdoorlatendheid in m/dag

Q: constant debiet in m³/dag

r: straal boorgat in m

L: $(H^2-h^2)/2H$

waarin: H: diepte onderkant filter onder grondwaterspiegel voor afpompen

h: diepte onderkant filter onder grondwater tijdens afpompen

C: geometriefactor, afhankelijk van h en r

Lineaire benadering: $C=10^{(0,69+0,72*\log(h/r))}$

RID: $k=Q/(A*\pi*r*fi)$

fi: H-h (zie boven)

A: geometriefactor, afhankelijk van l en r

$A= 2*X^2/(X*\ln(X+(X^2+1)^2)-(X^2+1)^2+1)$

waarin: $X=l/r$ (l= filterlengte in m)

Invoergegevens

Site nummer	Onderk. boorgat (m-mv)	Lengte infiltratie (m)	Straal boorgat (m)	Stijgh. start infil. (m-bpb)	Stijgh. eind infil. (m-bpb)	Hoeveelh. geinfilteerd (l)	Tijd (s)
IP01	1,5	0,52	0,05	0,98	1,06	1,54	900
IP02	1,5	0,59	0,05	0,91	1,02	1,23	900
IP03	1,5	0,42	0,05	1,08	1,15	2,25	900

Berekening volgens RID

Peilbuis nummer	Q (m3/d)	X=l/r	A	fi=H-h (m)	k (m/d)
IP01	0,14784	10,4	9,770772	0,08	1,204074
IP02	0,11808	11,8	10,516	0,11	0,64985
IP03	0,216	8,4	8,6737	0,07	2,264808

Project: Onderzoek naar de waterdoorlatendheid ondergrond Kievit D, Grashoek
Projectcode: CXA208.11
Datum: 111111
Onderwerp: Uitwerking Hooghoudt-puntproef volgens Zangar en RID

Zangar: $k=Q/(C*L*r)$

Waarin: k: radiale verzadigde waterdoorlatendheid in m/dag

Q: constant debiet in m³/dag

r: straal boorgat in m

L: $(H^2-h^2)/2H$

waarin: H: diepte onderkant filter onder grondwaterspiegel voor afpompen

h: diepte onderkant filter onder grondwater tijdens afpompen

C: geometriefactor, afhankelijk van h en r

Lineaire benadering: $C=10^{(0,69+0,72*\log(h/r))}$

RID: $k=Q/(A*\pi*r*fi)$

fi: H-h (zie boven)

A: geometriefactor, afhankelijk van l en r

$A= 2*X^2/(X*\ln(X+(X^2+1)^2)-(X^2+1)^2+1)$

waarin: $X=l/r$ (l= filterlengte in m)

Invoergegevens

Site nummer	Onderk. boorgat (m-mv)	Lengte infiltratie (m)	Straal boorgat (m)	Stijgh. start infil. (m-bpb)	Stijgh. eind infil. (m-bpb)	Hoeveelh. geïnfilteerd (l)	Tijd (s)
IP01	1	0,46	0,05	0,54	0,63	2,09	900
IP02	1	0,57	0,05	0,43	0,62	2,02	900
IP03	1	0,49	0,05	0,51	0,62	2,02	900

Berekening volgens RID

Peilbuis nummer	Q (m3/d)	X=l/r	A	fi=H-h (m)	k (m/d)
IP01	0,20064	9,2	9,1175	0,09	1,556608
IP02	0,19392	11,4	10,30481	0,19	0,630535
IP03	0,19392	9,8	9,445917	0,11	1,188135

Project: Onderzoek naar de waterdoorlatendheid ondergrond Kievit F, Grashoek
Projectcode: CXA208.11
Datum: 111111
Onderwerp: Uitwerking Hooghoudt-puntproef volgens Zangar en RID

Zangar: $k=Q/(C*L*r)$

Waarin: k: radiale verzadigde waterdoorlatendheid in m/dag

Q: constant debiet in m³/dag

r: straal boorgat in m

L: $(H^2-h^2)/2H$

waarin: H: diepte onderkant filter onder grondwaterspiegel voor afpompen

h: diepte onderkant filter onder grondwater tijdens afpompen

C: geometriefactor, afhankelijk van h en r

Lineaire benadering: $C=10^{(0,69+0,72*\log(h/r))}$

RID: $k=Q/(A*\pi*r*fi)$

fi: H-h (zie boven)

A: geometriefactor, afhankelijk van l en r

$A= 2*X^2/(X*\ln(X+(X^2+1)^2)-(X^2+1)^2+1)$

waarin: $X=l/r$ (l= filterlengte in m)

Invoergegevens

Site nummer	Onderk. boorgat (m-mv)	Lengte infiltratie (m)	Straal boorgat (m)	Stijgh. start infil. (m-bpb)	Stijgh. eind infil. (m-bpb)	Hoeveelh. geïnfilteerd (l)	Tijd (s)
IP01	0,9	0,47	0,06	0,43	0,7	2,74	900
IP02	1	0,43	0,06	0,57	0,68	1,38	900
IP03	1	0,5	0,06	0,5	0,57	0,14	900

Berekening volgens RID

Peilbuis nummer	Q (m3/d)	X=l/r	A	fi=H-h (m)	k (m/d)
IP01	0,26304	7,833333	8,354981	0,27	0,618602
IP02	0,13248	7,166667	7,975072	0,11	0,801165
IP03	0,01344	8,333333	8,636397	0,07	0,117942

Project: Onderzoek naar de waterdoorlatendheid ondergrond Kievit G, Grashoek
Projectcode: CXA208.11
Datum: 111111
Onderwerp: Uitwerking Hooghoudt-puntproef volgens Zangar en RID

