



HAALBAARHEIDSONDERZOEK INFILTRATIE

AAN DE HORIZONSTRAAT TE BRUNSSUM IN HET KADER VAN NA-IJLENDE EFFECTEN
VAN MIJNBOW EN TEKTONISCHE BREUKEN

Wöörwöt t ä
Zē r i-ä
Koiō A

'w' Hs x t öä
U R66?
79 p-ööëx868;

HAALBAARHEIDSONDERZOEK INFILTRATIE

AAN DE HORIZONSTRAAT TE BRUNSSUM IN HET KADER VAN NA-IJLENDE EFFECTEN VAN
MIJNBOUW EN TEKTONISCHE BREUKEN

W@ërvüv t ä

Zë yri-ä

' o@ë ä-ä

äioioi A

Koio" A

' w' Hs xit öä

U R66?

868: 7879 U R66? Oo|pooäw xí"-st ë "t z O' ä " -i'ëoi

J " -rt @

79 y-ööë 868;

W@it ||t ä

' ' p

dt ëx oix A

NN

do|s oix A

Rz

b 6?? 399 << 999

M6?? 399 << 6@@

L x-u' Gzëvüv -4|

868; Sëvüv-
V xit äx s x @ë" ov " ät- tët | " äx s t-5" u
" @-pooëvi " oazi s " ä" xst | o-s äx 2ü i " z" @ 2" x ë u|
" u" @ t |z o-st ä xyt so- " z " -st ë " " äx oo-st
i'it iit " " x-v o- Sëvüv-4Q i x it t-i t p" st-xü ë oix
t-zl-xi t ë t ä x-s x @ë" ä i t äpt i r v z z e v i t i t | -oo-
st ät-" u" @o-st ä xyt i'it ä @iit-s o- ooäo-x-st
" t ät-z" i i'it iit " " x-v " ä i t ä t-s 4

kragten

1	INLEIDING.....	5
: Z	P	5
: A	T	5
: B	g	5
: C	R	5
2	GEOHYDROLOGISCHE SITUATIE.....	6
A Z	k	6
A A	R	6
A B	b	6
3	EFFECTEN RONDOM MIJNBOUWVERLEDEN EN TEKTONISCHE BREUKEN.....	11
B Z	i 6	11
B A	V	11
B B	i 6	11
4	RISICO-ANALYSE INFILTRATIE.....	16
C Z	j	16
C A	T	16
5	SAMENVATTING EN AANBEVELINGEN.....	18
D Z	i 6	18

B1 INFILTRATIEONDERZOEK GEONIUS

o : l a	6	9
o A l j	6	9
o B l j	6	9
o C l j	0	6

```

P      : g      ////////////////////////////////////////E
P      A R      ////////////////////////////////////////F
P      B b      ////////////////////////////////////////G
P      C b      i      l:      2      5      l o i 5: HFF //////////////////////////////////G
P      D k      ////////////////////////////////////////H
P      E b      ////////////////////////////////////////H
P      F g      1 2      1      27o      B      7R 1b
R      ::
P      G g      V f B 1 2 7R 1b      R      27 ////////////////////////////////////////: B
P      H P      1      25      1      25      1      27c
      7R 1b      R      ////////////////////////////////////////: C
P      : 9 R      1      25      l i 6      5
      5f      h d 99A 09: C      A9AB ////////////////////////////////////////: E
P      :: R      1      25      l i 6      5
      5f      h d 99A 09: C      A9AB ////////////////////////////////////////: F
P      : A g      1      2      1      27c      6      7 ////////////////////////////////////////: H

```

K

:7

P

Q r i v t p x s é - s " " s t O' ä " - i i ä o i i t l ä - i i o " " ä i w é - i x z t l s 4 O t ä p x y o l t t - v é " i s t t | " ä t - p t p " ó s o o ä p x w i i w " t | o i t ä v t - u l i ä t ä s o - t | o u t " t ä " " t i " ä t - 4 K t " - i x z t l x - v l x i x - w i " " é o l x " x - p " ó v t p x s o o ä i i t - z " " | t ä v t " - t - 4 P - s x i v t p x s " " t i p x x - u l i ä i t ä z t - x - v v t w' ä s t - " ä t - " t i s t - o 3 l t - s t t u r i t - o - s t i i t t - z " " | x - x - v 4 W z l x i w i i ä y r i v t p x s " ä t t - w " u p ä ö z 4 H o - S ä v i t - x i v t ä o v s " " t t - w o o l p o o ä w x i " - s t ä " t z ä i t " t ä - t - s t " " v t l x z w s t - t - ä i x " - i x - p t t l s i t p ä - v t - o - x - u l i ä i t o - w " t | o i t ä " - s t ä - o p x y s t t " - i x z t l x - v 4

:A

T

K " t | o - s t t ä ä ä ä v t x i " " - o i t v o o - " u x - u l i ä i t o - w " t | o i t ä x - w i i ä y r i v t p x s " " v t l x z x i t - " y o " - s t ä t l z " " é o o ä t - 4

:B

g

O' " u s i i ö z 8 p t i r v ä y i s t v t " w s é | " v x r w i x ö o i t o - w i i ä y r i v t p x s 4 O' " u s i i ö z 9 p t i r v ä y i s t t u r i t - o - w i i " x - p " ó t ä t s t - t - w " u s i i ö z : v o o i o - o l i t t ä t ä " l y t - i w i ä x " " " ä s t t | " r o i x 4 O' " u s i i ö z ; v t t ü t t - r " - r l ö i x 4

:X

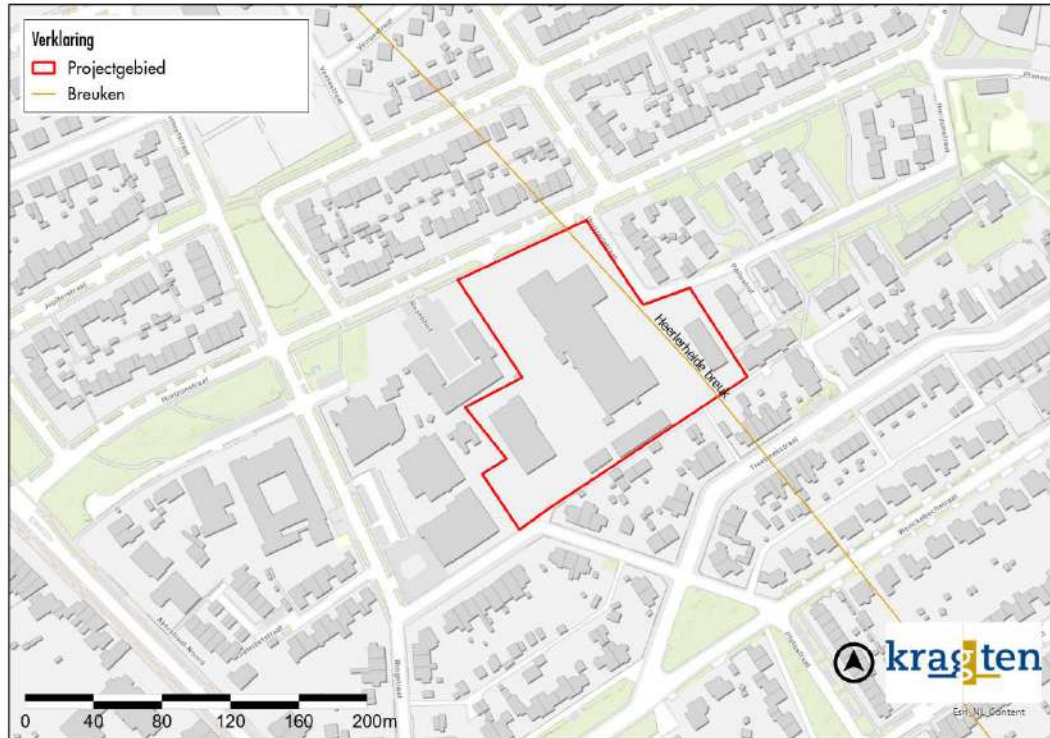
R

d " " ä w i i " ä i t l t - o - s t t ä ä ä ä v t x y " t t ä t ä v t v t t - i p é - t - p t i r w z p o o ä 2 " o l i w ä é - s t ä v t - t " s 4

- K x " | " z i 2 4 x " | " z i 4 | 2 b v W
- N é - s o i t ä z o o ä o - V t s t ä o - s 2 b v W 2 7 @ = =
- N é - s o i t ä " " | 2 w i @ A 5 5 4 é - s o i t ä " " | 4 | 5 v i x - p t t l s 5
- l " s t " z o o ä o - V t s t ä o - s 2 4 p " s t " s o i o 4 |
- V o 3 l t - s t v t " l y t - i i t t - z " " | x - x - v h ö s 3 x p ä v 2 Z ä y r i v é ä Na 3 T s t r t " p t ä 8 6 7 <
- V o 3 l t - s t t u r i t - i i t t - z " " | x - x - v 2 " - s t ä " t z t u r i t - t - o s x i x - u l i ä i t 2 S ä v i t - U R 6 6 8 3 6 7 o - : " z i " p t ä 8 6 8 9
- W - s t ä " t z - o o ä w i i t ä p o - s i ö i t - i r w o s t t - s t r " " p x - o i x l ä ä z t - 2 s ä " ä l i t - i i x y t - s " x y o i t ä x - h ö s 3 x p ä v 2 N t " r " - i ä | ä ä ä ä U 6 8 7 9 8 o - u p ä ä ä ä 8 6 8 8
- S o o ä " o i t ä o o l p t i ä w - s t s t V o 3 l t - s t l u r i t - ä i t t - z " " | x - x - v 2 p t w t ä s " " ä w i i N t v t t - i w ä x t - " " ä s x " - s t ä " t z i t ä p t i r w z x - v v t i i t l s s " " ä s t v t " t t - i t O t ä t -
- W - s t ä " t z - o - ä y r i v é t ä Na 3 T - o o ä s t - o 3 l t - s t t u r i t - o - s t " " é o l x t i i t t - z " " | x - x - v A w i @ A 5 5 4 t t s t z o " t ä 4 | 5 z o " t ä i ö z z t - 5 s t i o x F x D 8 6 7 < K : @ 9 : ; , o " ä s x D 8 6 7 < K : @ 9 : ;
- O " t | o i t ä t ä ä t - x - v v t " t t - i t O t ä t - 2 w i @ A 5 5 z o l t ä v t l y t x - v 4 " t ä w x 4 | 5 l d K ' = 6 @ 7 7 @
- P - u l i ä i t " - s t ä " t z 2 i p v t ä o - s t - x ö p " ó o o - s t O' ä " - i i ä o i i t l ä - i i o " 2 N t " - x i 2 : " t x 8 6 8 9

A7. k

Q i @ y r i v t p x s | w i x - s t x z b ä t p t z x - l ä ö - i i ö " . H p t t | s x - v 7 4 Q i i " " i i t - o - w i @ y r i v t p x s | w i " ©
t t - v e " i t p ä ö z | x - 2 - o " t | x z " © s t Q t ä t ä w x s t p ä ö z 4

