

Albertslund. Galgebakken
Afløbssystemet - Regnvand
Simulering af regn-serier med Mike Urban

GEO projekt nr. 37508
Rapport 3, 2015-05-28

Udarbejdet for
BO-VEST
Att.: Jørgen Bach
Malervangen 1
2600 Glostrup

Udarbejdet af Carsten Bonde,
+45 45204135, crb@geo.dk

Kontrolleret af Thomas C. Larsen,
+45 45204189, tcl@geo.dk

1 Baggrund og formål

I forbindelse med en gennemgribende renovering af boligerne på Galgebakken har Geo tidligere foretaget en geoteknisk undersøgelse, rapport 1, i hvilken der er anbefalet:

1. En undersøgelse af regnvandsafløbssystemets funktion under kraftige nedbørshændelser. Dette for at undersøge, hvorvidt der er risiko for, at regnvand kan stuve op omkring brønde ved bygningerne.
2. Vurderinger af ledningsnettets kapacitet ved forskellige styrker af nedbør på baggrund af Mike-Urban modelberegninger i 2 situationer; a) Under eksisterende forhold og b) Med implementering af omfangsdræn omkring samtlige bygninger.

Nærværende rapport omhandler ovenstående pkt. 2, idet vurderingerne udføres ved at simulere forskellige regn-hændelser over Galgebakken. En 5 års regn, er et regnskyl, som statistisk set vil forekomme hvert 5 år. En 10 års regn-hændelse er et regnskyl, der statistisk set vil forekomme hvert 10. år osv.

Man kan sige, at jo sjældnere regnen forekommer, desto kraftigere er den. Således er en 10 års regn kraftigere end en 5 års-regn, en 25 års regn er kraftigere end en 10-års regn etc. Man regner med, at der i fremtiden vil komme kraftigere nedbør end i dag. Derfor ligger man ofte en ekstra faktor på nedbørsintensiteten – en klimafaktor (KT) - for at kunne illustrere fremtidsscenerier. Dette er også gjort i flere simuleringer for galgebakken.

For at illustrere hvor meget vand der er i regnvandssystemet, når brøndene ikke løber over, er der lavet en række kort med graduerede farver. Farverne indikerer, hvor høj vandstanden er i de enkelte brønde under nedbørshændelsen. Der er udført graduerede kort for en 5-års regn og en 50 års regn. Disse er vist på bilag 8 og bilag 9. Derudover er der vist en række bilag – med og uden klimafaktor – som relaterer belastningen i brøndene i forhold til terræn; bilag 10 – 15. Bilagene 16-

18 er henholdsvis inddaterede ledningsdiametre, identifikation af brønde samt tilknyttede oplande til respektive brønde. Sidstnævnte er primært tagfladearealer.

For at kunne vurdere ledningsnettets belastning i en situation med omfangsdræn omkring alle husene er der udført 4 ekstra simuleringer med implementering af disse dræn. Disse er vist på bilagene 3.19 - 3.22.

2 Modelopsætning

Der skal gøres opmærksom på, at afløbsmodellens beregninger bygger på de opgivne data fra HOFOR.

Modellen tager ikke højde for tilstopninger i afløbssystemet eller andre defekter, som kan begrænse gennemstrømningen. Modellen antager desuden, at al tagfladevand afledes via nedløb tilsluttet til rørene. Ved meget kraftige nedbørshændelser kan tagrender/nedløbsrør være en begrænsende faktor for 100 % afledning til rørsystemet. I praksis betyder dette, at simuleringerne er mere konservative end observerede data.

Der regnes kun med regn-afstrømning fra bygningernes tage, eftersom vi er oplyst om, at der ikke er terrænavvandingsriste i området. Afstrømningen fra bygningernes tage forventes at aflede til nærliggende brønde og disse afløbs-punkter er foretaget skønsmæssigt.

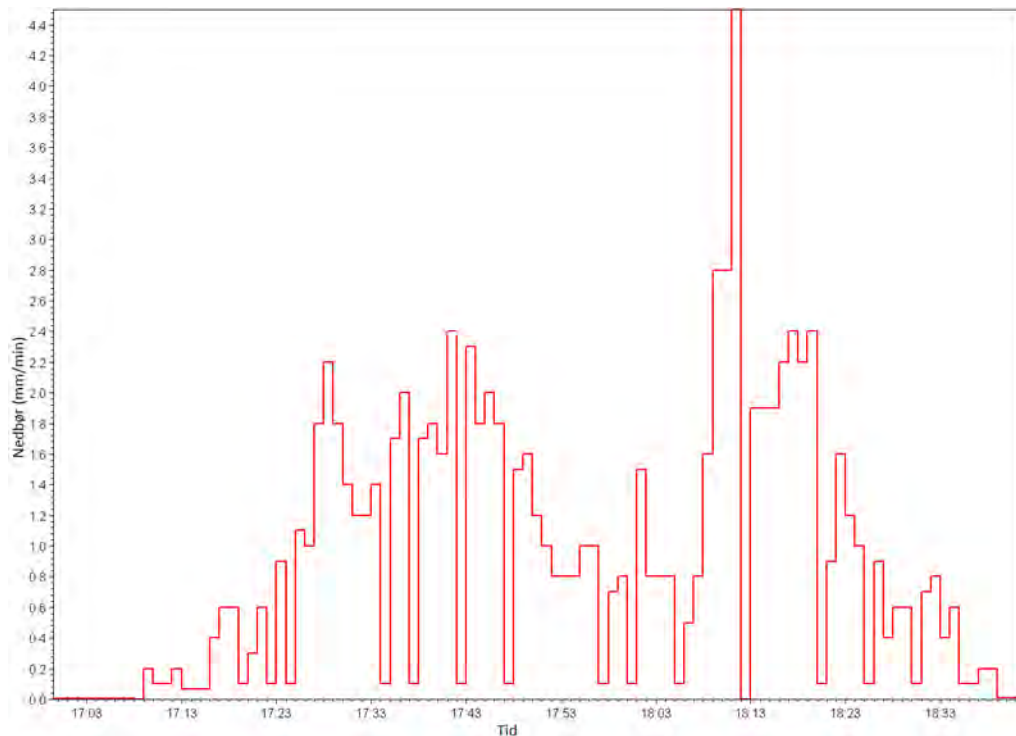
2.1 Nedbør

Til simulering af 5, 10, 25 og 50-års regn er anvendt CDS-regn, som er beregnet ud fra regnearket "Regional CDS, version 4.0-IDA, som er hentet fra IDA's hjemmeside "www.IDA.dk".

