

UNIVERSITETET FOR MILJØ- OG BIOVITENSKAP



Analyse av brannvannskapasiteten i vannforsyningssystemet til Fredrikstad kommune

Sten Wictor Larsen

Masteroppgave 30 stp.
Våren 2012
Institutt for Matematiske realfag og teknologi
Universitet for miljø og biovitenskap

Forord

Denne oppgaven har vært spennende å arbeide med. Den første tiden jobbet jeg en del hos teknisk drift i Fredrikstad kommune. Der ble jeg tatt godt i mot, og det var fine arbeidsforhold. De var også meget behjelpelige. Videre har jeg fått låne en bærbar PC av dem slik at jeg har fått tilgang til kommunes kartverk hjemme.

Jeg vil også takke Arild Kirkerød for sin hjelpsomhet. Han har veiledet meg i bruk av modelleringsprogrammet Aquis. Dette gjelder spesielt uttak av brannvann og trykktap. Han har også gitt meg gode råd igjennom e-post og telefonsamtaler.

Takk også til min bror, Hans Andreas, som laget et program til meg for å sortere høyder (med kummenes posisjon) i riktig rekkefølge slik at jeg fikk kopiert korrekte høydeverdier inn i Aquis programmet.

Til slutt vil jeg takke min veileder, Jarle T. Bjerkholt. Han har vært en god veileder for meg å ha.

Innhold

Forord.....	1
Sammendrag	5
1 Innledning.....	6
2 Bakgrunn.....	7
2.1 Risiko og sårbarhetsanalyse	7
2.1.1 Sikkerhet, risiko, sårbarhet og uønskede hendelser	7
2.1.2 Nødvendigheten av ROS-analyse	8
2.1.3 Utarbeidelse av ROS-analyser	9
2.1.4 Brannvann	10
2.2 Brann	11
2.2.1 Vannmengder til brannsløkking.	11
2.2.2 Særskilte brannobjekter	13
2.3 Vannforsyningen i Fredrikstad kommune	14
2.4 Modeller	15
2.4.1 Modeller for vannforsyning.....	16
2.4.2 Bruk i Fredrikstad kommune	17
2.5 Inndata til modellen	18
2.5.1 Vannforbruk	18
2.5.2 Andre inndata.....	20
2.6 Kalibrering av modellen.....	20
3 Metoder.....	21
3.1 Nye inndata til modellen	21
3.1.1 Høyder.	21
3.1.2 Pumpestasjonene	25
3.2 Simulering av brannvann og forutsetninger	34
3.2.1 Usikkerhet	35
3.2.2 Pumpestasjoner.....	36
4 Brannvannskart	37
4.1 Kommentar til brannvannskart	37
4.1.1 Om ledninger og brannkummer.....	37
4.1.2 Brannvannmengder.....	37
4.1.3 Undertrykk.....	37
4.1.4 Format	37

4.2 Brannvannskart over Fredrikstad kommune.....	39
Nr. 1	40
Nr. 2	41
Nr. 3	42
Nr. 4	43
Nr. 5	44
Nr. 6	45
Nr. 7	46
Nr. 8	47
Nr. 9	48
Nr. 10	49
Nr. 11	50
Nr. 12	51
Nr. 13	52
Nr. 14	53
Nr. 15	54
Nr. 16	55
4.3 Brannvannskart over Fredrikstad kommune: Gjelder hyttesesongen	56
Nr. H1.....	57
Nr. H2.....	58
Nr. H3.....	59
Nr. H4.....	60
4.4 Brannvannskart over Fredrikstad kommune: Viser undertrykk.....	61
Nr. U1	62
Nr. U2	63
Nr. U3	64
Nr. U4	65
Nr. U5	66
5 Vurdering av kommunens brannvannskapasitet	67
6 Forslag til forbedringer	68
6.1 Metode	68
6.2 Endring A	69
6.3 Endring B	70
6.4 Endring C	71

6.5 Endring D	72
6.6 Endring E.....	73
6.7 Endring F.....	74
6.8 Endring G.....	75
6.9 Endring H.....	78
6.10 Endring I1.....	79
6.11 Endring I2.....	81
6.12 Endring I3.....	81
6.13 Endring J1	82
6.14 Endring J2	83
6.15 Endring k.....	83
7 Vurdering av Særskilte brannobjekter	86
7.1 Metode	86
7.2 Sykehuset Østfold Fredrikstad	86
7.3 Sykehuset Østfold Veum	87
7.4 Rekustad skole.....	88
7.5 Fredrikstad kino.....	89
7.6 Rica City Hotel	90
8 Vurdering av områder som gir undertrykk.....	91
8.1 Metode	91
8.2 Resultater	92
8.3 Diskusjon	98
9 Vurdering av kommunens brannvannskapasitet med tanke på fremtidig utbygging.....	99
10 Konklusjon	101
Kilder.....	103
Vedlegg 1	104

Sammendrag

Fredrikstad kommune har ønsket et brannvannskart som viser hvilke brannvannsmengder man får ut på ledningsnettet i kommunen. Denne rapporten har blitt laget for å møte dette behovet til kommunen. Dessuten vil dette brannvannskartet bli en del av kommunens risiko- og sårbarhetsanalyse eller være et grunnlag for en slik analyse.

Modelleringsprogrammet Aquis har blitt benyttet for å analysere vannforsyningssystemet i kommunen.

Det har blitt laget et kart som gjelder for hele kommunen utenom hyttesesongen, samt et kart som gjelder hyttesesongen. I kartene er ledningene gitt ulike farger etter hvor store vannmengder man får ut. Og de viser om man får ut større mengder enn 20 l/s som er kravet til småhus.

Videre har det, i forbindelse med uttak av brannvann, blitt laget et kart som viser hvilke brannkummer som vil forårsake at undertrykk oppstår.

Når brannvann tas ut av en kum, er det lagt inn et trykk i modellen som skal tilsvare tapet som vil oppstå mellom uttakspunkt på ledning og brannbil.

De aller fleste områder av kommunen tilfredsstillende kravet til minst 20 l/s med slokkevann. Det er imidlertid enkelte mindre områder som ikke er tilfredsstillende. Det er foreslått noen endringer som kan forbedre en del av disse områdene. Disse endringene omfatter oppgradering av eksisterende ledninger, åpne og stenge ventiler, og legging av nye ledningstraseer.

Det har også blitt sett på fem særskilte brannobjekter. Der har det blitt vurdert om brannvesenet har fått ut minst 50 l/s av kummene, og om brannkummene er nær nok bygget. To av disse særskilte brannobjektene tilfredsstilte ikke kravene.

Det er fem områder der undertrykk kan oppstå ved uttak av brannvann. Hvis det må tappes brannvann fra noen av disse kummene, bør det sendes ut en varslings om at vannet bør kokes. Dessuten kan enkelte plastledninger ikke tåle det store undertrykket

Når det gjelder fremtidig utbygging i kommunen, vil det eksisterende ledningsnettet tåle dette i de fleste områder. Det er imidlertid noen problematiske områder der brannvannskapasiteten fra før er dårlig.

1 Innledning

Fredrikstad kommune har manglet en oversikt over hvilke brannvannsmengder som brannvesenet får ut på ledningsnettet i kommunen. Det er hvorvidt man får ut mengder større enn 20 l/s som de ønsker oversikt over. De har ønsket et kart som dekker hele kommunen.

Kommunen er nemlig pålagt å gjennomføre en risiko- og sårbarhetsanalyse, og det er viktig at de da har oversikt over tilgjengelige slokkevannsmengder på ledningsnettet.

Også brannvesenet i Fredrikstad kommune ønsker seg et slikt brannvannskart.

Denne rapporten har blitt laget for å møte dette behovet til kommunen.

Rapporten inneholder bakgrunnsinformasjon og teori som gir grunnlaget for å lage brannvannskartet. Dette gjelder både behov, lover og forskrifter, samt det tekniske aspektet slik som bruk av modell og inndata. Videre inneholder rapporten en beskrivelse av kartene og hvordan de brukes.

Rapporten inneholder også noen forslag til forbedringer på ledningsnettet der forholdene ikke er tilfredsstillende, samt en oversikt over hvor undertrykk kan oppstå. Noen særskilte brannobjekter er også vurdert. Dessuten er det en vurdering av hvordan fremtidig bebyggelse i kommunen vil påvirke brannvannskapasiteten.

2 Bakgrunn

2.1 Risiko og sårbarhetsanalyse

2.1.1 Sikkerhet, risiko, sårbarhet og uønskede hendelser

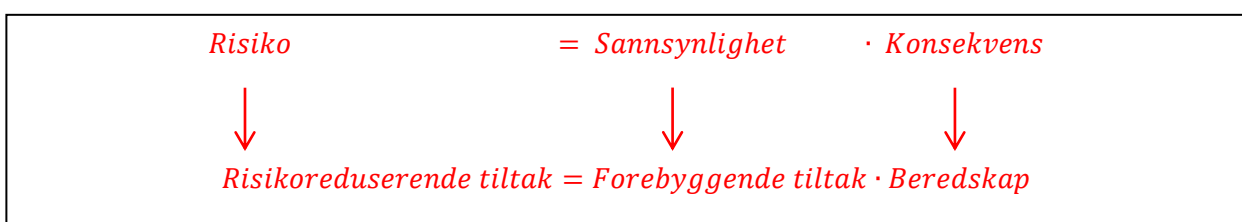
Det er mange ulike typer kriser og katastrofer som kan ramme et vannverk. Disse kan være menneskeskapt eller være forårsaket fra naturen. Alt dette kan kalles uønskede hendelser. (Nicholls 2006)

Ordet risiko er et ord vi har fått fra italiensk (Aschehoug 1980), og det defineres slik av Gyldendals store norske leksikon: «uvisst utfall, fare for tap, usikkert eller uberegnelig utfall av et tiltak.» (Aschehoug 1980) Det samme leksikonet definerer sikkerhet som: «dvs. i hvilken grad det ventes at ulykker ikke vil skje; sannsynlighet for at ulykker unngås; fravær av tilstand eller tilstander som har mulighet for å forårsake personskade og død, eller skade på eiendom eller miljø» (Aschehoug 1980)

Ut fra disse to beskrivelsene av risiko og sikkerhet kan vi si at risiko er det motsatte av sikkerhet. Er risikoen lav er sikkerheten høy, og hvis risikoen er høy er sikkerheten lav. (Aschehoug 1980)

Det er ønskelig med en best mulig sikkerhet i vannverket for å unngå de uønskede hendelsene. Vi kan da si at vi ønsker at hver uønskede hendelse skal ha lavest mulig risiko. Da får vi en god sikkerhet. Risiko kan også defineres som sannsynligheten for at en uønsket hendelse inntreffer multiplisert med konsekvensen til denne. (Miljøverndepartementet 1992) Og ved å tallfeste sannsynligheten og konsekvensen kan man få tallfestet risikoen.

For å redusere risikoen må man enten redusere sannsynligheten, konsekvensen eller begge delene. Dette kalles risikoreducerende tiltak. Sannsynligheten reduseres ved forebyggende tiltak, og konsekvensen reduseres ved hjelp av å bedre beredskapen. (Miljøverndepartementet 1992)



Figur 2.1 viser hvordan man kan redusere risiko for en uønsket hendelse. (Miljøverndepartementet 1992)

Uttrykket sårbarhet defineres slik av «Et sårbart samfunn»:

Sårbarhet er et uttrykk for de problemer et system vil få med å fungere når det utsettes for en uønsket hendelse, samt de problemer systemet får med å gjenoppta sin virksomhet etter at hendelsen har inntruffet. Sårbarhet er knyttet opp til mulig tap av verdi. System kan i denne sammenhengen for eksempel være en stat, den nasjonale kraftforsyningen, en bedrift eller et enkeltstående datasystem. I stor grad er sårbarhet

selvforskyldt. Det går an å påvirke sårbarheten, begrense og redusere den. (Norges offentlige utredninger (NOU) 2000:24 2000, 18)

For å få en grei oversikt over risikoen kan det lages en risikomatrixe (tabell 2.1). Der gis det ulik farge etter hvor stor risikoen er. Da kan man også se hvilke hendelser som blir viktigst å prioritere med tanke på å redusere risikoen. (Nicholls 2006)

Tabell 2.1 viser oppbyggingen av en risikomatrixe. (Nicholls 2006)

SANNSYNLIGHET	KONSEKVENS			
	K1 - Liten	K2 - Middels	K3 - Stor	K4 - Svært stor
S4 - Svært stor	grønn	gul	rød	rød
S3 - Stor	grønn	gul	rød	rød
S2 - Middels	grønn	grønn	gul	rød
S1 - Liten	grønn	grønn	gul	gul

2.1.2 Nødvendigheten av ROS-analyse

Hensynet til fare, sikkerhet og sårbarhet har blitt mer vektlagt fra midten av 1960-tallet av Stortinget og ulike regjeringer. (Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap (DSB) 2010)

I Plan- og byggingsloven under innledende bestemmelser, kapittel 3, Oppgaver og myndighet i planleggingen, er det nevnt under h) (§ 3-1) at:

Innenfor rammen av § 1-1 skal planer etter denne lov:

(...)

h) fremme samfunnssikkerhet ved å forebygge risiko for tap av liv, skade på helse, miljø og viktig infrastruktur, materielle verdier mv” (Plan- og bygningsloven 2008)

I Plan- og byggingsloven er det også krav til kommunen som planmyndighet å gjennomføre eller påse at det blir gjennomført risiko- og sårbarhetsanalyse: (Plan- og bygningsloven 2008)

§ 4-3 Samfunnssikkerhet og risiko- og sårbarhetsanalyse, sier følgende:

Ved utarbeidelse av planer for utbygging skal planmyndigheten påse at risiko- og sårbarhetsanalyse gjennomføres for planområdet, eller selv foreta slik analyse. Analysen skal vise alle risiko- og sårbarhetsforhold som har betydning for om arealet er egnet til utbyggingsformål, og eventuelle endringer i slike forhold som følge av planlagt utbygging. Område med fare, risiko eller sårbarhet avmerkes i planen som hensynssone, jf. §§ 11-8 og 12-6. Planmyndigheten skal i arealplaner vedta slike bestemmelser om utbyggingen i sonen, herunder forbud, som er nødvendig for å avverge skade og tap.

Kongen kan gi forskrift om risiko- og sårbarhetsanalyser. (Plan- og bygningsloven 2008)

Gjennomføring av risiko- og sårbarhetsanalyse må altså være med ved utarbeidelse av planer for utbygging. Dette kan ses på som en slags oversiktsanalyse. Analysen bør også gjøres på eksisterende planer for utbygging hvis ROS-analyse mangler. (DSB 2010)

2.1.3 Utarbeidelse av ROS-analyser

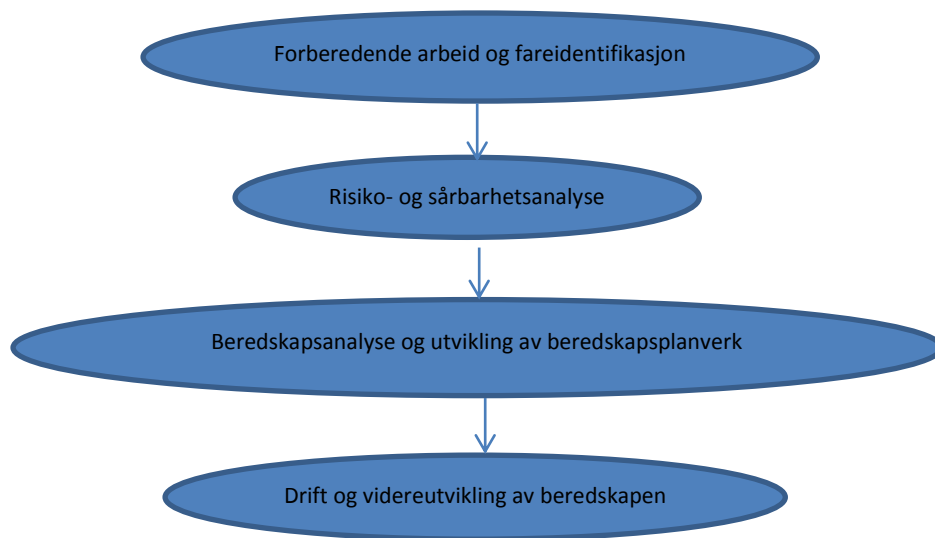
Det er en stor fordel med en sammensetning av personer med ulike fagkunnskaper når ROS-analyser utarbeides. F.eks. ved oppføring av bygninger, kan en geolog kunne uttale seg om byggegrunn, og om ras- og eventuelt fare for flomskader. Brannvesenet kan vurdere brannsikkerheten. Det være seg rømningsmuligheter, materialvalg og tilgjengelig slokkevann. Videre kan det være nyttig med personer som har lokal kunnskap. Dessuten kan det være fint med personer som ikke har teknisk bakgrunn, f.eks. helse og sosial ettersom de kan vurdere risiko annerledes. (DSB 2010)

Når det gjelder selve gjennomføringen av en Risiko- og sårbarhetsanalyse, viser også dokumentet fra DSB, Samfunnssikkerhet i arealplanlegging, en tradisjonell oppbygging av ROS-analyse (figur 2.2) som kan følges ved utarbeidelse. Avhengig av hva som det skal gjøres ROS-analyse for, kan det være enkelte faser som ikke er aktuelle innen for bestemte områder. (DSB 2010)



Figur 2.2 viser en tradisjonell oppbygging av ROS-analyse. (Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap (DSB) 2010)

Veilederen, Økt sikkerhet og beredskap i vannforsyningen, plasserer ROS-analysen som trinn to i beredskapsarbeidet. (Nicholls 2006) Trinnene i denne arbeidsprosessen vises i figur 2.3, og de kaller dem: «veien fra kartlegging av risiko og sårbarhet til operativ beredskap.» (Nicholls 2006)



Figur 2.3 viser hvordan veilederen i økt sikkerhet og beredskap, deler inn arbeidsprosessene. (Nicholls 2006)

2.1.4 Brannvann

Når det gjelder etablering og drift av brannvesen, nevner brann- og eksplosjonsvernloven, § 9 følgende:

«Kommunen skal gjennomføre en risiko- og sårbarhetsanalyse slik at brannvesenet blir best mulig tilpasset de oppgaver det kan bli stilt overfor.» (Brann- og eksplosjonsvernloven 2002)

I en slik ROS-analyse er det viktig at behovet for sløkkevann inngår. (DSB 2002)

Brannvannskartene som denne rapporten inneholder, gir oversikt over brannvannsmengdene man får ut i brannkummene til Fredrikstad kommune, og den vil dermed vise hvor godt behovet for sløkkevann er dekket.

Videre bør en slik ROS-analyse inneholde forslag til tiltak for å bedre eksisterende forhold. (DSB 2010) Med tanke på behovet for sløkkevann, inneholder denne rapporten også forslag til tiltak som vil bedre kapasiteten for sløkkevann i Fredrikstad kommune. Samt vurdering av sløkkevann for noen utvalgte særskilte brannobjekter.

Men det er også andre forhold som vil inngå i slik ROS-analyse. For eksempel fysiske barrierer for å hindre brannspredning og type bebyggelse. Er det f. eks. fare for stor brannspredning som følge av store områder med trehusbebyggelse? Videre inngår brannvesenets utstyr, kvalifikasjonen på de ansatte og brannvesenets rutiner. (DSB 2002)

Denne rapporten er ikke en full ROS-analyse av behovet for sløkkevann i Fredrikstad kommune siden den ikke går inn på alle aspektene ved en slik analyse. Men den kan sies å være en del av en slik analyse, eller som et grunnlag som Fredrikstad kommune og brannvesenet kan benytte i sin ROS analyse. Rapporten vil kunne vise hvilke tiltak kommunen bør prioritere for å bedre brannvannskapasiteten. Videre kan brannvesenet kunne bruke dette til å forbedre drift og videreutvikling av beredskapen sin. Et eksempel på dette

kan være hvis brann oppstår i et område der brannvannkapasiteten er svært dårlig, kan de så ha rutiner som sørger for at de da har med seg tilstrekkelig mengde slokkevann i tankbilene.

2.2 Brann

Brann i boliger, bygninger og annen infrastruktur er et samfunnsproblem. Statistikk fra Finansnæringens Fellesorganisasjon (FNO) viser at det i 2011 var nesten 33 000 brannskader i Norge. Og erstatningene som ble utbetalt samme år, var på over 5,5 milliarder kroner. I Østfold fylke var antall brannskader over 2000 og erstatningene på sirka 0,6 milliarder kroner. (Finansnæringens Fellesorganisasjon (FNO) 2011)

Antall omkomne som følge av branner, var 49 i år 2011. Dette er lavere enn det som har vært vanlig de siste årene. Fra år 1979, da man begynte registreringer, og fram til 2012, har det ikke vært registret færre omkomne. I denne perioden har det til sammen blitt registret 2153 omkomne, dvs. 65 omkomne i snitt per år. (DSB 2012)

Når det gjelder årsak til branner, viser statistikk fra DSB året 2012 følgende prosentvis fordeling: 0,8 % er antatt påsatt, 3,1 % selvantennelse, 4,2 % menneskelig feil, 5,6 % teknisk svikt, 25,7 % lynnedslag, 19,5 % elektrisk fenomenskade og 40,9 % annet eller ukjent årsak. (FNO 2011)

For de brannene som ender med tap av menneskeliv, er det tobakksrøyk som er den hyppigste årsaken. Videre øker sannsynligheten for å omkomme med økende alder. (Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap (DSB) 2012)

2.2.1 Vannmengder til brannsløkking.

Branner er altså et stort problem, og det er dermed svært viktig at brannvesenet har tilstrekkelig med slokkevann. Forskrift om brannforebyggende tiltak og tilsyn, § 5-4, sier:

«Kommunen skal sørge for at den kommunale vannforsyning fram til tomtegrense i tettbygd strøk er tilstrekkelig til å dekke brannvesenets behov for slokkevann» (Forskrift om brannforebygging 2002)

Som plan og bygningsmyndighet må kommunen sørge for at det ikke blir gitt regulerings- og byggetillatelse før kravet til slokkevann er oppfylt. Kostander i forbindelse med dette er de imidlertid ikke pålagt å dekke. (Norsk kommunalteknisk forening (NKF) & Norsk Vann 2008)

Vannforsyningen skal altså ikke bare dekke normalt vannforbruk, men også slokkevann. I mange tilfeller er det behovet for slokkevann som vil være dimensjonerende for ledningsnett. Fordi vi snakker om svært store mengder på kort tid ved en brann. Veiledning til Teknisk forskrift til bygningsloven nevner at:

«I tilknytning til småhus, bør uttaket for slokkevann ha kapasitet på minst 20 l/s. For annen bebyggelse bør kapasiteten være minimum 50 l/s fordelt på minst to uttak.» (Statens bygningstekniske etat 2007)

Annen bebyggelse gjelder først og fremst sentrums- og næringsområder. (NKF & Norsk Vann 2008)

Det kan også være områder som trenger større vannmengder enn de anbefalte, for eksempel områder med trehusbebyggelse. (NKF & Norsk Vann 2008)

Når det gjelder småhus der sløkkevann skal gi minst 20 l/s, utdyper VA-miljøblad 82 at dette gjelder «der avstanden mellom bostedene er mindre enn 8 meter, og det er gjort særskilte tiltak mot brannspredning. Dette gjelder også rekkehusfelt med god sikring mot brannspredning.» (oversatt) (NKF & Norsk Vann 2008, 2)

Veiledning til Teknisk forskrift til bygningsloven, § 11-2, nevner også med tanke på dimensjonerende vannføring, at trykket ved brannuttaket minst må være på 1,0 bar. (Statens bygningstekniske etat 2007) VA-miljøblad 82 spesifiserer at dette gjelder ved vannverket sin kum. (NKF & Norsk Vann 2008)

Det er imidlertid ikke i alle tilfeller at den kommunale vannforsyningen skal dekke brannvesenets behov for sløkkevann. Forskrift om brannforebyggende tiltak og tilsyn, § 5-4, første ledd gjaldt tettbebygde strøk. Samme forskrift, § 5-4, andre ledd nevner:

«I boligstrøk o.l. hvor spredningsfaren er liten er det tilstrekkelig at kommunens brannvesen disponerer passende tankbil.» (Forskrift om brannforebygging 2002)

I slike områder må ikke kommunen sørge for sløkkevann. Men brenner det i et slikt område, og det er kommunale vannledninger der, kan brannvesenet likevel koble seg til med tankbilen for etterfylling. Dette fører til at de vil klare en lengre sløkketid. Og i den type områder som forskriften, § 5-4, andre ledd angir, må avstanden mellom husene minst være 8 meter. (NKF & Norsk Vann 2008)

Tredje og siste ledd i forskrift om brannforebyggende tiltak og tilsyn, § 5-4, omhandler sprinkelanlegg:

«I områder som reguleres til virksomhet hvor sprinkling er aktuelt, skal kommunen sørge for at det er tilstrekkelig vannforsyning til å dekke behovet.» (Forskrift om brannforebygging 2002)

Uttrykket “sørge for” er forklart ovenfor i forbindelse med § 5-4, første ledd.

Det kan være behov for svært store vannmengder ved sprinkleranlegg. Og det sier seg selv at den kommunale vannforsyningen ikke kan håndtere slike store vannmengder. Særlig gjelder det mindre vannverk. Visse typer bygg kan kreve store vannmengder. Derfor kan kommunen eller vannverkseier be objekt-eier om å anlegge dam/basseng ved større mengder enn de kan levere. Kommunen kan i sine planbestemmelser fastsette dette. (DSB 2002) Men ved visse typer bygg kan ofte vannmengdene til sprinkelanlegg dekkes fra ledningsnett. Og der det må anlegges basseng, kan etterfyllingen skje fra det kommunale ledningsnett.

2.2.2 Særskilte brannobjekter

Særskilte brannobjekter er nevnt i brannvernloven § 13, og gjelder bygninger eller andre brennbare objekter der brannsikkerheten er spesielt viktig. Brann i disse objektene kan medføre tap av mange menneskeliv, eller gi store miljøkonsekvenser, store helse skader eller store materielle skader. Kommunen er derfor pålagt å identifisere og følge spesielt tilsyn med særskilte brannobjekter slik at de kan dokumentere alle aspekter ved brannsikkerheten. (Brann- og eksplosjonsvernloven 2002) Et aspekt som er viktig i denne sammenhengen, er hvor mye sløkkevann brannvesenet kan få ut av nærliggende brannkum, og om kummen er nær nok den aktuelle bygningen. For særskilte brannobjekter er det et krav at brannvesenet får ut minst 50 l/s på minst to brannkummer. (VEILEDNING TIL TEKNISK FORSKRIFT TIL PLAN- OG BYGNINGSLOVEN 1997)

Noen eksempler på særskilte brannobjekter som inngår i definisjonen er: skoler, hoteller, sykehus og kino.

2.3 Vannforsyningen i Fredrikstad kommune

Fredrikstad kommune er den syvende største av totalt 430 kommuner som Norge er inndelt i, og den største i Østfold. Innbyggertallet var 75 500 den 1.1.2012. (Statistisk sentralbyrå 2012)

Fredrikstad får vannet sitt fra Vestvannet, en innsjø som er knyttet til Glomma og ligger i Sarpsborg kommune. Derfra ledes vannet gjennom en 3 km lang tunnel til et silhus ved Eidet. Deretter pumpes det under Visterflo, som er et sideløp til Glomma. Videre løftes det rundt 60 meter, og ledes gjennom en 2 km lang pumpeledning. Derfra ledes det med selvfalt på sirka 2 km til Borredalsvannet, et oppdemmet vann til å kunne lagre drikkevannet. Borredalsvannet ligger midt i Fredrikstadmarka, og er dermed godt beskyttet mot forurensninger. (Frevar)



Figur 2.4 viser Borredalsvannet. (Foto: Sten Wictor Larsen)

Vannet fra Borredalsdammen passerer et silhus før det renner med selvfalt til renseanlegget, som er et fullrenseanlegg. (Frevar)

En pumpestasjon pumper det rensende vannet opp til to høydebasseng som er bygget inn i Høyfjell i Fredrikstadmarka. Disse bassengene er dermed godt beskyttet. Til sammen rommer disse bassengene 66 000 m³. Det ene er på 38 000 m³ og det andre på 28 000 m³. (Frevar)

Fra disse bassengene renner vannet ut til kommunen. Det er en lang ring-ledning som går fra høydebassengene og gjennom kommunen. Fra denne går det andre hovedledninger som transporterer vannet rundt i kommunen.

Fredrikstad kommune får i hovedsak vann fra eget vannverk. Deres vannverk gir også Hvaler kommune vann. Et lite område på Solli er imidlertid forsynt fra Movar, gjennom en beredskapsledning lagt mellom Moss og Fredrikstad.

Det er også et mindre høydebasseng som forsyner et lite område ved Hatten. Og så har kommunen 16 pumpestasjoner på vannforsyningsnettet når man ser bort fra private.

Videre har kommunen delt nettet inn i en del lekkasje-soner. Det vil si at de har oversikt over hvor mye vann som kommer inn og ut av hver sone. Dette gjør det enklere å oppdage evt. lekkasjer.