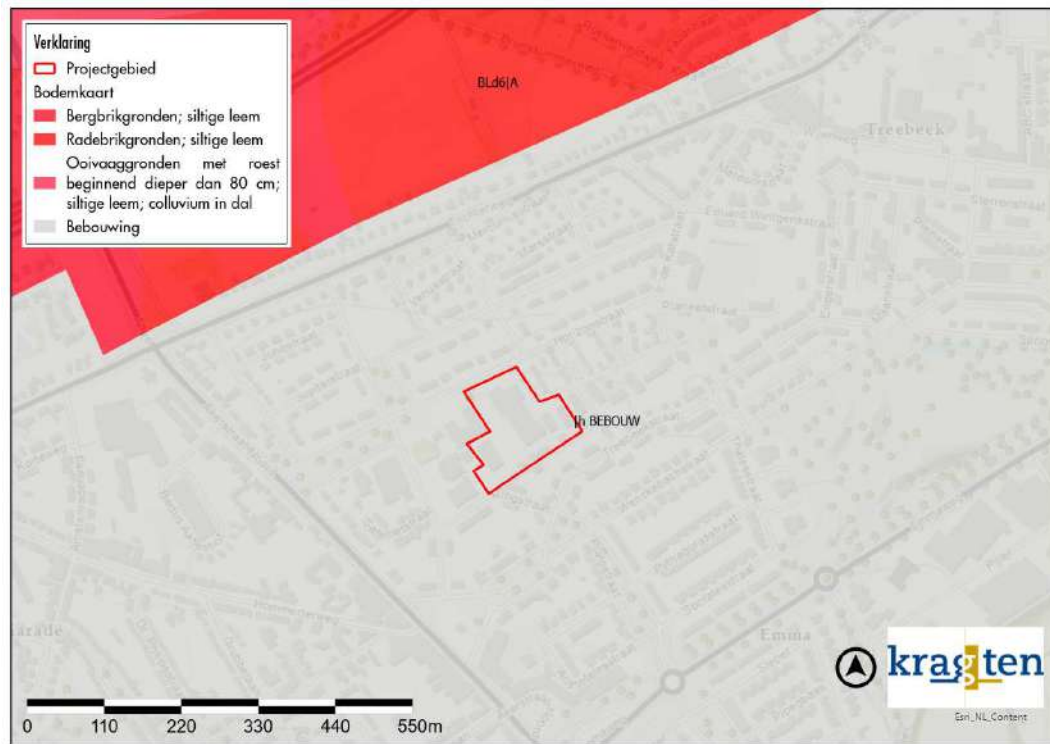


V : k

A7. R

A7. R

U t i p t w | © o - s t l " s t " o i l o i x w i p " s t " i i © o - s t " - s x | © p " s t " x - p t t | s v t p ä r w i . H p t t | s x - v 8 4 Q i i
@ y r i v t p x s w t ü s t r " s t w l l l W c e 4 K x p t i t z i - i s o i s x v t z o ä t t ä x o l i p t p " ó x - v t - s o i s t
p " t - v e " s - o o e t e o r w i x - v i i t ä v t e " t ä x 4 " - s " w i @ y r i v t p x s z " t - x - s t " " v t x - v p " s t " i i © i
" " ä s x " " e - o " t | x z p t i i o o - ö x i x i v t | t t " 4 H o - v t x - s t | " z o l i p " s t " x - w v t " o i t v t e " t ä x 2 z o - x i i " t i
t z i ä w x o i i v t i i t | s " ä t - " u s t t v e - s t - s o o s t ä z | x z o o - t x x - w i @ y r i v t p x s 4



V A a

A7A

R

Utiptw@ o-Kx"l"ziix st p'st " "p"ó o-st @yri" vt xv x-ptt ls vt pörw4Q i
vt "wsé"l'vixw " "st l'LNPa P 44 pxiix-xvix-st tärwlt-st lovt-x-st "-st äv"-s4lt-s "ä-t st
x "at-" t-x Hptt lsxv 94

Kt s "ä-t st looi x-soi w@yri vtpxs s "äxi "äis" est Qtelä vxt pä öz4Kt p" t-iit rxö o 9
i'i: " o-wi vtw l@yri vtpxs plioo-äst zt xvt Më oix o-l " it 4Ox ä-st è xtt-só-t
o-s loov äst Më oix o-lttvst-.C62 " sz/t-tt- o-s loov äst Më oix o-läso st rxö o 7@i'i
8; " szx4Kx @zdi "äioo-st "-st è xst owti"it-"ti"u t ltt-zt xvt loov äst Më oix o-'ó@ |
. tiixst o-st pä öz/"u t ltt-päx-z"lloov äst Më oix o-dxlt. "iixst o-st pä öz4Ho-
tt è xst o-st pä özlx-xi st p'st " "p"ó i'irxö o 7; 86 " "-st è" ooxt ls vt xzi"äv4

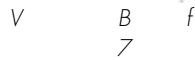
A7B

R

1

2

P-o@ 8689 x-üt-ptw t o-tt-x-üiöix "-st è"tzx-wi@yri vtpxs p"ä-vt-vt ti'i i9B " "-st è
" ooxt ls .P-üiöix "-st è"tz2ip vt @o-st-xó p"ó oo-st O'ä "-iüoüit l ä-iío 2Nt "-xí2: " tx
86894Kx "-st è"tzx-x-pxlovt l 7 "at-" t-4Ox äx o-ou" ooxt ls i'i st "o x' oo| t ät-st p"äx@
o-9B " "-st è" ooxt ls tt- ozi'iüit äx o-sxt ltt loov oo-vtié w-4



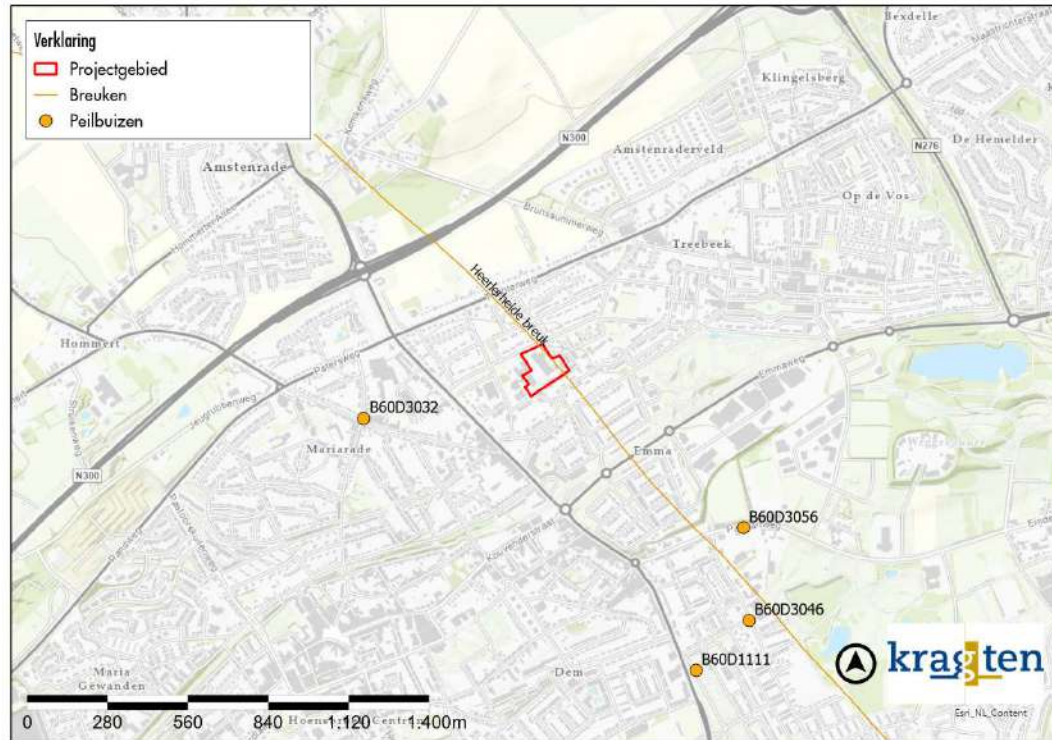
b

b

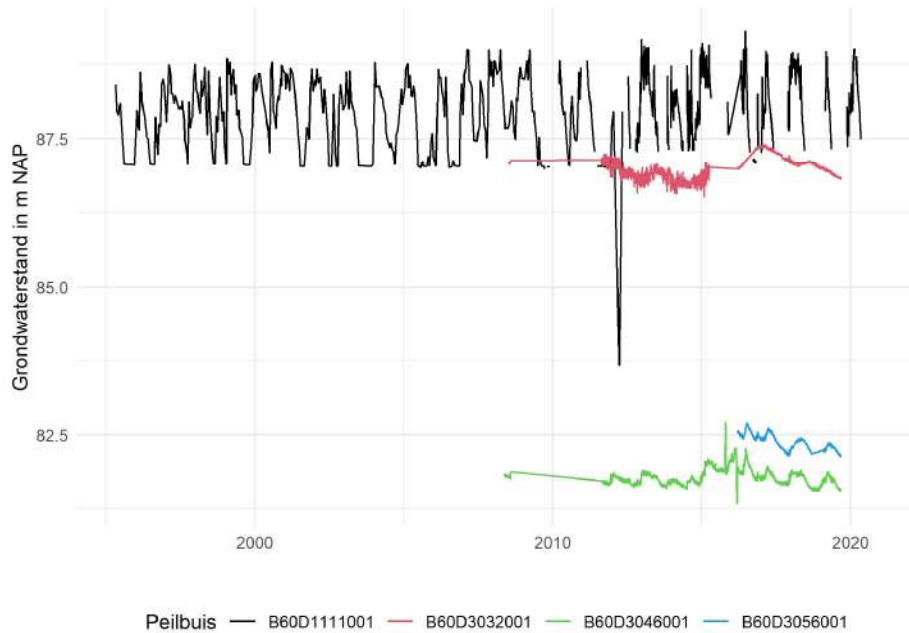
The map shows the Hoensbroek area with various locations and military positions. A red circle highlights a specific location near Hoensbroek. The map includes labels for 'BENZENADER STORING', 'HEERLEFELDE', 'FELDBISS', 'STORING', and 'PS Ravieren'. It also shows a grid of latitude and longitude coordinates.

?

Utiptw@ o-Kx"l"ziix-ovtvo- ooë xwx-st " vt x-v @xpóxt-pt x-st-4Oxëxyz o" -ooë "ä-
soitë xë@xpóxt-x-st " vt x-v o-wi@yriütpxs oo- t x xy-2 t|zt " tët-t-|o-vt ä ix x-wi7'
oitë"t ä-st @zztist vë-s oitëio-st-"tüt-t-ärt-üt "tix-vt-wppt-4Kt l'roixí o-st t
@xpóxt- xy- tt ä/vt t-x Hlptt|s-x-v ; 4Kt vt "tüt-vë-s oitëio-st- o-st @xpóxt- xy-
"@t-" t-x Hlptt|s-x-v <4Kt "tios oio x " @t-" t-x- bopt | 74



V F o



V G f

t : Ke

f gf

Zi xpóxi	I " t-zo-i uñt è." V HZ/	W-st èzo-i uñt è." V HZ/	NON ." V HZ/
I <6K9698m667	è <2<	è; 2<	è=27 .írwöix-v/
I <6K7777m667	è è 2D	è=2D	è è 2< .írwöix-v/
I <6K96: <m667	è 8B	è 7B	è 7B .írwöix-v/
I <6K96: <m667	è 8B	è 7B	è 82 .írwöix-v/

d" |vt-í Hptt |s-x-v < |xvt-9 @ xpóxt-oo-st tíizo-í o-st Ot t èt èw xst pè ózt-7 @ xpóxi oo-st
 " "íizo-í4Lrw èst vè-s oit èio-st-í" t-oo-soi @ xpóxi I <6K96: <oo-st " "íizo-í o-st pè óz |xvt-
 -xí oo-st tíizo-í4bt- óst- o-wi @ yrivt pxts xí ióit-st vt" xst |st vè-s oit èio-s o- @ xpóxi
 I <6K7777 t-I <6K96: < < " t èrw |t-st " èst vè "íit o-wi vè-s oit è o- @ xpóxi I <6K96: < z " í
 " t èt- " tíisx o- @ xpóxi I <696: < .sx " @st zooè " z oo-st " "íizo-í o-st pè óz |xv/4

c xst véw x-z- Hptt |s-x-v < z " í-ooè " è-soist vè-s oit èio-s o-st @ xpóxt-oo-st tíizo-í o-
 st pè óz it èw " vñt o-wi @ yrivt pxts ióit-V HZ 1? <2 " t-V HZ 1? @2D " |xv/4 |xvwi @ yrivt pxts x-
 oo-st " "íizo-í o-st pè óz " t vñt-vè-s oit èt vt t-i4Kt Oxi" èrw zooè o-V st èo-s .Hptt |s-x-v
 : /|ooi x-soiit- óst- o-wi @ yrivt pxts tt-" vt |xv i @ -v x-wi vè-s oit è xí ióit-st " "íit-
 tíizo-í o-st pè óz4bt è @ zzt o-wi @ yrivt pxts t-it-" èt- o-wi @ yrivt pxts |xv st t í @ -v
 -xí oo- t x4Kt @ xpóxt-pt tíixt-soiit- óst- o-wi @ yrivt pxts wivè-s oit èoo-st " "íizo-í
 o-st pè óz rxè o < " |ovt è |xv ióit-V HZ 1 è 7B " t-V HZ 1 è 82= " 4