Modelopsætningen har taget udgangspunkt i følgende regn-hændelser:

- 5 års regn-hændelse
- 10 års regn-hændelse,
- 25 års regn-hændelse
- 50 års regn-hændelse.

Til simulering af den ekstreme regn-serie, der faldt over København 2. juli 2011, er anvendt historiske data fra DMI, SVK målestation ved landbohøjskolen.



Figur 1. Nedbørshændelse 2. juli 2011 (mm/min), SVK målestation, placeret ved Landbohøjskolen.

Ved den ekstreme nedbørshændelse, som ramte København den 2. juli 2011. Mellem kl. 17 og 19 fik Landbohøjskolen i København 94 mm nedbør mellem kl. 17 og 19. På 10 minutter faldt der 22,6 mm nedbør - hvilket svarer til en hændelse, der forekommer statistisk > 100 år, baseret på historiske nedbørsdata, og uden hensyntagen til eventuelle klimaforandringer.

3 Resultater

På bilagene 1-7 er relativ opstuvning i brøndene vist i forhold til terræn - en grøn markering indikerer, at vandet ikke stuver over terræn ved denne belastning - en rød markering indikerer, at vandet stuver op over terræn og påviser således en potentiel oversvømmelsesrisiko.

Bilag 8 og 9 angiver den simulerede vanddybde i brønden - regnet fra bund af brønd. Bilagene fortæller således noget om potentiel risiko for opstuvning uden at dette dog finder sted ved denne belastning.

Bilag 10 - 15 er mere detaljerede resultater af bilagene 1-7, idet opstuvningen nu er vist i absolutte værdier i forhold til terræn og således fortæller om den reelle risiko for oversvømmelse lokalt.

Bilagene 3.19 - 3.22 er detaljerede resultater af simuleringer med omfangsdræn for henholdsvis en 5-, 10-, 25- og en 50-års hændelse. For at kunne sammenligne disse situationer med tilsvarende simuleringer uden omfangsdræn er resultaterne sammenfattet i tabel 1.

Tabel 1 Sammenligning af Mike-Urban simuleringer

T	Uden o-dræn	Med o-dræn	Beskrivelse af ændringer
5 år	Bilag 3.10	Bilag 3.19	Ingen forskel med- eller uden omfangsdræn. Simuleringer viser samme opstuvning i det nordøstlige hjørne.
10 år	Bilag 3.12	Bilag 3.20	Større opstuvning med dræn i det nordvestlige og vestlige område end uden dræn. Generelt 10-20 cm mere opstuvning hvilket nu resulterer i 6 brønde mere som har et trykniveau over terræn - typisk 10 - 30 cm over terræn.
25 år	Bilag 3.14	Bilag 3.21	Generelt opstuvning over terræn uden dræn i store dele af området - dog specielt i den nordvestlige- og vestlige del. Opstuvningen dog < 30 cm på nær 4 brønde. Med dræn nu opstuvning over terræn > 20 cm i det nordvestlige hjørne samt i det centrale område.
50 år	Bilag 3.15	Bilag 3.22	Generelt opstuvning over terræn uden dræn > 20 cm i den nordvestligste del samt i det centrale område. Med dræn nu opstuvninger > 30 cm i store dele af hele området.

4 Konklusion

Det ses af bilag 1, at der ikke er problemer med opstuvninger fra kloakken ved en almindelig 5 års-regn. Der er en enkelt brønd, der bliver rød, men dette kan skyldes, at modellen ikke har præcise oplysninger om, hvor meget vand, der afledes til denne brønd. Dette bør sammenlignes med eventuelle observationer på stedet. Konklusionen er, at regnvandskloakken er dimensioneret til en 5-års regnserie uden klimafaktor.

Når der tillægges en klimafaktor, som det fremgår af bilag 2, bliver billedet anderledes. Der er her tilført 30 procent mere regn end i bilag 1. Dette ses at give problemer flere steder. Da det forventes, at man i fremtiden vil opleve kraftigere regn, må det forventes, at kloaksystemet vil stuve op flere steder på terrænet.

I bilag 3 foretages simuleringen med en 10-års regn. Det ses, at denne giver færre opstuvninger end 5 års regnen med klimafaktor. Dette skyldes, at end 5 års-regn med en klimafaktor på 30 procent er kraftigere end en 10-års regn.

Dette billede ændrer sig i bilag 4, hvor der også lægges en 30 procent klimafaktor på 10 års regnen. Her ses, at der er flere brønde der vil løbe over til terræn.

Bilag 5, viser en 25-års regnhændelse. Opstuvningerne er færre en for 10 års-regnen med klimafaktor, hvilket blot skyldes, at end 25 års-regn uden klimafaktor har laver intensitet end 10-års-regnen med klimafaktor.

I bilag 6 og 7 er tilført nogle kraftige regnserier. Hhv. en 50-års regn og regnen fra 2. juli 2011 i København. Der ses opstuvninger mange steder i kloaksystemet.

Bilag 8 og 9 viser de maksimale vanddybder i de enkelte brønde inddelt i intervaller under den simulerede nedbørshændelse. Det fremgår af bilagene, at vanddybden generelt er højere under 50-års regnen end under 5-års regnen, hvilket er helt naturligt.

Af tabel 1 ses det, at der ved 5- og 10 års hændelser kun er marginale ændringer i det nordvestligste hjørne med 10 - 20 cm's øget opstuvning over terræn til følge i en række (6) brønde. Ved 25 - 50 års hændelser er der generelt problemer med ledningsnettet hvad enten der er tilsluttet omfangsdræn eller ej.

På baggrund af ovenstående kan det derfor konkluderes at:

- Regnvandsnettet synes ikke at være fremtidssikret da selv en 5-års hændelse med klimafaktor vil medføre risiko for opstuvninger > 30 cm
- 10 - 25 årshændelser, uden klimafaktor, vil medføre markante opstuvninger, specielt i områdets nordøstlige del.
- Implementering af omfangsdræn vil kun marginalt ændre risikoen for opstuvning i en række brønde i det nordvestligste område.