Zangar: $k=Q/(C*L*r)$

Waarin: k: radiale verzadigde waterdoorlatendheid in m/dag

Q: constant debiet in m³/dag

r: straal boorgat in m

L: $(H^2-h^2)/2H$

waarin: H: diepte onderkant filter onder grondwaterspiegel voor afpompen

h: diepte onderkant filter onder grondwater tijdens afpompen

C: geometriefactor, afhankelijk van h en r

Lineaire benadering: $C=10^{(0,69+0,72*\log(h/r))}$

RID: $k=Q/(A*\pi*r*fi)$

fi: H-h (zie boven)

A: geometriefactor, afhankelijk van l en r

$A= 2*X^2/(X*\ln(X+(X^2+1)^2)-(X^2+1)^2+1)$

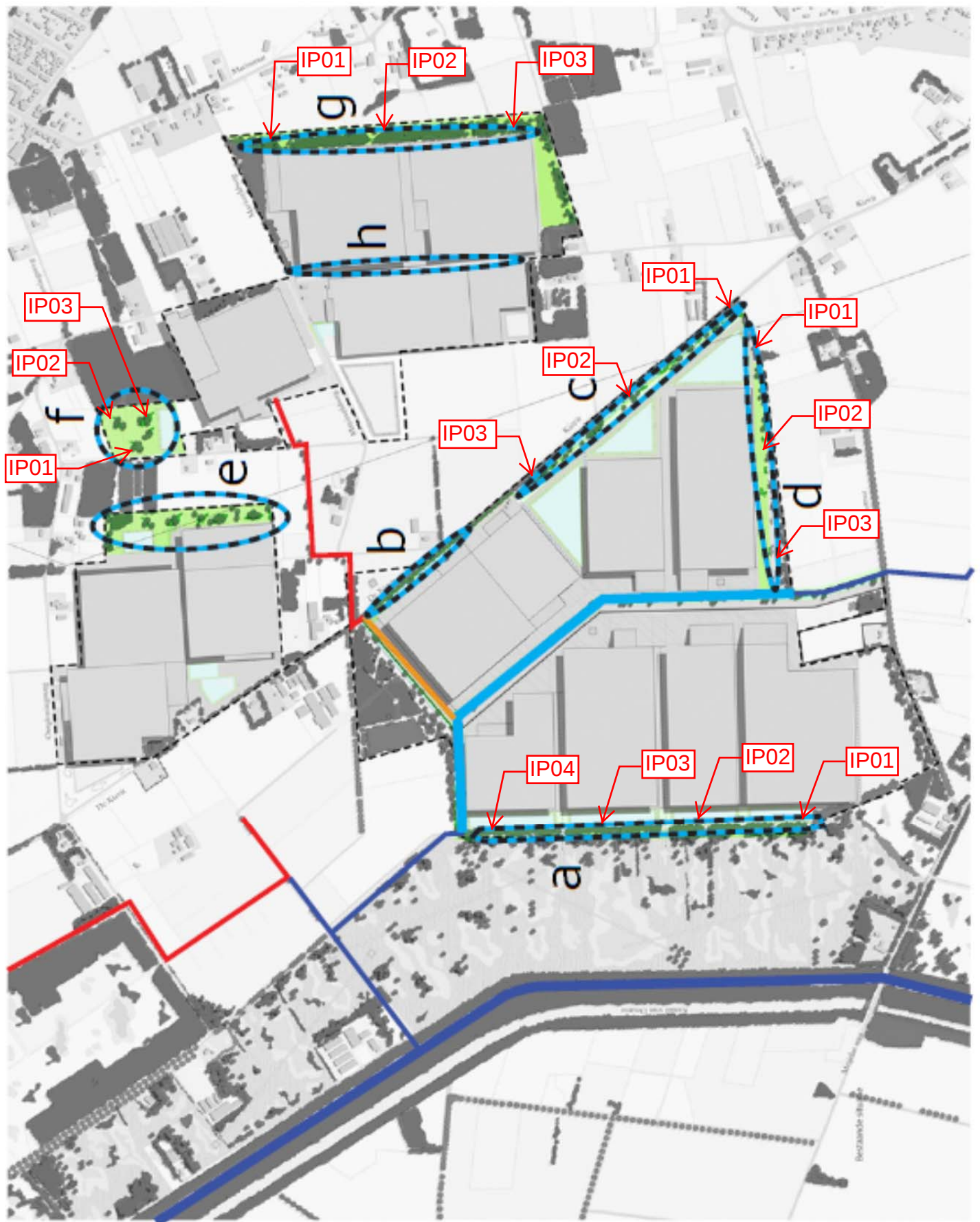
waarin: $X=l/r$ (l= filterlengte in m)

Invoergegevens

Site nummer	Onderk. boorgat (m-mv)	Lengte infiltratie (m)	Straal boorgat (m)	Stijgh. start infil. (m-bpb)	Stijgh. eind infil. (m-bpb)	Hoeveelh. geïnfilteerd (l)	Tijd (s)
IP01	1	0,34	0,06	0,66	0,83	3,08	900
IP02	1	0,32	0,06	0,68	0,93	4,21	900
IP03	1	0,38	0,06	0,62	0,97	4,66	540

Berekening volgens RID

Peilbuis nummer	Q (m3/d)	X=l/r	A	fi=H-h (m)	k (m/d)
IP01	0,29568	5,666667	7,099025	0,17	1,29979
IP02	0,40416	5,333333	6,900094	0,25	1,24296
IP03	0,7456	6,333333	7,492164	0,35	1,508445



infiltratielocaties Kievit
a, c, d, f en g