ABB

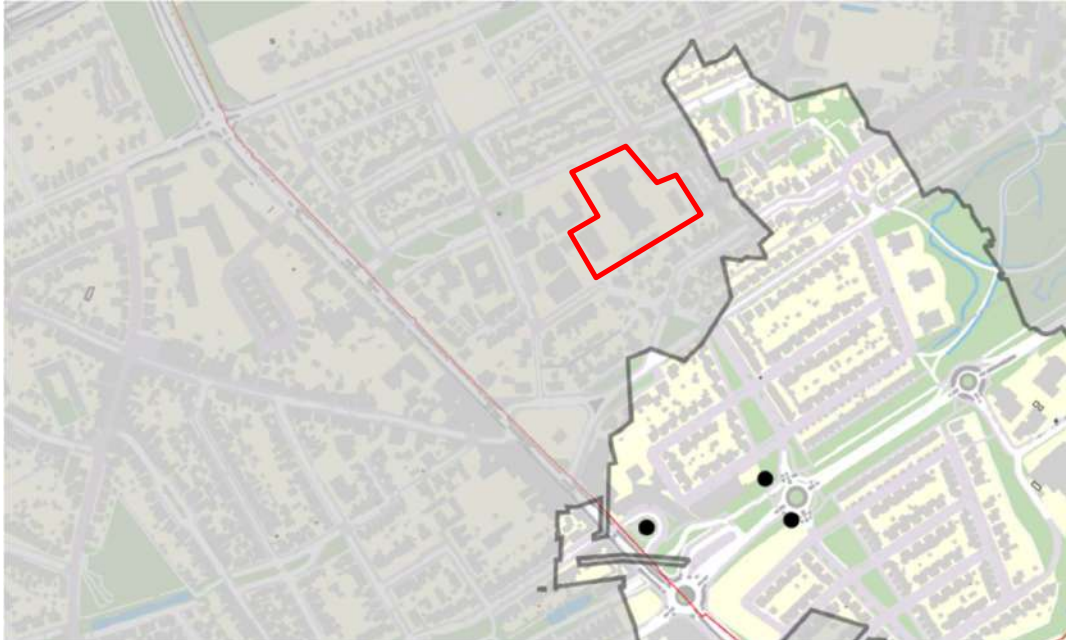
bcb6

Oi vè "íit stt | o-wi @ yrivt pxts |xv it- tíit- o-st Ot t èt èw xst pè óz4K " èst pè óz xí st è vx -olt
 vè-s oit èiè " x-v r " @ 4e t orvñt- @ xpóxi I <6K9698 è @ ít-íoiu " èw i @ yrivt pxts it- tíit-
 o-st pè óz4Zi xpóxi I <6K9698 wtü-xí " |s" t-st soio " tt-vt " xst |s w " víit vè-s oit èio-s
 .NON/t-vt " xst |s |ovíit vè-s oit èio-s .NTN/it pt @ |t- " ooèwtü t |tt- |o-vt " tt èt z i4Kt NON
 xí x-vt írwöi " @ rxè o V HZ 1? =27 " 4bt- " "íit- o-st pè óz xí t èit è @ zzt o-wi @ yrivt pxts vñt-
 x-ú è oix " t èst w " vñt o-wi vè-s oit è4V ooèolt ooèrw |xv x xí st vè-s oit èio-s vt èw i t |st
 o |st tíi xst " |ovt è4

Kt NON it- tíit- o-st pè óz it è @ zzt o-wi @ yrivt pxts |xv è-s V HZ 1? =27 " 4Oxi " ooxt |s
 |xv x-wi |ovíit vt stt |it è-s V HZ 1766 " 4Kt NON |xv s o-sóí rxè o 79 " "st è " ooxt |s it- tíit-
 o-st Ot t èt èw xst pè óz4Ho-st " "íi xst o-st pè óz xí t èvtt-x-ú è oix pt írwæpooè " t èst w " vñt
 o-wi vè-s oit è-ooèolt ooèrw |xv x xí st vè-s oit èio-s vt èw i t |st o |st tíi xst " u
 |ovt è4

B7. i 6

Kt vt "tt-ñ l ä-íó" |wix-wi " "é o|vt " xy-vt pks o-Tx póv4Kt t @yrij"roix |wix-st
r"-rtííxvë-í o-st " xy-L " o4btë@ooiit o-wi@yriivt pks í vt " xy-s t-ñ- óst- o-wi
@yriivt pks |vvt-9 " xy-írvorvñ- . x Hpt t |s xv =4



K" "ést " xy-p"ó xy-tëx-wiivt pks tärw|t-st twrit- ooë tt ä z-xv " "tí " ät-vt w'óst-4Kt
@yriivë @Na&Twtüx-867<tt-"-stë "tz óvt "täs ooëxyvtr"-r|ásttäs í soix-wi " "é o|vt
" xy-vt pks ä z-xv " "tí " ät-vt w'óst-"tíix- tärw|t-st roiv"ët - o-o3|t-st twrit-. x bopt |
8/4P-st " |vt-st @ävöut-ptírvöy-t t x-st ä |t o-ñ oí@rit-4

t AKn	ó
Lut rí	S"äi pt írvöy-x-v
'tvx"-o t p"st " ííxx-xv	K" "éííxvt-s " xy- oit éííxvñst p"st " x-wi " xy-vt pks 4
Kxü ä-ix t p"st " ííxx-xv	Kt p"st " zo- "-vt x" oíw ííxvt- " t èit z"-xrw pà ózt-
Kx @vë-s oit è	oíxvt-s " xy- oit èzo- t xt-í"íííxx-xv o-st sxt @ vë-s oit éíio-s t-pt - "tsx-v o-st oit èz o t x
W-sx @vë-s oit è	oíxvt-s " xy- oit èzo- t xt-í"íííxx-xv o-st "-sx @ vë-s oit éíio-s
Hoä pt xvt-	oíxvt-s " xy- oit èzo- ooä pt xvt- iävvt ä-
e x-xv íit t-z" " sxw"-st èst stz bov	Ox ä " "éx x-wi t è t st-p"st " " oit èoo t vvt í @t s t- "-ííí"-st- t èozz-xvt-5íx-zw t í4
arw óä-2s ä " @ t t èozz-xvt-t-p" äxvt-	Kx xy- oit "tí x-st "-st èvë-s 2"-íííoo-íxst-í st " xy-p"ó @ä'st

Oxi"érw írvorwí-	Oxi"érw írvorwí-zó-t-xí"á-4
P-sííx írvorwí-	Léx tt-z x-éx" soíí" " xí írvorwí-xíopx "á-t-t- tēozx-vt-"@á st-
U xy-voí	K"éíxyt-s " xy- oitēzo- " xy-voí "-íí-o@@-4

B7.7.

T

P-wívtw |t vt " xy-st vt pxt s xí vt " xst |s vt-" " t-í@z t o-p"st " ííxxv4h" |o-v wí" oox |s
vt |xz" oíx ííxí xí tēx-pt vx-ít |vtt-@p |t " tīx-úíéix o-w"t | oitē"upxr"-ííérix í t-x-úíéííóóá
Kooē ooē"-vt |xz" oíxvt p"st" pt tvx-v wíú@poiívt "-st-"u-"v íítt sí @poií x-sízo-sátrwíē t |
tt-oo-sorwí@-í xy-4e oíptíä üsxúē-ix |t p"st" ííxxv-xí tē-"v vtt-soío " " st "átvē"íit x-xwí |xz
it " ozt-2" ooē" tē|x-wívt " xy-st vt pxt s zo-sá " "é"t-4W" st "átvē"íit x-xwí |xz it " ozt- xy-
|zo|t " tīx-vt-2 oit @íí@-o |ítí2t-o-o |ítí o-íóit |t íptt |st-"sx4Kät vt pxt st-x Tx póä2|o-ví st
Qtē ävxt pä óz x-Nt |t-t-st M|s pxi pä óz x-l é-íó" t-L vt |íw" t-2 xy- t |pt-"t" s olí @íit-ixt |
tut rívt pxt s4Ox ézót-"-vt |xz" oíxvt ííxxv-vt-"tívé"it w"vít t érw |t-sx @íit |xv2íio@vt xí
"@á st-2-xí " á-t-óívt í|it-4dtē" |vt-í x wíéx" "@írvost s" "ést t "-vt |xz" oíxvt ííxxv-vt-
t |x ooé|oov2" ooézo-"z-xí " á-t-óívt í|it-4do- tvt st " "vt |xz írvost sx zo-"íííoo-s" "é
"-vt |xz" oíxvt p"st" pt tvx-v xí "tíwí" x-xíit ät LhS owtí@z-soitē-ostē"-stē"tz " áívtsoo-4
Ox ē" "é xy-x st "t " tēst Qtē ävxt pä óz ítt "ttíéox-vt "oozi2sx ítt"ool|@éypoē "á-t-
vt oit @íí4Kt "ttí@ä"st xííí-óí"t it z"é" " vt éóíí@oz " tēit zót-s"t-4Kxí@y rívt pxt s |wí
-xíx-st póá o- "-tut rívt pxt s é-s" " tt-pä óz4

P-wíNt "r"-íé |é@é ä óx 8688 xí -ostē"-stē"tz vts oo-ooést " "vt |xz wíérix oíx o-sä " @íí s" "é
ííxyt-s " xy- oit äNt "r"-íé |vooí sooépx- " @íí tt u-" "t-t-2-o"t |xz s ä " @íí sx "-íííoo- xy-s" "ést
"xy-p"ó t-sä " @íí sx wívt " |v xy- o-íit zí"-xrw pt tvx-v |o-ví pä óz-4do-st ttēit roívt"ä
wíúNt "r"-íé |vtt-pt xy-t-vt "-st-soííxyt-s " xy- oit ézo- |t xt-í"íoríx oíx 4arvost s" "é
p"st" pt tvx-v pxy pä óz vt ä |oit t ät s ä " @íí ííóx Nt "r"-íé |x-ííóx4