Bilag

- 3.1 Opstuvning rel. i.f.t. terræn. CDS regn, 5 års regn. Varighed 10 min.
- 3.2 Opstuvning rel. i.f.t. terræn. CDS regn, 5 års regn. Varighed 10 min.
Klimafaktor 1.3
- 3.3 Opstuvning rel. i.f.t. terræn. CDS regn, 10 års regn. Varighed 10 min.
- 3.4 Opstuvning rel. i.f.t. terræn. CDS regn, 10 års regn. Varighed 10 min.
Klimafaktor 1.3
- 3.5 Opstuvning rel. i.f.t. terræn. CDS regn, 25 års regn. Varighed 10 min.
- 3.6 Opstuvning rel. i.f.t. terræn. CDS regn, 50 års regn. Varighed 10 min.
- 3.7 Opstuvning rel. i.f.t. terræn. Historisk regn 2. juli 2011, Landbohøjsskolen
- 3.8 Max. vanddybde i brønd. 5 års regn. Varighed 10 min.
- 3.9 Max. vanddybde i brønd. 50 års regn. Varighed 10 min.
- 3.10 Opstuvning absolut i forhold til terræn. CDS regn, 5 års regn. Varighed 10 min.
- 3.11 Opstuvning absolut i forhold til terræn. CDS regn, 5 års regn. Varighed 10 min. Klimafaktor 1.3
- 3.12 Opstuvning absolut i forhold til terræn. CDS regn, 10 års regn. Varighed 10 min.
- 3.13 Opstuvning absolut i forhold til terræn. CDS regn, 10 års regn. Varighed 10 min. Klimafaktor 1.3
- 3.14 Opstuvning absolut i forhold til terræn. CDS regn, 25 års regn. Varighed 10 min.
- 3.15 Opstuvning absolut i forhold til terræn. CDS regn, 50 års regn. Varighed 10 min. Klimafaktor 1.3
- 3.16 Ledningsdimensioner
- 3.17 Brøndidentifikation
- 3.18 Oplandskort
- 3.19 Opstuvning med omfangsdræn; absolut i forhold til terræn. CDS regn, 5 års regn. Varighed 10 min.
- 3.20 Opstuvning med omfangsdræn; absolut i forhold til terræn. CDS regn, 10 års regn. Varighed 10 min.
- 3.21 Opstuvning med omfangsdræn; absolut i forhold til terræn. CDS regn, 25 års regn. Varighed 10 min.
- 3.22 Opstuvning med omfangsdræn; absolut i forhold til terræn. CDS regn, 50 års regn. Varighed 10 min.

37508 Albertslund. Galgebakken

Rapport 3

Bilag 3.1

Opstuvning relativt i forhold til terræn.

CDS regn, 5 års regn. Varighed 10 min.

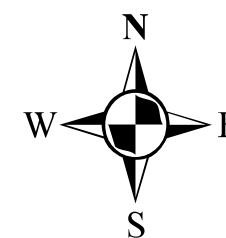


CDS regn
5 års regn. Varighed 10 min.



ResultValue / GroundLevel

- Ingen opstuvning
- Opstuvning på terræn



Date:	
Approved:	
Scale:	1:3.000

37508 Albertslund. Galgebakken

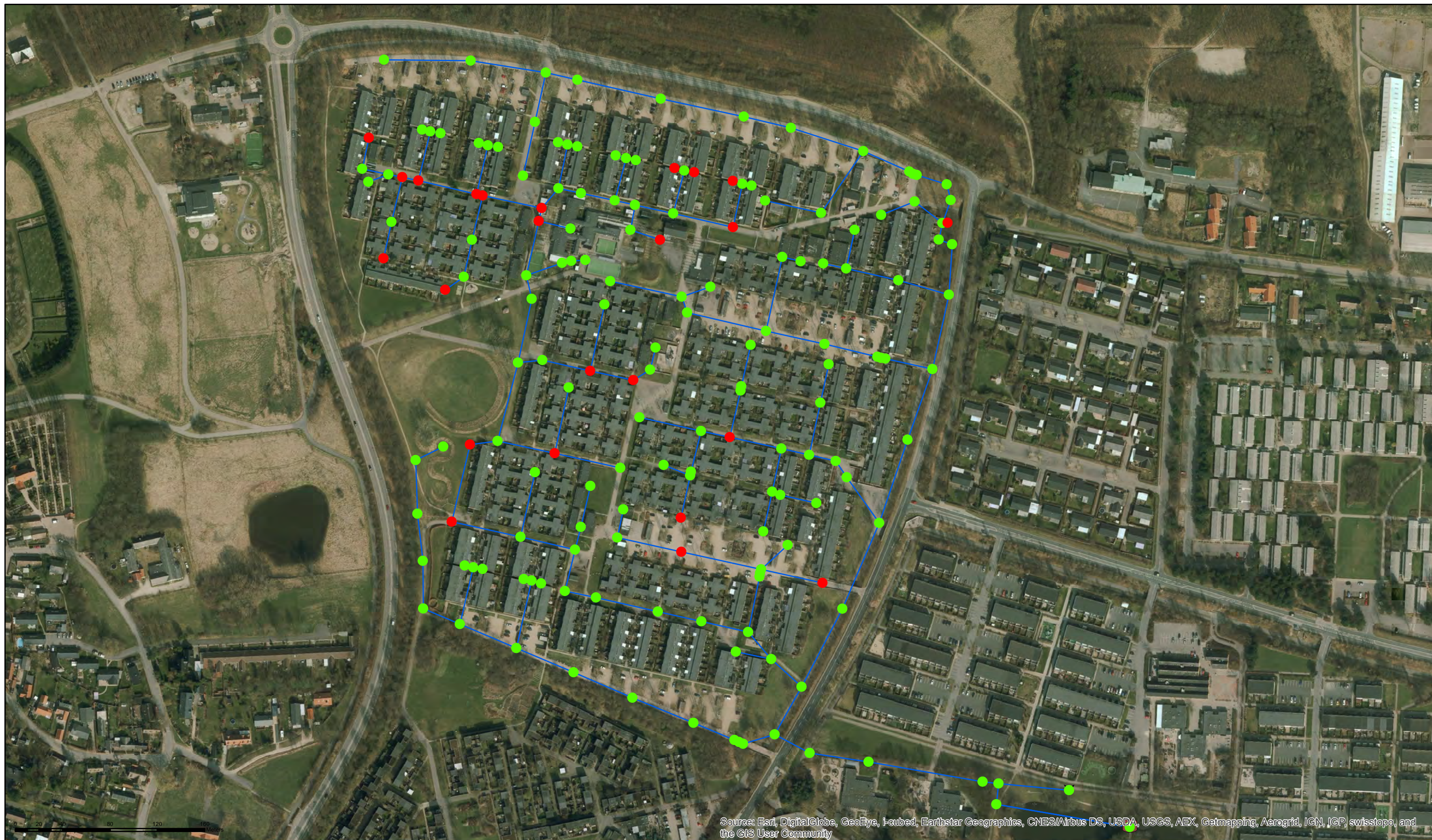
Rapport 3

Bilag 3.2

Opstuvning relativt i forhold til terræn.

CDS regn, 5 års regn. Varighed 10 min.