2.4 Modeller

En modell er en forenkling av virkeligheten. I mange sammenhenger lager vi modeller for å forstå bedre hvordan ulike ting fungerer. Det vil ofte bli for dyrt og krevende å måtte teste i fullskala. Derfor er modeller i mange sammenhenger svært nyttige. For eksempel kan en båtbygger først bygge en modell av båten for å teste hvor store bølger den tåler. Eller en landskapsarkitekt kan først lage en modell av en ny by som skal bygges. Dette er eksempler på fysiske modeller. Men vi kan også ha matematiske modeller som kan visualiseres på en datamaskin. Innen hydrologi og vannforsyning er det mest vanlig. Men tidligere har det vært brukt fysiske laboriemodeller, som for eksempel grunnvannsbevegelse mellom glassplater der det er brukt en viskøs væske. (Sælthun 2001)

Når vi tenker på modeller innen hydrologi og vannforsyning, blir de matematiske funksjonene som beskriver de fysiske prosessene ofte kalt modeller. Det er dette som ligger til grunn. Og algoritmer som transformerer dette til maskinkode blir også ofte kalt modeller. (Sælthun 2001) Dessuten kaller vi de programmene som vi bruker på datamaskinen, selve brukergrensesnittet med grafikk og tekst, for modeller.

Og det er viktig å være klar over at en modell bare er en tilnærming til virkeligheten. Man prøver å lage den slik at den er mest mulig lik det systemet vi ønsker å modellere. Men det er for mange feilkilder til at man vil lykkes 100 % med dette. Likevel er det fullt mulig å lage en modell som er nøyaktig nok til at den vil være praktisk anvendbar.

Noen eksempler på feilkilder i en modell er:

- Matematiske funksjoner, som beskriver de fysiske prosessene, beskriver ikke systemet helt korrekt.
- Feil i algoritmene.
- Feil i inndataene.

Når det gjelder feil på inndata, kan dette skyldes måleusikkerhet, feil avlesning eller andre typer feil. Det kan for eksempel være parametere som kan være svært vanskelig å fastsette korrekt, eller at det vil kreve for mye tid og ressurser å fastsette visse parametere nøyaktig nok.

2.4.1 Modeller for vannforsyning

Innen vannforsyning er bruk av matematiske modeller på datamaskin svært utbredt. Dette er til stor hjelp for å ta riktige beslutninger når det gjelder utbygging, vedlikehold og endringer i nettet. Hvis man skulle beregne et vannforsyningsnett for hånd, ville dette tatt svært lang tid, samtidig med at man måtte gjort store forenklinger.

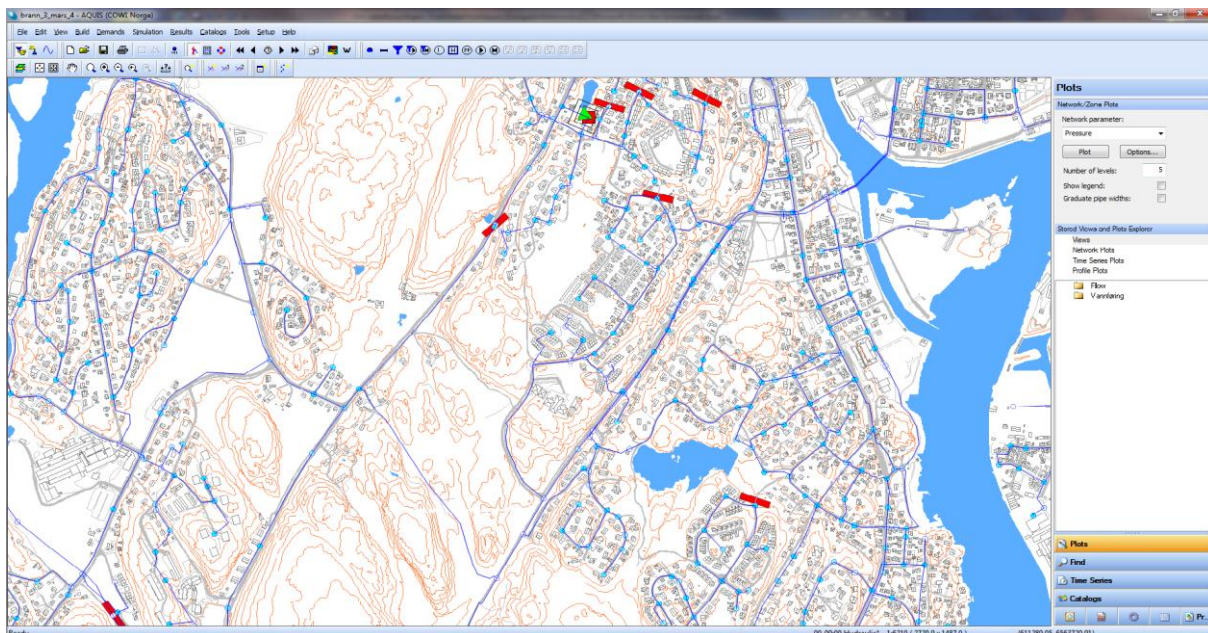
Modellene simulerer hele vannforsyningsnettet med både ledninger, ventiler, høydebasseng, vannkilder og pumper. Man vil ved dette forstå bedre hvordan vannforsyningssystemet fungerer. I modellene kan man lese av for eksempel trykk, vannhastigheter og volumstrømmer. Man kan bruke modellene til å dimensjonere komponenter, som for eksempel å bestemme størrelsen og beliggenheten til et høydebasseng. Videre kan de brukes til å studere hvordan vannkvaliteten i vannet forandrer seg. Da kan man for eksempel studere hvordan restklornivået endrer seg. Man kan også bruke modeller til å lage spyle-planer og andre typer kart og planer.

Det finnes flere modelleringsprogram for vannforsyning. Nedenfor omtales Aquis.

2.4.1.2 Aquis

Aquis er et svært utbredt modelleringsprogram til vannforsyning. Det er 1500 byer som bruker Aquis i sin daglige drift av vannforsyningssystemet. Og programmet dekker vannforsyningen til over 100 millioner mennesker. (7-Technologies) Men dette programmet er ikke gratis. Det er kostbart.

Med Aquis kan man gjøre avanserte hydrauliske beregninger. Dessuten kan man gjøre avanserte vannkvalitetsanalyser, slik som å studere den kjemiske sammensetningen av vannet gjennom nettet.

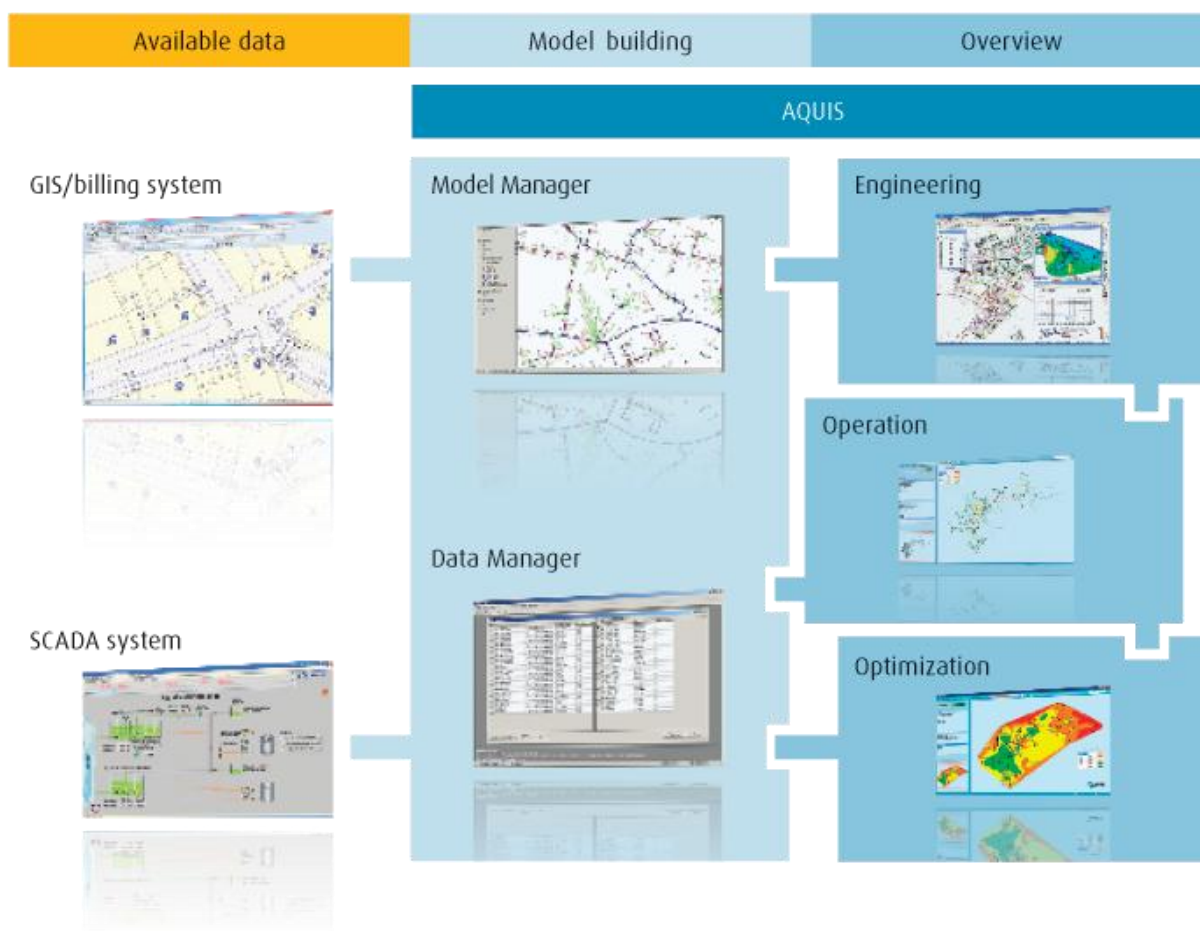


Figur 2.5 viser programmet Aquis.

Real-time SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) data kan hentes inn i Aquis slik at programmet kan simulere kontinuerlig hva som skjer i nettet. Disse input-dataene kan i tillegg kombineres med værvarselsdata for å forutsi fremtidig vannforbruk. (7-Technologies)

I programmet kan det dessuten legges inn alarmer som utløses automatisk hvis uønskede hendelser, som f.eks. for høyt trykk, oppstår. (7-Technologies)

Når det gjelder kalibrering av modellen, har Aquis noe som heter 7-SEAS (State Estimation based Application Suite) Det er en metode for raskere å kalibrere modellen, i motsetning til å gjøre det manuelt. Trykkmålinger og målinger av volumstrøm er inndata som kan hentes fra Data Manager, som igjen kan få sine data fra Real-time SCADA. (se fig 2.6) Ruheten kan man da få bestemt for de aktuelle ledningene. Man kan også få bestemt diameter på spesifikke ledninger. Videre finner programmet på best mulig måte lekkasjene i systemet og hvordan dette er fordelt. (7-Technologies)



Figur 2.6 viser skjematisk framstilling av Aquis.

2.4.2 Bruk i Fredrikstad kommune

Fredrikstad kommune benytter modellen Aquis til sine beregninger. Kommunen eier modellen, og COWI forvalter modellen for dem. Den brukes både til vannkvalitetsanalyser og hydrauliske beregninger. Men de benytter ikke real-time SCADA.

Vannforsyningen til sprinkelanlegg for Fredrikstad kommune beregnes ved hjelp av modellsimuleringer. Ut fra dette lages det et diagram som viser sammenhengen mellom volumstrøm og trykk. Det gjøres ikke tappemålinger.

2.5 Inndata til modellen

2.5.1 Vannforbruk

For at modellen skal fungere på best mulig måte, er det viktig at vannforbruket er mest mulig korrekt. Det totale vannforbruket som er lagt inn i modellen, er ca. 42000 m³/døgn når man ser bort i fra hyttesesongen. Dette tilsvarer ca. 490 l/s i snitt. Forbrukere er delt inn i kategoriene: husholdning, bedrifter, øra-bedrifter, uttak til Hvaler, og hytter. Lekkasjevann inngår i husholdningsforbruk. Det samme gjør næring og service med lavt forbruk. Tabell 2.2 viser det totale forbruket som er lagt inn i modellen.

Tabell 2.2 viser samlet forbruk innlagt i modell.

Forbruk:	m ³ /døgn	l/s (snitt)
Husholdning	31800	368
Bedrifter	1130	13
Øra_bedrifter	8300	96
Jevnt_uttak til hvaler:	870	10
Sum	42100	487
Hytter (5250 stk)	2625	30
Sum	44725	517

2.5.1.1 Bedrifter

Øra er et industriområde i Fredrikstad som har noen store bedrifter med høye vannforbruk. De syv bedriftene i dette området som har høyest forbruk, har blitt lagt inn i modellen. Disse vises i tabell 2.3. Årsforbruket er der regnet om til liter/sekund ved at man forutsetter 30 døgn med driftsstans, og 335 dager med kontinuerlig drift.

Tabell 2.3 viser vannforbruket til noen bedrifter ved Øra som har høyest forbruk.

Øra_bedrifter:	m ³ /år	l/s (snitt)
Kronos Titan	1800000	62,2
Øravn. ind.park Denofa	500000	17,3
Frevar	282000	9,7
Gyproc	75000	2,6
Borgar	48000	1,7
Reichhold	35000	1,2
Bøckman	23000	0,8
sum	2763000	95,5

Videre er det en del andre store bedrifter i Fredrikstad som har høye forbruk. Til denne kategorien tilhører også Østfold Sentralsykehus og Hankø fjordhotell. Tabell 2.4 viser dette.

Tabell 2.4 viser vannforbruket til noen bedrifter utenom Øra.

Bedrifter utenom Øra:	m ³ /år	l/s (snitt)
Unger fabrikker	120000	4
Sykehuset	51000	2
Nen-produkter Selbak	46000	1,5
NTP	40000	1,5
Stabburet	35000	1,5
Hankø fjordhotell	30000	2
Sum	322000	12,5

2.5.1.2 Husholdning

Det er tatt utgangspunkt i at hver person forbruker 200 liter per døgn i gjennomsnitt (200 l/p*d). Antall personer per bolig er tatt ut fra adresse register. Husholdningsforbruket og det som inngår der, vises i tabell 2.5.

Tabell 2.5 forbruk som inngår i husholdning.

Husholdning:	l/s (snitt)
Husholdning spesifisert, (200 l/pd)	164
Næring/service	14
Lekkasjevann, 52 %	190
Sum	368

2.5.1.3 Hytter

Fredrikstad kommune har også en del hytter som forbruker vann. Dette gjelder spesielt Slevik området. Og dette er sommerhytter som derfor bare bidrar i sommerperioden. I Aquis har det derfor blitt laget en modell som gjelder sommerperioden og en som ikke gjelder sommer.

Det er 5250 hytter til sammen, og forbruket per hytte er satt til 500 liter i døgnet. Forbruket over døgnet blir da 2625 m³ (30 l/s) som vist i tabell 2.2. Hytteforbruket er forutsatt å være høyest kl. 09.-12 (tabell 2.6).

2.5.1.4 Timefaktorer

Vannforbruket varierer over døgnet. Dette er tatt hensyn til i modellen med timefaktorer som multipliseres med det gjennomsnittlige forbruket. Timefaktorene vises i tabell 2.6.

Disse faktorene har blitt fastsatt ut fra vurdering av kjennskap til forbruksforhold slik som personer/bedrifter, antakelse om lekkasjenivå etc.

Timefaktoren er satt til 1 i den 7.timen. Dette har i tillegg til at verdien skal være nær virkeligheten, blitt gjort for enklere å kontrollere at vannmengdene stemmer overens med virkeligheten.

Tabell 2.6 viser timefaktorene til de ulike vannforbrukene.

Time	Husholdning	Bedrifter	Øra_bedrifter	Hytter
0	0,7	0,4	0,8	0,2
1	0,7	0,4	0,8	0,2
2	0,6	0,4	0,8	0,2
3	0,6	0,4	0,8	0,2
4	0,6	0,4	0,8	0,2
5	0,6	0,4	0,8	0,2
6	0,8	0,4	0,8	0,2
7	1	1	1	1
8	1	1	1	1
9	1,3	2	1,2	2
10	1,3	2	1,2	2
11	1,2	2	1,2	2
12	1,2	2	1,2	1,5
13	1,2	2	1,2	1,5
14	1,2	2	1,2	1,5
15	1,2	2	1,2	1,5
16	1,2	0,7	1,2	1,5
17	1,3	0,7	1	1,8
18	1,3	0,7	1	1,8
19	1,1	0,7	1	1
20	1,1	0,6	1	1
21	1	0,6	1	0,5
22	0,9	0,6	0,9	0,5
23	0,9	0,6	0,9	0,5

2.5.2 Andre inndata

Ledningsdata, slik som diameter, lengde, ruhet etc., ligger allerede inne i modellen. Det samme gjelder data for høydebasseng, vannkilde og posisjonen til kummer.

2.6 Kalibrering av modellen

På hovedledningene i kommunen har ruheten blitt justert slik at trykk og vannforbruk i modellen stemmer overens med vannmålere og trykkmålere på nettet.

Ruheten har blitt fastsatt til et gjennomsnitt på grupper av ledninger. På ledninger med mindre dimensjon, som ikke er hovedledninger, er ruheten blitt fastsatt etter beste skjønn etter kriterier som type og alder på ledninger.

Vannforbruket har også blitt justert til å stemme overens med det som blir produsert på vannverket. Enkelte steder i nettet har det også blitt justert etter vannmålere.

3 Metoder

3.1 Nye inndata til modellen

3.1.1 Høyder.

Høyder på kummer som er omtalt i dette kapitlet, gjelder ikke overflatehøyder, men høyden til ledningen under bakken i kummen. (også omtalt som ledningshøyde) Hvis det gjelder overflatehøyde, vil det spesifiseres. Benevningen til høydene er antall meter over havet.

Høydene på kummene som opprinnelig har blitt lagt inn i Aquis, har blitt importert fra Gemini VA, kommunes kartdatabase. Men mange av høydene som ligger i Aquis er feil. En liste over alle kummene har blitt sortert etter stigende høyder, og kopiert over i et regneark. 98 av høydene hadde negative verdier. Og den største negative verdien var -13,63. Mange av disse verdiene er nok feil, men enkelte kummer som ligger nær elven, kan være negative. Videre hadde hele 1176 kummer høyden 0,00. Det betyr at her har det ikke blitt registrert noen høyder.

Programmet Aquis er ikke avhengig av høyder på alle kummene for å gjøre beregninger. Men når man undersøker brannvannskapasiteten, ønskes det å se hvor stort trykket blir i ulike kummer. Da må man ha riktige høyder på kummene for å lese av trykket. Dessuten må man ha riktig høyde på kummen man utfører brannsimulering på.

Nå har Aquis den fordel at høydekontene kan ligge inne i programmet som et eget kartlag. Man kan sjekke høydene manuelt på de kummene man er interessert i. Men hvis kummene har lavere høyde enn korrekt verdi, kan man bli lurt til å tro at trykket er høyere enn det er.

Ved å gå inn i Gemini VA kan man finne korrekte høyder på en del av kummene der kum ID ikke har blitt endret i Aquis. Men flere kummer i Gemini VA mangler ledningsdybde.

Å registrere alle høydene som mangler manuelt, vil bli en meget stor jobb. Koordinatene til alle kummene i Aquis har derfor blitt sendt til Geir Anker i Fredrikstad kommune. Han har lagt disse inn i deres terrengmodell, og overflatehøyden har blitt tildelt disse. Ved at alle kummene har fått høyder, kan også de andre høydene i Aquis undersøkes nærmere om de er korrekte.

Høydene fra terrengmodellen gjelder overflaten, og de har derfor blitt subtrahert med 1,5 meter for å finne en sirka høyde til ledningene under bakken.

Terrengmodellen har en oppløsning på 2 x 2 meter. Men feilmarginen blir likevel mindre enn 2 meter ettersom terrengmodellen beregner den mest riktige høyden i punktet. Ved å sammenligne de korrekte høydene i Gemini VA med terrengmodellen kan man se hvor nøyaktig den er. Tabell 3.1 viser dette.

Når det gjelder høyden på kumløkket, ser vi at ni høyder har et avvik mindre enn 0,69 meter, og en høyde har et avvik på 1.80 meter. Og for avviket mellom ledningsdybdene, har alle verdiene under 1,27 i avvik. Avviket på ledningshøyden har ikke blitt større enn 1,22, og tre høyder har avvik på rundt en meter. Avviket blir nok sjelden større enn 2,5 meter som er akseptabelt.

Tabell 3.1 viser sammenligning av høyder på kummer og ledninger for de korrekte verdiene i Gemini VA og for terrengmodellen til Fredrikstad kommune.

Kum nr.	Korrekte høyder fra Gemini VA			Høyder fra terrengmodell Ledningsdybde er antatt			Avvik			
	kumlokk høyde	Lednings-høyde	Lednings-dybde.	kumlokk høyde.	Lednings-høyde.	Lednings-dybde	kumlokk høyde	Ledning høyde	Lednings-dybde	
8346	12,75	11,60	1,15	12,92	11,42	1,50	0,17	-0,18	0,35	
4287	13,80	11,62	2,18	12,00	10,50	1,50	-1,80	-1,12	-0,68	
5514	14,42	13,19	1,23	14,50	13,00	1,50	0,08	-0,19	0,27	
11556	18,64	16,14	2,50	18,79	17,29	1,50	0,15	1,15	-1,00	
8635	2,63	1,25	1,38	2,01	0,51	1,50	-0,62	-0,74	0,12	
13366	2,30	0,76	1,54	2,03	0,53	1,50	-0,27	-0,23	-0,04	
14919	66,99	65,59	1,40	67,00	65,50	1,50	0,01	-0,09	0,10	
42894	34,86	32,91	1,95	34,62	33,12	1,50	-0,24	0,21	-0,45	
5663	36,73	35,26	1,47	36,34	34,84	1,50	-0,39	-0,42	0,03	
9462	47,97	45,20	2,77	47,92	46,42	1,50	-0,05	1,22	-1,27	
Gjennomsnitt:			1,76				1,50	0,38	0,56	0,43

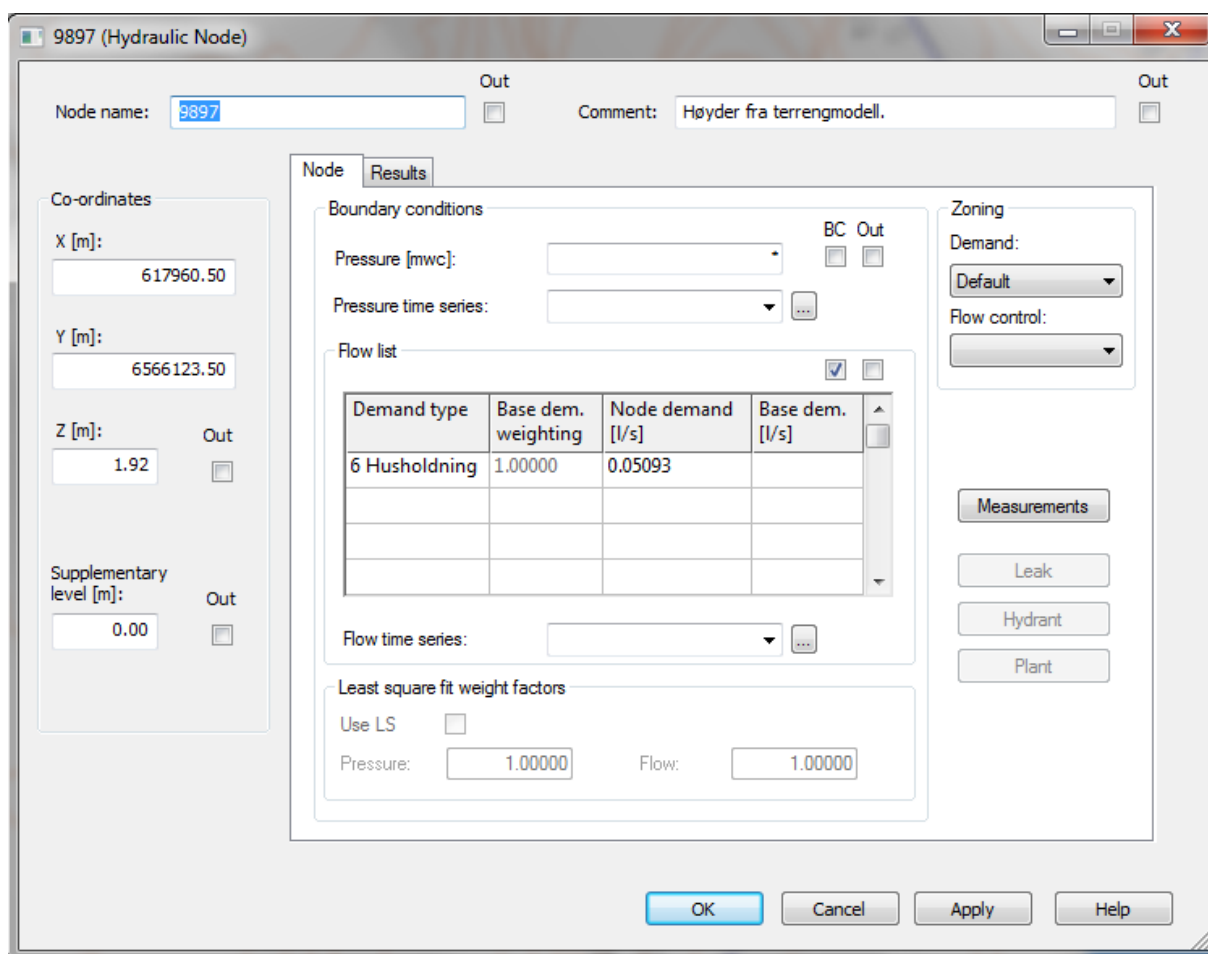
Ved å sammenligne avviket mellom alle høydene som ligger i Aquis og de i terrengmodellen, (unntatt de med høyden 0,00) oppdages det at en del høyder hadde store avvik. I disse tilfellene var høydene som lå i Aquis helt feil. Men det var også mange høyder der avvikene var små. I disse tilfellene viste det seg at høydene som lå i Aquis som regel stemte helt korrekt. Det er derfor ønskelig å beholde de høydene der avviket er små, og erstatte større avvik med høyder fra terrengmodellen. Grensen har blitt satt til 1,5 ved å sammenligne en del avvik. Altså der alle avvikene er større enn 1,5, har høydene fra terrengmodellen erstattet disse. Tabell 3.2 viser noen kummer som har blitt plukket ut for å etterprøve dette. I kolonne C vises avviket mellom høyder som var i Aquis og høydene fra terrengmodellen. Av kolonne C og F kan vi se at i de tilfellene avviket er mindre enn 1,5, har den opprinnelige høyden i Aquis blitt brukt, som også er lik den korrekte høyden. (kolonne D) Kum 21031 har avvik på 1,6, og det er i dette tilfelle riktig at høyden i terrengmodellen har blitt brukt. Og denne høyden har bare 0,04 meters avvik fra korrekt verdi. For kum 4746 er avviket 2,64, og høyden fra terrengmodellen har derfor blitt brukt. Dette har ført til at ny ledningshøyde innlagt i Aquis vil ha et avvik på 1,41. (kolonne G) Hvis høyden som var i Aquis hadde blitt brukt, hadde det virkelige avviket blitt: $32,72 - 31,49 = 1,23$ (m). Det er faktisk er mindre enn 1,41 meter. Så i dette tilfellet hadde det vært mest riktig at den opprinnelige høyden i Aquis hadde blitt beholdt. Men forskjellen er liten. Videre ser vi at for kum 50729 der avviket er 1,45, blir høyden riktig ved at den opprinnelige høyden har blitt brukt. For kum 19585 mangler høyden på ledningen i kummen, men høyden på kumlokket finnes. I dette tilfellet ser vi at høyden som er brukt i Aquis er høyden på kumlokket. Høyden i terrengmodellen på 29,97 vil trolig ligge nærmere den korrekte verdien.

Grensen på 1,5 m ser ut til å gi akseptable høydeverdier i Aquis-modellen. Og det aksepteres at ikke alle verdiene blir helt nøyaktige. En modell vil aldri stemme helt overens med virkeligheten.

Tabell 3.2 viser utvalgte kummer der høyder på ledninger vises, både i Aquis og terrengmodell.

			A	B	C	D	E	F	G
Kum ID	X	Y	Opprinnelig ledningshøyde i Aquis	Ledningshøyde terrengmodell. (-1,5 meter)	Avvik (A-B)	Korrekt ledningshøyde fra Gemini VA	Korrekt høyde kumlokk fra Gemini VA	Ny ledningshøyde inn i Aquis	Avvik med ny ledningshøyder i Aquis (D-F)
9884	617440	6565791	31,42	31,95	0,53	31,42		31,42	0
11031	610361	6564312	31,48	31,73	0,25	31,48		31,48	0
21031	614997	6567059	31,49	33,09	1,6	33,05		33,09	0,04
4746	610479	6567323	31,49	34,13	2,64	32,72		34,13	1,41
4062	612000	6567441	31,51	30,99	-0,52	31,51		31,51	0
7873	615528	6568702	31,52	31,73	0,21	31,52		31,52	0
6235	610467	6568113	31,53	32,11	0,58	31,53		31,53	0
50729	602448	6566156	31,54	32,99	1,45	31,54		31,54	0
13165	608825	6566612	31,61	32,48	0,87	31,57		31,61	0,04
19585	609448	6569724	31,65	29,97	-1,68	*	31,65	29,97	*
19594	609424	6569809	31,65	37,51	5,86	37,25		37,51	0,26
7926	615128	6569006	31,81	20,96	-10,9	20,18		20,96	0,78
10294	620141	6570773	31,87	32,5	0,63	31,87		32,5	0,63
695	609437	6567383	31,87	16,5	-15,4	*	17,93	16,5	*

Det er også lagt inn en tekst i kommentarfeltet til hver høyde slik at når man klikker på en kum i Aquis, kan man lese av om høyden er hentet fra terrengmodellen eller ikke. Figur 3.1 viser dette. Til sammen er det 5005 kummer i Aquis. 1176 hadde altså høyden 0,00, og ble erstattet av høyder fra terrengmodellen. Av de resterende 3829 kummer er det 878 som har fått tildelt ny høyde fra terrengmodellen.