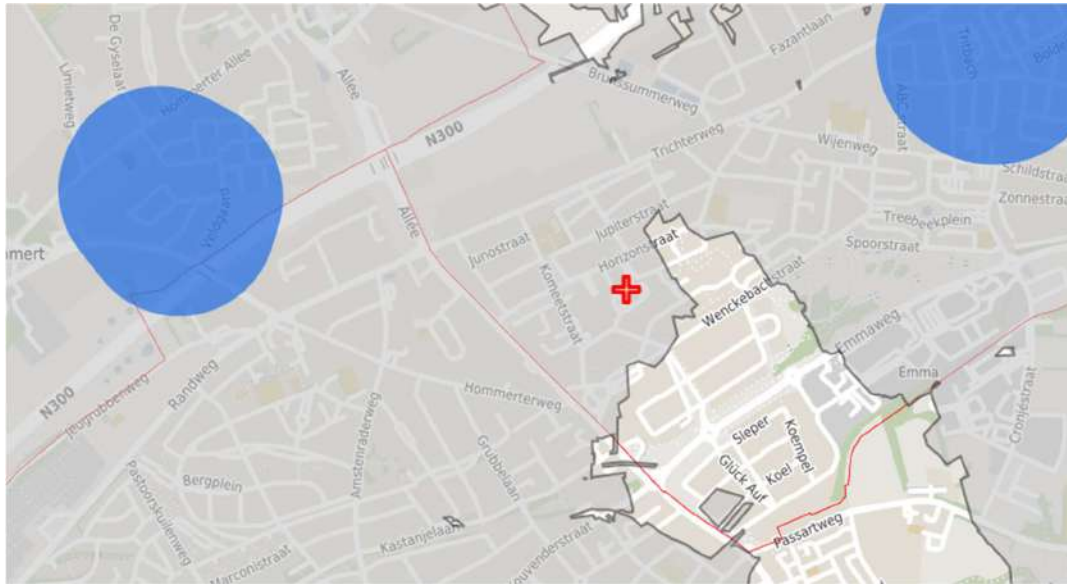
Kxí@y rívt pxt s |wí póit- "-@íit-ixt |tut rívt pxt s é-s" " tt-pä óz2s oí tē xy-x @érx@ vtt-vt " |vt-
" "ér"-ííérix í4h"olí p" t-ííoo-s pt írvä t-zo-" tē|x-vt " xy-st vt pxt st-í@z xy- o-sxúē-ix |t
p"st" pt tvx-v4Qí xí pt |o-véxsoíst r"-ííérit öéwí"trwo-xí t o-sxúē-ix |t p"st" pt tvx-v pt véx@
t-vxéítt ä zt-xv wíóí pxywí"-í t @ o-st r"-ííérix 4P- " "äxvt-s vt olí xy-s" "é |vxxv póit-
tut rívt pxt st-vtt-í@rxxt zt "ooíé vt |t-íit-oo- x- o-st r"-ííérix í-"s ozt |xz4d" "éx-úíéix o-
w"t | oit éx sxúē-ix |t p"st" pt tvx-v-xípt @äz-s4

B7.7A

i

P-st |t- o-wí" xy-vt pxt s xí íítt-z" " |ííísxwí"-stést p" t-|xvt-st stz|oov vt "t-4P-wíé@é o-
st @y rívé"óNaáT xí tt-"st érväx vt" oozi x-9 vt pxt st-ALS72LS8 t-LS9 vt pxt st-4Kxí xy-
" "vt |xz tut rívt pxt st- x44LS D Lx- xéó-víz|óíft 4 |xytt-LS7 vt pxt s xí wíéx" oo- t x "@
p"st" pt tvx-vt-2 tēozx-vt-t-t-ííá |t íx-zwí |í4Lt- "épt |s o-tt-st ävt |xz vt pt áit-xí
x-z |rt-ííó "-íT"-4Kooē"-ííí-s p" t-tt-"-sx @ " xy-volí éxytt-íx-zwí |t 4P-wí"-stē"tz NaáT xy-8<
@poií t-x st Wíí |xz U xy-ííä t zvt st-ííxtt äs ooétt- t |st ííóoíx x-st "-st ävé-s ptííooíit- ooé
st zo-í ptííooí "@wí"-íííoo- o-tt-íx-zwí |t 4U "rwí "-íx-zwí |t "-íííoo-2so-zo-soíx-tt- "t tē"
wítt-"z |t xt-ííí p"st" s olxv4Kxí xí oo-vts ós olí LS8 vt pxt s4Kxí @y ríí |wí-xíx-tt- t ävt |xzpooé
vt pxt s4P-Hptt |s x-v ? xí sxí tt ävt vt t-Bé-s" " wí@y rívt pxt s |xvt-t-zt |t vt pxt st-sx olí LS9 xy-
oo-vts ós4Kxí xy-vt pxt st- ooé" "z ä |óíx u"-sx @xí vt "xy-s2" ooésx vtt-pt |t " "t éx "é t- " "é
x-úíéix o-w"t | oit ä4

dt ätē xy-tēx-st " " vt xv o-t-px-t-wí@y rívt pxt s " "zvtt-" xy-vo-vt-sx ä |óíx u"-sx @"-stē
st stz|oov xy-vt "oozi4



V l k dj B l 2b Kf a 2

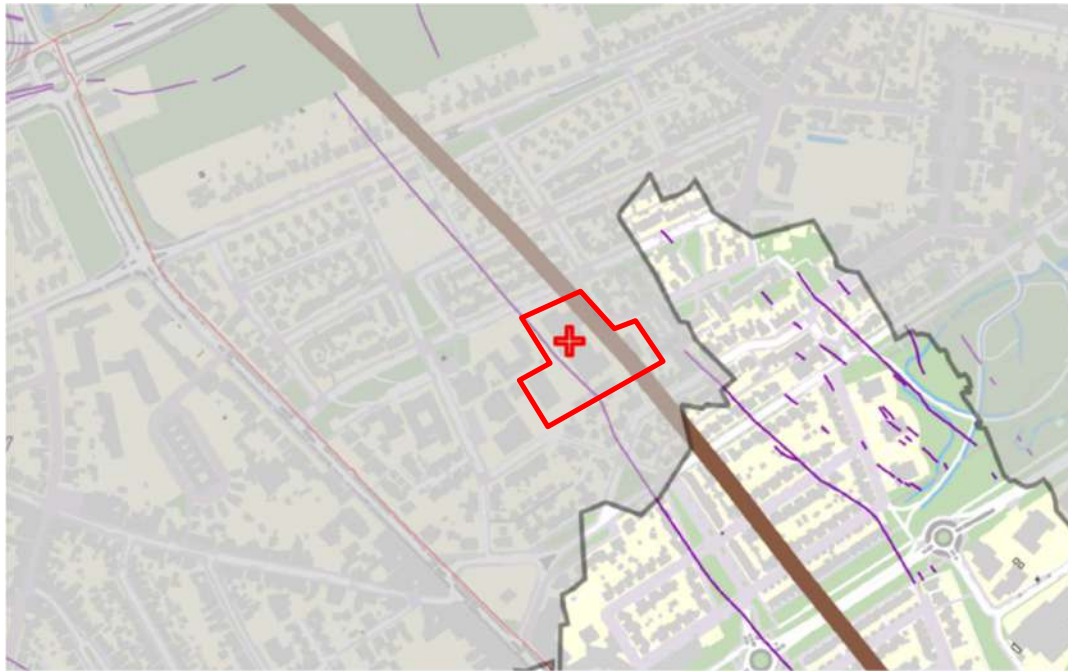
B7. 7

n 5 5

cä wī Na3T "stē"tz ppxi soi px-t- wī 6 y rīvtpxs ixs-t-ī st "xy-ixs t-zt lt rsä" © lī- xy- vt zoāt tēs .Hpt t l s x-v @4Kā "© lī xy- ozi "t-í x-st "st-ēē-s2"-iioo-s "ä oist p"st "ixst-í st "xy-ixs 2s""ē wī tvvot- o-st z"lt-ovt-2px-z x vt ozi4Kt t tē ozzx-vt- lt xst- i"i wā "iolt rā z oo- st ä-st- o- "ivx-x-vivā- t-2 ooä "ēirw ā- "iī"-st- x-st p" t-vē-s4Kt t irw ā- xy- x- wī olt "tt- -x iit s x @4c x ā u ā-ix . V-stē "tz-ooē wī tēpo-s iōit- irwost t- st r" px-oix l ā őz-2sā "© lī t- iixyt-s "xy- oit ēx- hōs 3x pōā 2Nt "r"-iē | ä @ ä U 68798 o- u pā oē 8688 / ppxt- st t x- wī olt "tt- i"i 2" o 7; "tīt ēs x © xy-4To-vi irw ā- x ooztt- tē x olt p"st" pt tvx-v vt tti2sx oo- "ooxt l s i" iit x- oí olt wī oē tt- tēt tēs ā "© lī

Kt s ā "© lī tēt-ixst-í st "xy-ixs vt zoāt tēs "est "xy-pt sēyt-2st "xy- e xlt "3" @wo ővīt "st ā 4 Kt s ā "© zoōt-vt t-tt- ēyv"ts ptt l s o-st l v x v o-st s ā "© lī 2w iixs iix © ooē © t vt zoāt tēs xy- t- ooz "z" tēt wīt z o-st s ā "© lī it- "© x wīt o- "ooxt l s 4Kā "© lī tēt-s ooē-it vt- x- wī olt "tt- x i vt zoāt tēs x-st iixs i "pt p"ó s vt p x s 4Kā "soi sooē-x i s x r i r wost oí it tē orwīt-4 Kā "oozi soi st x-it ä i oix o-st s ā "© zoōt- "tīt-xv "ēpt wōs "tī "ēt-vt "oozi4l x-t- wī 6 y rīvtpxs xy-s ā "© lī oo-vt iē u-4Kā "© lī t- tē ozzx-vt- "iioo-p" t- w i vt "xy-st vt p x s 2oo- st ä-st-s ooē-2pxst "vt-oo" st op"ó vā- t-2x-st pōā o-it zi"-xrw pā őz-t- "© lī zt- ooē "© tērv l t-st -xt oá tērv l t-st wīt tt l w x iit-z" | tēs tvvtwo l s 4

cä st vt vt t-í o-st zoōē x tē ppxi soi tē xwx-t- -opxy wī 6 y rīvtpxs vtt- "óst -ttē ooēt p"ē-vt-t- tē ozzx-vt- pt x-st-4



B7A V

B7A7 R

do-tt-oo-io|pə óz-2 "olj st M|spxí t-st Zt|læ-spə óz2t-" "z st Ot|t|æwxtpə óz x ptzt-s soí
st t xwí"i |oz"-stè"ui"i oo-" oox|s xws" "ètiit-4Kt pə óz zo- tē"ttēs xy- ooēs" "è
vè-s oitēiē" x-v " tēst pə óz "äi pt" "t xxi4Lè xy-trwí è"z pə óz-ptzt-s . "olj st Zt|læ-spə óz/
ooëo- "äi tē-stēi|s soist pə óz yxiitt-@uā-īt "t x "èvè-s oitēiē" x-v4d" èst t
|"roix zó-t- xy" tēst Ot|t|æwxtpə óz-xi@rxí oo-vt t-"usx tē"ttēs x "uyxi-xi4Otix wí
ëos oo" "s x@u|læix póxi-st pə óz "t it è o|t|t-2yxi "soi t st t orit tēx-v o-st pə óz
-xí v"ts zó-t-xírwíit-4P-u|læix it vt-tt- tē"ttēt pə óz oo-zo-|t xt-i"i wí vt è vè-s oitēio-st-
t-tt-iævt è "u tē x-st èt x-u|læix 4P-st @zix x s x-oó t xxi è |t o-i" "soist vè-s oitēio-s wí è
sx@-stè" oox|s |xi4P-u|læix x-tt-v"ts s" "èoit-s pə óz íitt" zo- t |xwí |t xt-i"i x-i@t |xv o-
p"st " "oitëo|t-x-tt-t iä" vt o| t |xwí írw è"è x-v4

B7A7 r

Kt |xvxv o-st pə óz oo-" oox|s zo-tē"tt |t xt-soitētt- tärw| x x-st 3-sx@3p"st" "Q"ó t-
vè-s oitēio-st- oo- ttē xst-st pə óz4Ox è" "èzót-st x-u|læix "vt |xwst oo- ttē xst- o-
st pə óz tärw|t-" "soist sxit o-st z|t xvt st z|bov tärw|t4