Klimafaktor 1.3

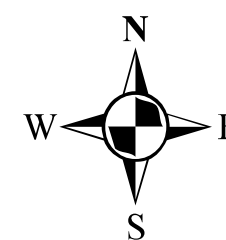


CDS regn
 5 års regn. Varighed 10 min.
 klimafaktor 1.3



ResultValue / GroundLevel

- Ingen opstuvning
- Opstuvning på terræn



Date:	
Approved:	
Scale:	1:3.000

37508 Albertslund. Galgebakken

Rapport 3

Bilag 3.3

Opstuvning relativt I forhold til terræn.

CDS regn, 10 års regn. Varighed 10 min.

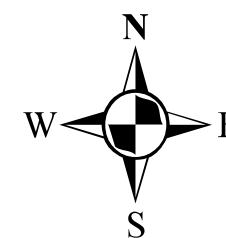


CDS regn
10 års regn. Varighed 10 min.



ResultValue / GroundLevel

- Ingen opstuvning
- Opstuvning på terræn



Date:	
Approved:	
Scale:	1:3.000

37508 Albertslund. Galgebakken

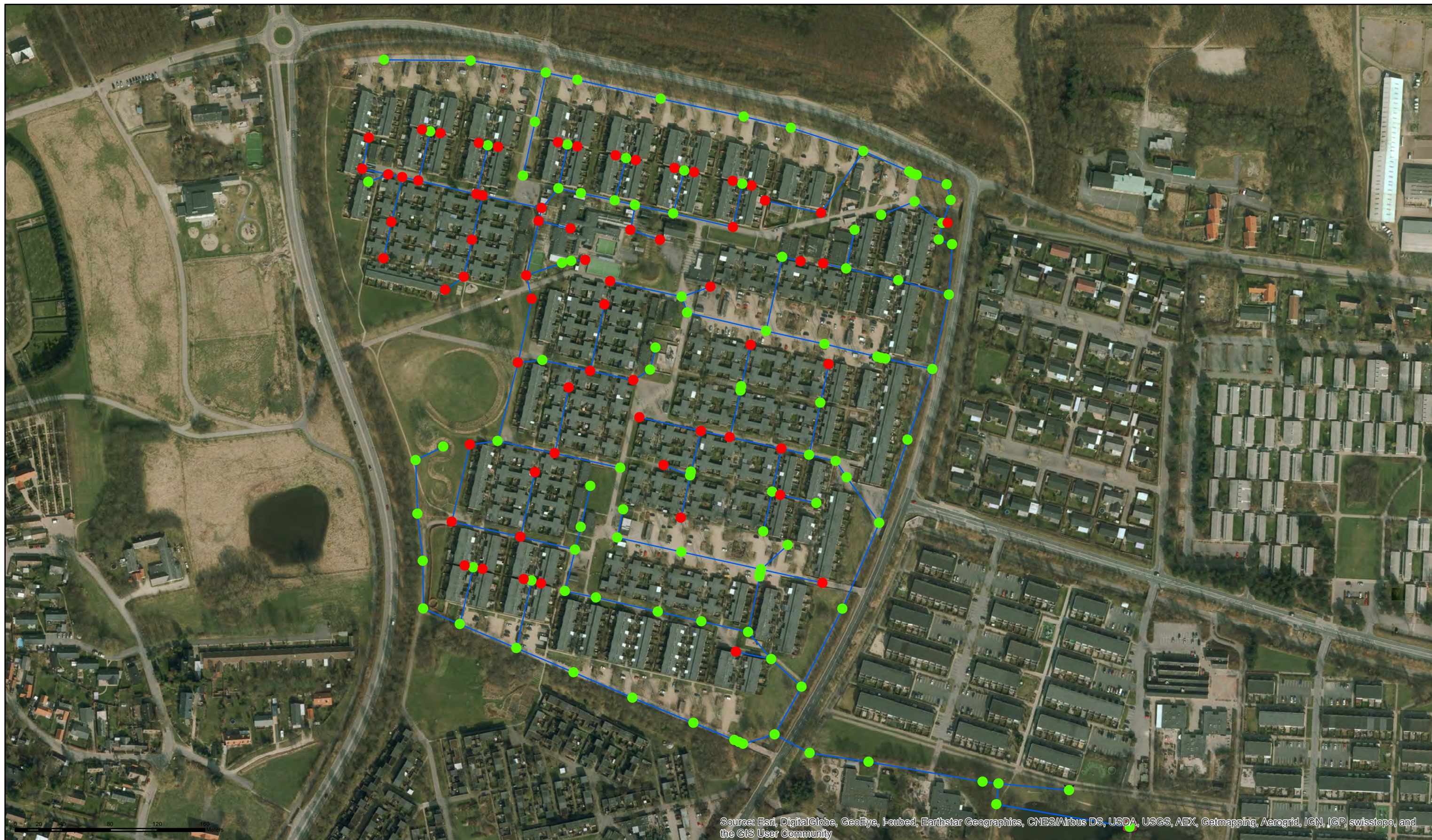
Rapport 3

Bilag 3.4

Opstuvning relativt i forhold til terræn.

CDS regn, 10 års regn. Varighed 10 min.