Figur 3.1 viser at man kan lese av i kommentarfeltet om kummen (noden) har fått sin høyde fra terrengmodellen.

Det har blitt dobbeltsjekk at de nye høydene på ledningene har blitt korrekte når de har blitt kopiert tilbake til Aquis. Siden programmet stokket en del om på rekkefølgen av kummer, har Hans Andreas Larsen laget et program som sorterte kummene i riktig rekkefølge. Deretter kunne kummene bli lagt riktig tilbake i Aquis. Ved enda en kontroll viste det seg at noen få kummer likevel var feil i Aquis. Disse ble skrevet inn korrekt på nytt. Alle høydene til kummene i Aquis skal derfor samsvare med korrekt kum. Etter dette har også mange kummer blitt kontrollert mot nærmeste høydekurver, der noen verdier vises i tabell 3.3. Og det har ikke blitt oppdaget noen feil høyder.

Tabell 3.3 viser etterprøving av høyder.

Kum	Høyde	Høydekurve
11281	24,26	30
11290	18,28	20
11943	27.77	30 og 25
11617	11.50	15
40834	31.96	35
N42_2	24.39	25
N46_1	20.41	25
13423	16.75	15
12973	24.17	25
18964	44.66	45
18147	18.50	20

3.1.2 Pumpestasjonene

Pumpekurver og settpunktet (det konstante utgangstrykket) til pumpestasjonene er mottatt fra Fredrikstad kommune. Kurvene har blitt omformet slik at høyden vises i meter og volumstrømmen i l/s. De fleste kurvene viste kun en pumpe i drift. Men for Haugen, Tyristien, Oredalsstien og Borgenga har det også blitt mottatt kurver for parallell koblete pumper. Alle pumpestasjonene har nemlig to eller tre like pumper som er parallellkoblet. Disse har blitt inntegnet ved å doble eller tredoble volumstrømmen. Slik vil det bli i teorien, men i virkeligheten vil det også oppstå et tap mellom dem. Det er antatt å være lite og dermed sett bort i fra.

Hvis det er tre pumper som er parallellkoblet, fungerer pumpestasjonene på den måten at den tredje pumpen automatisk vil starte hvis det er behov for det. Når det tas ut brannvann, vil vannmengden som går igjennom pumpen øke, og hvis to pumper ikke klarer å opprettholde pumpens settpunkt, vil den tredje pumpen starte.

For Ambjørnrød var ingen kurve tilgjengelig, men det var oppgitt at to i parallell drift skal gi 20 l/s mot 30 m. På bakgrunn av dette er det laget pumpekurve for to og tre pumper. Og det antas forenklet at trykkehøyden minker lineært når volumstrømmen blir større enn driftspunktet.

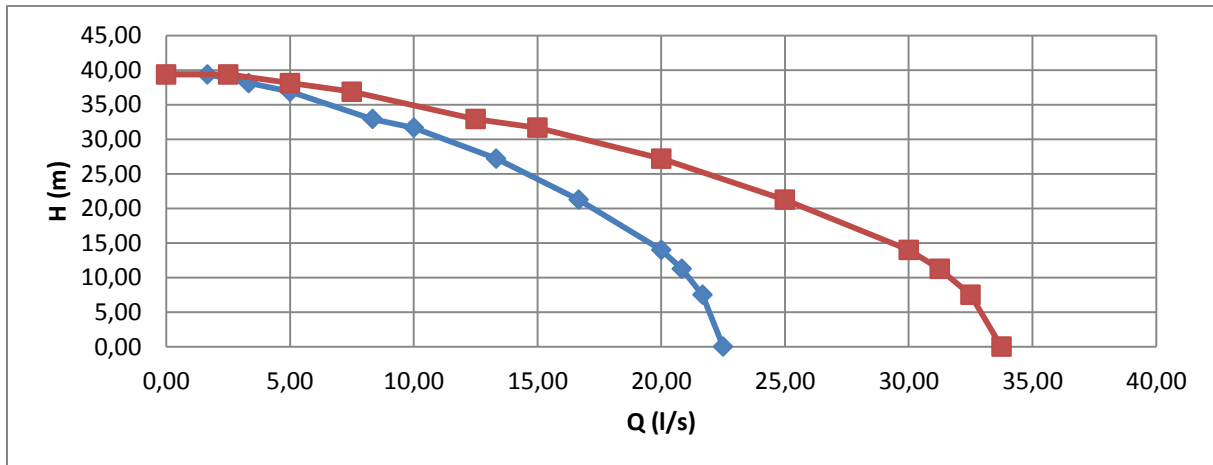
De mottatte kurvene viser ikke høyere volumstrømmer enn det er ment at pumpen skal gi. Ved simulering av brann skjer det ofte at volumstrømmene kan bli større enn det pumpen er beregnet for. Derfor er pumpekurvene forlenget til de skjærer x-aksen. Det er antatt at forlengelsen følger en parabel formet kurve.

Alle pumpestasjonene har bypass. Det vil si hvis volumstrømmen blir større enn det pumpen klarer, vil vannet bli ledet utenom pumpen. Nå er det også slik hvis volumstrømmen blir alt for stor i forhold til det pumpen er beregnet for, kan kavitasjon oppstå. Fare for kavitasjon har ikke blitt undersøkt. Men pumpene vil koble seg ut hvis de blir for varme. Derfor antas det at for store volumstrømmer, vil pumpen koble seg ut før kavitasjon oppstår.

(Kommentarene til pumpekurvene nedenfor er basert på modellsimuleringer.)

3.1.2.1 Haugen

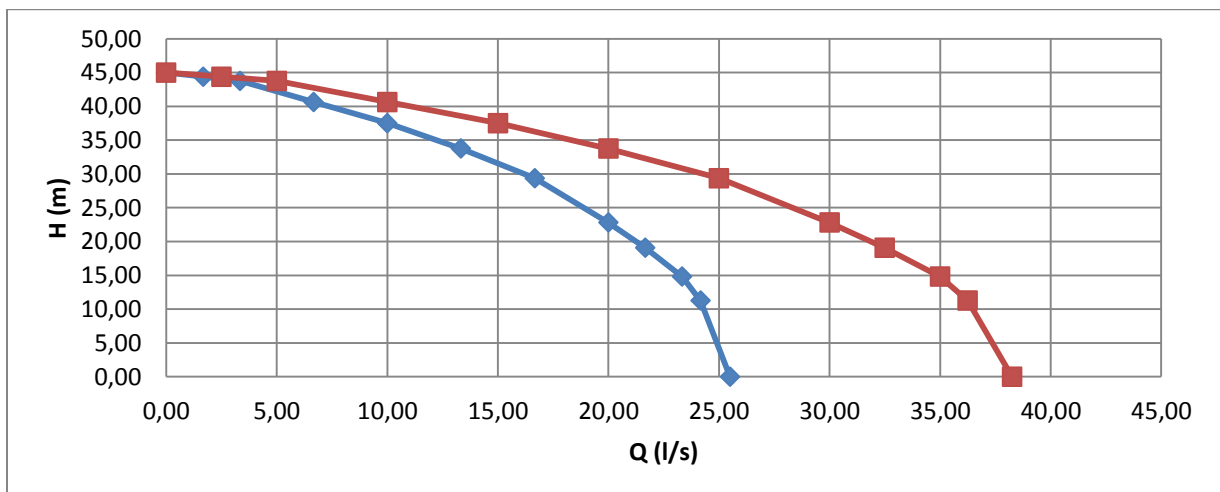
Settpunkt:	64,2
Antall pumper:	3
Kommentar:	Det er behov for at 3 pumper går samtidig for å gi nok brannvann.



Figur 3.2 viser pumpekurver for Haugen, 2 og 3 pumper i parallell.

3.1.2.2 Tyristien

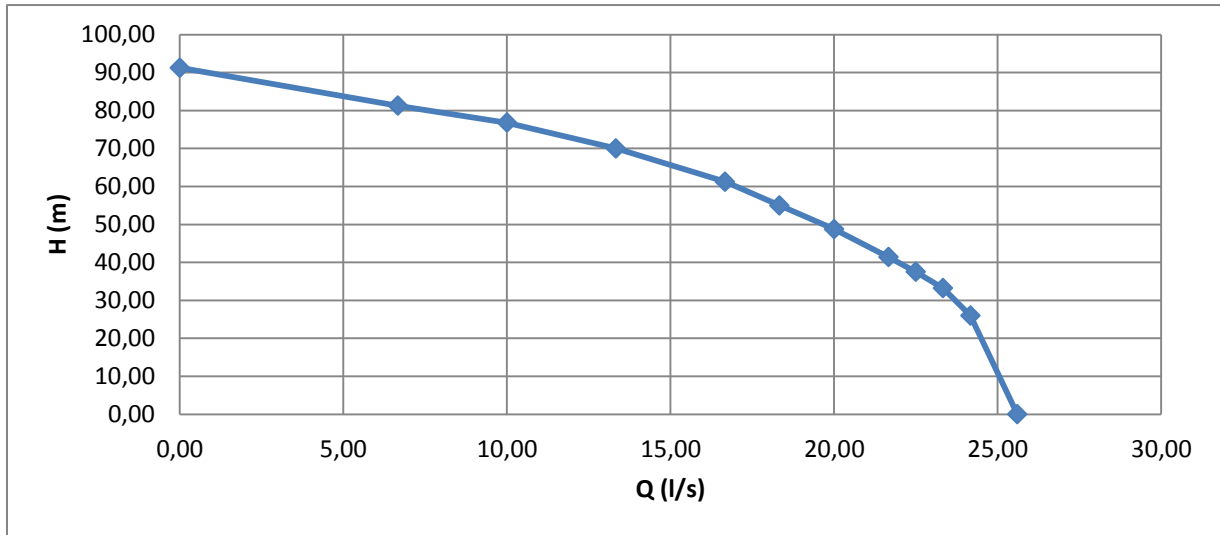
Settpunkt:	56,1
Antall pumper:	3
Kommentar:	Det er behov for at 3 pumper går samtidig for å gi nok brannvann. Men 2 pumper gir nesten nok.



Figur 3.3 viser pumpekurver for Tyristien, 2 og 3 pumper i parallell.

3.1.2.3 Oredalsstien

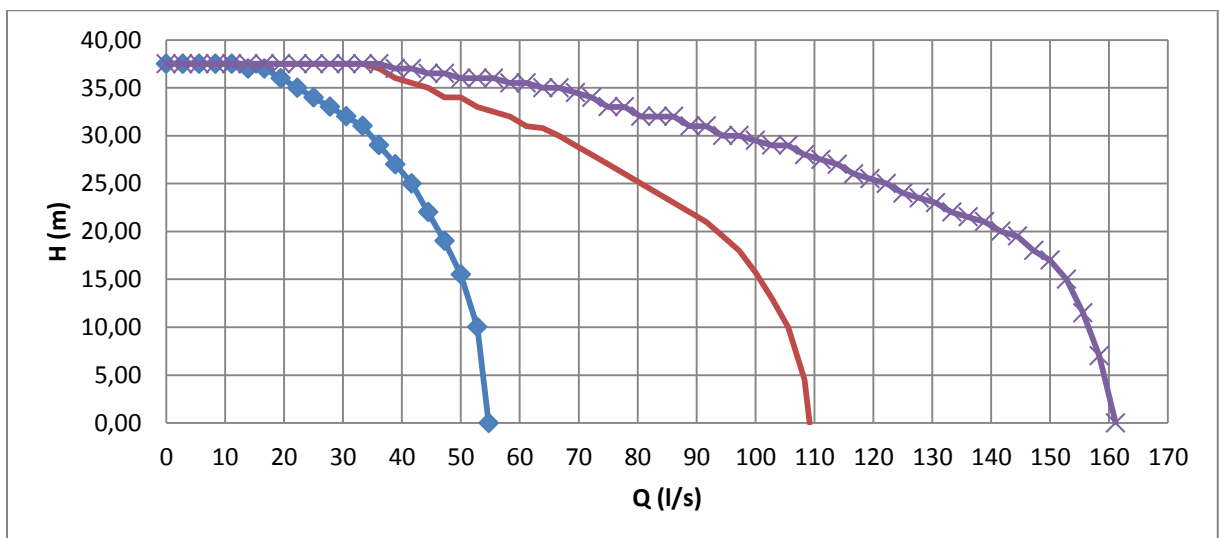
Settpunkt:	63,2
Antall pumper:	3
Kommentar:	Det er ikke behov for at 3 pumper går samtidig for å gi nok brannvann.



Figur 3.4 viser pumpekurve for Oredalsstien, 2 pumper i parallell.

3.1.2.4 Borgenga

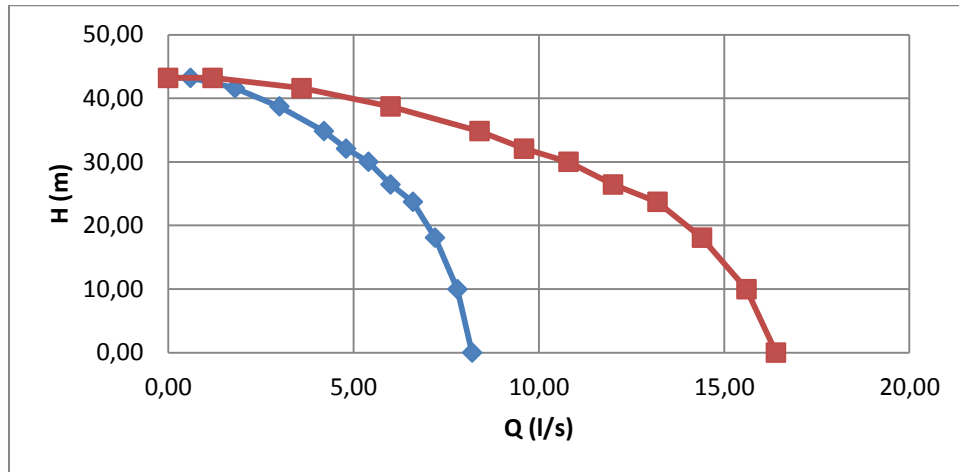
Settpunkt:	66,3 mvs
Antall pumper:	3
Kommentar:	Det er ikke behov for at 3 pumper går samtidig for å gi nok brannvann.



Figur 3.5 viser pumpekurver for Borgenga, 1, 2 og 3 pumper i parallell.

3.1.2.5 Falkåsen

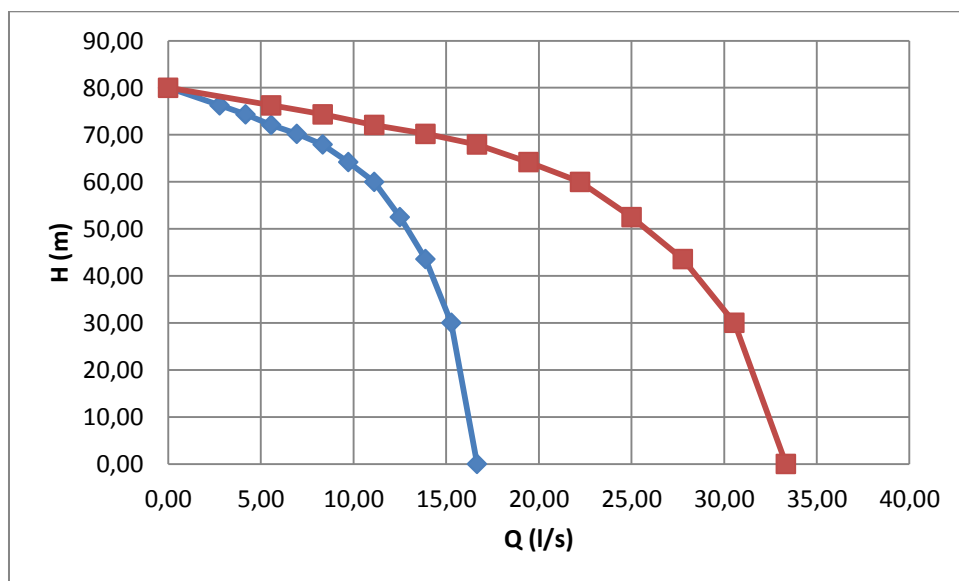
Settpunkt:	66,3 mvs
Antall pumper:	2
Kommentar:	2 pumper går samtidig.



Figur 3.6 viser pumpekurver for Falkåsen, 1 og 2 pumper i parallell.

3.1.2.6 Buskogen

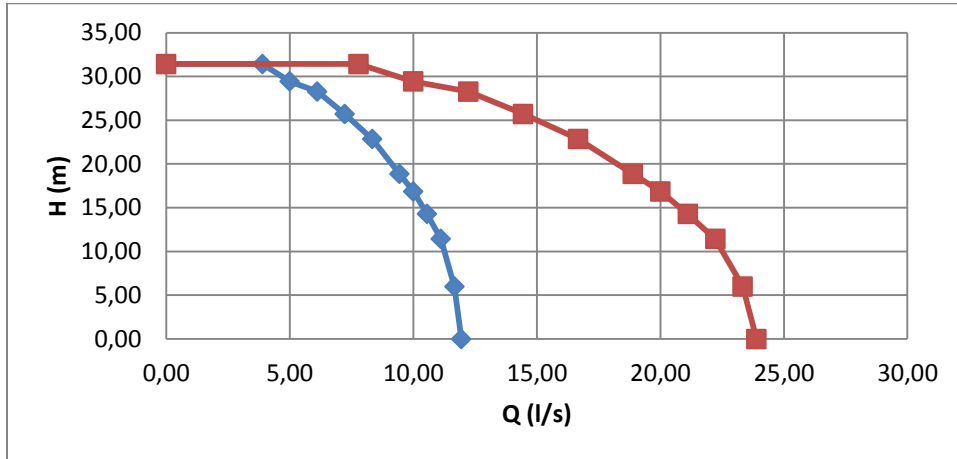
Settpunkt:	76,4 mvs
Antall pumper:	3
Kommentar:	Det er ikke behov for at 3 pumper går samtidig for å gi nok brannvann.



Figur 3.7 viser pumpekurver for Buskogen, 1 og 2 pumper i parallell.

3.1.2.7 Slevik

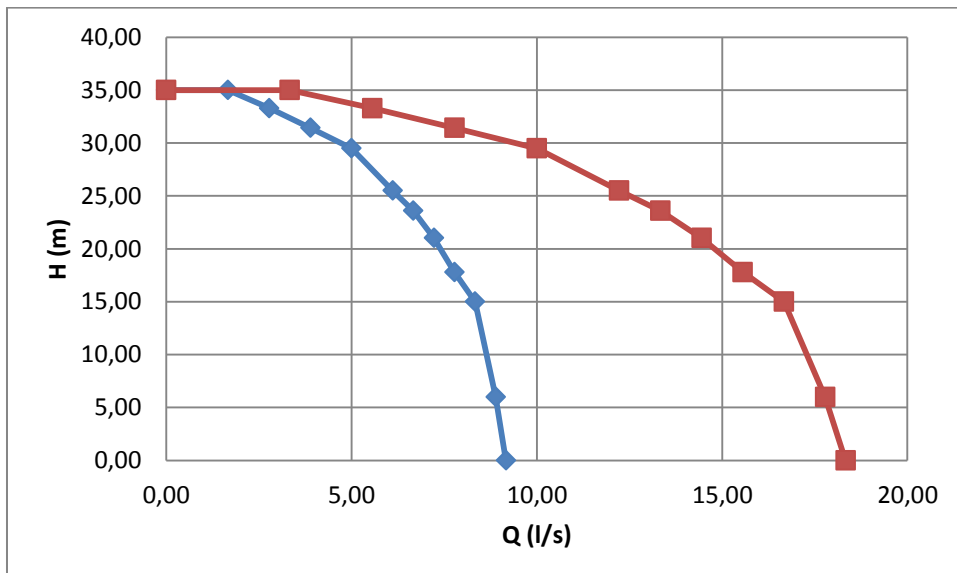
Settpunkt:	63,2 mvs
Antall pumper:	2
Kommentar:	2 pumper går samtidig.



Figur 3.8 viser pumpekurver for Slevik, 1 og 2 pumper i parallell.

3.1.2.8 Fuglevik Li

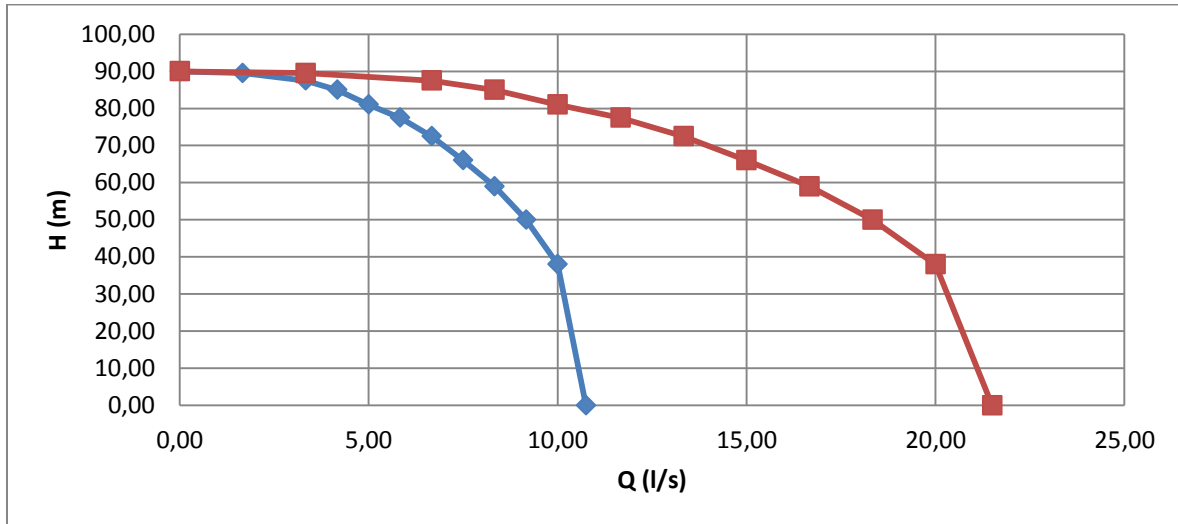
Settpunkt:	66,3 mvs
Antall pumper:	2
Kommentar:	2 pumper går samtidig.



Figur 3.9 viser pumpekurver for Fuglevik Li, 1 og 2 pumper i parallell.

3.1.2.9 Sarepta

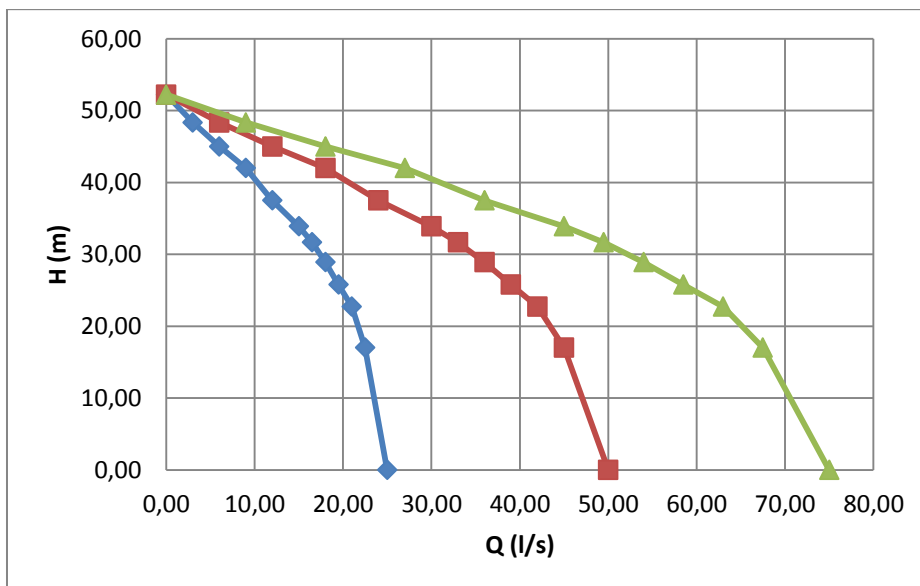
Settpunkt:	66,3 mvs
Antall pumper:	2
Kommentar:	2 pumper går samtidig.



Figur 3.10 viser pumpekurver for Sarepta, 1 og 2 pumper i parallell.

3.1.2.10 Manstad

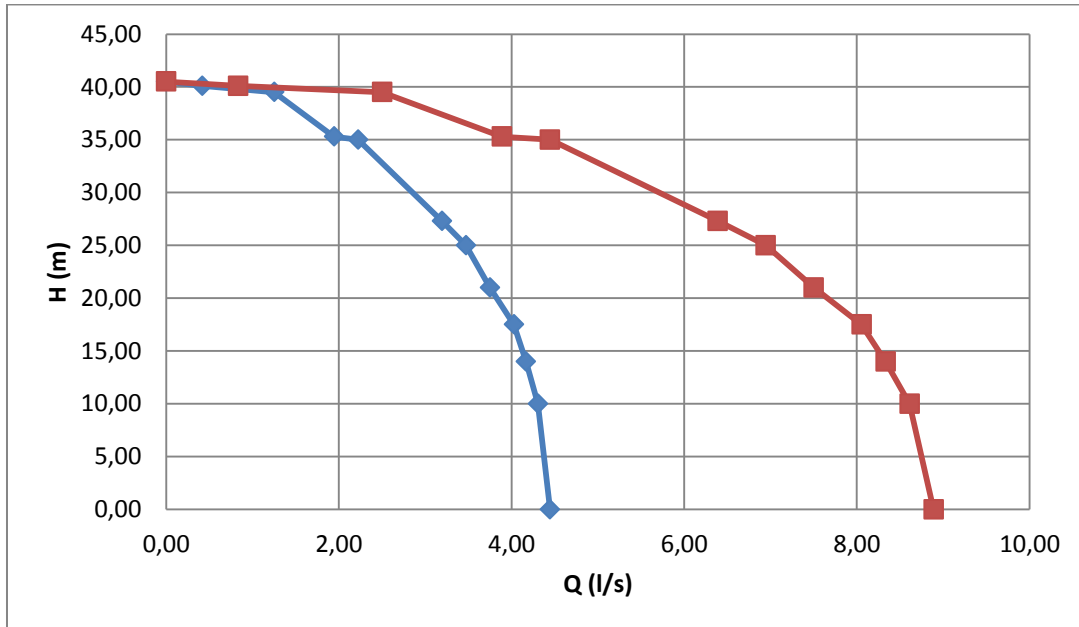
Settpunkt:	56,1 mvs
Antall pumper:	3
Kommentar:	Det er ikke behov for at 3 pumper går samtidig for å gi nok brannvann.



Figur 3.11 viser pumpekurver for Manstad, 1, 2 og 3 pumper i parallell.

3.1.2.11 Ishallveien

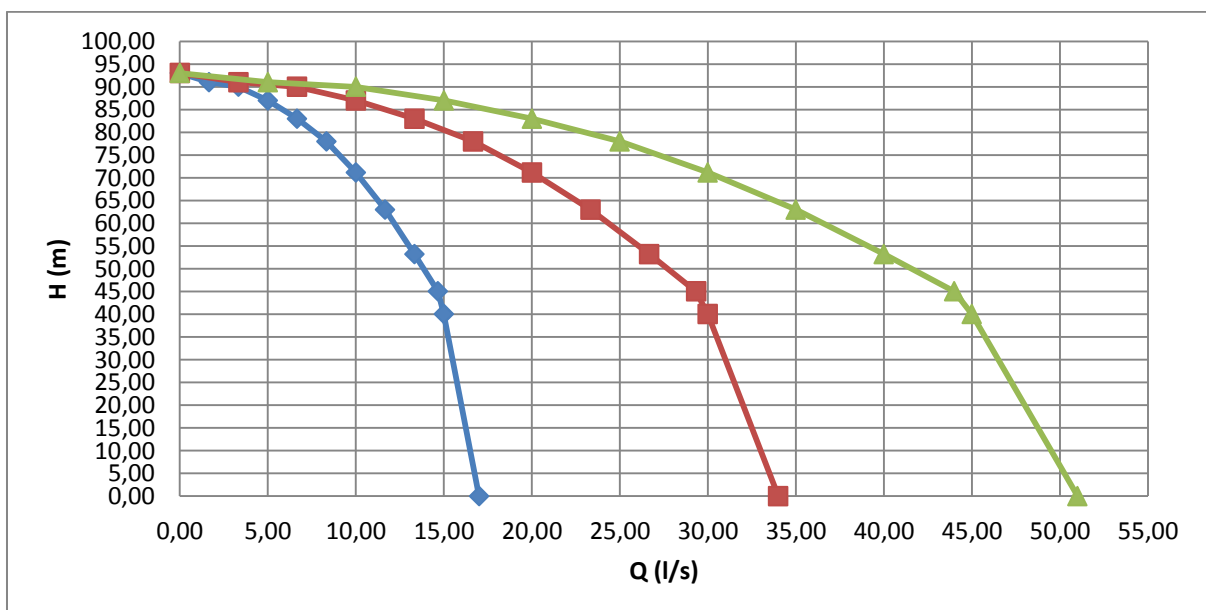
Settpunkt:	63,2 mvs
Antall pumper:	2
Kommentar:	2 pumper går samtidig.



Figur 3.12 viser pumpekurver for Ishallveien, 1 og 2 pumper i parallell.