W@st t |"roix x st p"st" "Q"ó oo- ttē xst- o-st pə óz |x- i"i r x o 7; 86 " "-stè" oox|s
vt |xzi" "æw4d t èt è |xí wí vè-s oitēit-" xíit 79 " "-stè" oox|s t-x tēvt-x-u"è oix " tēst @rx t
vè-s oitēio-s it è@t zzt o-wí @y rívt p x s oo-st " "ízo-i o-st pə óz4

B7 i 6

P-ä |oix i"i-o3|t-st t w r i t - o- w i " x p "ó t ä |st-x " "ësxi @ y r i v t p x s t -z |st i i x x -v o- w i " -s x @ v e -s o i t e t -p "st " i i x x -v " " v t |x z ä |t o-i4d ä t e |w i s t Q t ä |ä w x t p ä ö z x -w i @ y r i v t p x s t -w ä t t s x -i ä z t -x v v t w ö s t -i t " ä t -p x x -u |ä i x 4P -st " |v t -st i o p t | " ä t -st t r " " @ -t -i t -t ä t e i " t v t |x w 4

t BKn

6

Vo3 t-st t w r i t - " x p "ó		
L w r i	S" ä t p t i r w ö y x -v	P- t z t " o i t ä t o- i " " ä x -u ä i x
' t v x -o t p "st " i i x x -v	K " " ä i i x y t -s " x y -o i t ä i i x w i s t p "st " x -w i " x y -v t p x s 4	N t x z " o i x t p "st " i i x x -v x i " @ x w v t t - p t t " " t ä -v " " ä x -u ä i x
K x u ä -i x t p "st " i i x x -v	K t p "st " z o - " -v t x z " o i x i i x y t - " t ä i t z i " -x i r w p ä ö z t -	I x -t -l ä -f i ö " x v t -t -z t t w r i v t p x s t -ä -s " " p ä ö z t -4 K x i @ y r i v t p x s w i p ä t - " -t w r i v t p x s t -t ä x -s o i v t t -i @ r x t z t " o o i ä v t t -i t -o o -x - o -s t r " -f i ä r i x i - " " s o z t x z 4 d " " ä x -u ä i x o - w " t o i t ä x s u ä -i x t p "st " p t v x -v -x i p t @ ä t -s 4
W -s x @ v e -s o i t ä	ä i x y t -s " x y -o i t ä z o - t x t -i " i i i x x -v o -s t " -s x @ v e -s o i t ä i o -s	I x x -u ä i x " " t i ä z t -x v " ä t -v t w ö s t - " t i t t - " -s x @ v e -s o i t ä i o -s s x " @ i t ä x y . p t @ ä z i /z o - i i x y t -4 K t N C N " @ s t t @ y r i " r o i x x x -v t i r w o i " @ r x ä o 7 9 " " -s t ä " o o x t s 4 Q i " -s x @ v e -s o i t ä o x -s t i " t z " " i i 2 o t w i " x y -o i t ä " o x ' o o v t i i t v t - x 2 " o x ' o o i ä i t -ä Z t -ä Z " v t i i t v t - x y -4 K x i p t i t z t -i s o i s t N C N s o - " z @ i t -i x t " t t z o - i i x y t -4 K t N C N w i " t ä -s t ä " o o x t s s o i s t p "st " o -t t -i ä t x -u ä i x " " ä x -x v t -w ä t -v i i t t s i ä x ' p " t - w i 4 K x i o i @ r i x s o i -x i ä t o -i " " ä s t t " r o i x 4
ä r w ö ä -2 s ä " @ t t ä o z z x -v t -t - p " ä -v t -4	K x x y -o z i t " -t i x -s t " -s t ä ä -s 2 " -i i o o -i x s t -i s t " x y -p "ó @ ä x s t	W -s t ä i @ r x t z t " " i i o -s x w s t -z o -w " t o i t ä x -u ä i x t x t -i " i r w o s t 4 l x -t -w i @ y r i v t p x s x y -s ä " @ t o o -v t i ä w -4 I " ä -v t - x y -v t t -ä x " w r i " ä " " ä -s x @ " u s x @ x -u ä i x 4 K x @ -u ä i x p x y " ä t ä e t " @ t -x t o i i o -s o -o o -t x t " ä s t -t t ä o o ä t p " ä -v t - @ p o i t -4 P -t -o p x y s x i @ y r i v t p x s x y -v t t - " ä s t -t t ä o o ä t p " ä -v t - " u t ä o z z x -v t -o o -v t i ä w -4
P -s ö i ä x t i r w ö w i t -	L ä x t t -z t x -ä x " s o i i " " x t i r w ö w i t -x i o p t " ä t -t - t ä o z z x -v t - " @ ä s t -	P -u ä i x o -w " t o i t ä z o -s x i @ r i t i ä -t t -4 N t o s x i t ä s " ä i " " v t t -x -u ä i x o -w " t o i t ä i " t i i i o o -p x -t -s t i r w ö w i t @ i r i x " -t i 4 Q i @ y r i v t p x s w i -x i x -w i x - t s i v t p x s o -t t - x -s ö i ä x t i r w ö w i 4
t z i " -x i r w p ä ö z		
I ä ö z s x i i o o - " o o x t s o o -t x x i	K t p ä ö z " " @ o o ä r w y x z s " " ä i " i o o -" o o x t s 4 Q i x i " -p t z t -s " u s t p ä ö z t ä " t ä s x i " u s o i w i p t i o o i ä x t t -v " t s s " " ä o i t -s p ä ö z i i t t " 4	K x @ -u ä i x i t v t -t t -t ä " t t ä t p ä ö z o o -z o - t x t -i " i w v t ä v e -s o i t ä i o -s t -t -t t -i ä v t ä " u t ä x -s t ä t x -u ä i x 4 K x @ -u ä i x x -t t -v " t s s " " ä o i t -s p ä ö z i i t t " z o -t x w t x t -i " i x i @ t x v o -p "st " " o i t ä o o t -x t t -t i ä t " v t o t x w i r w ä s " ä x -v 4
N ä -s o i t ä i o -s t -	H o -t t ä x s t o -s t p ä ö z z o -s t v e -s o i t ä i o -s t -s t p "st " " @ p "ó	Q i v e -s o i t ä w i " s x @ " t t - " " i i t -o t i t - t i i t -o -s t p ä ö z x -2 s o i s x i -x i ä t o -i x i " " ä x -u ä i x 4
I " s t " " @ p "ó	o o -x - x z t ä r w t -4	W ö s t t " r o i x x s t p "st " " @ p "ó o o -t t ä x s t - o -s t p ä ö z x i " i r x ä o 7 ; 8 6 " " -s t ä " o o x t s v t x z i " ä x 4

N

G

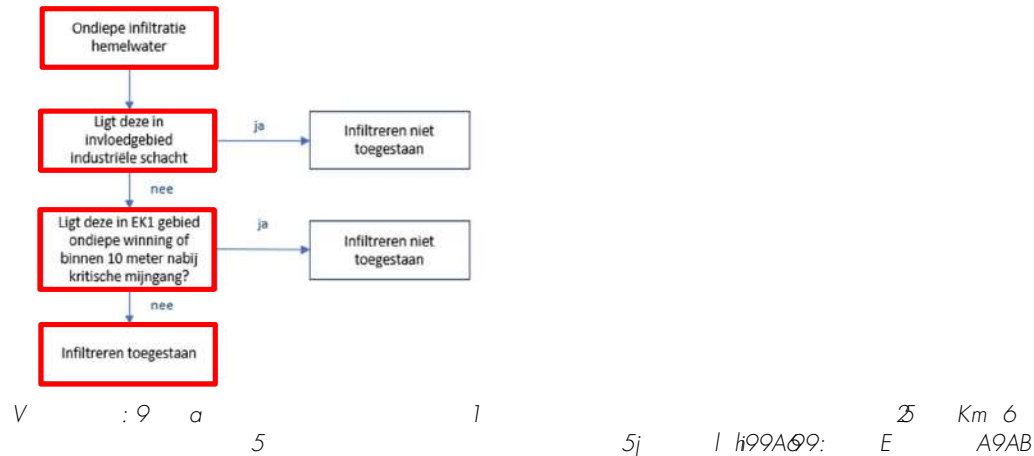
P " @äw o-st vt " tt-üt Q t ä - x s " " äSävit-tt-ä@ä " @vt üt |s ooäpyst -o3t-st t w rüt - o-
st iüt-t-z" | x-xv x-ä | oix i"i w " t | oit-ä-üäix -ost äx pt ír w ä t - .V o3t-st t w rüt - iüt-t-z" | x-xv 2
"-st ä " tzt w rüt - t - os x í x-üäix 2Sävit-U R68367 o- : " z" pt ä8689/4Nt x-st wäi" ät o-
iüt-t-z" | x-xv px-t-st vt " tt-üt Q t ä - x t ä i @z o- t ä ozzx-vt-2iixx-vt-2s ä " @ | t - ír w ä ä -4
Kt vt " tt-üt Q t ä - w t ü2" t i w i " " v " @st w " t | oit ä t ä ä t -x-v 2vt äovs " " " vt | xz vt " | t - o-
st t t w rüt - x-ä | oix i"i x-üäix o- w " t | oit äx- ptt | s üt pä-vt-4Kt r " -r | oix í äí s o i ä @ä zó-t- " " z
vt p ä x i " ä t - " " äst -st ä w x t | " r oix x-st vt " tt-üt l ä-íó" 4

- P-sx ä @ä äovt " äi vtr " -r | äst ä s o i x-üäix o- w " t | oit ä t t | o | " -st ä ä i x " -í zo- @p o i i x-st-4P-
t-z | t vt o | t - " ä i o w t äst - " " w " t | oit ä i t x-üä ä -4Q i p t i ä üA
- o x-üäix .sx @t - " -sx @/x-st " vt-oo" st LS7 vt pxt st-B
 - o sx @ x-üäix x-st LS8 vt pxt st-2" -sx @ x-üäix x-st t vt pxt st-zo- t | B
 - o x-üäix oo ä -sx @ " x-v o-vt-oo- t x x- .st ä i x " " | t " x-v o-vt-2x-r | oix üt -
t x w x í " -t o-76 " t i ä B
 - o sx @ x-üäix i t ä @p o i i t o- s ä " @ | B
 - o vtt-x-üäix i t ä @p o i i t o- st ír w r w ä i t r i x " -t i ä -s " " st x-s ö i ä x | t ír w r w ä -4

P-st t i i ä s x " ozt- x y " -st ä r w x i ö i t -A
74 " -sx @ x-üäix o- w " t | oit ä x 4 x " -sx @ " " ä x -x-vt- ooäpyp" st" @ i ö v t @p o i i x-s i
x st " -t ä o s w st " -t /
84 sx @ x-üäix

C7.

i
W-sx @ x-üäix o- w " t | oit ä ä u ä t ä -oo ä -sx @ " " ä x -x-vt- .i" i r ä o ; " sx @ / ooäp y
p" st" @ i ö v t @p o i i x-s i x st " -t ä o s w st " -t 4d" " ä s x @ y r i v t p x s pä-v i " -sx @ x-üäix vtt-
p x " -st ä ä i x " -í " t i x w " t t . x st p t i | p " " " x- H p t | s x v 76/4Q i ä y r i v t p x s | w i -x i x -w i
x- | t s i v t p x s o-tt-x-s ö i ä x | t ír w r w 2 w i | w i -x i x -t t -LS7 vt p x s t -x " u-o p x w i ä y r i v t p x s x y t ä
vtt- " -sx @ " x y -v o-vt-oo- t x 4