Klimafaktor 1.3

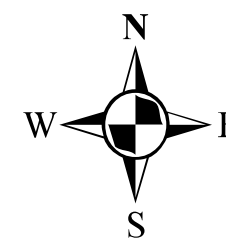


CDS regn
 10 års regn. Varighed 10 min.
 med klimafaktor 1,3



ResultValue / GroundLevel

- Ingen opstuvning
- Opstuvning på terræn



Date:	
Approved:	
Scale:	1:3.000

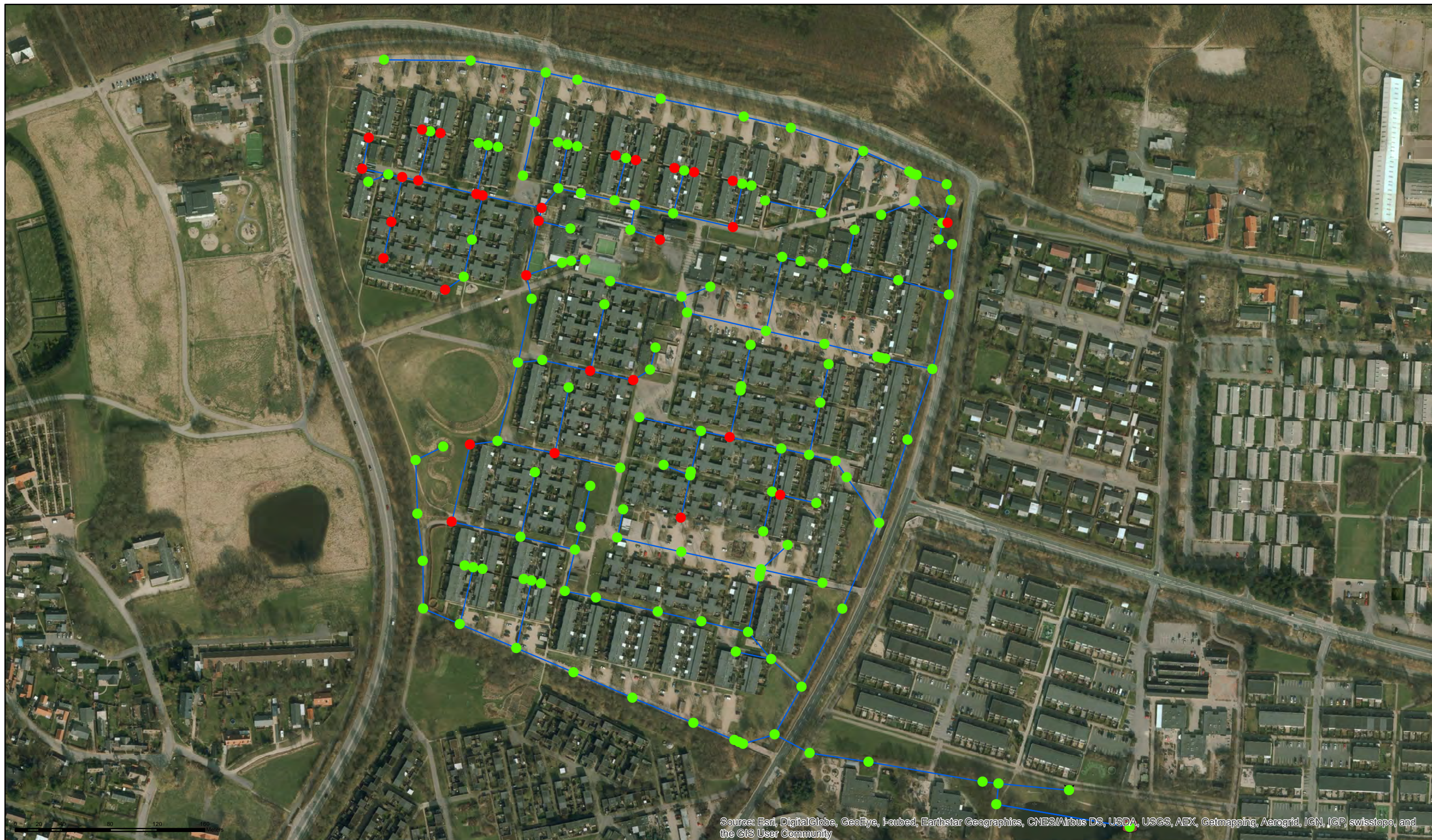
37508 Albertslund. Galgebakken

Rapport 3

Bilag 3.5

Opstuvning relativt I forhold til terræn.

CDS regn, 25 års regn. Varighed 10 min.

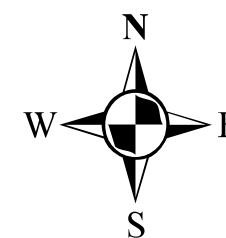


CDS regn
25 års regn. Varighed 10 min.



ResultValue / GroundLevel

- Ingen opstuvning
- Opstuvning på terræn



Date:	
Approved:	
Scale:	1:3.000

37508 Albertslund. Galgebakken

Rapport 3

Bilag 3.6

Opstuvning relativt i forhold til terræn.

CDS regn, 50 års regn. Varighed 10 min.

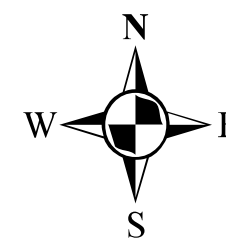


CDS regn
50 års regn. Varighed 10 min.