3.1.2.12 Oksviken

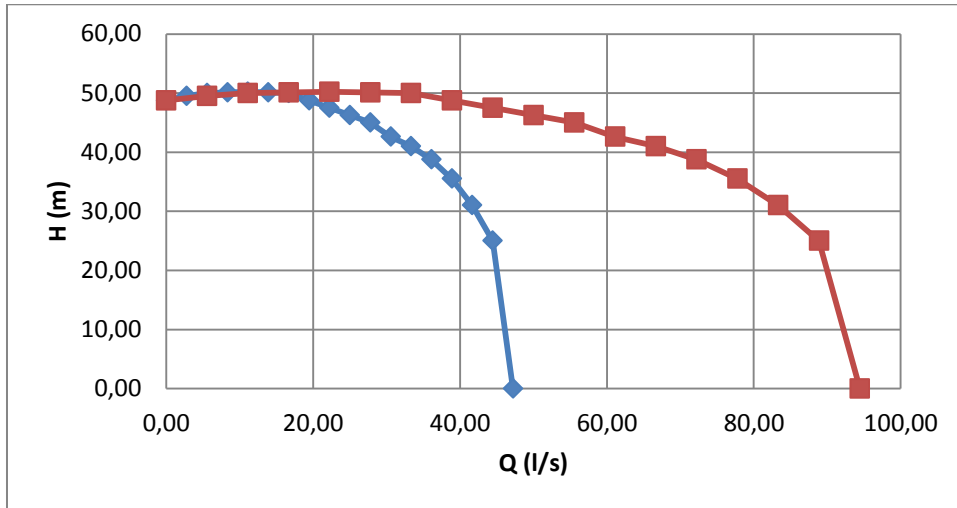
Settpunkt:	76,45 mvs
Antall pumper:	3
Kommentar:	Det er ikke behov for at 3 pumper går samtidig for å gi nok brannvann. (bortsett fra en kum, men det er likevel så nært 20 l/s)



Figur 3.13 viser pumpekurver for Oksviken, 1, 2 og 3 pumper i parallell.

3.1.2.13 Hatten

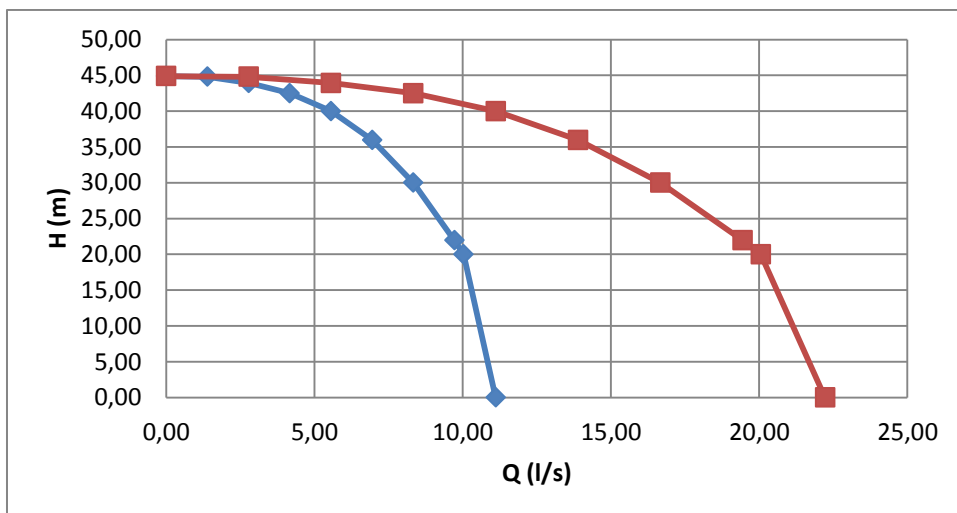
Settpunkt:	Ikke settpunkt. Går med maks turtall
Antall pumper:	2
Kommentar:	Denne stasjonen pumper vann til høydebassenget på Hatten.



Figur 3.14 viser pumpekurver for Hatten, 1 og 2 pumper i parallell.

3.1.2.14 Anders Forsbergs vei

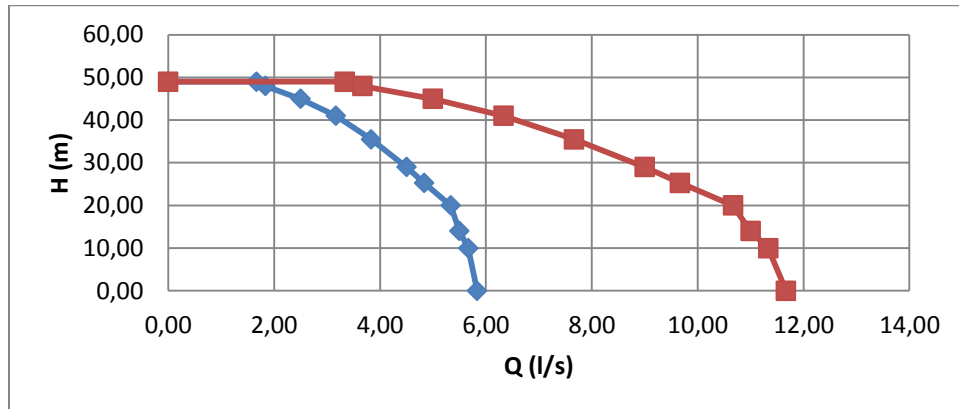
Settpunkt:	53,0 mvs
Antall pumper:	2
Kommentar:	2 pumper går samtidig.



Figur 3.15 viser pumpekurver for Anders Forsbergs vei, 1 og 2 pumper i parallell.

3.1.2.15 Ringstad

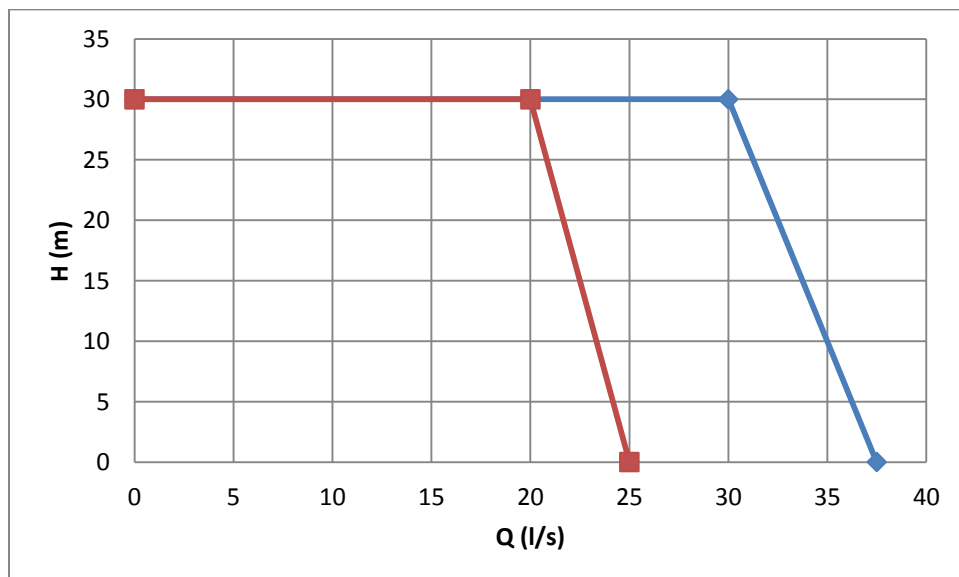
Settpunkt:	86,6 mvs
Antall pumper:	2
Kommentar:	2 pumper går samtidig.



Figur 3.16 viser pumpekurver for Ringstad, 1 og 2 pumper i parallell.

3.1.2.16 Ambjørnrød

Settpunkt:	56,1 mvs
Antall pumper:	3
Kommentar:	Det er behov for at 3 pumper går samtidig for å gi nok brannvann.



Figur 3.17 viser pumpekurver for Ambjørnrød, 2 og 3 pumper i parallell.

3.1.2.17 Bydalen

Dette er en ny pumpestasjon som er dimensjonert til å kunne gi 50 l/s. (Arild Kirkerød har lagt data for denne pumpestasjonen inn i modellen.)

3.2 Simulering av brannvann og forutsetninger

Vannmengdene til brannslukking har blitt simulert og beregnet i en modell for forsyningsanlegget, programmet Aquis.

For å simulere vannmengden (l/s) man får ut av en brannkum, legges det inn et trykk i modellen, i den kummen det tas ut brannvann. Dette trykket skal tilsvare tapet som oppstår mellom uttakspunkt på ledning og brannbil. Dette er tap i brannventil, i brannstender, i slange opp til brannbil, og tap som følge av høydeforskjellen opp til brannbilen.

Tapet fra uttakspunkt til brannbil øker med økende vannmengde, som vist i tabell 3.4.

Tabell 3.4 viser tap som er lagt til grunn ved uttak av brannvann.

Vannmengder (liter pr. sekund)	Tap (meter vann søyle)
Under 10 l/s	12 mvs
Fra 10 l/s til 15 l/s	15 mvs
Fra 15 l/s til 20 l/s	18 mvs

Brannbilene benytter ikke egen pumpe for å få ut mer brannvann av ledningsnettet. Brannbilene har riktignok pumper, men det er bare for å øke trykket på vannet som allerede er overført til brannbilen.

Hvis det innlagte tapet i modellen ikke samsvarer med tabell 3.4, må nytt tap legges inn til man kommer innenfor de rette vannmengder. Tapet fortsetter å øke for uttak over 20 l/s, men hvis man med 18 mvs i tap får ut over 20 l/s, er det ikke nødvendig å legge inn det tilhørende tapet. For det er om man får ut mer enn 20 l/s som er interessant.

Men i enkelte kummer der undertrykk har oppstått, har likevel korrekt tap blitt lagt inn slik at man kan få bestemt størrelsen på undertrykket. Dessuten har tap som svarer til mengder over 20 l/s, blitt tatt hensyn til ved undersøkelse av spesielle brannobjekter. Der undersøkes det nemlig om man får ut 50 l/s. Tabell 3.5 viser tapene som er lagt til grunn fra og med 20 l/s. Det er ikke mulig å få ut mer vann enn 35 l/s fra en brannkum, og det er sjelden man får ut mer enn 30 l/s. For vannmengder over 20 l/s, er det også skilt mellom uttak med to eller en slange som er koblet til brannstenderen. To slanger gir mindre tap. I de tilfellene der undertrykk har oppstått, viser simuleringene at undertrykket blir større jo mer vann man får ut. Derfor har det i disse tilfellene blitt lagt inn tap for 2 slanger siden man da får ut mer vann. Dette gir en mer konservativ verdi på undertrykket. Ved undersøkelse av spesielle brannobjekter er det blitt brukt en slange siden man da får ut mindre brannvann. Altså blir det mest konservativt i dette tilfellet.

Det er forutsatt at uttak av brannvann skjer klokken 09. Da er vannforbruket på ledningsnettet høyest, og potensialet for uttak av brannvann derfor lavest. Tabell 2.6 viser at både forbruket til husholdning, bedrifter, øra-bedrifter og hytteforbruket antas å være høyest kl. 09.

I pumpesonen til Hatten er det et høydebasseng som det pumpes vann til. Dette bassenget er dimensjonert til å gi brannvann i minst to timer, og da er det forutsatt at bassenget er $\frac{3}{4}$ fullt

når brann inntreffer. (Siden dette har blitt undersøkt av Arild Kirkerød, har dette ikke blitt beregnet i denne rapporten.)

Tabell 3.5 viser tap som er lagt til grunn ved uttak av brannvann.

Vannmengder	Tap 1 slange	tap 2 slanger
l/s	Mvs	mvs
20	18.0	18.0
21	21.0	20.0
22	24.0	22.0
23	27.0	24.0
24	30.0	26.0
25	32.0	27.0
26	34.0	28.5
27	36.0	30.0
28	38.0	31.5
29	40.0	33.0
30	42.0	34.0
31	44.5	35.5
32	47.0	37.0
33	49.5	38.5
34	52.0	40.0
35	55.0	42.0

3.2.1 Usikkerhet

Som nevnt tidligere er en modell bare en tilnærming til virkeligheten, og vil derfor ikke være helt nøyaktig. Typiske feilkilder ved fastsettelse av brannvannsuttak er:

- bestemmelse av ruhet på rør
- begroing av ledninger
- punkttap i rørdeler
- variasjoner i døgnforbruket
- trykktap fra brannkum til brannbil
- fordeling av lekkasjer på nettet

Tross disse feilkildene, vil man likevel i de fleste tilfeller minst få ut de beregnede vannmengdene. Dette skyldes at man i modellen har lagt forutsetningene på sikker side. F.eks. benyttes den mest ugunstige situasjonen når det gjelder døgnforbruk. Men likevel kan visse feilkilder påvirke negativt slik at man kan få ut mindre vannmengder enn beregnet.

Dessuten kan uforutsette hendelser i sjeldne tilfeller inntreffe slik som:

- stenging/brudd av nærliggende ledninger
- stor tapping på nettet i nærheten av brannkum
- svært dårlig fungerende brannkum

Slike hendelser vil også påvirke brannvannsuttaget i negativ retning, og i verst tenkelig tilfelle føre til at man ikke får ut brannvann.

3.2.2 Pumpestasjoner

Kommunen har 16 pumpestasjoner når man ser bort fra private. Pumpestasjonene Bratthammer'n nord og syd vil bli erstattet av ny stasjon i Bydalen i løpet av 2012. Denne endringen er tatt hensyn til i kartet.

Når et brannvannsutak simuleres i en pumpezone, kan det gjøres på to måter:

3.2.2 Metode 1

Man kan sette det konstante ut-trykket lik trykkstasjonens settpunkt. Det vil si at stasjonen uansett vannmengde, vil kunne gi dette ut-trykket. Deretter simuleres det brannuttak i en kum. Ved å gå inn på "Pump Results" leses trykkstasjonens løftehøyde og volumstrøm som sammenlignes med pumpekurven til trykkstasjonen. Er verdiene innenfor det pumpen klarer, kan man få ut den gitte uttaksmengden. Men hvis ikke, betyr det at trykkstasjonen ikke er i stand til å gi det konstante ut-trykket for denne volumstrømmen. Pumpekurven må derfor legges inn i "Pump Data", og det samme brannvannsutaket simuleres. Da kan det leses av hva man får ut, men man vil få ut mindre vann. Hvor mye mindre avhenger av hvor langt utenfor pumpekurven de avleste verdiene var. Og pumpene vil da gå med maksimalt turtall.

3.2.3 Metode 2

Den andre metoden er først å legge inn en pumpekurve i Aquis for den betraktete pumpezone. Et brannvannsutak simuleres. Deretter leses løftehøyde og volumstrøm av i "Pump Results", og ut-trykket fra pumpestasjonen leses av. Hvis dette trykket er lavere enn trykkstasjonens settpunkt, betyr det at pumpen går med maksimalt turtall. Er trykket høyere enn settpunktet, vil pumpen egentlig ikke gå med maksimalt turtall. Da må pumpekurven deaktiveres, og det konstante ut-trykket fra trykkstasjonen settes lik settpunktet slik som vist i metode 1. Dette vil føre til at man får ut noe mindre vann, men forskjellen kan ofte være ubetydelig.

3.2.4 Stor volumstrøm

Noen annet som kan skje ved innlegging av pumpekurve, er at vannmengden som passerer trykkstasjonen blir for stor. Vannet blir da ledet utenom pumpene via bypass. Altså at volumstrømmen er større enn punktet der pumpekurven skjærer x-aksen. Da skulle egentlig løftehøyden blitt 0. Men det er en feil med Aquis slik at programmet viser negativ løftehøyde. Og jo større volumstrømmen blir, desto større negativ løftehøyde viser programmet. Derfor når negativ løftehøyde observeres, settes pumpestasjonen til "Not Active". Da vil vannet bare strømme igjennom som om det ikke var noen pumper der. Singulærtapet igjennom bypass ses bort i fra siden dette er ukjent og antas ikke å være så stort at det får særlig betydning.

3.2.5 2 pumper vs. 3 pumper

For enkelte pumpestasjoner er det slik at 2 pumper som er parallellkoblet, ikke klarer å gi nok brannvann, men derimot kan 3 pumper klare det. I disse tilfellene er det også undersøkt for både to og 3 pumper. Settpunktet for pumpestasjonen er det samme for både to og tre pumper, men man må også undersøke pumpekurven som gjelder for 3 pumper i parallell.

4 Brannvannskart

4.1 Kommentar til brannvannskart

Kartene gir en oversikt over kommunens brannvannskapasitet. Det er laget ett kart som dekker hele kommunen. I tillegg er det laget et kart for Onsøy som gjelder i hyttesesongen.

Kartene viser ikke hvor man får ut vannmengder større enn 50 l/s, men bare over 20 l/s.

Dessuten er det laget et kart som viser hvilke brannkummer som vil forårsake undertrykk andre steder på nettet ved brannuttak.

4.1.1 Om ledninger og brannkummer

Alle ledninger som er med i kartet, er kommunale ledninger. Brannkummene ligger på disse og er merket i kartet. Ledningene er farget for det meste uavhengig av hvor brannkummene ligger, slik at det også finnes fargede ledningsstrekk som ikke har noen brannkummer. Videre er det noen få ledninger som mangler i kartet. Derfor er det også brannkummer som er merket i kartet, uten at de ligger på noen ledninger.

4.1.2 Brannvannmengder

Ledningene har farge etter hvor stor vannmengde, i liter per sekund, som kan overføres til brannbil. Alle brannkummer som befinner seg på en ledning med en gitt farge, vil omtrent kunne gi den mengden som fargen viser.

Brannvannskartet er inndelt i seks forskjellige farger (tabell 4.1) etter hvor mye vann som kan tas ut av en brannkum.

Tabell 4.1 viser kommentarer til vannmengdene i brannvannskartet.

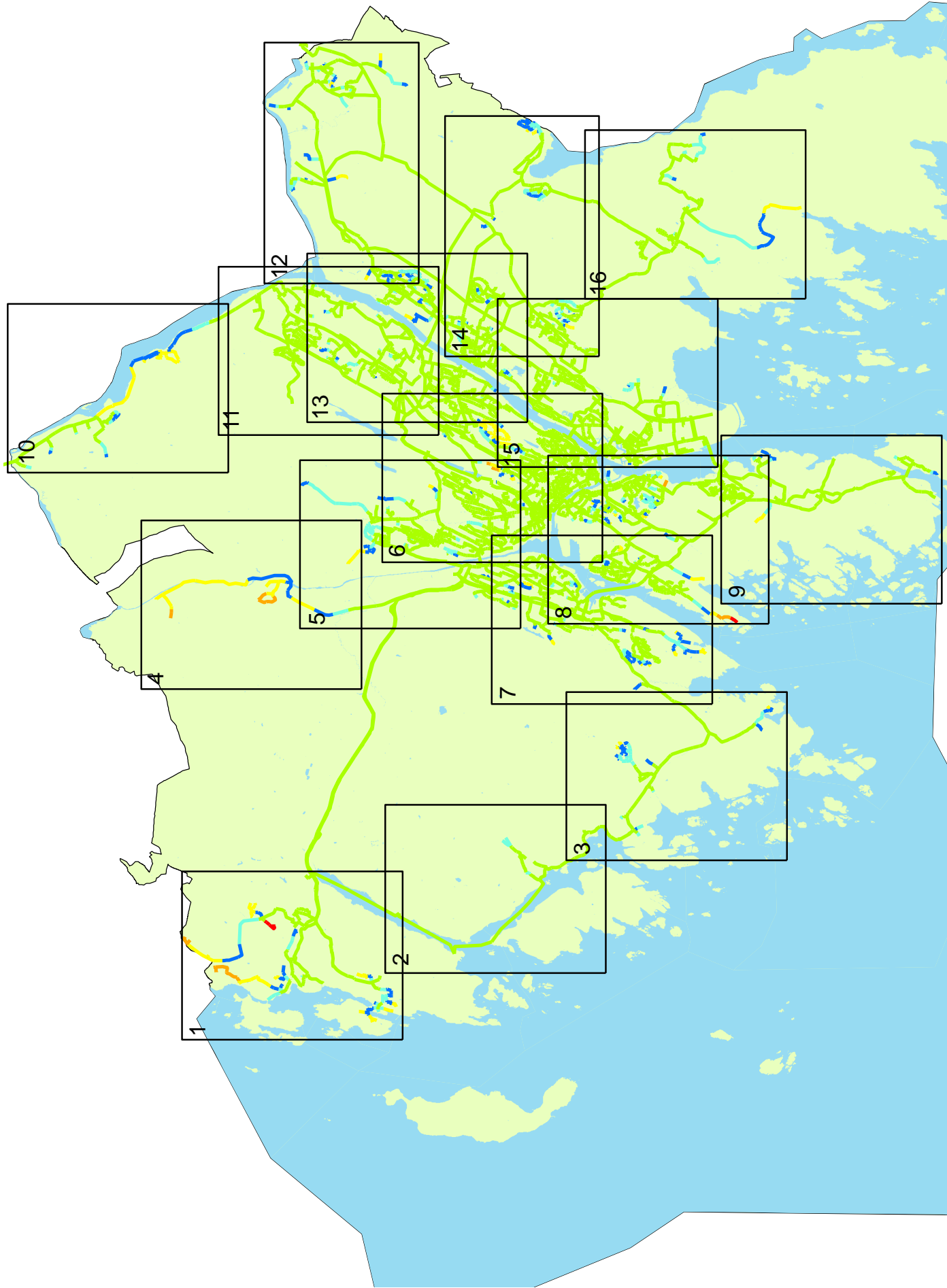
Vannmengde	Kommentar
>20	Uttakspotensialet er 20 l/s eller mer. Utmerket brannvannskapasitet.
16-20	Uttakspotensial mellom 16 l/s og 20 l/s. Noe begrenset brannvannskapasitet
12-16	Uttakspotensial mellom 12 l/s og 16 l/s. Klart begrenset brannvannskapasitet.
8-12	Uttakspotensial mellom 8 l/s og 12 l/s. Meget begrenset brannvannskapasitet.
4-8	Uttakspotensial mellom 4 l/s og 8 l/s. Svært begrenset brannvannskapasitet.
0-4	Det er ikke potensial for uttak av vann til brannslukking.

4.1.3 Undertrykk

Når det tas ut brannvann i en brannkum, vil enkelte brannuttak føre til at det vil oppstå undertrykk et annet sted på nettet. De brannkummene som vil forårsake dette, er farget blått. Kart som viser undertrykk, gjelder ikke for hyttesesongen. For disse undertrykkene er det også egne kartutklipp i denne rapporten, i kapittel 8. Der vises det for enkelte brannkummer hvor undertrykk vil oppstå.

4.1.4 Format

Det er laget et kart i A0 som viser hele kommunen, og de resterende kartene er i A3 format. Denne rapporten inneholder A3 kartene som er skalert ned til A4. (Skaleringen har medført at målestokken ikke har et rundt tall i kartene.)



Vannmengder i liter pr. sekund:

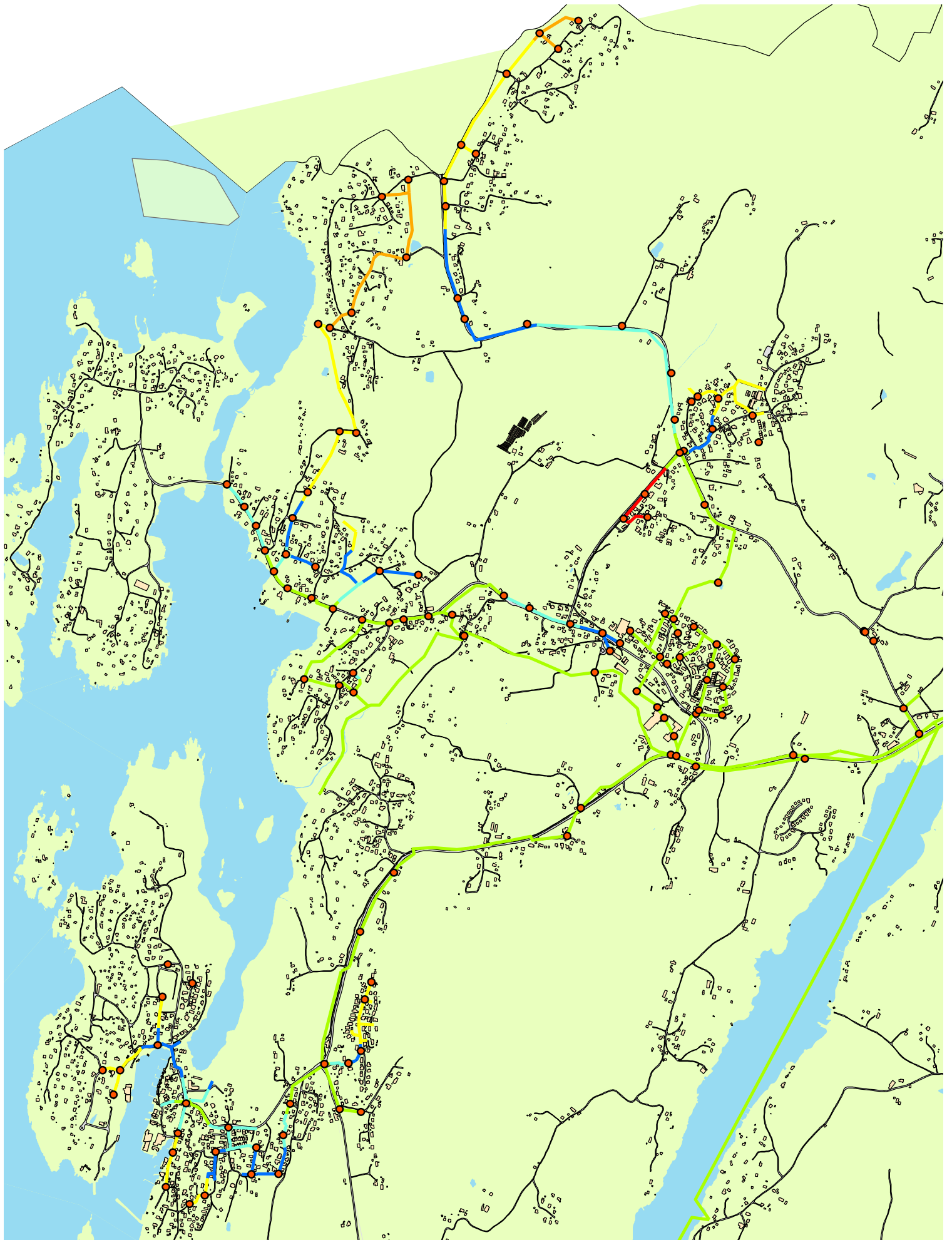


Brannvannskart over Fredrikstad kommune



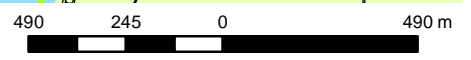
1:112 897





Vannmengder i liter pr. sekund:

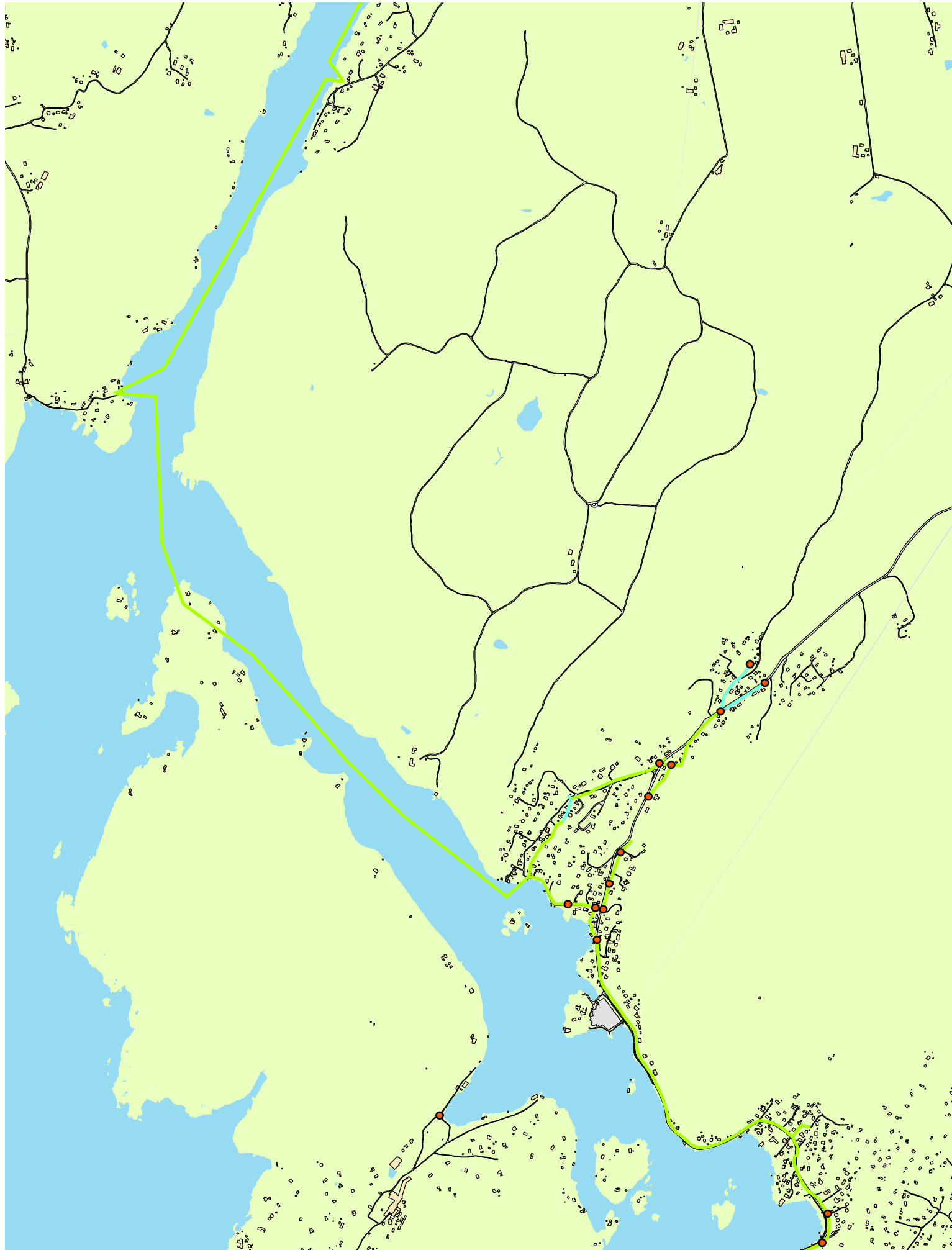
— 0-4
 — 4-8
 — 8-12
 — 12-16
 — 16-20
 — >20
 ● Brannnummer