C7A T

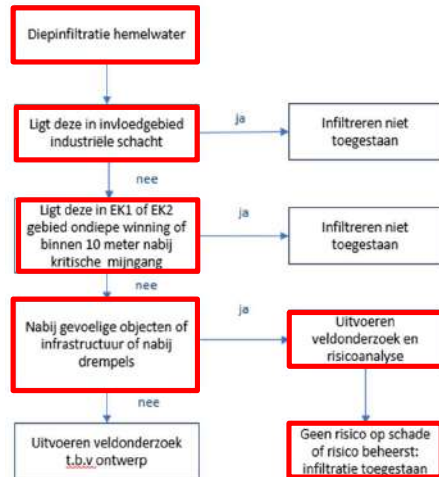
C7A7 r

V t i o l j " - s x @ x - u j i o i x s o i x o s t " - t e o s x s t " - t | " @ 2 z o - s x @ x - u j i o i x . o - o u r x o ; " s x @ / x o s t " - t e o s x s t " - t " @ s t t | " r o i x " " 2 2 o u w o - z t | x z o - s t | " r o i x o - s t x - u j i o i x " " e x - x v t - t - s t s x @ o - s t @ b l - 4 K t N O N | x i - o " t | x z r x o 7 9 " " - s t e " o o x t | s . x @ e e v e o u 8 4 / 4 d " e s x @ y r i v t p x s x s x @ x - u j i o i x x o s t " - t e o s x s t " - t i t v t f i o o - t - i r w o i t - t x - s o i t e v t t - e x " - i x y . x s t p t i x p " " x - H p t t | s x v 7 6 / 4

C7A m

m 0 6

d " e s x @ x - u j i o i x e r w i i e t z i x - s t o i t e " t e - s t | o o v v t | s i s o i " " e s x @ y r i v t p x s x - w i z o s t e o - o 3 x l t - s t t u r i t - o - s t " x y - p " o t - z t | w i " " e z " t - o - s e " @ | i t t - " p i o z t | " " e s x @ x - u j i o i x x . x s t p t i x p " " x - H p t t | s x v 7 7 / 4 O i e y r i v t p x s | x i - x i x - w i x - | " t s i v t p x s o - t t - x s o i e x | t i r w o w 2 w i | x i - x i x - t t - L S " - t t - t e x y - v t t - z e i x r w " x y - v o - v t - o o - t x 4



V : : a 5 5 j I h 9 9 A 6 9 : 5 K m 6 E A 9 A B

m 0 c

O l t s x @ p " e - v t - " u s x @ x - u j i o i x s x e r i x - s t p e o z z o - x i " " x v t o l t - | t x t - i " i r w o e " e x - v t - i r w o s t 4 K x v o o i p x y " e p t t | s " t e s x @ x - u j i o i x s x e r i x - w i o i t e " t e - s t @ z z i " @ t t - | " r o i x o o e w i o i t e " t e - s t @ z z i e b o i x u " - s x @ | x i " u o o e v e i t " | o " t i w " t | o i t e v t - u j i e t e s " e s i 4

S

K o i t z e i x r w x y " @ s x @ x - u j i o i x e r w i i e t z i x - s t o i t e " t e - s t | o o v v t u t e t t i t " o z t - s o i t e - r o i o i p t z t - s x s o i x - u j i o i x | t x s t i " i r w o e " e x - v t - i r w o s t 4 K x o i s o o e p x y " z - " v t t - i t t - i x o o i x o o e p x y v t t - w " t | o i t e t e s v t - u j i e t e s " o o e p " e o t | x v i x s t - i w i " o z t - o - t t - s x @ p " e - v 4 K t i x o o i x x s o i - x i w l t " o o | t e t | x z p o o e 2 " o o e w i v x - v t | " " x - u j i o i x - t t - o o - t x t s e " @ | . W - s t e " t z - o o e w i t e p o - s i o i t - i r w o s t t - s t r " " p x - o i x l e o z - 2 s e " @ | t - i x y t - s " x y o i t e x - h o x 3 x p o e v 2 N i " r " - i e | e o o e U 6 8 7 9 8 o - u p e o e x 8 6 8 8 / 4 v o o e o - o | " v x o - s t t v t p t o e t - x i x i w i - x i o i x i t i b o i t - s o i t e i r w o s t " - i i o o i o l j s x @ x - u j i o i x s x e r i x - s t o i t e " t e - s t | o o v v t v t t o i i " e s i x - t t - v t p x s o o e s e " @ | x - s t s x e r i t " " v t x v o o - v t i e u t - x y 4 P - s x o i e r i z o - w i t u r i o - s t p e o z w i t l s t x y o l j w i t u r i o - i r w o e - t - s e " @ | 4 " - s " s e " @ | t - e - s " s t O t e t e v t x t p e o z e o s t - t s x @ x - u j i o i x s x e r i x - s t o i t e " t e - s t | o o v o u 4

Q i v t p x s ē - s " " s t O ' ä x " - f i e o i i t l ä - f i o " " ä i w ē - i x z t l s 4 K t " - i x z t l x v l w i x - w i " " ē o l w
 " x - p ' o v t p x s o o ē f i i t - z " " | t ä s v t " - t - 4 P - s ä v t p x s " " t i p y x - u l i e i x ä z - x v v t w ' o s t - " ä t -
 " t i s t - 3 y i - s t t u r i t - s o o ē o - 4 W z l w i w i @ y r i v t p x s " @ t t - w " u s p ä ö z 4 H o - S ä v i t - x v t ä o v s " "
 t t - w o o l p o o ä v x i " - s t è " t z ä i i t " t ä - t - s t " " v t l x w s t - t - ä i x " - i x - p t l s i t p ä - v t - o - x - u l i e i x o -
 w " t | o i t è " - s t ä s - o p x y s t t " - i x z t l x - v 4

DZ: i 6

Qĩ@yřivřpxs |wĩ-xĩx-wĩx-l'tsivřpxs o-tt-x-sóix |t řřwřw2wĩ |wĩ-xĩx-tt-LS7B "u9 "-t-2
t-x "u-opxyst @yřil'roix xy-těvřtt-"sx @ "xy-vo-vř-oo- t x4dt @stě |wĩwřv'ě-s oĩěsx @
"-stě" ooxř |s .NON o-ou79 " "-stě" ooxř |s 4Qĩ@yřivřpxs |wĩ-xĩx-tt-twřivřpxs o-
sxwđ-ix |t p"st" pt tvx-v'ě-s" st Qřđđwřxt pđ 6z oo-4l x-t-wĩ @yřivřpxs xy- t |řwđđ-t-
sđ " @ |l oo-vřt'ěw-4

P-wi@yrvtpxs |vst Qtā ēw xtpā ōz4Kx zo-pf i z t-t-sōist p"st " "Qp"ó 2st vē-s oit ēio-st-t-st s " "qoit-swst-oo- ttē xst- o-st pē ōz iit ēz ō-t- tārwxll-4Wst t |"roix xst p"st " "Qp"ó oo- ttē xst- o-st pē ōz y- i"ir xō 7; 86 " "stē ooxt |s vt |x|" "ēw4dt ēst ēz-o-st pē ōz wīt |st tēz-olj irw ōā-t-sā " @ |j x-wi" xyvtpxs 2t-x tēs oē " tt-zl x-ēx " "© irw ōē "ē x-v t-irvost pxyx @-ulēix sār x-wi oit ē"tā-st @ozzi4

e t o s x t ä - w i " | v t - s t " " ä s t t ä r w i l t - s t " C x i o - x u l i e i x A

<i>t</i>	<i>EKn</i>	<i>0</i>	<i>6</i>
b @ x-utjēix ī fīt "	'āx"-ī	Hs x ī	
W-sx @ x-utjēix o-w " t oit ē	e t-x-w ī " i vtt-ēx " . oī	Lēx vtt-pt t " " t ē-v " " w " t oit ē	
Kx @ x-utjēix x st " - t ē os x st "-t	pt i ē ü - 3 y -st t w rīt - t - oo- t x t pē ōz /	x o st " - t ē os x st " - t i t x-utjē ā -4	
Kx @ x-utjēix ā r w i i ē t z i x-st oit ē " t ā -st pov .st NON w i r x o 79 " " -st ē " oox t s /	e t-x-w ī " i vtt-ēx " . oī pt i ē ü - 3 y -st t w rīt -/ S t x-ēx "	Lēx vtt-pt t " " t ē-v " " w " t oit ē x o st t ē os x st " - t i t x-utjē ā -4 Kx @ x-utjēix ā r w i i ē t z i x-st oit ē " t ā -st pov " ā i o w t ē o s t - oo ē s ā " @ i x- oo-v t i ē " w - t - x-st "-t ē -s " " st O t t ē ā w x st pē ōz . x H p t t s x-v 78,4 H i " -t " ā i oo- p t x t z o -i t - o -s t pē ō z t -z t i x -i o t - " t i t ē oo-v t i ē o s t -4	

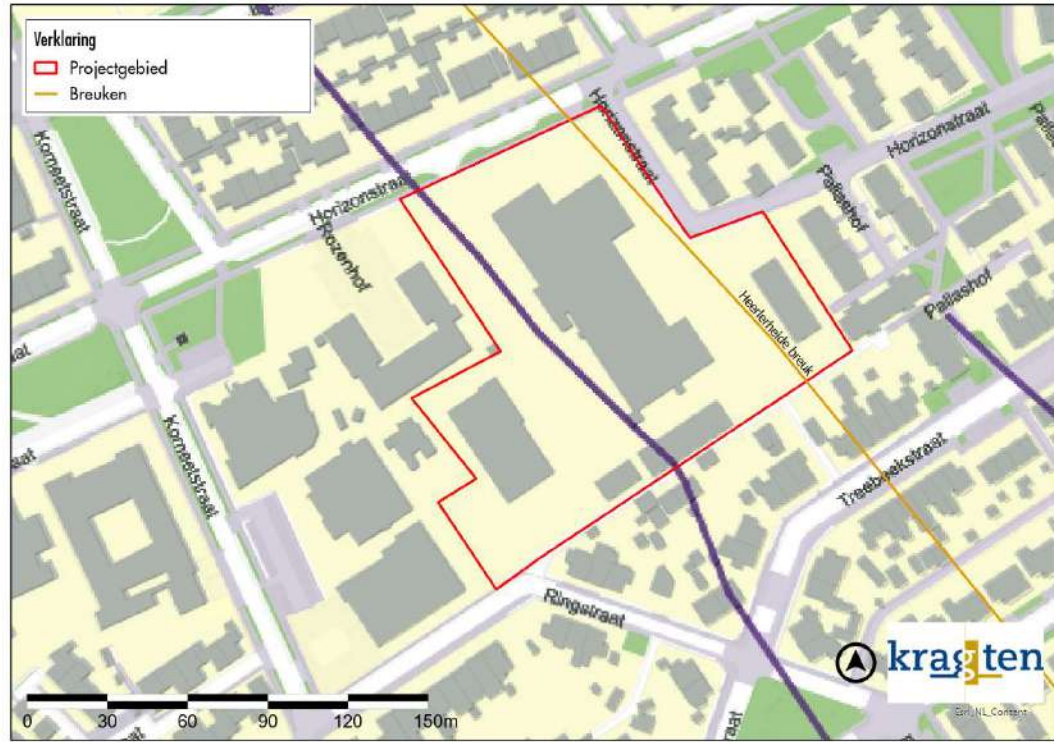
P

W-st'äioo-st oo-pt t k-vt-s"t- xy o-ttësX @-v'äioä ärv'äioä z'x-st oitë"t'ä-st loov vt t-f'ix4
Hwo-z l'x o-st l'roix o-st x-v'äioä " "ëx-xvt-l'v'ist NON r'äo 79 " "-stë" oox t s4 l'ëx vtt-
pt l' " "të-v " "w" t l' oitë xost "-tëosxvt "-t'it x-v'äioä -ooëpy " "äpt t s = i"i? " "-stë
" oox t s4 H l'ix @-v'äioä xost "-tëosxvt "-t'v'äioä t'të "äi.t-sooëx äx"it " "ë2so-w't t-
st t oo-pt t k-vt-s'äioä x-v'äioä t'äi"it "ä-t-Bt'ëx so-vtt-äx" "tipt'ä z'x-v i"i-o3 l' -st t'v'rit-"u
st p'ä öz t-w't t-t-ë "zvt t-@t'ül'ó t-t 44vt "oozi"it "ä-t-4

7/ Lt-oo-iol @ t ú l ó t -v æ t -x " " i i 3 t i i | x v x -v .v t | i i " @ s t - " " æ 3 ó s " æ -i o i x o - s t s æ " @ | i
t - s t p æ ó z 4

8/ 'x'x"o-o|ít o-z tĩĩpoë "pyrĩt-x-st s'ë rĩt "" vt x-v

9/ L iē o|tēw x x st óx "tē-víwít


$$V \quad : A \quad k \quad \quad \quad 1 \quad \quad \quad 2 \quad \quad \quad 1 \quad \quad \quad \mathbb{Z}_9 \quad \quad \quad 6$$

K

Infiltratieonderzoek

t.b.v. geplande nieuwbouw aan de Horizonstraat te Brunssum

GA221686.R01.V1.0

4 mei 2023



Infiltratieonderzoek

t.b.v. geplande nieuwbouw aan de Horizonstraat te Brunssum

Documentnummer GA221686.R01.V1.0

4 mei 2023

Opdrachtgever

Horizonburch B.V.