ResultValue / GroundLevel

- Ingen opstuvning
- Opstuvning på terræn



Date:	
Approved:	
Scale:	1:3.000

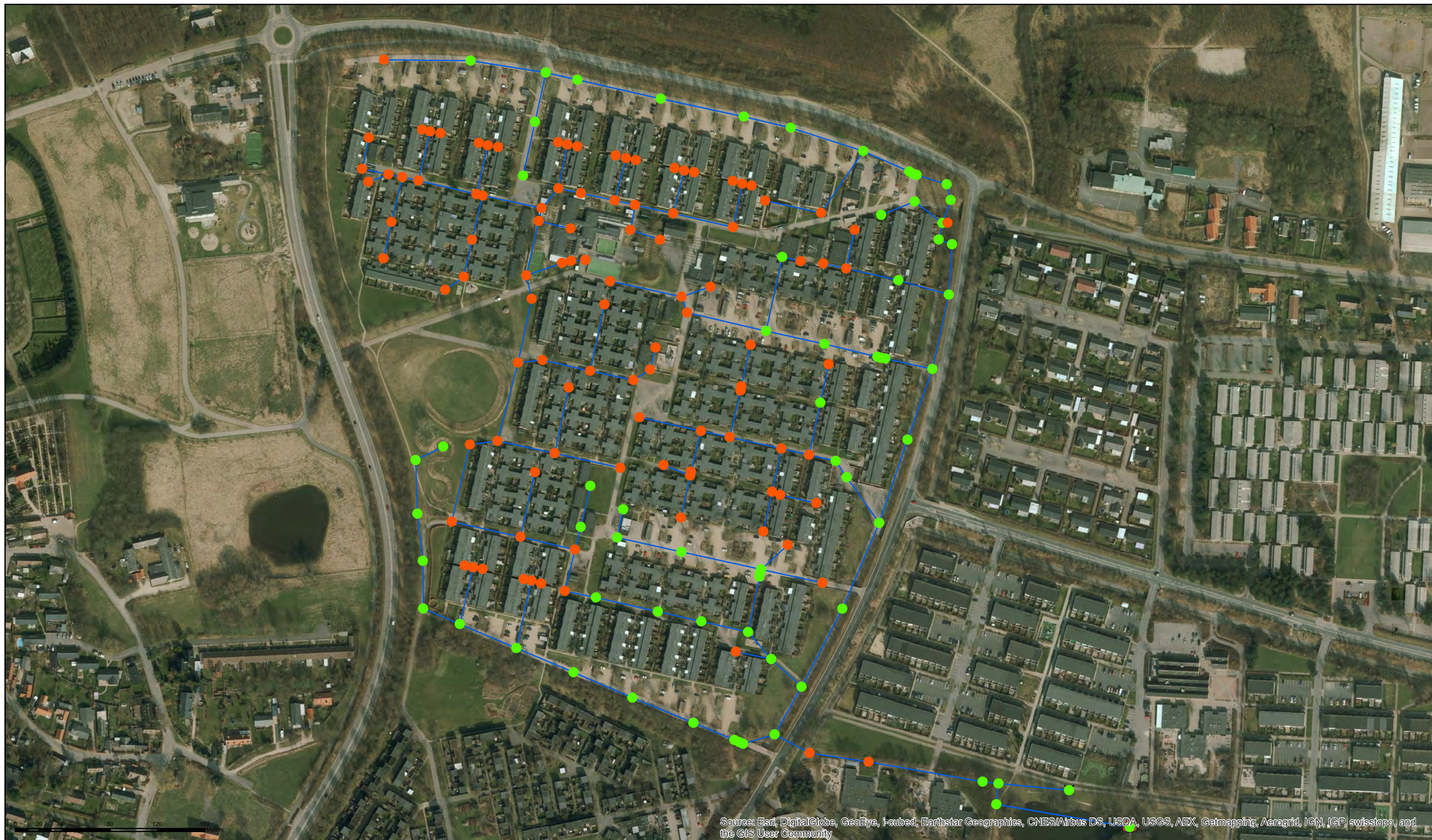
37508 Albertslund. Galgebakken

Rapport 3

Bilag 3.7

Opstuvning relativt i forhold til terræn.

Historisk regn 2- juli 2011, Landbohøjskolen

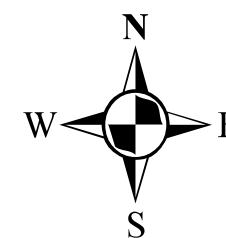


Historisk regn 2 juli 2011
målt ved landbohøjskolen KBH.



ResultValue / GroundLevel

- Ingen opstuvning
- Opstuvning på terræn



Date:	
Approved:	
Scale:	1:3.000

37508 Albertslund. Galgebakken

Rapport 3

Bilag 3.8

Max. vanddybde i brønd

CDS regn, 5 års regn. Varighed 10 min.

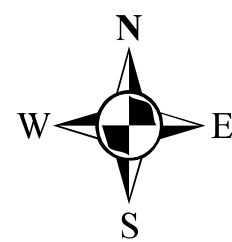


Max vanddybde
CDS 5 år, 10 min. varighed



Max Vanddybde
CDS 5 år (m)

- 0
- 0 - 0.1
- 0.1 - 0.5
- 0.5 - 1.0
- 1.0 - 3.125



Drawn By:	MTR
Date:	26-03-2015
Approved:	HAA
Scale:	1:3,000

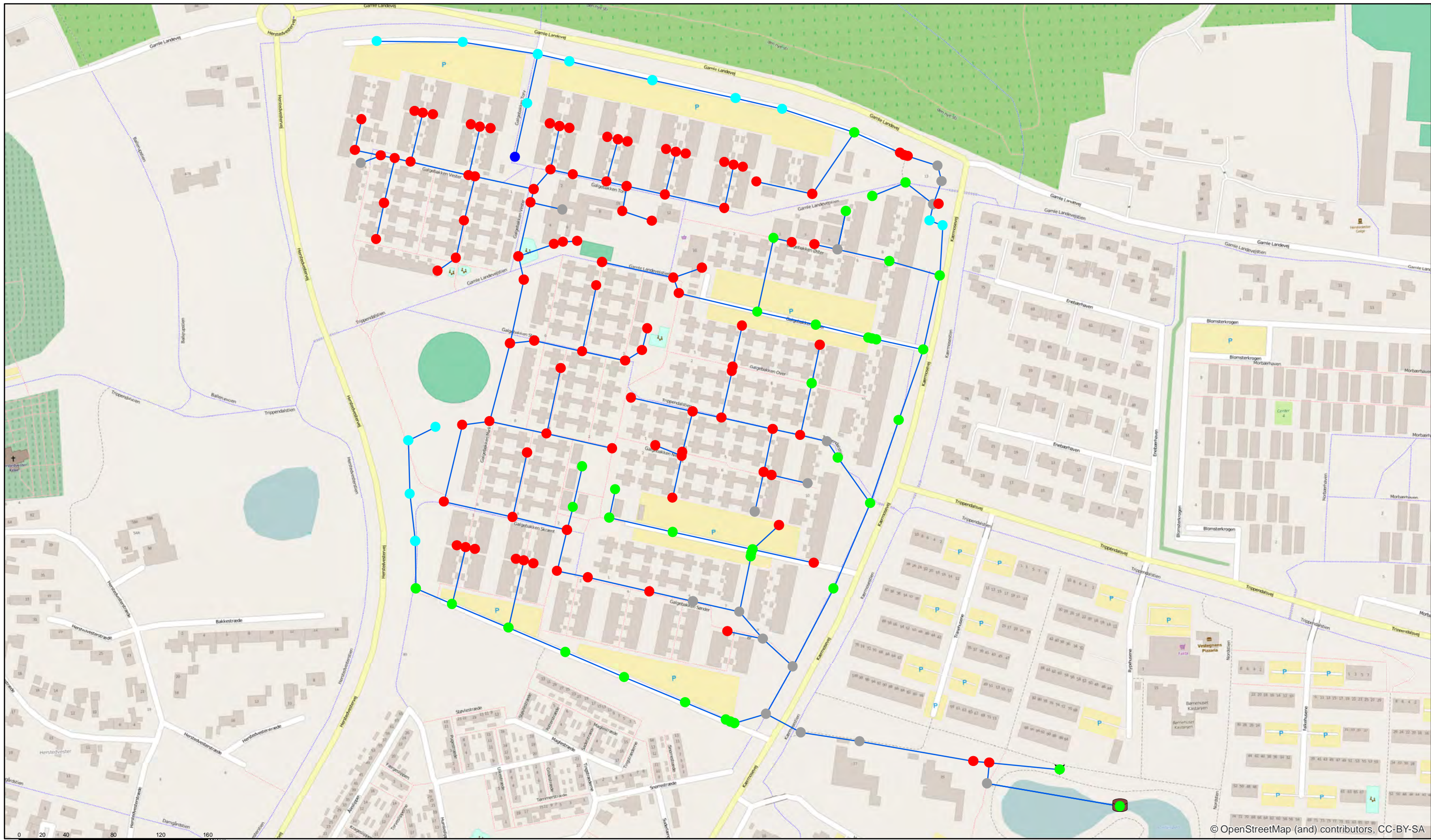
37508 Albertslund. Galgebakken

Rapport 3

Bilag 3.9

Max. vanddybde i brønd

CDS regn, 50 års regn. Varighed 10 min.