Brannvannskart over Fredrikstad kommune Nr. 1

1:18 480





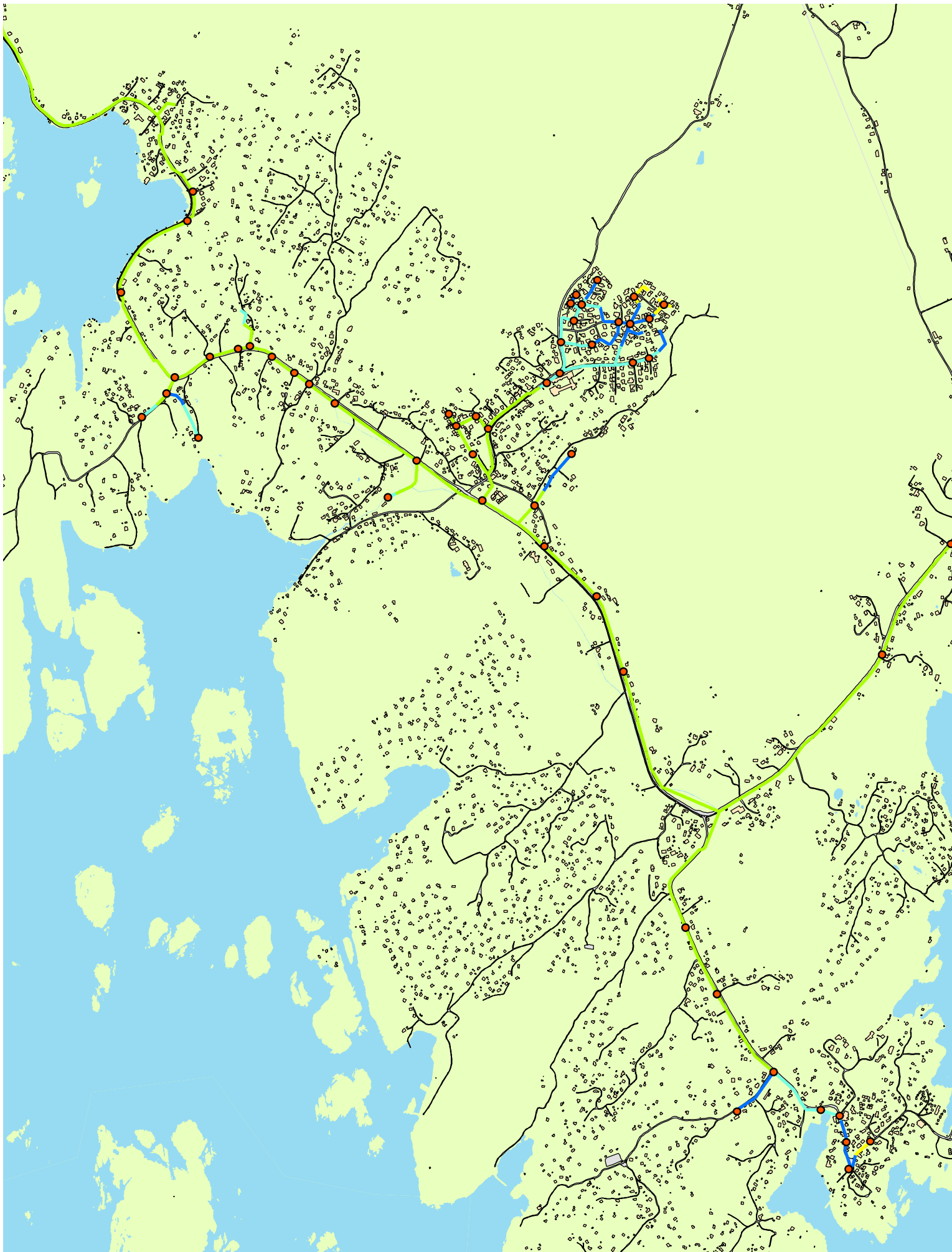
Vannmengder i liter pr. sekund:

— [16-20> — >20 ● Brannkummer

Brannvannskart over Fredrikstad kommune Nr. 2

1:18 487





Vannmengder i liter pr. sekund:

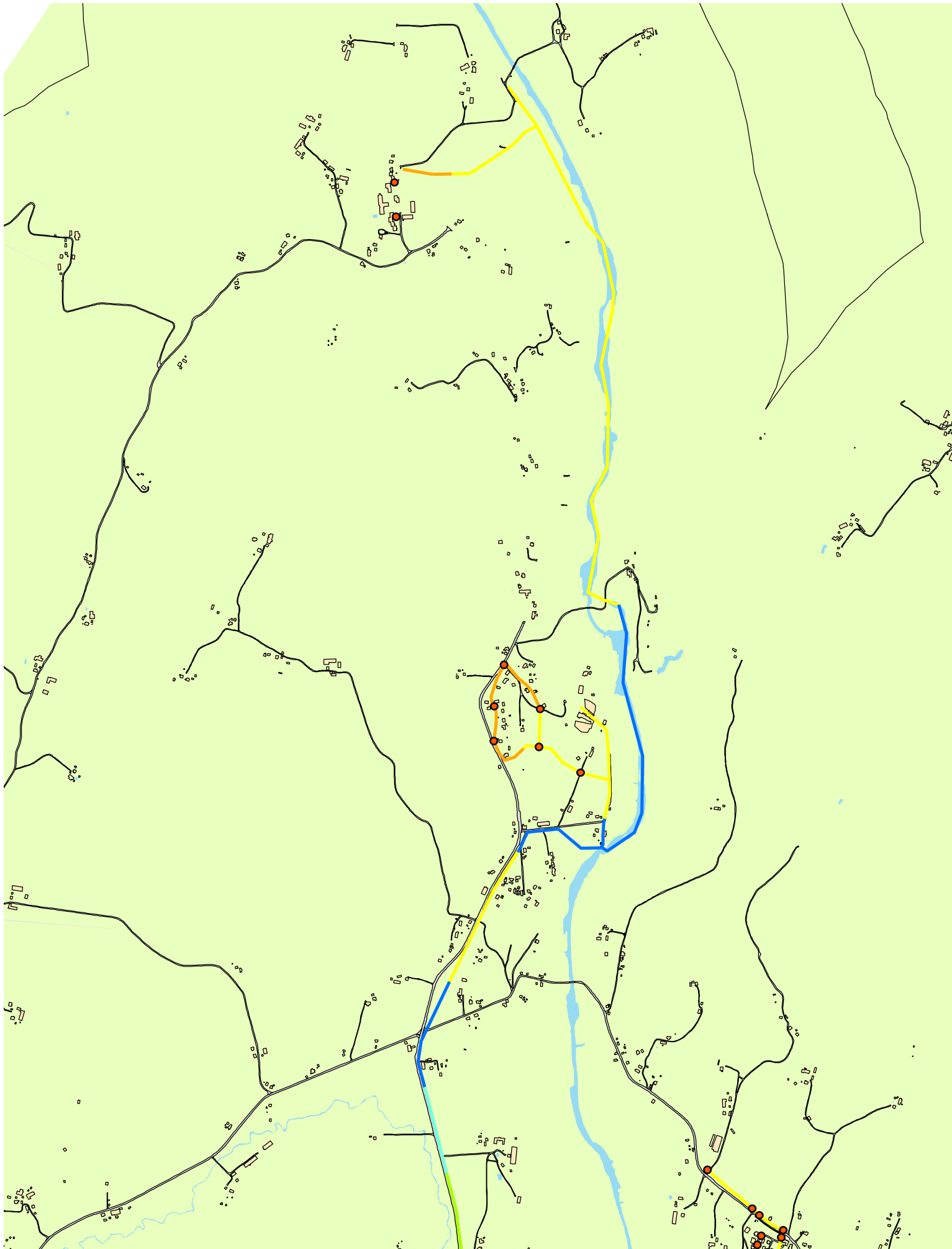
— 8-12 — 12-16 — 16-20 — >20 ● Brannkummer

500 250 0 500 m

Brannvannskart over Fredrikstad kommune Nr. 3

1:18 496





Vannmengder i liter pr. sekund:

— 4-8 — 8-12 — 12-16 — 16-20 — >20 ● Brannkummer

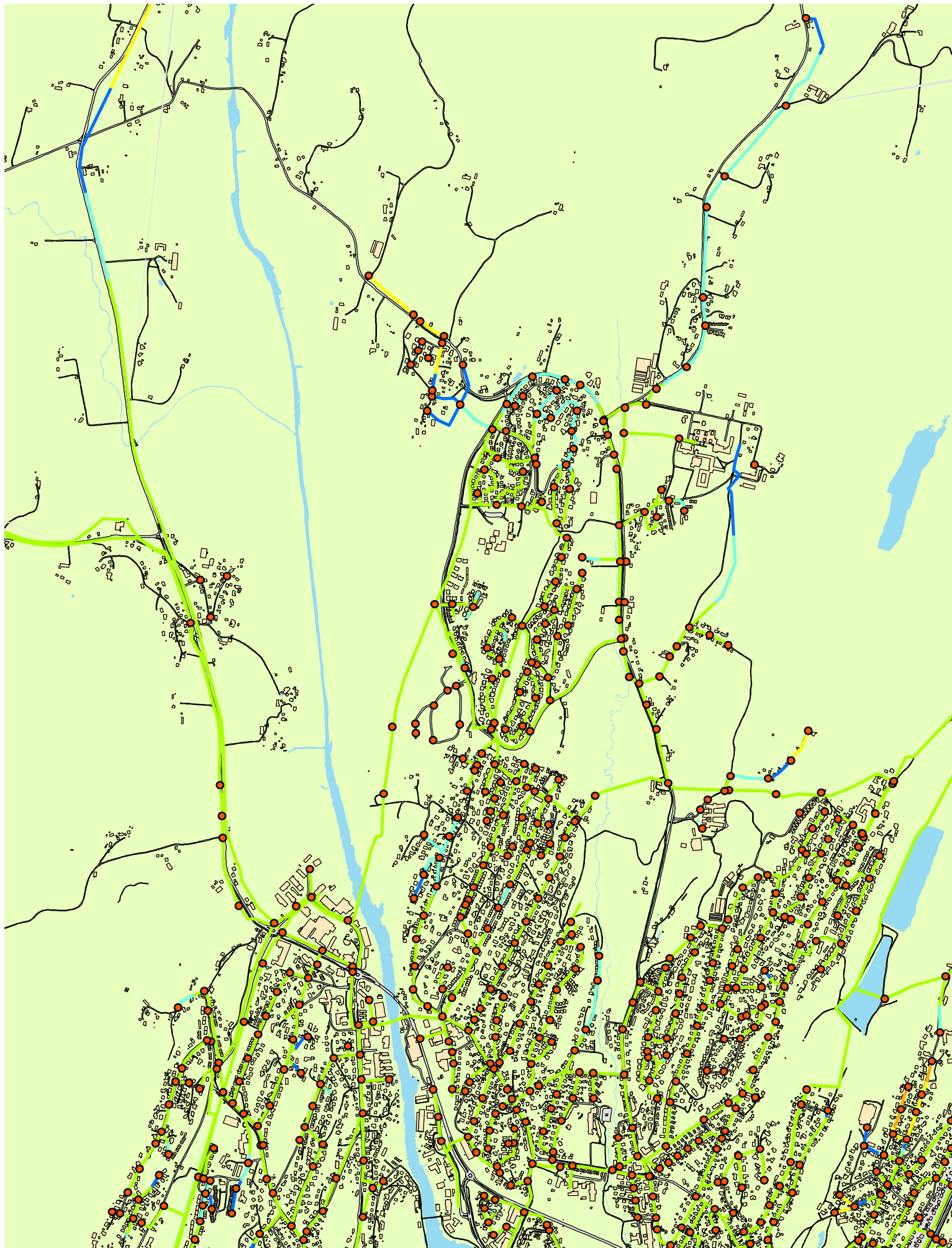
490 245 0 490 m



**Brannvannskart over Fredrikstad kommune
Nr. 4**

1:18 501





Vannmengder i liter pr. sekund:

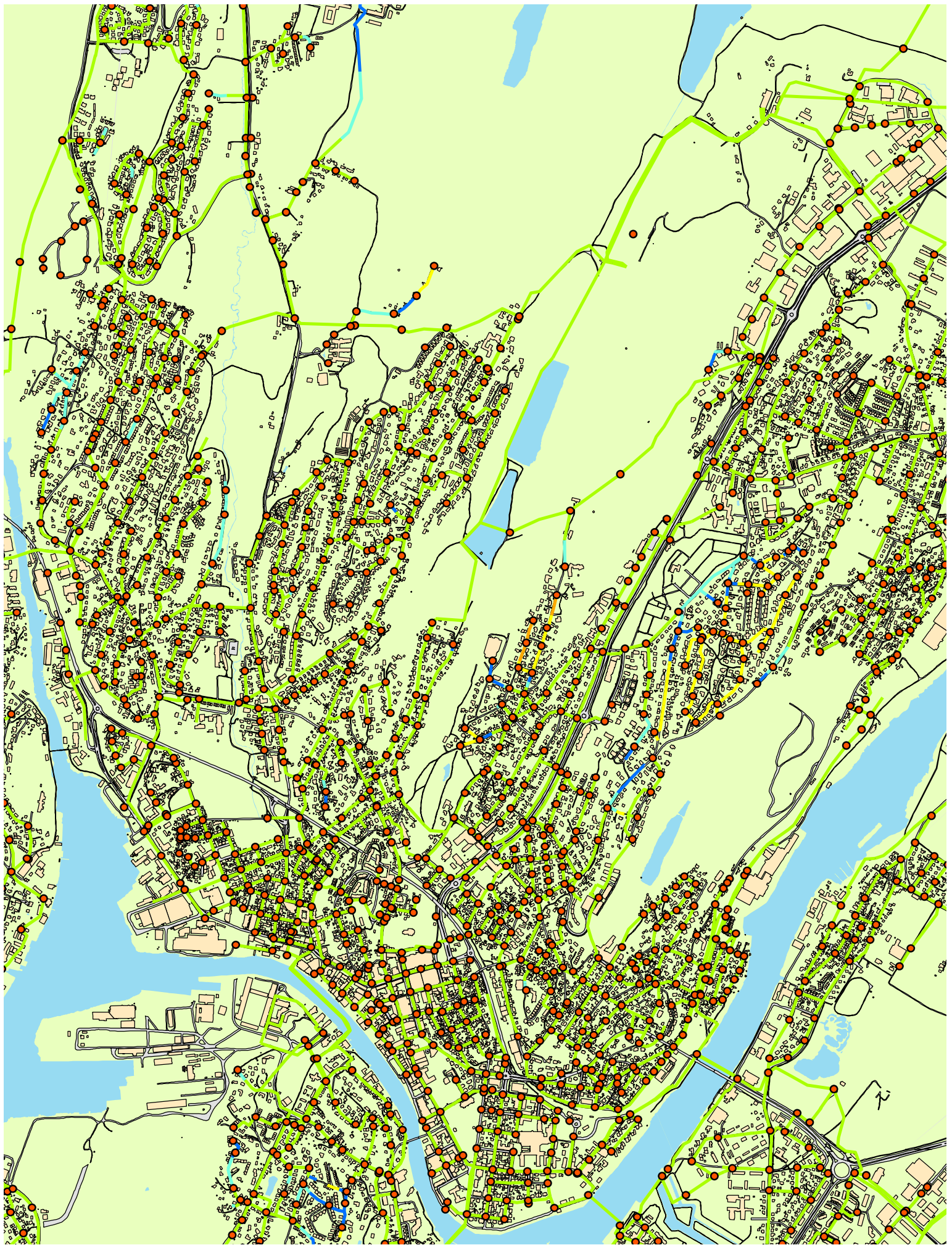
— 4-8
 — 8-12
 — 12-16
 — 16-20
 — >20
 ● Brannkummer

500 250 0 500 m

Brannvannskart over Fredrikstad kommune Nr. 5

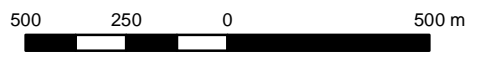
1:18 505





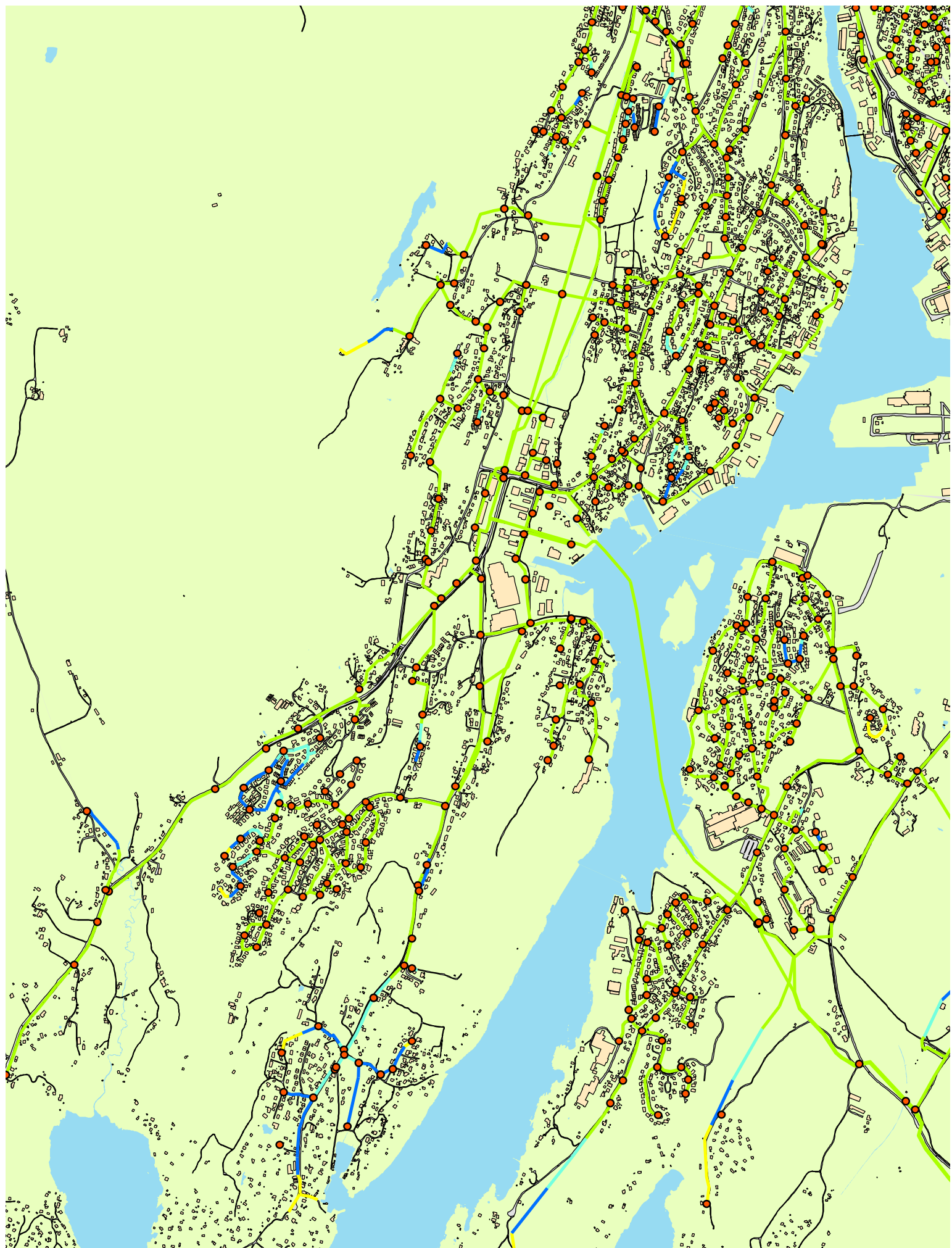
Vannmengder i liter pr. sekund:

-
 4-8
 -
 8-12
 -
 12-16
 -
 16-20
 -
 >20
 -
 Brannnummer



Brannvannskart over Fredrikstad kommune Nr. 6

1:18 499



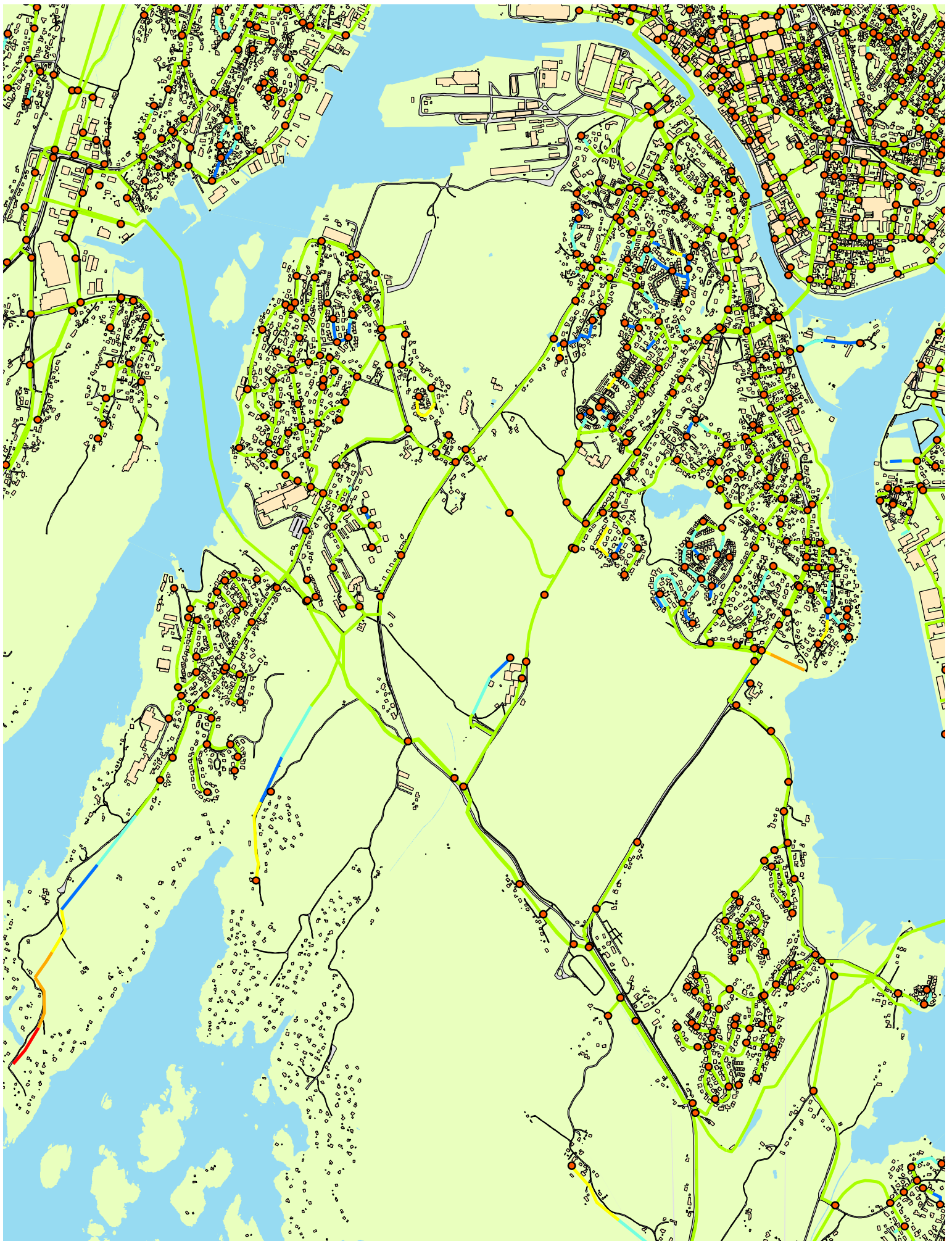
Vannmengder i liter pr. sekund:

8-12 12-16 16-20 >20 ● Brannnummer

Brannvannskart over Fredrikstad kommune Nr. 7

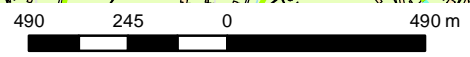
1:18 495





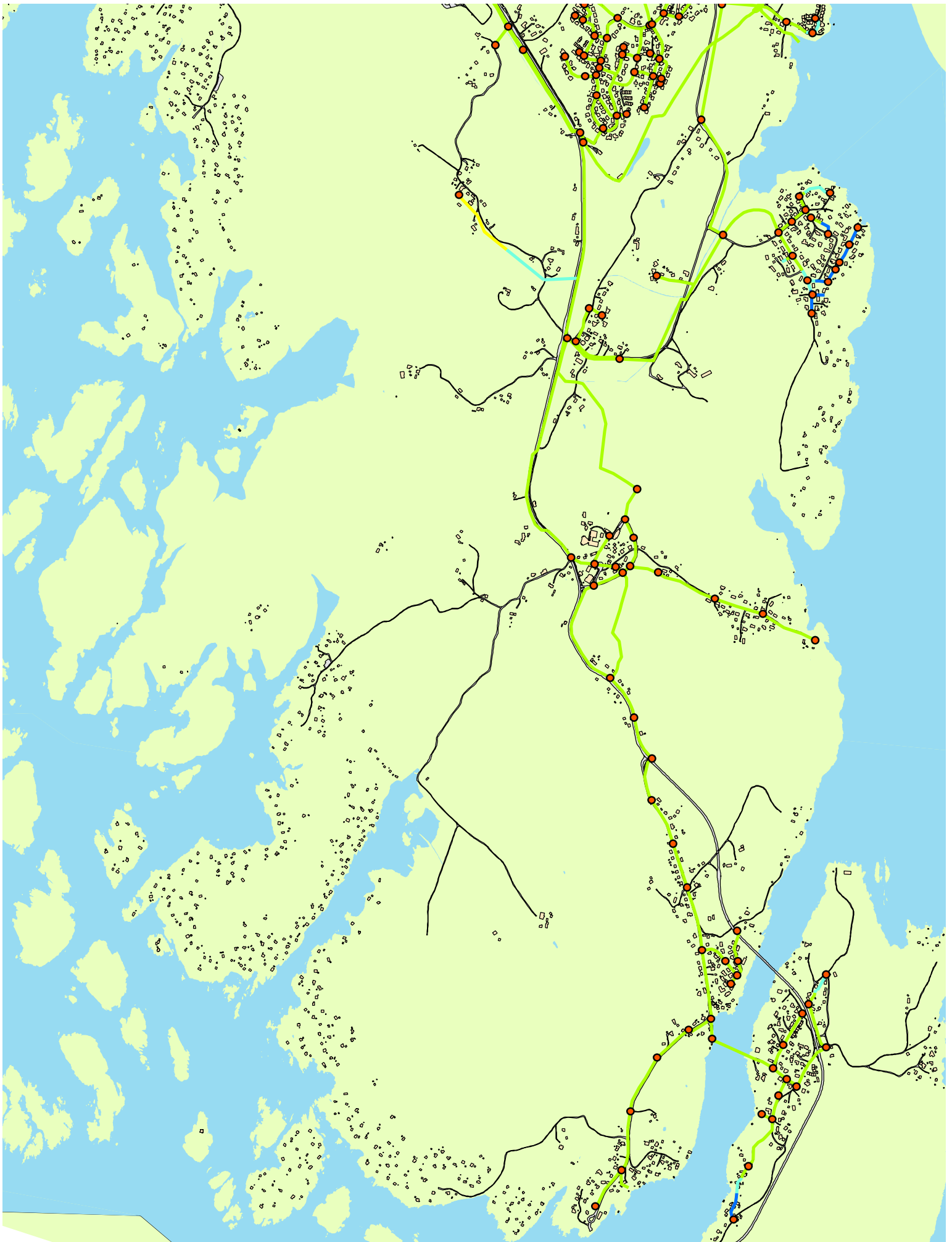
Vannmengder i liter pr. sekund:

-
-
-
-
-
-
- Brannnummer



Brannvannskart over Fredrikstad kommune Nr. 8

1:18 496



Vannmengder i liter pr. sekund:

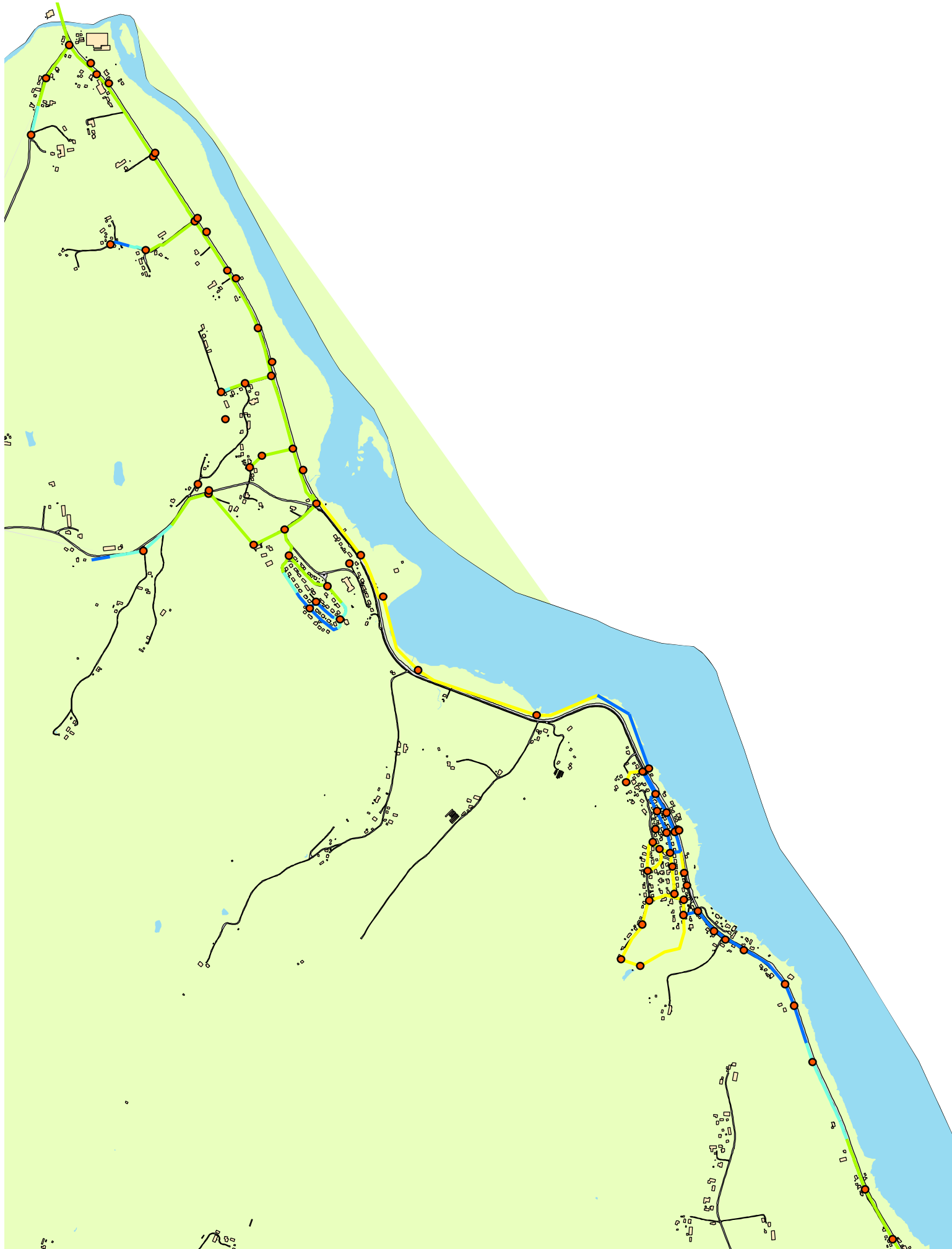
— 8-12 — 12-16 — 16-20 — >20 ● Brannkummer

490 245 0 490 m

Brannvannskart over Fredrikstad kommune Nr. 9

1:18 492





Vannmengder i liter pr. sekund:

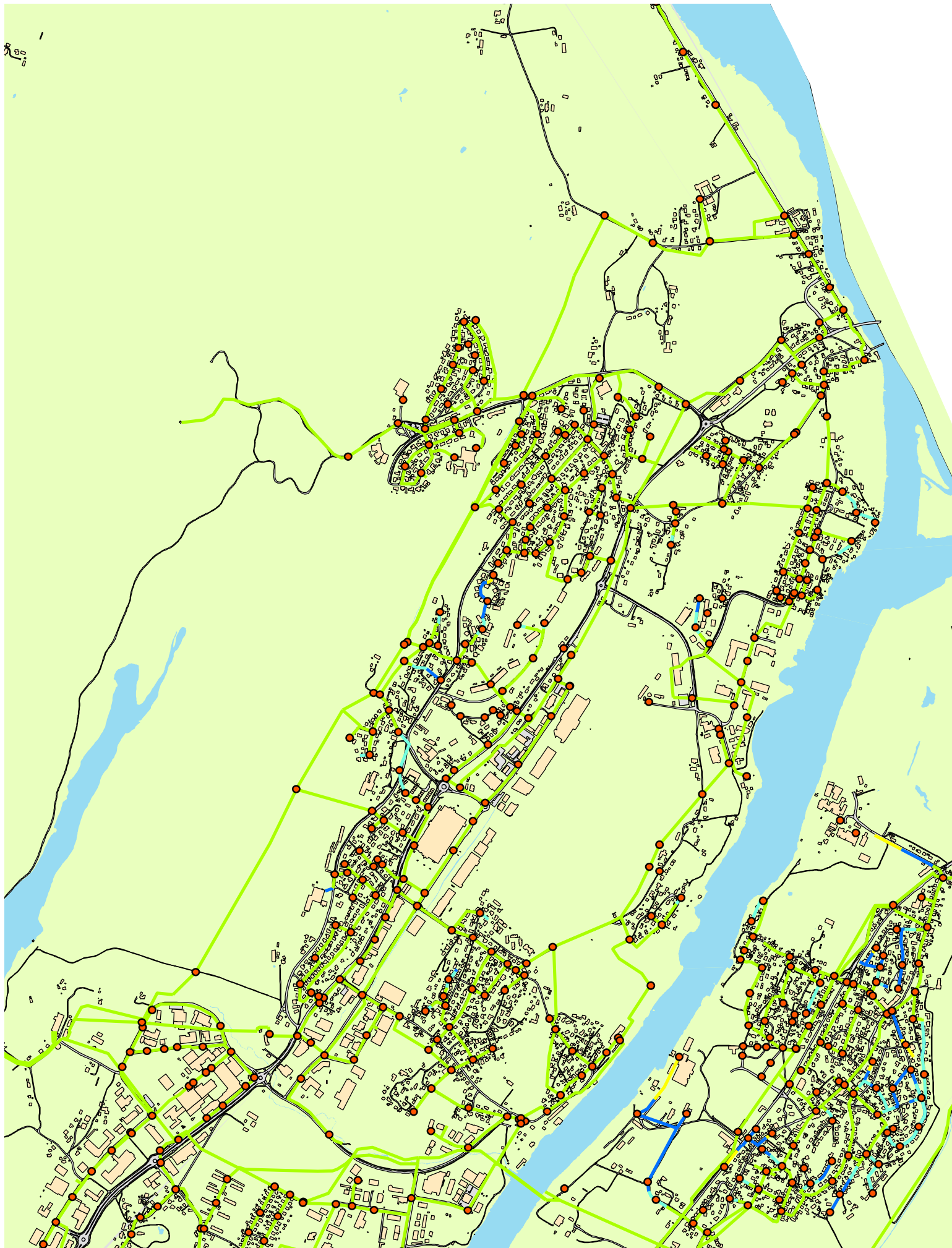
— 8-12
 — 12-16
 — 16-20
 — >20
 ● Brannkummer

Brannvannskart over Fredrikstad kommune Nr. 10

490 245 0 490 m

1:18 494





Vannmengder i liter pr. sekund:

8-12 12-16 16-20 >20 ● Brannkummer

Brannvannskart over Fredrikstad kommune Nr. 11

1:18 497





Brannvannskart over Fredrikstad kommune

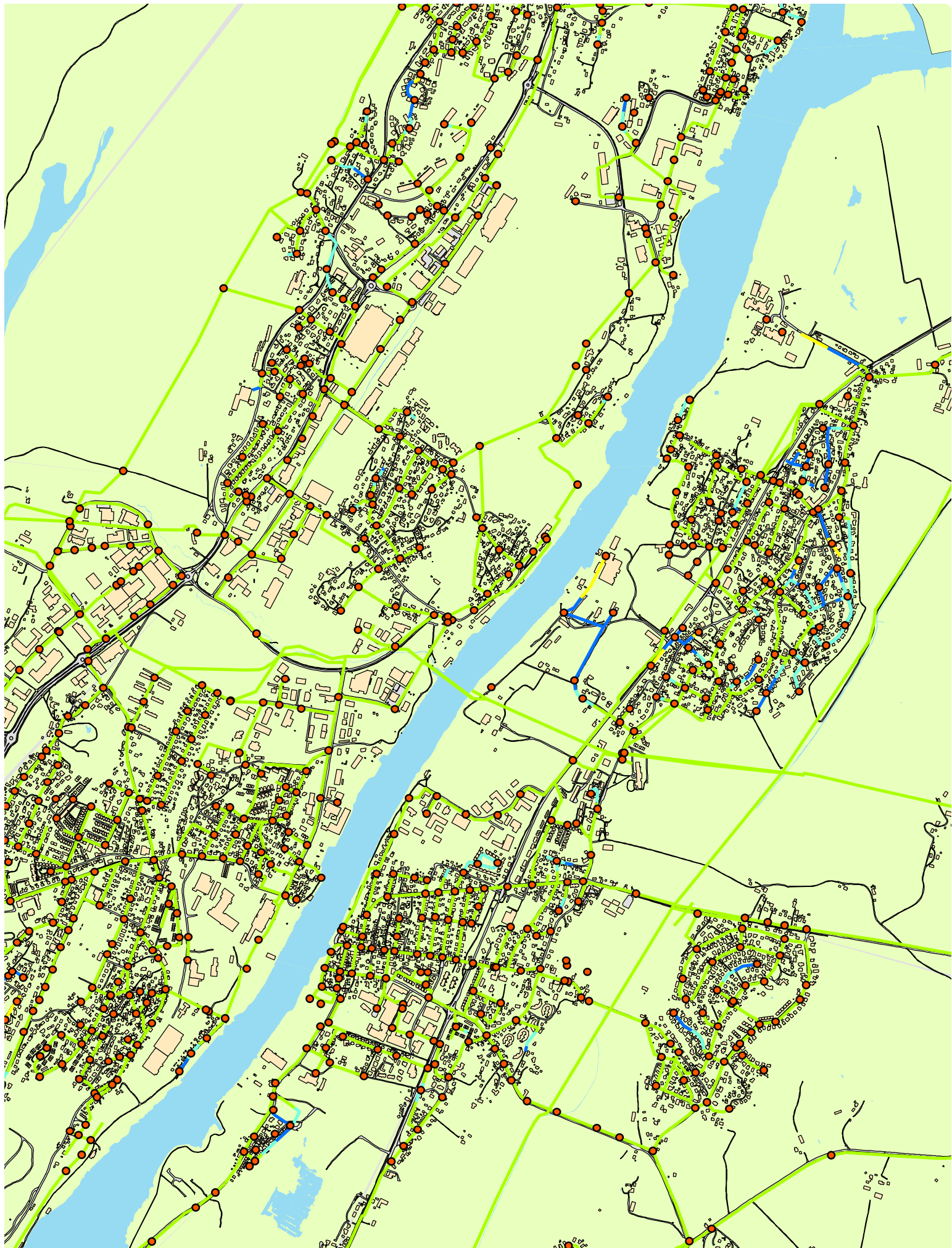
Nr. 12

Vannmengder i liter pr. sekund:

- 8-12
- 12-16
- 16-20
- >20
- Brannnummer



1:18 515



Vannmengder i liter pr. sekund:

8-12 12-16 16-20 >20 ● Brannkummer

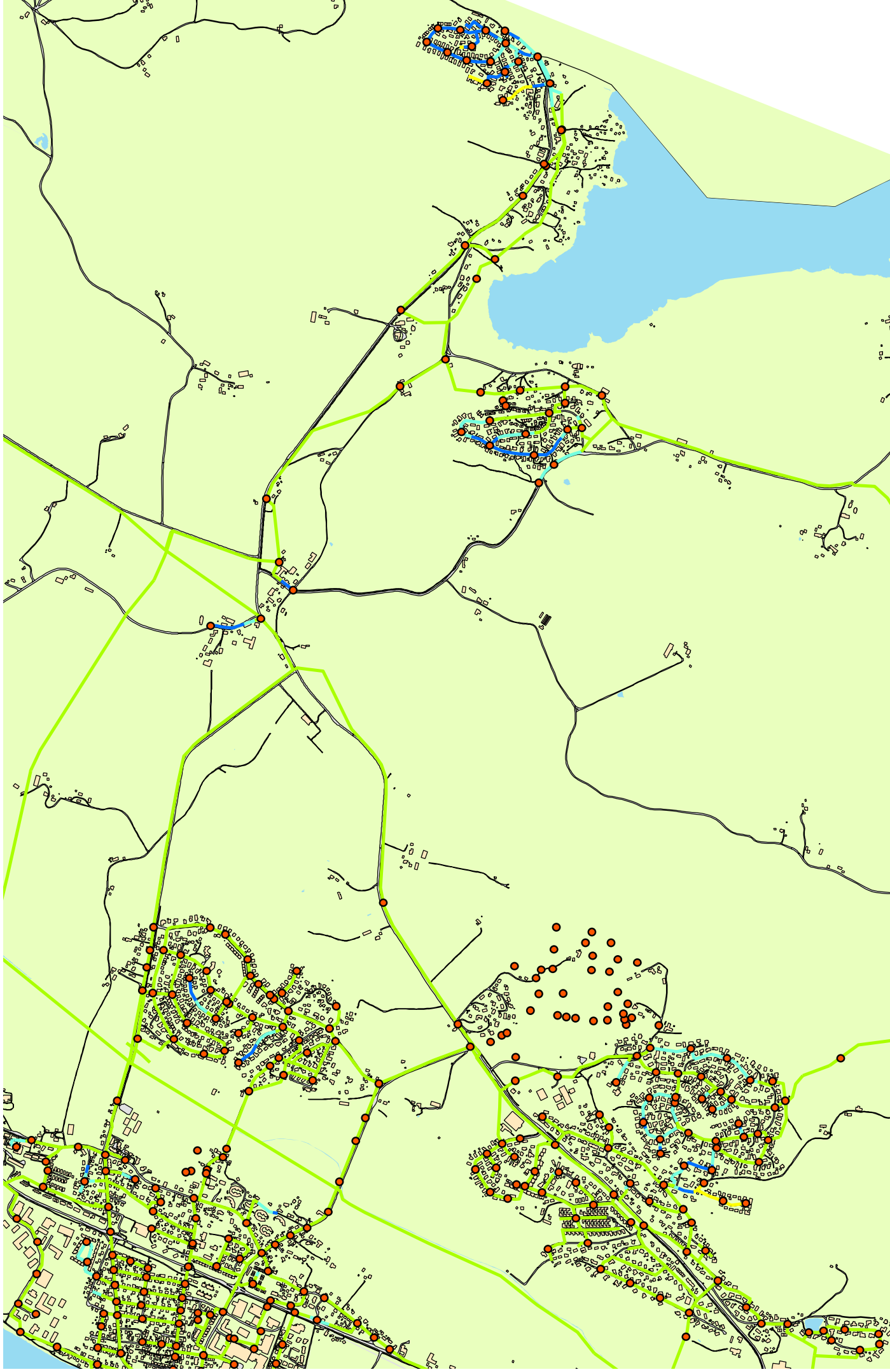
490 245 0 490 m



Brannvannskart over Fredrikstad kommune Nr. 13

1:18 498





Brannvannskart over Fredrikstad kommune

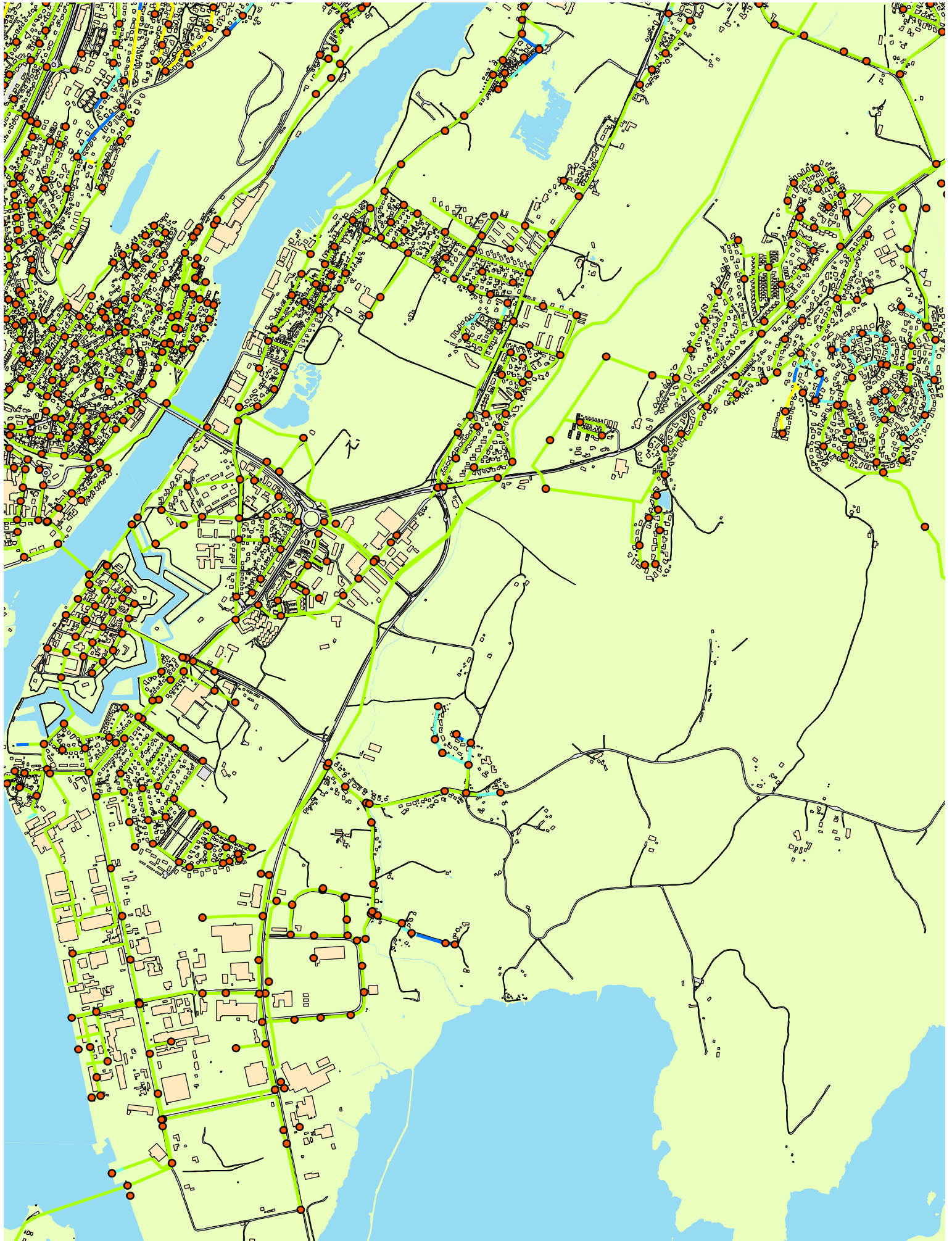
Nr. 14

Vannmengder i liter pr. sekund:

- 8-12
- 12-16
- 16-20
- >20
- Brannnummer

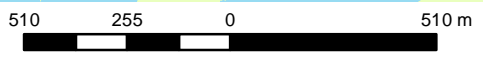


1:18 542



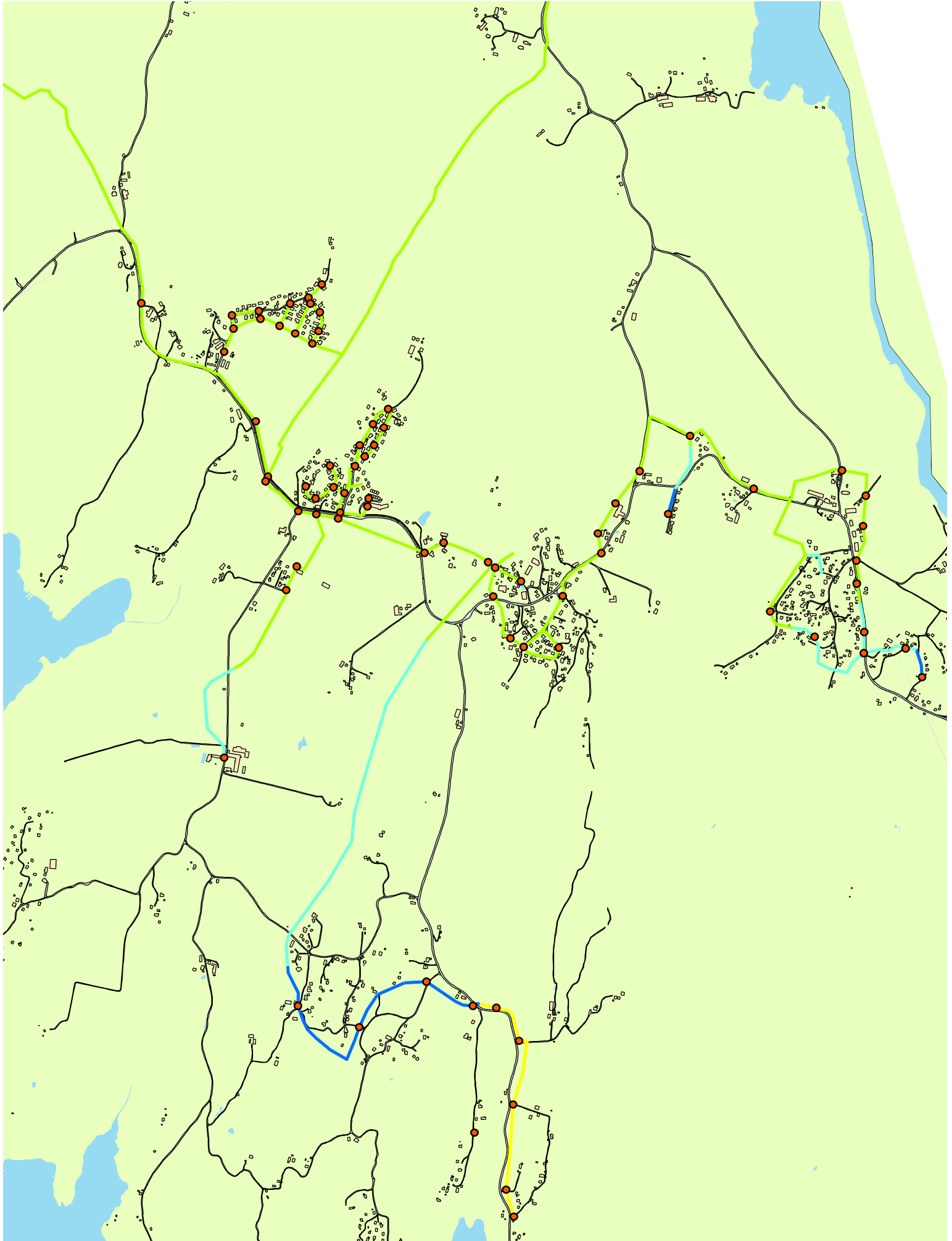
Vannmengder i liter pr. sekund:

-
 8-12
 -
 12-16
 -
 16-20
 -
 >20
 -
 Brannkummer



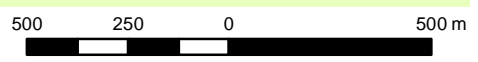
Brannvannskart over Fredrikstad kommune Nr. 15

1:18 494



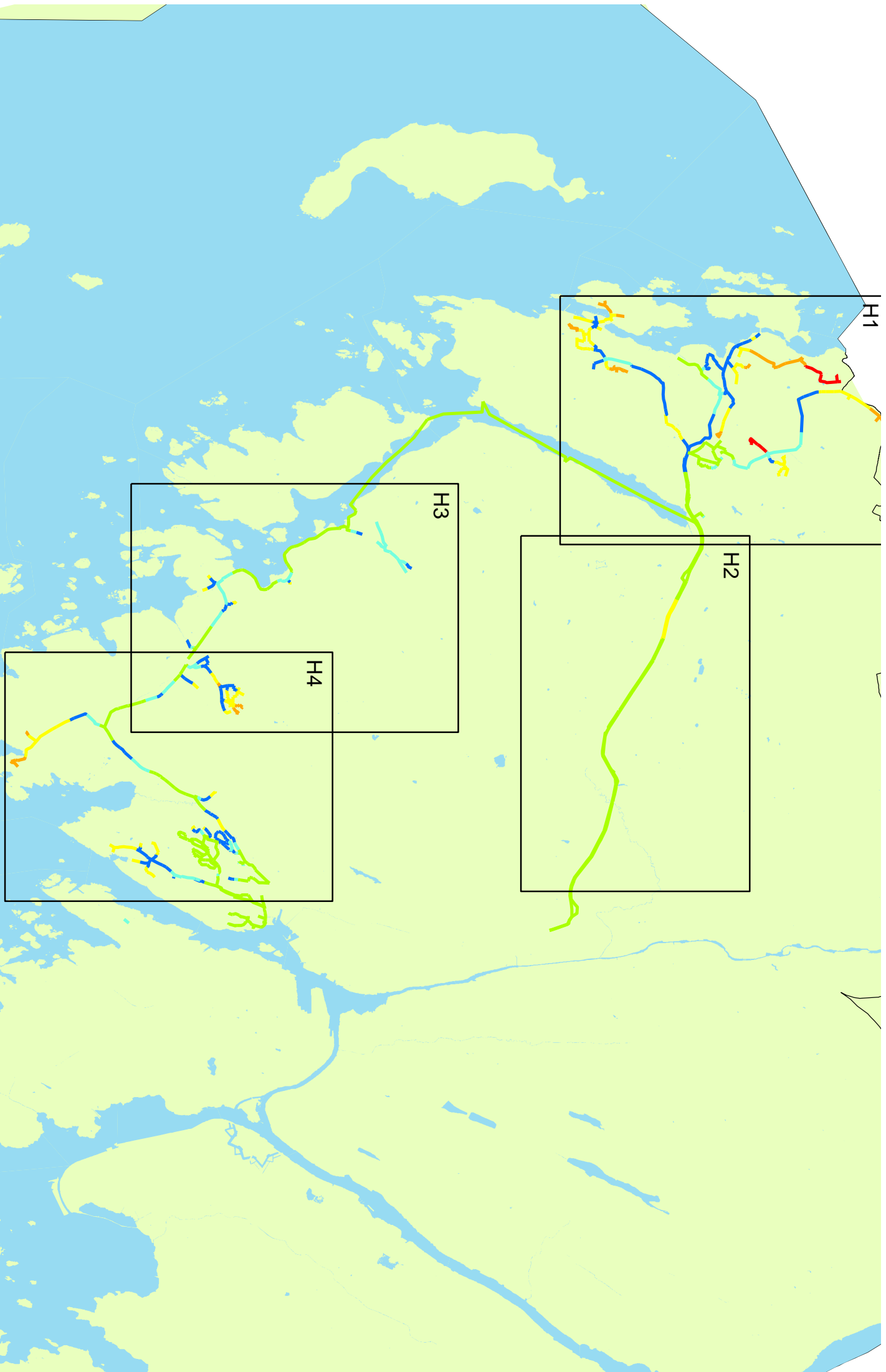
Vannmengder i liter pr. sekund:

— 8-12 — 12-16 — 16-20 — >20 ● Brannkummer



Brannvannskart over Fredrikstad kommune Nr. 16

1:18 491



Vannmengder i liter pr. sekund:

- 0-4
- 4-8
- 8-12
- 12-16
- 16-20
- >20

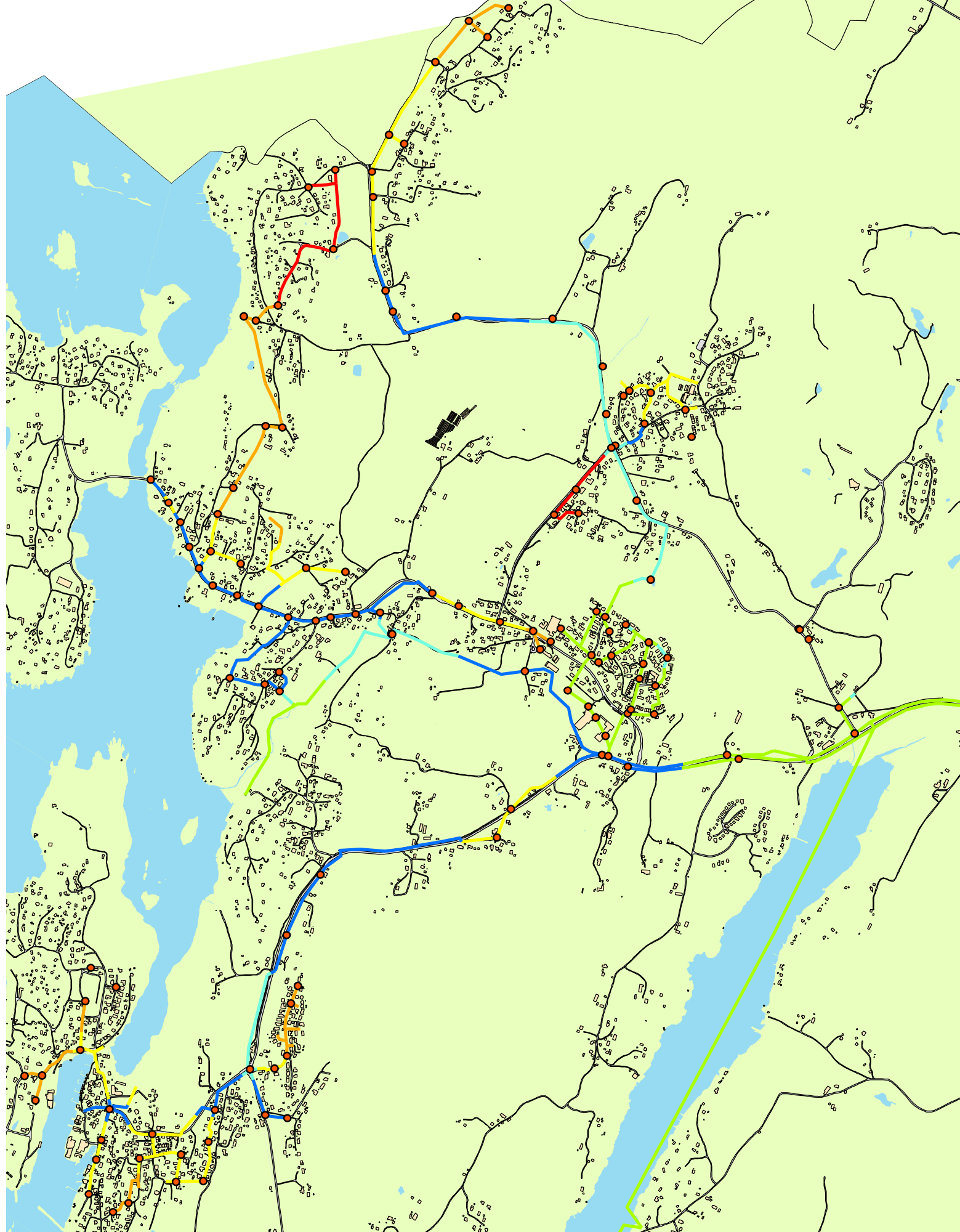
Brannvannskart over Fredrikstad kommune

Gjelder hyttesesongen



1:70 245





Vannmengder i liter pr. sekund:

— 0-4
 — 4-8
 — 8-12
 — 12-16
 — 16-20
 — >20
 ● Brannkummer

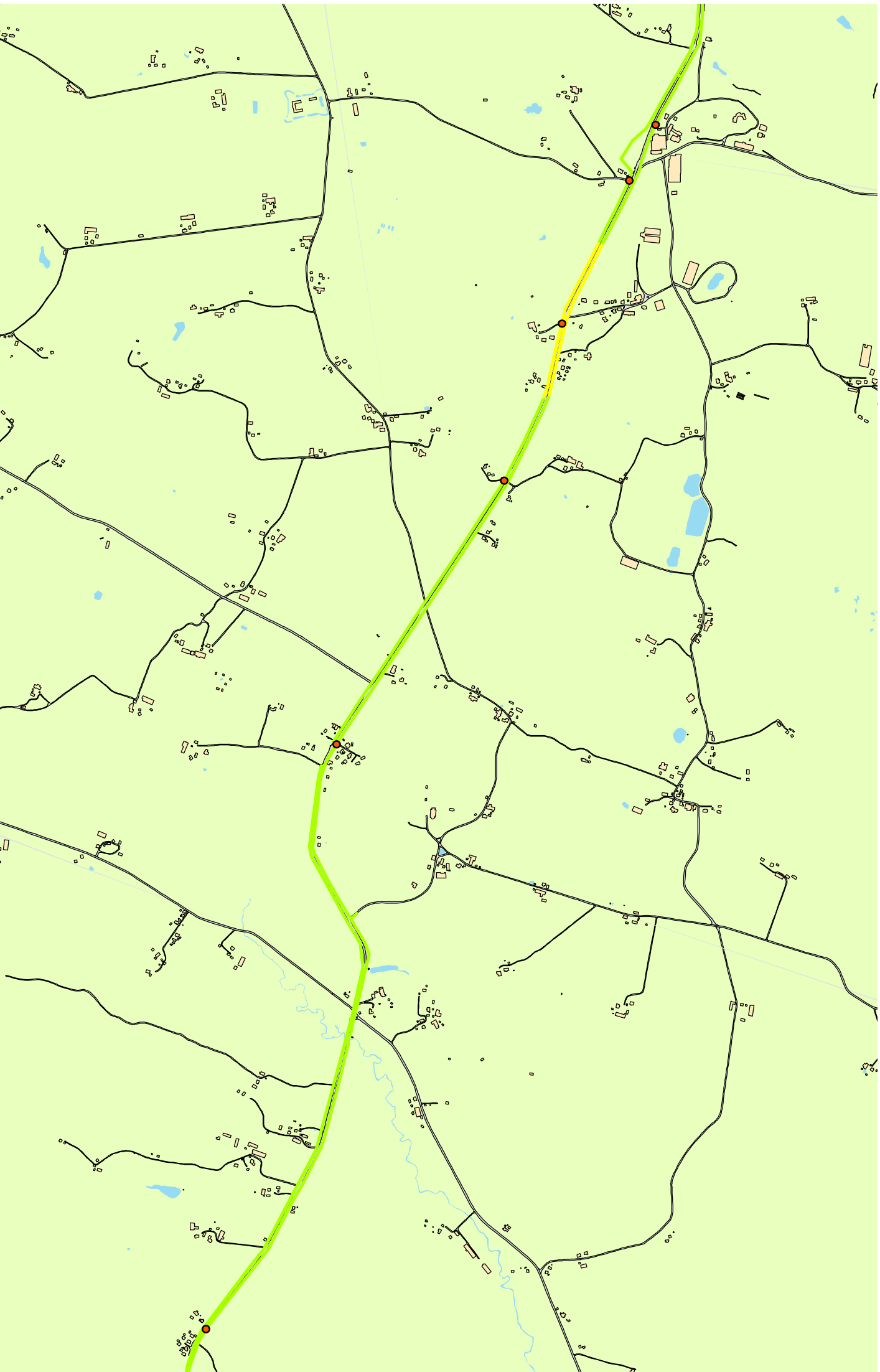
490 245 0 490 m



Brannvannskart over Fredrikstad kommune
Gjelder hyttesesongen Nr. H1

1:18 214





Vannmengder i liter pr. sekund:

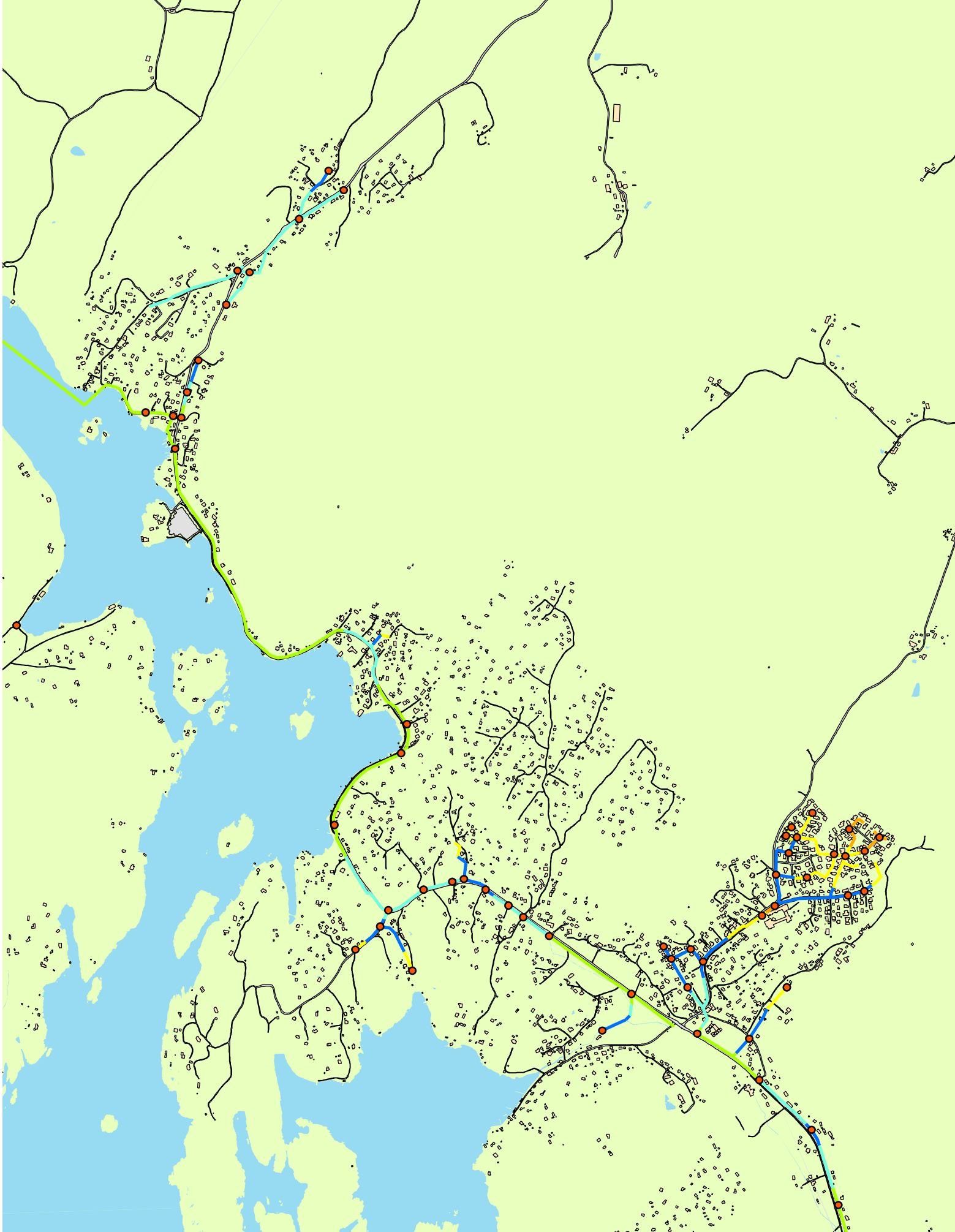
- 8-12
 - 12-16
 - 16-20
 - 20
- Brannkummer

Brannvannskart over Fredrikstad kommune
Gjelder hyttesesongen **Nr. H2**



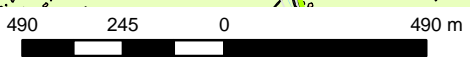
1:17 998





Vannmengder i liter pr. sekund:

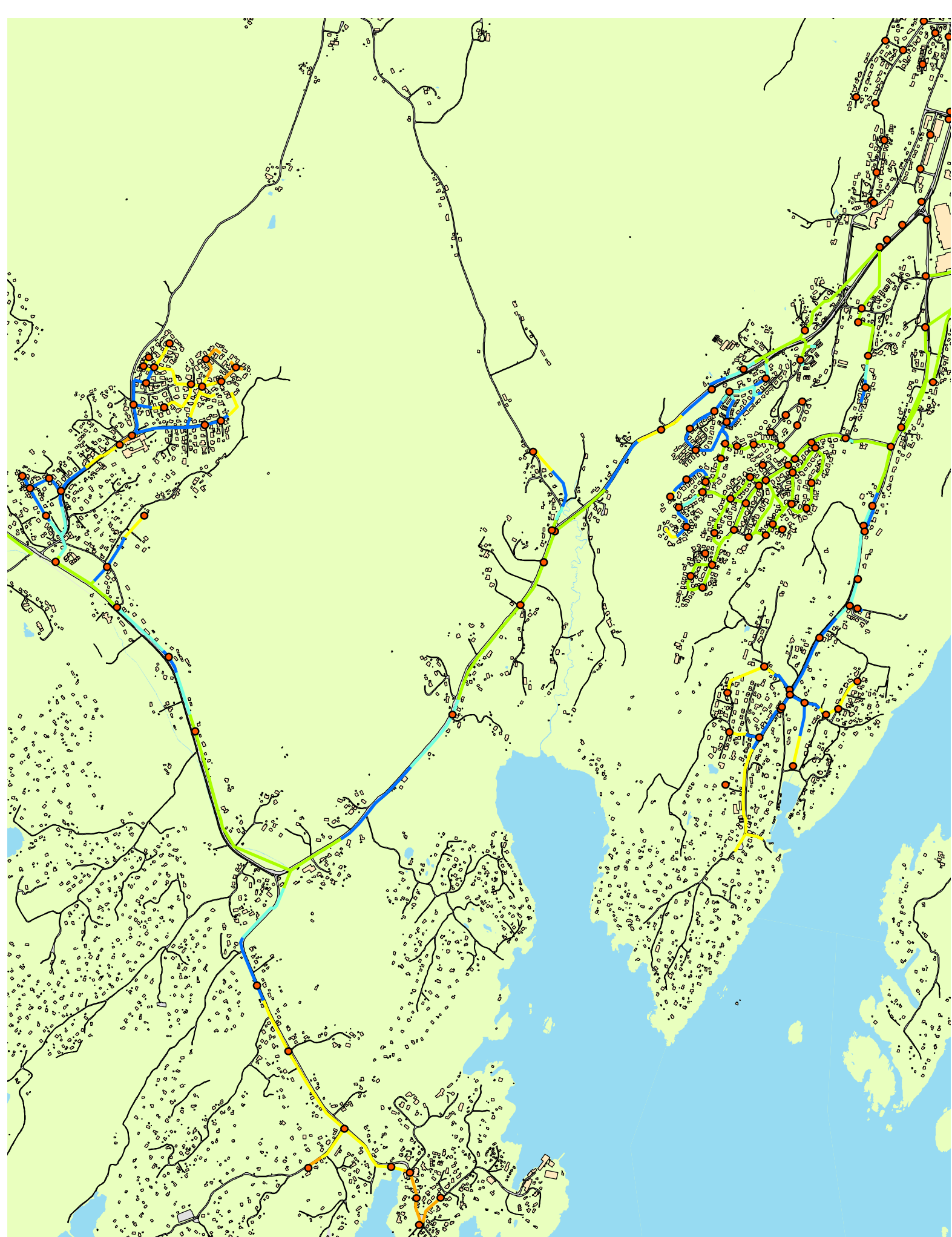
— 4-8 — 8-12 — 12-16 — 16-20 — >20 ● Brannkummer



Brannvannskart over Fredrikstad kommune
Gjelder hyttesesongen
Nr. H3

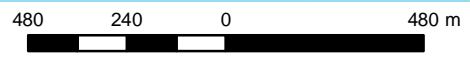
1:18 162





Vannmengder i liter pr. sekund:

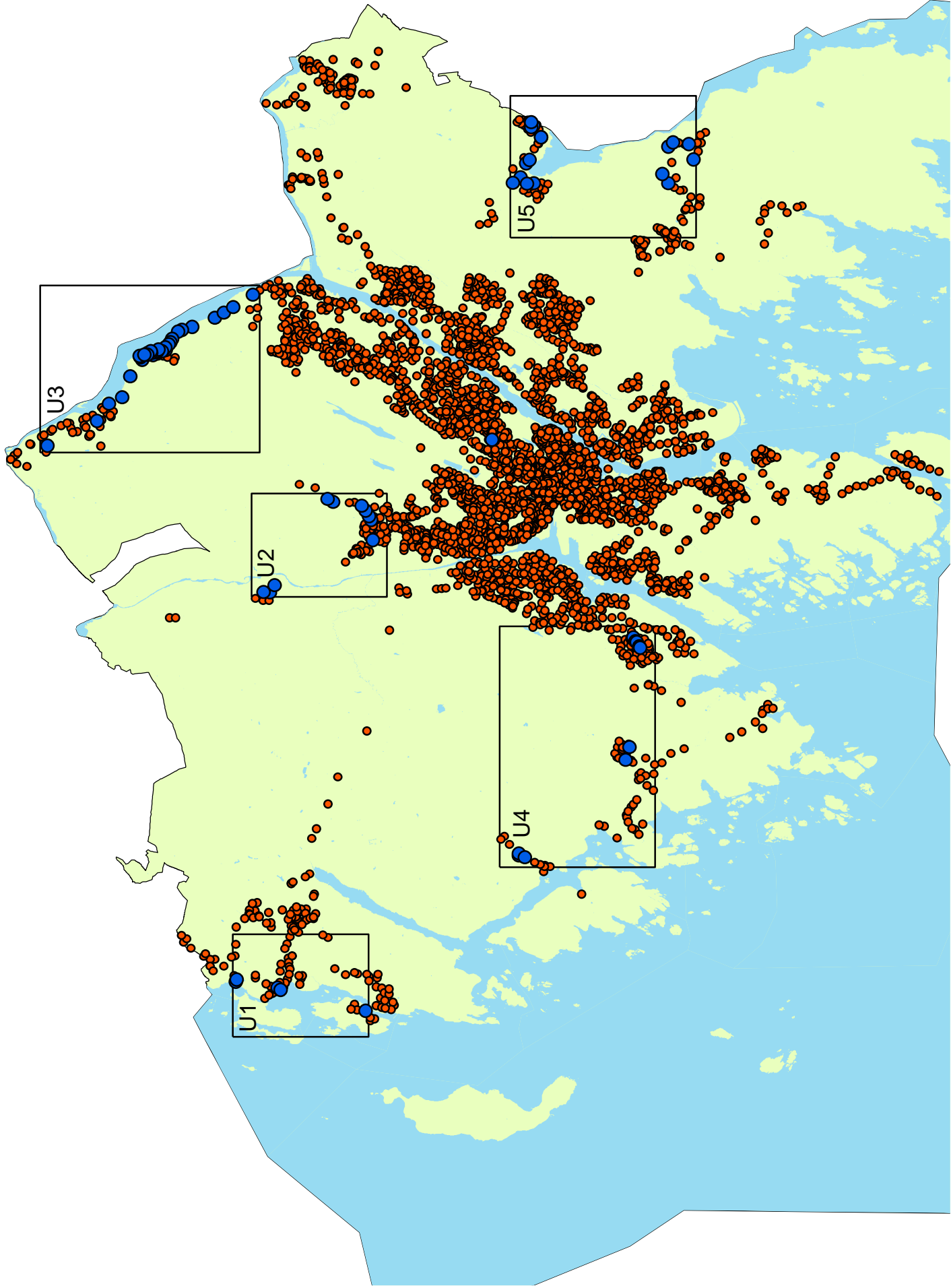
-
 4-8
 -
 8-12
 -
 12-16
 -
 16-20
 -
 >20
 -
 Brannkummer



Brannvannskart over Fredrikstad kommune
 Gjelder hyttesesongen
Nr. H4

1:18 168





Brannvannskart over Fredrikstad kommune

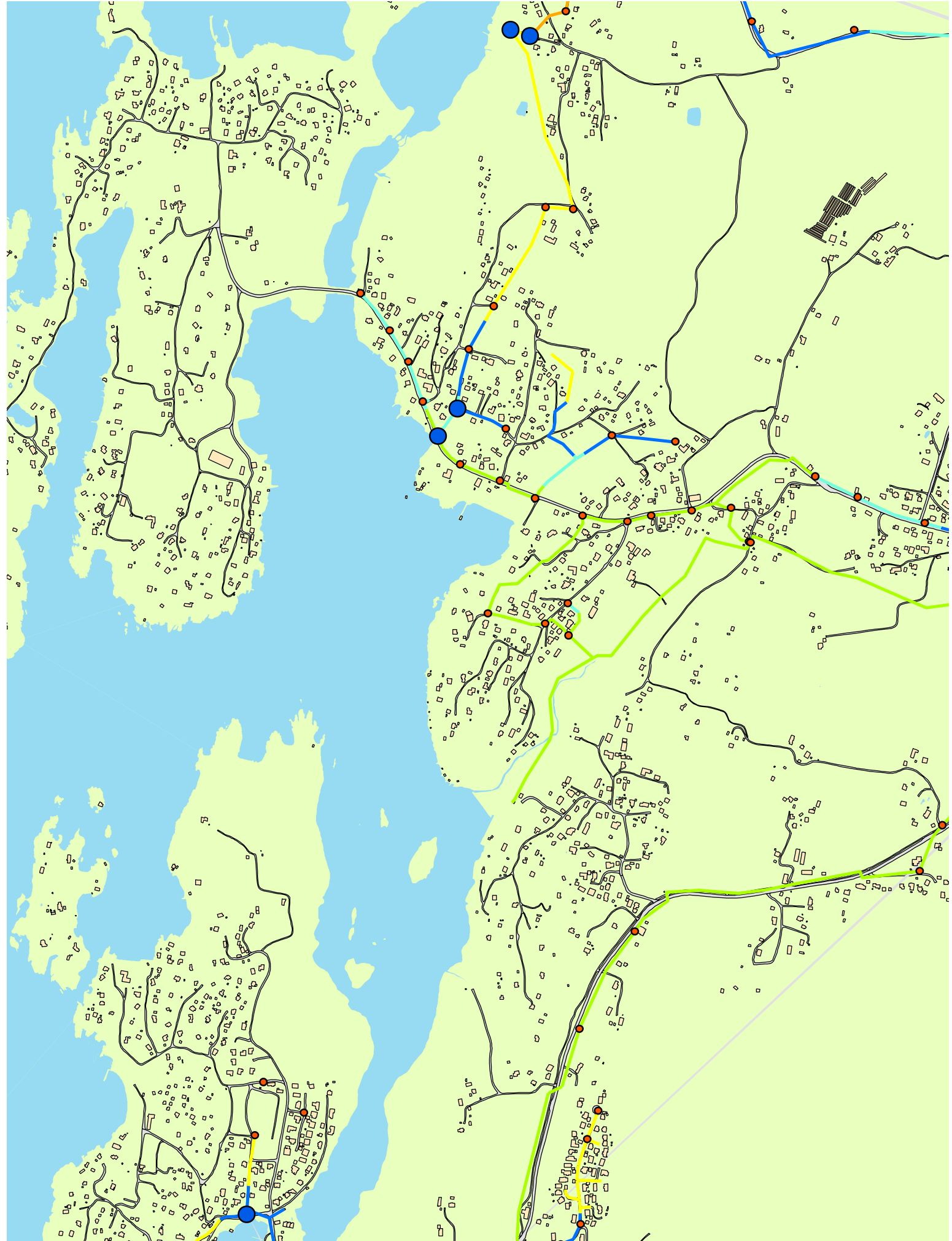
Viser undertrykk

● Undertrykk

● Brannkummer

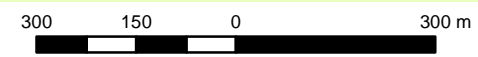
4 200 2 100 0 4 200 m

1:113 041



Vannmengder i liter pr. sekund:

-
-
-
-
-
-
-
 Brannkummer
 -
 Undertrykk

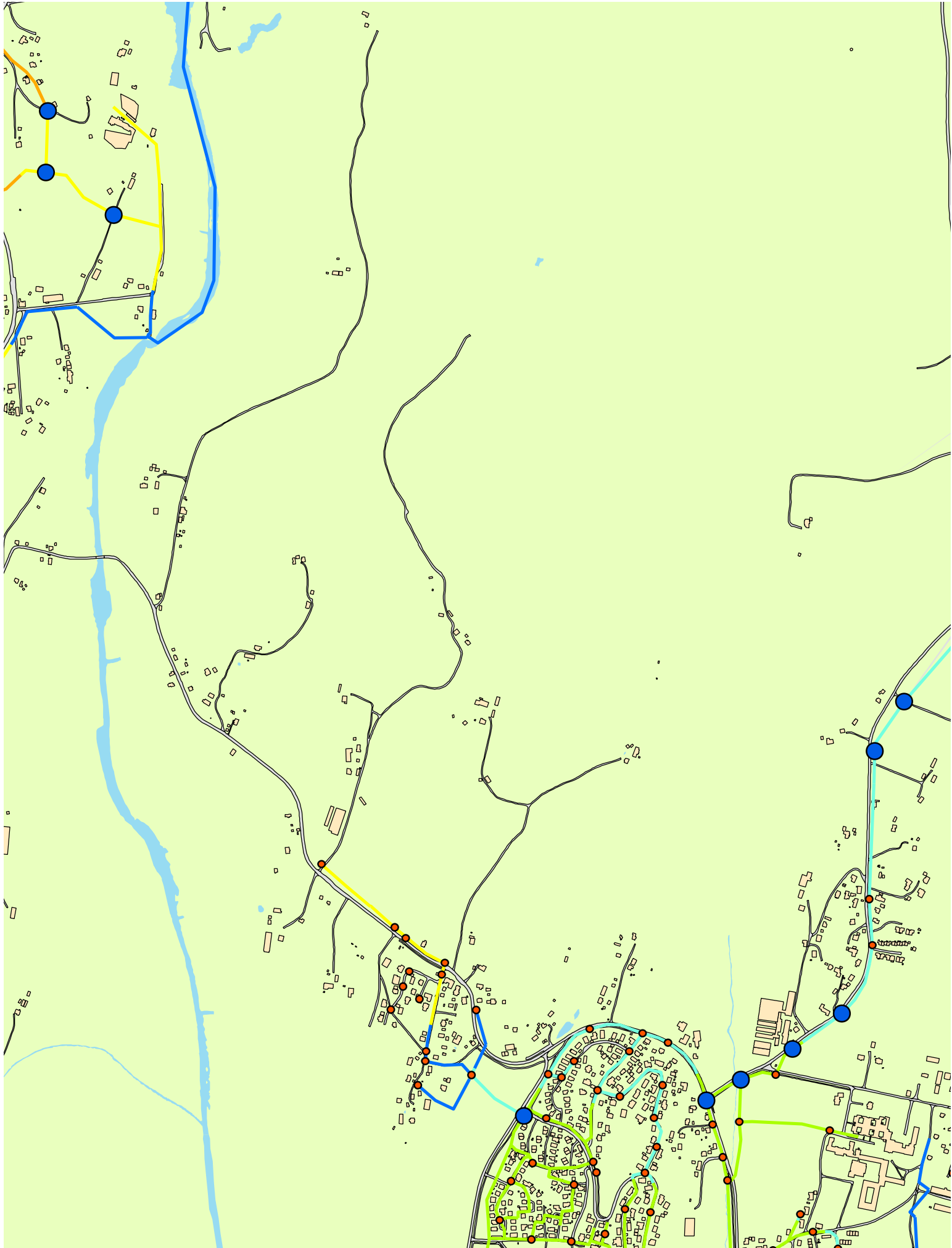


Brannvannskart over Fredrikstad kommune
Nr. U1

Viser undertrykk

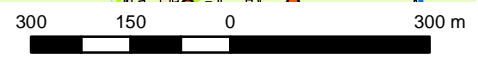
1:11 286





Vannmengder i liter pr. sekund:

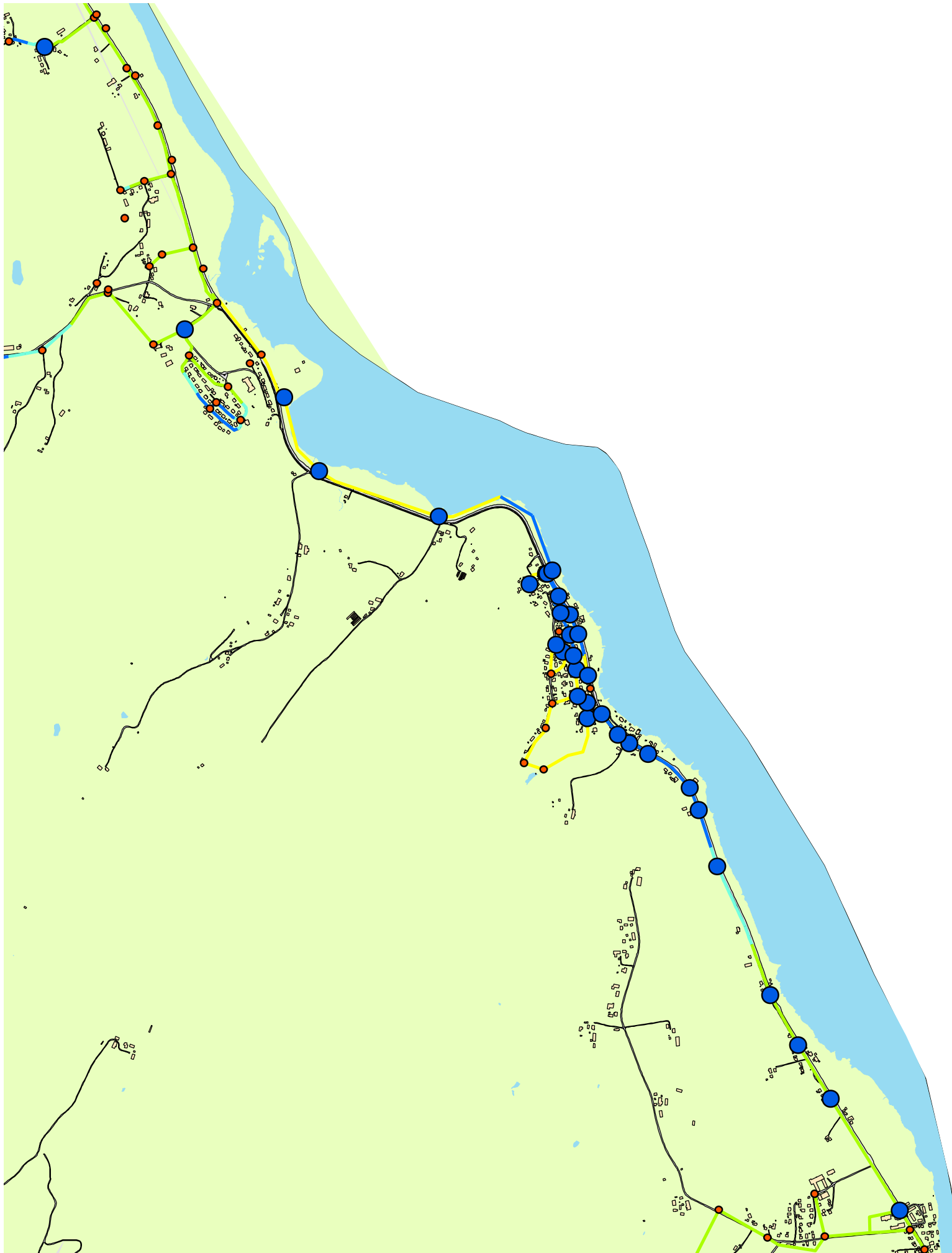
- >20
- 16-20
- 12-16
- 8-12
- 4-8
- 0-4
- Brannkummer
- Undertrykk