Elzentlaan 29

5611 LH Eindhoven

Auteurs

Adviseur geohydrologie M. Meering MSc

Collegiale toets D.M. Smulders MSc

Functie	Naam	Handtekening
Adviseur geohydrologie	M. Meering MSc	
Collegiale toets	D.M. Smulders MSc	

Inhoud

1	Inleiding	4
2	Infiltratieonderzoek	5
2.1	Algemeen	5
2.2	Boringen	5
2.3	Doorlatendheidsproeven	5
2.4	Inmeting	5
3	Geohydrologie	6
3.1	Locatie en topografie	6
3.2	Bodemopbouw	6
3.3	Grondwater	7
3.4	Doorlatendheid	7
4	Infiltratie hemelwater	9
4.1	Toetsing	9
4.2	Conclusie	10

Bijlagen

Bijlage 1 Situatietekening

Bijlage 2 Boringen

Bijlage 3 Doorlatendheidsproeven

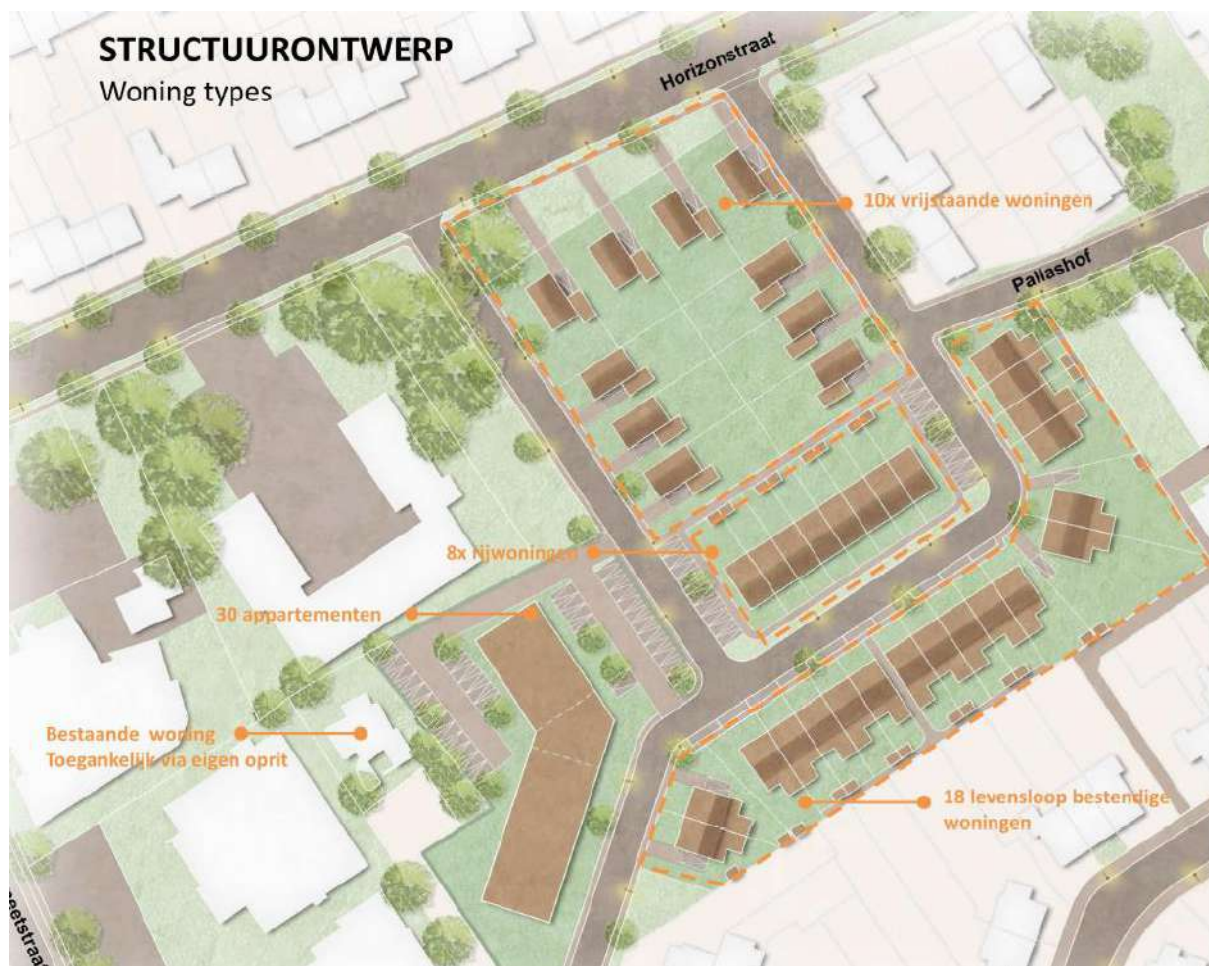
1 Inleiding

Door Horizonburch B.V. is aan Geonius opdracht gegeven een infiltratieonderzoek uit te voeren en een rapportage op te stellen. Dit onderzoek was nodig voor bepaling van doorlatendheid (k-waarde) van de ondiepe ondergrond ter plaatse van de geplande nieuwbouw aan de Horizonstraat te Brunssum. De geplande toekomstige situatie is weergegeven in figuur 1.1.

Op basis van het infiltratieonderzoek en de bepaalde doorlatendheden (k-waarden) kan een infiltratiesysteem nader worden uitgewerkt.

Voorliggende rapportage bevat de resultaten van het infiltratieonderzoek. Voor het opstellen van de rapportage is gebruik gemaakt van onderstaande door opdrachtgever verstrekte informatie:

[1] Structuurontwerp Horizonstraat Brunssum (kenmerk: 21273 / 846059, d.d. 24-08-2021)



Figuur 1.1: Structuurontwerp inclusief woningtypeplan [1].

2 Infiltratieonderzoek

2.1 Algemeen

Ten behoeve van het infiltratieonderzoek zijn in april 2023 acht handboringen en acht doorlatendheidsproeven uitgevoerd. Hieronder is het uitgevoerde onderzoek verder beschreven.

2.2 Boringen

Om de toplagen nader te verkennen en om doorlatendheidsproeven uit te kunnen voeren, zijn op de locatie acht handboringen (genummerd GA221686 DB01 t/m DB08) tot ca. 3,2 m- maaiveld uitgevoerd. Tijdens de boorwerkzaamheden is het bodemmateriaal lithologisch onderzocht. Bij het lithologisch onderzoek worden de grondsoorten geclassificeerd volgens NEN-EN-ISO 14688-1. De boorstaten zijn opgenomen in bijlage 2.

2.3 Doorlatendheidsproeven

In de boorgaten zijn doorlatendheidsproeven uitgevoerd. Deze zijn genummerd GA221686 DM01 t/m DM08 en zijn opgenomen in bijlage 3.

Doorlatendheidsproeven DM01 t/m DM08 zijn ter plaatse van een geplande ondergrondse infiltratievoorziening uitgevoerd en zijn volgens de omgekeerde open-boorgatmethode (Porchet) gemeten. Om de meting te kunnen uitvoeren, wordt allereerst een gat geboord tot de onderkant van de te beproeven laag. Vervolgens wordt in het boorgat water toegevoegd en wordt de daling van de grondwaterstand per tijdseenheid gemeten, hieruit kan de doorlatendheid worden berekend.

2.4 Inmeting

De ligging van de onderzoekspunten is op situatietekening GA221686.T01 weergegeven (bijlage 1). De resultaten van het grondonderzoek zijn in de bijlagen toegevoegd. De onderzoekspunten zijn met behulp van 06-GPS ingemeten t.o.v. het Rijksdriehoekstelsel en NAP (nauwkeurigheid ca. 0,10 m). Alle gegevens van de inmetingen zijn een momentopname en zijn alleen te gebruiken voor voorliggend onderzoek.

2.5 Archiefgegevens

Aanvullend op het veldonderzoek zijn met een bureauonderzoek gegevens verzameld van de projectlocatie. Hiervoor zijn de volgende bronnen geraadpleegd:

- Actueel Hoogtebestand Nederland (AHN);
- DINOloket van TNO;
- Atlas Limburg van Provincie Limburg.

3 Geohydrologie

3.1 Locatie en topografie

Ten tijde van het infiltratieonderzoek was het terrein deels verhard (klinkers, tegels) en deels onverhard (groenstrook). Het maaiveld lag ter plaatse van de boorpunten op een niveau van ca. NAP +102,3 tot +100,3 m. Het terrein kent hiermee een hoogteverschil van ca. 2,0 m.

Op basis van de Atlas Limburg blijkt nabij de locatie een geologische breuklijn (Heerlerheidebreuk) gelegen, zie figuur 3.1. Vanaf grofweg 15 à 20 m- maaiveld wordt een verschil in bodemopbouw verwacht op basis van het REGIS-II v2.2 ondergrondmodel (TNO), zie figuur 3.2 in onderstaande paragraaf. De breuklijn is niet van invloed op het infiltratieonderzoek. Aan weerszijden van de breuklijn is de toplaag van de ondergrond gelijksoortig (tot ca. 15 à 20 m- maaiveld). Op basis van het onderzoek is dit bevestigd tot ca. 3,2 m- maaiveld.



Figuur 3.1 Geologische breuklijn ter plaatse van de projectlocatie (bron: Atlas Limburg).

3.2 Bodemopbouw

De bodemopbouw kan op basis van de boringen door middel van het volgende lagensysteem worden beschreven. Zie ook de verticale doorsnede van het REGIS-II v2.2 ondergrondmodel (TNO) in figuur 3.2:

Toplaag (Formatie van Boxtel, Laagpakket van Schimmert):

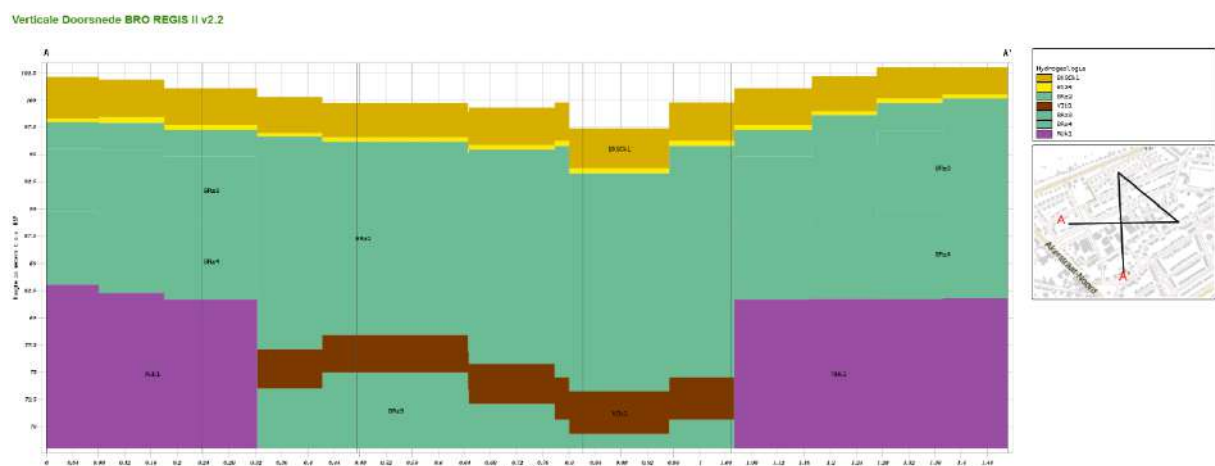
Vanaf maaiveld wordt tot de maximaal verkende boordiepte van 3,2 m- maaiveld (ca. NAP +97,1 m) een zwak tot sterk zandige leemlaag aangetroffen. Lokaal is sprake van dunne lagen zand (matig grof, siltig). In de bovenste 20 tot 100 cm betreft het een zwak tot sterk humeuze laag, hierbinnen is ook sprake van antropogene bijmenging (sporen baksteen, puin).