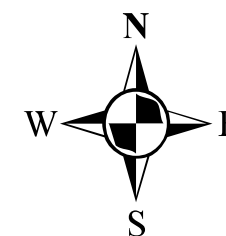


Max vanddybde
CDS 50 år, 10 min. varighed



Max vanddybde
CDS 50 år (m)

- 0
- 0 - 0.1
- 0.1 - 0.5
- 0.5 - 1.0
- 1.0 - 3.5



Drawn By:	MTR
Date:	26-03-2015
Approved:	HAA
Scale:	1:3,000

37508 Albertslund. Galgebakken

Rapport 3

Bilag 3.10

Opstuvning absolut i forhold til terræn.

CDS regn, 5 års regn. Varighed 10 min.



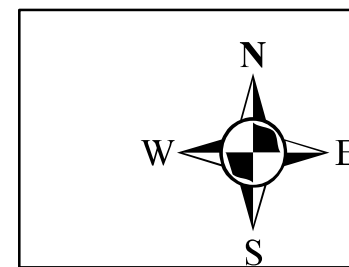
Drænforhold, Galgebakken, Albertslund



CDS, T= 5 år Ingen Klima faktor

Vand på terræn (cm)

- > 0
- 0.0 - 10
- 10 - 20
- 20 - 30
- 30 - 63



Drawn By:	HAA
Date:	27-03-2015
Approved:	MTR
Scale:	1:3,000

37508 Albertslund. Galgebakken

Rapport 3

Bilag 3.11

Opstuvning absolut i forhold til terræn.

CDS regn, 5 års regn. Varighed 10 min.

Klimafaktor 1.3



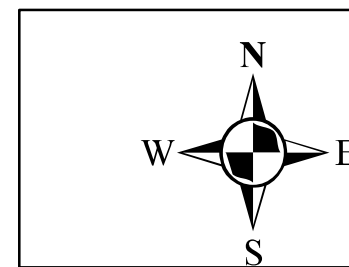
Drænforhold, Galgebakken, Albertslund



CDS, T= 5 år Klima faktor 1,3

Vand på terræn (cm)

- >0
- 0.0 - 10
- 10 - 20
- 20 - 30
- 30 - 79



Drawn By:	HAA
Date:	27-03-2015
Approved:	MTR
Scale:	1:3,000

37508 Albertslund. Galgebakken

Rapport 3

Bilag 3.12

Opstuvning absolut i forhold til terræn.

CDS regn, 10 års regn. Varighed 10 min.



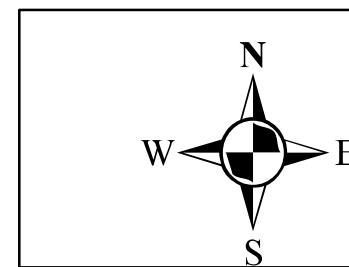
Drænforhold, Galgebakken, Albertslund



CDS, T= 10 år Ingen Klima faktor

Vand på terræn (cm)

- >0
- 0.0 - 10
- 10 - 20
- 20 - 30
- 30 - 65



Drawn By:	HAA
Date:	27-03-2015
Approved:	MTR
Scale:	1:3,000

37508 Albertslund. Galgebakken

Rapport 3

Bilag 3.13

Opstuvning absolut i forhold til terræn.

CDS regn, 10 års regn. Varighed 10 min.

Klimafaktor 1.3



© OpenStreetMap (and) contributors, CC-BY-SA

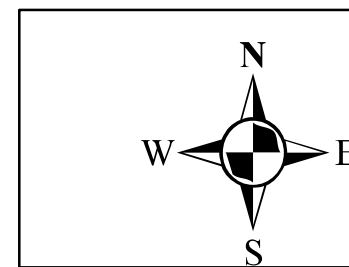
Drænforhold, Galgebakken, Albertslund



CDS, T= 10 år med Klima faktor 1,3

Vand på terræn (cm)

- >0
- 0.0 - 10
- 10 - 20
- 20 - 30
- 30 - 69



Drawn By:	HAA
Date:	27-03-2015
Approved:	MTR
Scale:	1:3,000

37508 Albertslund. Galgebakken

Rapport 3

Bilag 3.14

Opstuvning absolut i forhold til terræn.

CDS regn, 25 års regn. Varighed 10 min.



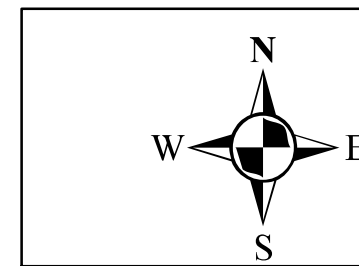
Drænforhold, Galgebakken, Albertslund



CDS, T= 25 år Ingen Klima faktor

Vand på terræn (cm)

- >0
- 0.0 - 10
- 10 - 20
- 20 - 30
- 30 - 69



Drawn By:	HAA
Date:	27-03-2015
Approved:	MTR
Scale:	1:3,000

37508 Albertslund. Galgebakken

Rapport 3

Bilag 3.15

Opstuvning absolut i forhold til terræn.

CDS regn, 50 års regn. Varighed 10 min.

Klimafaktor 1.3



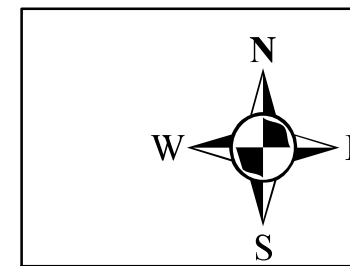
Drænforhold, Galgebakken, Albertslund



CDS, T= 50år Ingen Klima faktor

Vand på terræn (cm)