De zandige leemlaag reikt op basis van TNO-boringen naar verwachting tot ca. 4 m- maaiveld, dit komt grofweg overeen met ca. NAP +98 à +96 m.

Onderlaag (Formatie van Breda):

Hieronder bevindt zich een fijnzandig pakket tot ca. 19 à 25 m- maaiveld (ca. NAP +82 à +76 m), afhankelijk van de situering ten opzichte van de breuklijn (Heerlerheidebreuk). Lokaal kan bovenin dit pakket sprake zijn van enige grindige inslag behorend tot de Formatie van Beegden.

Dit pakket wordt aan de onderzijde afgesloten met ofwel een kleiige laag (Formatie van Rupel) ofwel een bruinkoollaag (Formatie van Ville).



Figuur 3.2: Verticale doorsnede REGIS-II v2.2 ondergrondmodel (TNO).

3.3 Grondwater

Tijdens het in-situ onderzoek is in de boorgaten naar de actuele grondwaterstand gepeild. Deze werd niet aangetroffen tot de maximaal verkende diepte van ca. 3,2 m- maaiveld. Dit komt overeen met ca. NAP +99,1 à +97,1 m. Het betreft hierbij slechts een eenmalige meting, waardoor deze waarneming slechts als indicatie kan gelden. Daarnaast kan als gevolg van spanningswater, lagenopbouw en lokale omstandigheden een afwijkende waarde worden aangetroffen.

In de omgeving zijn geen freatische TNO-peilbuizen die representatief worden geacht voor de projectlocatie. Gezien de relatief hoge ligging ten opzichte van de omgeving, en op basis van eerdere projectervaring in de omgeving, wordt de freatische grondwaterstand niet verwacht binnen ca. 14 m- maaiveld (ofwel ca. NAP +87 m).

Wij wijzen erop dat de grondwaterstand van seizoen tot seizoen kan verschillen en in nattere jaargetijden mogelijk hoger wordt aangetroffen dan thans het geval is. Exacte grondwaterstanden kunnen alleen middels peilbuismetingen worden verkregen.

3.4 Doorlatendheid

Om de doorlatendheid van de bodem ten behoeve van infiltratie te berekenen zijn acht proeven in de onverzadigde zone uitgevoerd. Deze zijn volgens de omgekeerde open-boorgatmethode (Porchet) uitgevoerd ter bepaling van de horizontale doorlatendheid.

Bij de doorlatendheidsproeven worden drie metingen uitgevoerd. De eerste meting geeft meestal een hogere doorlatendheid omdat de aanwezige grond dan nog niet verzadigd is. Bij de volgende twee metingen raakt de grond langzaam verzadigd. De derde meting is meestal maatgevend voor de doorlatendheid. De range van gemeten doorlatendheden is opgenomen in tabel 3.1. De resultaten van de metingen zijn opgenomen in de bijlagen.

Tabel 3.1: Gemeten doorlatendheden (Porchet)

Meting	Traject [m- maaiveld]	Traject [m t.o.v. NAP]	GRONDSOORT	Doorlatendheid [m/d]
DM01	2,2 – 3,2	+98,1 tot +97,1	SILT, sterk zandig	0,1 – 0,3
DM02	1,0 – 2,0	+99,9 tot +98,9	SILT, zwak zandig*	25 – 57**
DM03	2,2 – 3,2	+98,9 tot +97,9	SILT, sterk zandig*	0,5 – 1,3
DM04	2,2 – 3,2	+99,7 tot +98,7	SILT, sterk zandig	0,5 – 0,8
DM05	2,2 – 3,2	+100,1 tot +99,1	SILT, sterk zandig	0,4 – 0,5
DM06	1,0 – 2,0	+100,5 tot +99,5	SILT, sterk zandig*	0,1 – 0,3
DM07	2,2 – 3,2	+99,0 tot +98,0	SILT, zwak tot sterk zandig	0,2 – 0,6
DM08	2,2 – 3,2	+99,3 tot +98,3	SILT, sterk zandig*	0,5 – 0,9

*lokaal siltig, matig grof zand aangetroffen op het meettraject.

**meting 2 en 3 worden niet representatief geacht vanwege de geringe meetperiode. De meetperiode is te kort voor een nauwkeurige bepaling van de doorlatendheid (empirische relatie), de doorlatendheid is zeer goed.

De doorlatendheid ter plaatse van DM02 is zeer goed. Onderin het boorgat is matig grof zand aangetroffen, mogelijk draagt dit materiaal bij aan de hoge gemeten doorlatendheden. Op basis van de aangetroffen bodemopbouw in het meettraject wordt een lagere doorlatendheid verwacht dan hetgeen gemeten.

4 Infiltratie hemelwater

Over het algemeen wordt gesteld dat infiltratie van hemelwater interessant is indien:

- de doorlatendheid groter is dan ca. 0,2 m/d*;
- de grondwaterstand dieper dan 0,5 à 0,7 m minus maaiveld aanwezig is;
- het in te leiden hemelwater niet is verontreinigd.

* Infiltratie van hemelwater behoort bij lagere doorlatendheden ook tot de mogelijkheden mits hiervoor voldoende ruimte gereserveerd wordt om de geringe doorlatendheid te compenseren. Bij lagere doorlatendheden zal een voorziening voornamelijk als buffer functioneren.

4.1 Toetsing

In tabel 4.1 zijn de maatgevende doorlatendheden weergegeven ter plaats van de metingen. De doorlatendheid van de bodem is geïnterpreteerd en tevens is weergegeven of de doorlatendheid aan de eerste eis voldoet.

Tabel 4.1: toetsing waterdoorlatendheid conform Cultuurtechnisch Vademecum (2008)

Meting	Traject [m- maaiveld]	Traject [m t.o.v. NAP]	Maatgevende doorlatendheid [m/d]	Classificatie doorlatendheid bodem	Gunstige mogelijkheden voor infiltratie
DM01	2,2 – 3,2	+98,1 tot +97,1	0,1	Matig	Nee
DM02	1,0 – 2,0	+99,9 tot +98,9	>10	Zeer goed	Ja
DM03	2,2 – 3,2	+98,9 tot +97,9	0,5	Matig	Ja
DM04	2,2 – 3,2	+99,7 tot +98,7	0,5	Matig	Ja
DM05	2,2 – 3,2	+100,1 tot +99,1	0,4	Matig	Ja
DM06	1,0 – 2,0	+100,5 tot +99,5	0,1	Matig	Nee
DM07	2,2 – 3,2	+99,0 tot +98,0	0,2	Matig	Nee
DM08	2,2 – 3,2	+99,3 tot +98,3	0,5	Vrij goed	Ja

Aan de tweede eis wordt voldaan aangezien de freatische grondwaterstand niet wordt verwacht binnen ca. 14 m- maaiveld (ofwel ca. NAP +87 m).

Aan de derde eis kan worden voldaan door alleen het schone regenwater te infiltreren. Voor infiltratie van het water zal een zand- en slibvangsysteem moeten worden aangebracht. Voor parkeerplaatsen is een olie-/ benzineafscheider aan te bevelen.

De mogelijkheden voor infiltratie zijn als volgt:

1. Infiltratie in de bovengrond (tot ca. 1,0 m- maaiveld) door middel van oppervlakkige infiltratie via doorlatende verharde oppervlakten. Dit behoort tot de mogelijkheden, maar is geen economisch aantrekkelijke oplossing en zeer gevoelig voor dichtslibben (met name in de aangetroffen geroerde, silthoudende ondergrond). Doorlatende verhardingen kunnen wel toegepast worden om het af te koppelen oppervlak (en dus de toestroom van hemelwater) te beperken, bijvoorbeeld door de verhardingen met grind of grasbetontegels uit te voeren. Tevens zal rekening gehouden moeten worden met de geroerde top laag, deze zal moeten worden verwijderd en vervangen door goed doorlatend materiaal.

2. Infiltratie in de bovengrond (tot ca. 1,5 m- maaiveld) middels een open bovengronds systeem zoals een infiltratieveld, wadi of greppel. Dit behoort beperkt tot de mogelijkheden gezien de overwegend matige doorlatendheid. Tevens zal dit ten koste gaan van de beschikbare ruimte. Afhankelijk van de beschikbare ruimte is dit wel een economisch aantrekkelijk, robuust en goed onderhoudbaar systeem.
3. Infiltratie in de ondiepe ondergrond (tot ca. 3,5 m- maaiveld) middels een ondergronds systeem. Hierbij valt te denken aan infiltratie via infiltratiekratten, infiltratiekoffers, putten en/of infiltratieriool. Dit behoort tot de mogelijkheden. Het gekozen infiltratiesysteem dient wel op voldoende afstand van de bestaande en nieuwbouw geprojecteerd te worden.
4. Infiltratie naar de diepere ondergrond (dieper dan ca. 3,5 m- maaiveld). Dit kan middels grindpalen naar een dieper niveau. Dit behoort tot de mogelijkheden gezien de overwegend matige doorlatendheid van de ondiepe ondergrond. Hiervoor dient dan de doorlatendheid van de diepere ondergrond onderzocht te worden.

4.2 Conclusie

De maatgevende doorlatendheid tussen 1,0 en 2,0 m- maaiveld varieert tussen 0,1 en 25 m/dag. De doorlatendheid van 0,1 m/d correspondeert met de aangetroffen grondslag (zandige leem), deze wordt representatief geacht voor de doorlatendheid op dit niveau. De maatgevende doorlatendheid tussen 2,2 en 3,2 m- maaiveld varieert tussen 0,1 en 0,5 m/dag. De doorlatendheid op dit niveau is overwegend matig.

Uit de gemeten doorlatendheden en grondwaterstand blijkt dat infiltratie van hemelwater tot de mogelijkheden behoort. De doorlatendheid van de ondergrond is overwegend matig. Wij adviseren een infiltratievoorziening in de ondiepe ondergrond (vb. wadi/ infiltratiekratten) in combinatie met grindpalen of een andersoortige leegloopvoorziening (diepinfiltratie). De voorziening in de ondiepe ondergrond zal hoofdzakelijk fungeren als een buffervoorziening vanwege de matige doorlatendheid. Door deze aan te sluiten op grindpalen naar dieper gelegen lagen kan voldoende infiltratiecapaciteit worden gerealiseerd, zodat het systeem na hevige neerslag in staat is een volgende bui te verwerken.

Eventueel kan de ondiepe voorziening (wadi/ infiltratiekratten) ook worden uitgevoerd met een vertraagde afvoer richting de bestaande riolering (HWA-riool). Afvoeren van water op de riolering dient te worden overlegd met het bevoegd gezag.