- 0
- 0.0 - 10
- 10 - 20
- 20 - 30
- 30 - 71



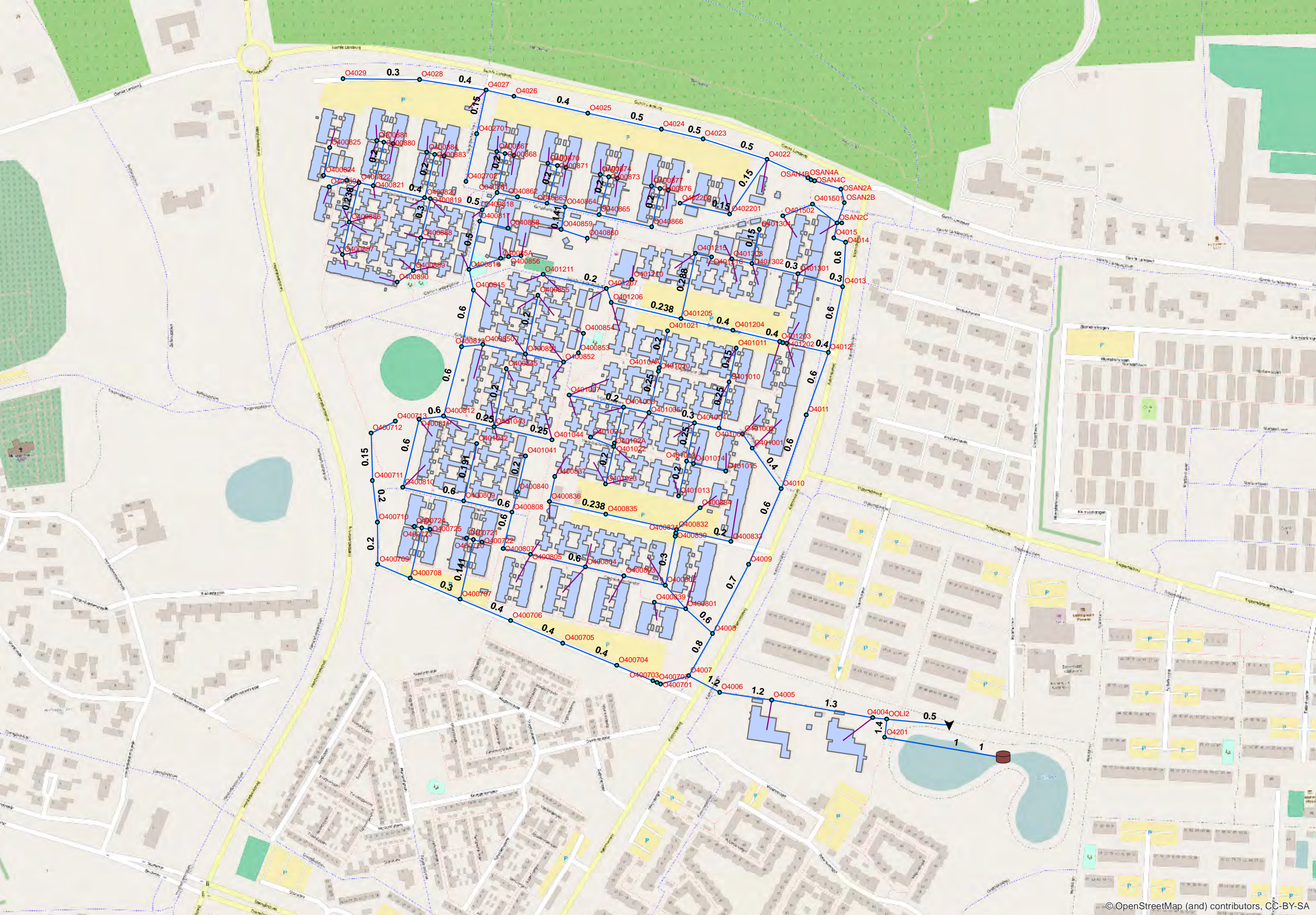
Drawn By:	HAA
Date:	27-03-2015
Approved:	MTR
Scale:	1:3,000

37508 Albertslund. Galgebakken

Rapport 3

Bilag 3.16

Ledningsdimensioner



37508 Albertslund. Galgebakken

Rapport 3

Bilag 3.17

Brøndidentifikation

37508 Albertslund. Galgebakken

Rapport 3

Bilag 3.18

Oplandskort



37508 Albertslund. Galgebakken

Rapport 3

Bilag 3.19

Omfangsdræn implementeret som beskrevet.

Opstuvning absolut i forhold til terræn.

CDS regn, 5 års regn.



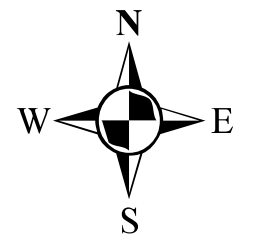
© OpenStreetMap (and) contributors, CC-BY-SA

Drænforhold, Galgebakken, Albertslund
(Infiltrationsrate dræn = 0.000012 m/s)

Oplande_region

vand over terræn (cm)
CDS , T= 5 år

- < 0.0
- 0.0 - 10
- 10 - 20
- 20 - 30
- 30 - 70.4



Drawn By:	HAA
Date:	27-05-2015
Approved:	MTR
Scale:	1:3,000



37508 Albertslund. Galgebakken

Rapport 3

Bilag 3.20

Omfangsdræn implementeret som beskrevet.

Opstuvning absolut i forhold til terræn.

CDS regn, 10 års regn.

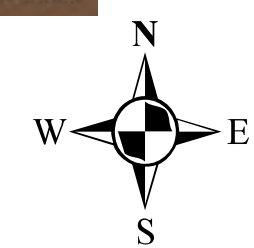


Drænforhold, Galgebakken, Albertslund
(Infiltrationsrate dræn = 0.000012 m/s)

 Oplande_region

Vand over terræn (cm)
CDS, T=10 år

-  < 0.0
-  0.0 - 10
-  10 - 20
-  20 - 30
-  30 - 72.2



Drawn By:	HAA
Date:	27-05-215
Approved:	MTR
Scale:	1:3,000



37508 Albertslund. Galgebakken

Rapport 3

Bilag 3.21

Omfangsdræn implementeret som beskrevet.

Opstuvning absolut i forhold til terræn.

CDS regn, 25 års regn.







© OpenStreetMap (and) contributors, CC-BY-SA

Drænforhold, Galgebakken, Albertslund
 (Infiltrationsrate dræn = 0.000012 m/s)

 Oplande_region

Vand over terræn (cm)
 CDS, T=25 år

-  < 0.0
-  0.0 - 10
-  10 - 20
-  20 - 30
-  30 - 74.6



Drawn By:	HAA
Date:	27-05-2015
Approved:	MTR
Scale:	1:3,000



37508 Albertslund. Galgebakken

Rapport 3

Bilag 3.22

Omfangsdræn implementeret som beskrevet.

Opstuvning absolut i forhold til terræn.

CDS regn, 50 års regn.

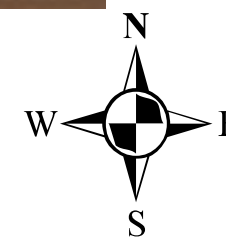


Drænforhold, Galgebakken, Albertslund
(Infiltrationsrate dræn = 0.000012 m/s)

 Oplande_region

Vand over terræn (cm)
CDS, T=50 år

-  < 0.0
-  0.0 - 10
-  10 - 20
-  20 - 30
-  30 - 76.6



Drawn By:	HAA
Date:	27-05-2015
Approved:	MTR
Scale:	1:3,000