Brannvannskart over Fredrikstad kommune
Viser undertrykk Nr. U2

1:11 286





Vannmengder i liter pr. sekund:

— >20
 — 16-20
 — 12-16
 — 8-12
 — 4-8
 — 0-4
 ● Brannkummer
 ● Undertrykk

Viser undertrykk

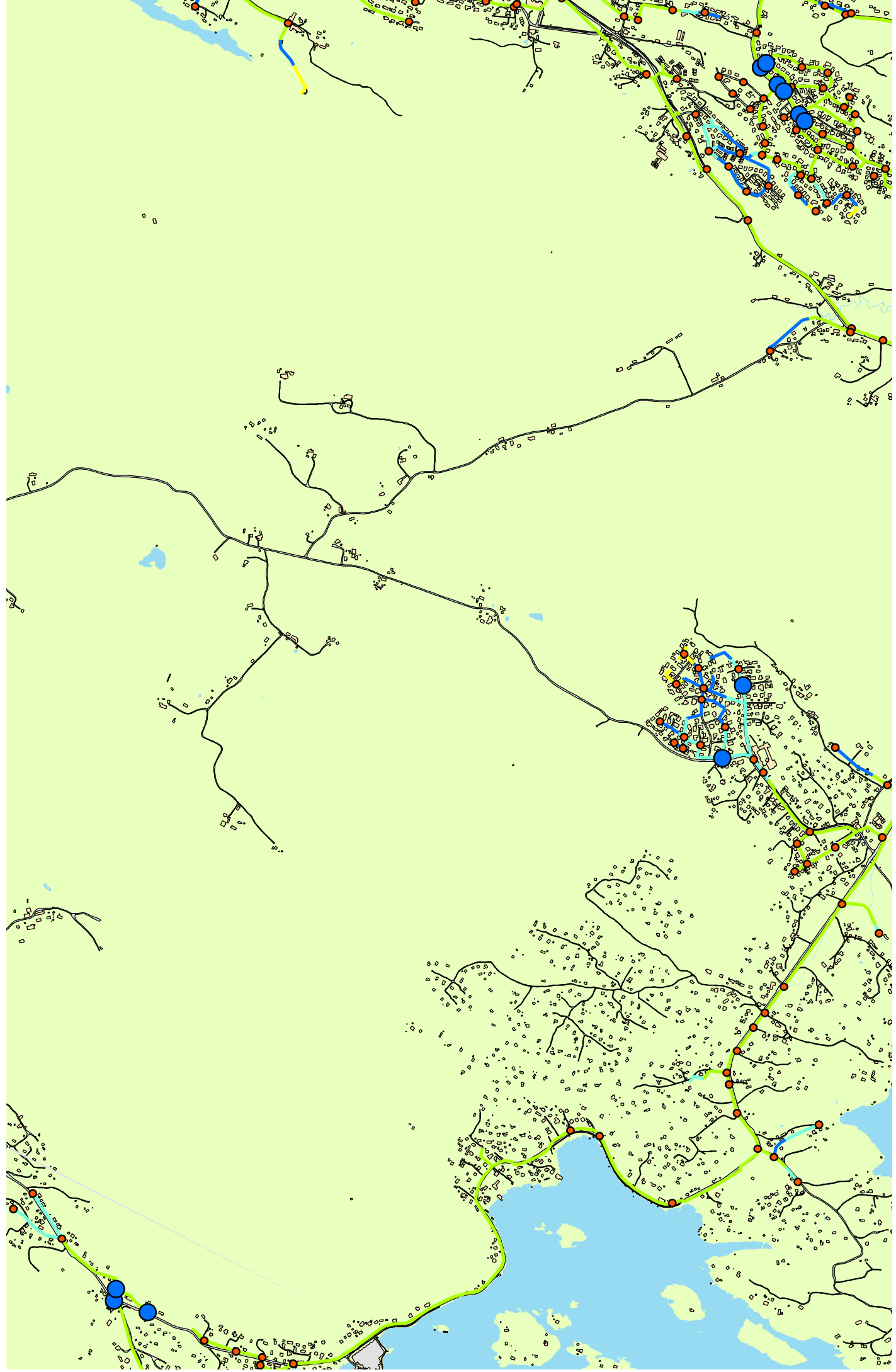
Brannvannskart over Fredrikstad kommune
Nr. U3

490 245 0 490 m



1:18 339





Brannvannskart over Fredrikstad kommune

Nr. U4

Vannmengder i liter pr. sekund:

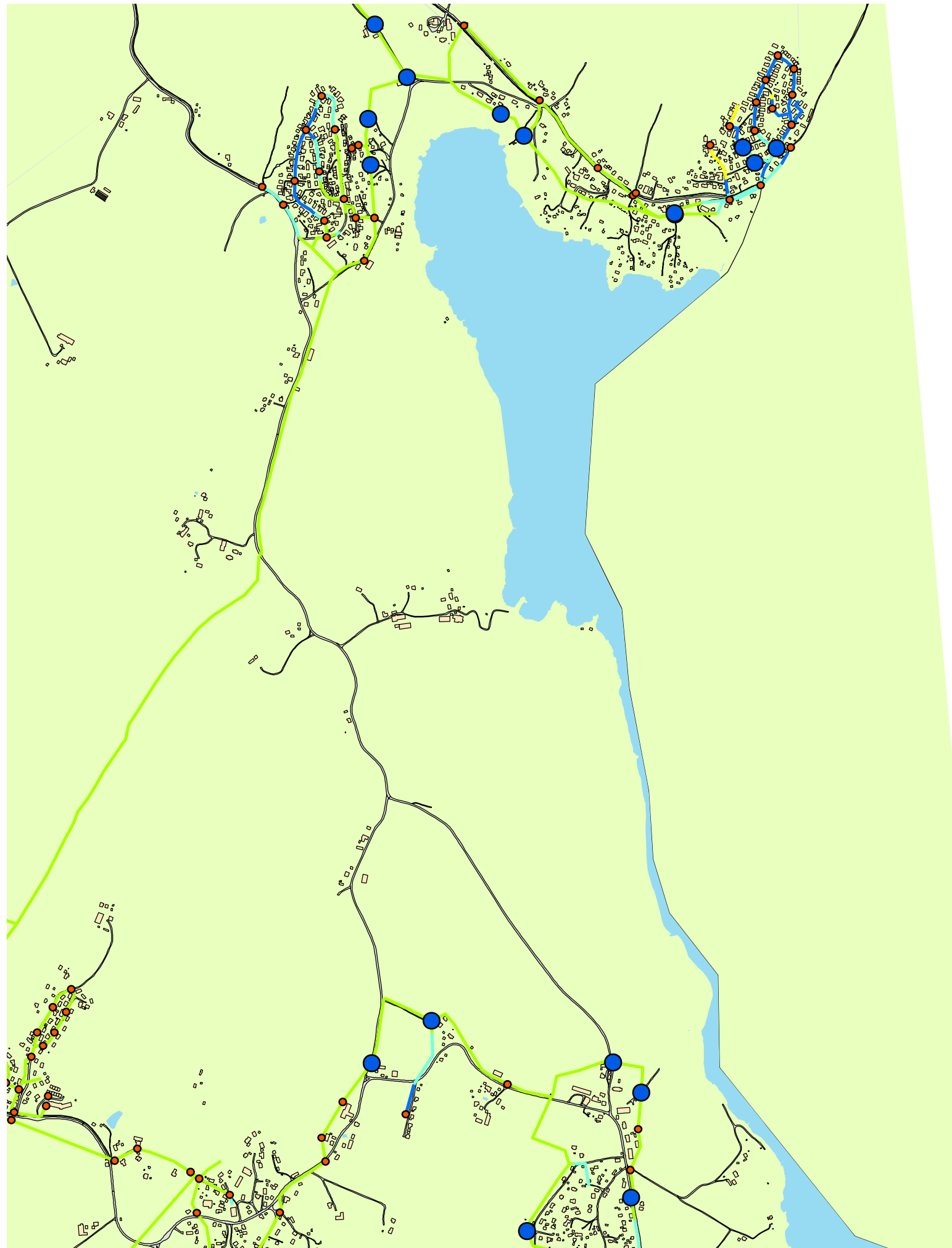
- >20
- 16-20
- 12-16
- 8-12

- Brannnummer
- Undertrykk

Viser undertrykk



1:18 500



Vannmengder i liter pr. sekund:

- >20
- 16-20
- 12-16
- 8-12
- 4-8
- 0-4
- Brannkummer
- Undertrykk



Brannvannskart over Fredrikstad kommune
Nr. U5

Viser undertrykk

1:15 518



5 Vurdering av kommunens brannvannskapasitet

Det er bare kravet for småhusbebyggelse, 20 l/s, som vil bli vurdert i dette kapitlet og neste. (Statens bygningstekniske etat 2007)

Av oversiktskartet ser man at de aller fleste områdene i kommunen gir over 20 l/s, og det er store sammenhengene områder der brannvannskapasiteten er utmerket.

Det er imidlertid enkelte områder i enden av vannforsyningsnettet som ikke er tilfredsstillende samt andre mindre områder.

Området nord på kart nr. 4 og området sør på kart nr. 16, har meget begrenset kapasitet. Men disse to områdene inneholder for det meste spredt bebyggelse slik at tankbil er nok for det meste tilfredsstillende. (Forskrift om brannforebygging 2002) Og hvis det skulle være aktuelt med sprinkling i område nr. 4, kan man ta vann fra elven som renner like ved. Eller anlegge basseng som også kan gjøres i området sør på kart nr. 16.

Flere utilfredsstillende områder tilhører en pumpesone.

De mest utilfredse områdene (unntatt de i nr. 4 og 16) er vist i neste kapittel med forslag til forbedringer.

6 Forslag til forbedringer

6.1 Metode

I dette kapittelet vises det forslag til forbedringer på vannledningsnettet for å øke brannvannskapiteten. De foreslåtte endringene har blitt lagt inn i modellen over vannforsyningssystemet, og det har blitt kjørt nye simuleringer. Ofte har det blitt kjørt flere simuleringer innenfor samme område for å prøve å finne den beste metoden eller den mest egnede ledningsdimensjonen. Endringene er vist i figurene 6.1-6.17.

Kartene i figurene under er klippet ut fra brannvannskartene. Det betyr at fargene representerer det man får ut uten de anbefalte endringene. Og for endring G og I er det også kart som viser vannmengdene man får ut ved de spesifikke forbedringene. Fargekoden er de samme som er brukt i brannvannskartene i denne rapporten. Hvilket kartblad som kartene under er klippet ut fra er oppgitt under figurene. Nye ledninger vises som en stiplet svart ledning. Og der en ny ledning med større dimensjon erstatter en opprinnelig ledning, er den stiplede ledningen tegnet oppå den fargede ledningen.

Ikke alle nødvendige forbedringer er vist. Men det er forsøkt å vise en del forbedringer der kapasiteten synes å være dårlig, samtidig som inngrepene er tenkt å være økonomisk gjennomførbare. Kostnadene er imidlertid ikke beregnet. Det har heller ikke blitt utført noen detalj planlegging.

Videre er forbedringene tatt utgangspunkt i perioden utenfor hyttesesongen. De fleste forslag til forbedringer gjelder imidlertid utenfor Slevik. Men endring J som er vist innenfor Slevik, har tatt utgangspunkt i vannmengdene man får ut utenom hyttesesongen. Den sistnevnte forbedringen vil selvfølgelig også bedre forholdene i hyttesesongen.

Følgende metoder er tatt i bruk:

- Legge nye ledninger for å oppnå en ringledningsstruktur.
- Oppgradere eksisterende ledninger ved å legge ledninger med større diameter.
- Åpne eller stenge ventil permanent.
- Åpne ventiler i forbindelse med brannvannsuttak.
- Oppgradere eksisterende pumpestasjon: Enten ved en ekstra brannpumpe, eller at de eksisterende pumper erstattes med kraftigere pumper.

Ringledninger gir mer brannvann enn endeledninger ettersom brannkummen da får vann fra to sider. Dessuten gjør ringledninger vannledningsnettet mindre sårbart.

Når det gjelder å åpne ventiler i forbindelse med brannvannsuttak, anbefales det at dette gjøres automatisk. Ved uttak av brannvann synker trykket og vannmengdene øker. Det kan derfor være trykkmåler(e) og/eller vannmåler(e) som registrerer at det skjer et brannvannsuttak. Det hele kan overvåkes av driftssentralen der verdiene (f.eks. trykket og volumstrømmen gjennom pumpestasjonen) blir behandlet i et lite dataprogram som igjen gir beskjed om at ventilen(e) åpnes hvis det er et brannvannsuttak. Dette må da skje ved hjelp av

fjernstyring. Og det må være slik at de på driftssentralen får beskjed fra systemet hvis ventilen er åpen.

Dessuten kan det anlegges høydebasseng i nettet for å bedre brannvannskapasiten i enkelte områder. Men det er ikke blitt testet i modellen. En annen fordel med dette er at man får en mindre sårbar vannforsyning ettersom man da kan få vann fra to sider. Aktuelle områder i enden av nettet som dette kunne testes i, er områder fra kart nr. 1, 4 og 16. Men det er også mulig at vannkvaliteten kan bli for dårlig.

6.2 Endring A

6.2.1 Metode

Det anbefales å legge en ny ledning, PVC110, slik at man får en ringledning. Videre å oppgradere ledningen vest for denne ettersom den har for liten diameter. Ledningen oppgraderes fra indre diameter 55 til PVC110. De to nye ledningene er vist i figur 6.1.



Figur 6.1 viser forslag til forbedring. Utklipp fra kart nr. 8

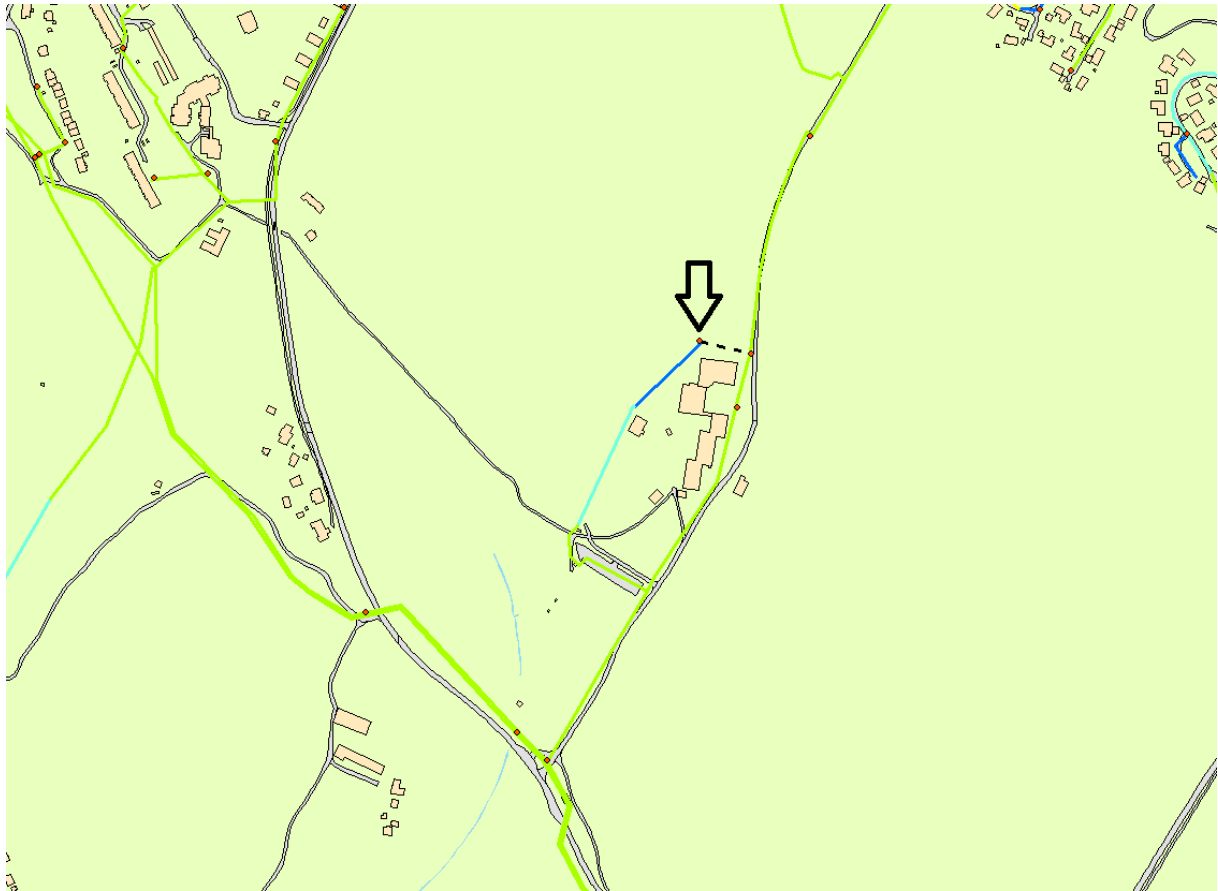
6.2.2 Resultat

Disse endringene vil føre til at brannvannsutaket vil øke fra 10 l/s til over 20 l/s på brannkummen som er vist med pil på figur 6.1.

6.3 Endring B

6.3.1 Metode

Det legges en ny ledning, PVC110, slik at man får en ringledning. Se figur 6.2.



Figur 6.2 viser forlag til forbedring. Utklipp fra kart nr. 8

6.3.2 Resultat

Vannmengden i brannkum øker fra 15 l/s til over 30 l/s. Se pil på figur 6.2.

6.4 Endring C

6.4.1 Metode

Det legges en ny ledning, PVC110, slik at man får en ringledning (figur 6.3).



Figur 6.3 viser forlag til forbedring. Utklipp fra kart nr. 8

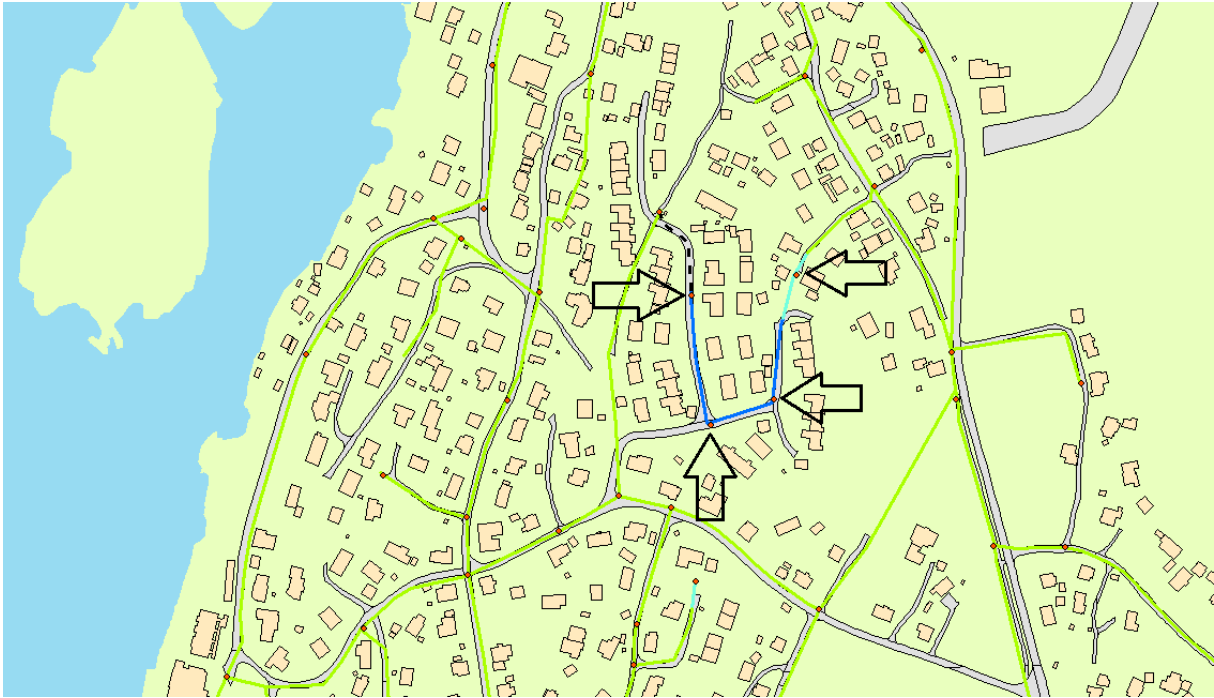
6.4.2 Resultat

Endringen medfører at slokkevannet økes fra 13 l/s til over 19 l/s. Se pil på figur 6.3.

6.5 Endring D

6.5.1 Metode

Det legges en ny ledning, PVC 160, slik som vist i figur 6.4.



Figur 6.4 viser forlag til forbedring. Utklipp fra kart nr. 8

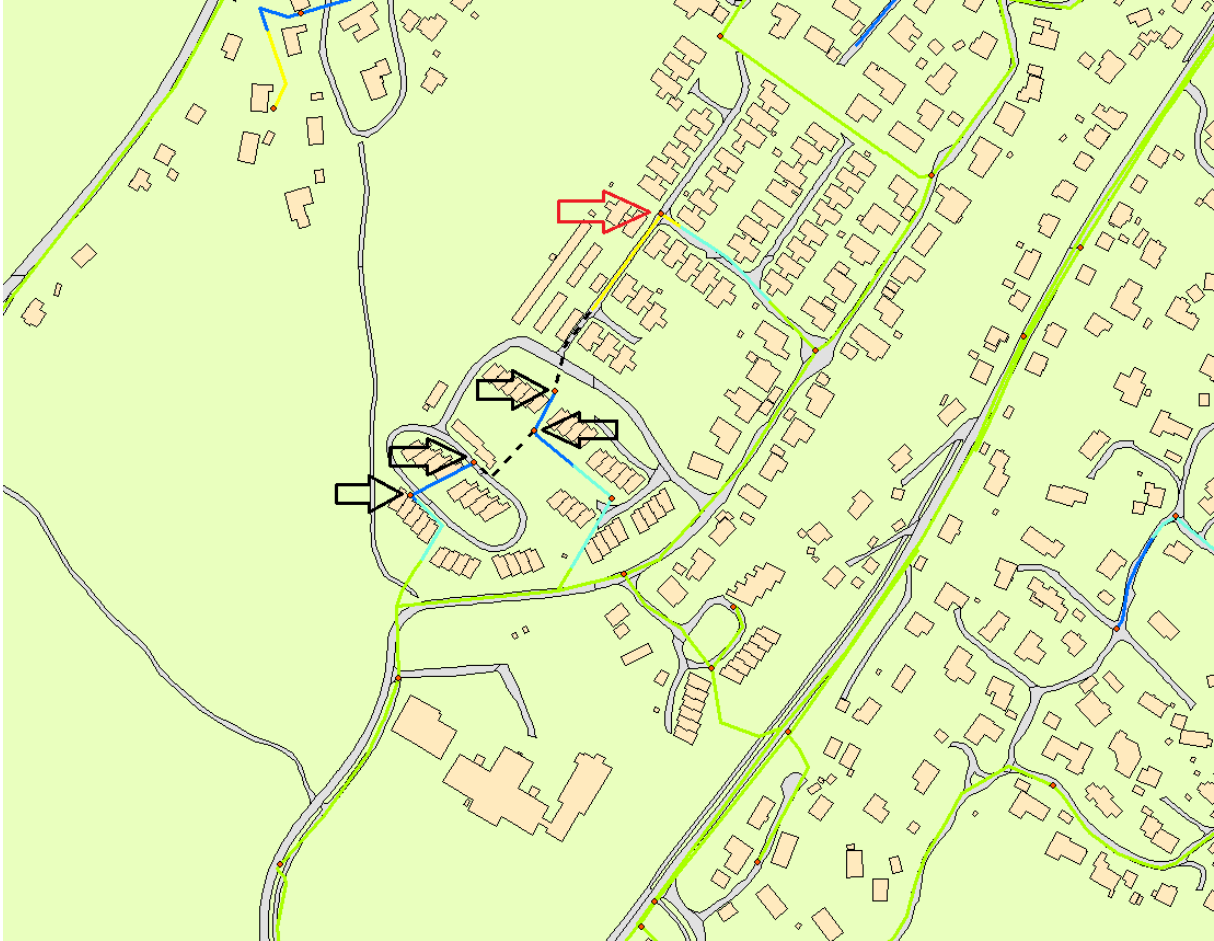
6.5.2 Resultat

Dette gjør at man får ut mye over 20 l/s på de 4 nærliggende brannkummene som opprinnelig hadde en kapasitet på mellom 12 og 16 l/s. Se piler i figur 6.4.

6.6 Endring E

6.6.1 Metode

Det legges inn to nye ledninger, begge PVC110. Dette fører til at man får en ringledningsstruktur. Se figur 6.5.



Figur 6.5 viser forlag til forbedring. Utklipp fra kart nr. 8

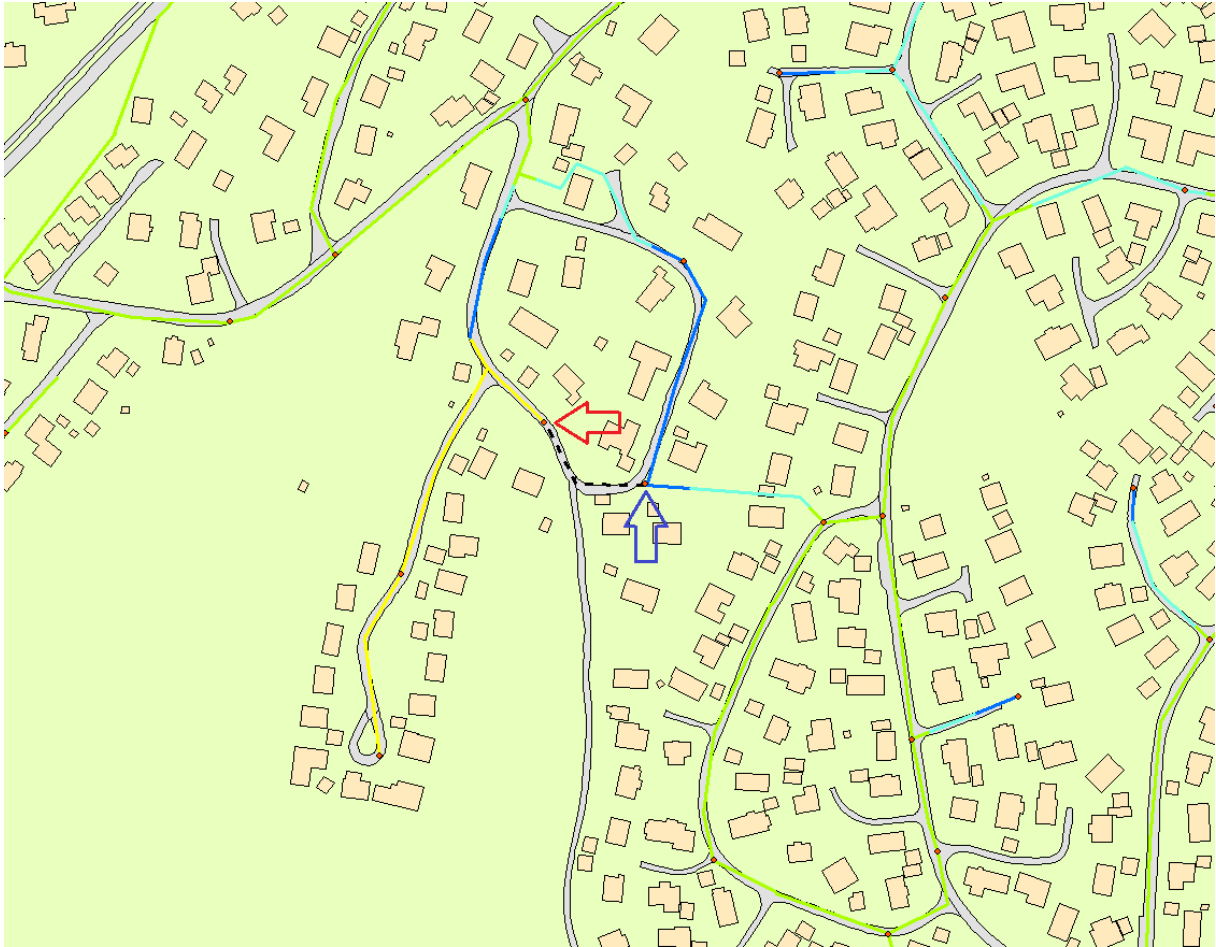
6.6.2 Resultat

Endringen vil føre til at man får ut 20 l/s eller mer på de nærliggende brannkummene som opprinnelig gir mellom 12 og 16 l/s (sorte piler i figur 6.5). I kummen lengst nord (rød pil) forbedres uttaket fra 11,7 til 16,2 l/s.

6.7 Endring F

6.7.1 Metode

Det legges en ny ledning, PVC110 (figur 6.6).



Figur 6.6 viser forslag til forbedring. Utklipp fra kart nr. 14

6.7.2 Resultat

Dette bedrer forholdene bare litt. Kum vest for ny ledning (rød pil i figur 6.6) får kapasiteten øket fra 9,9 l/s til 15,6 l/s. Mens kum øst for ny ledning (blå pil) bare får kapasiteten øket kun fra 15,6 l/s til 15,9 l/s.

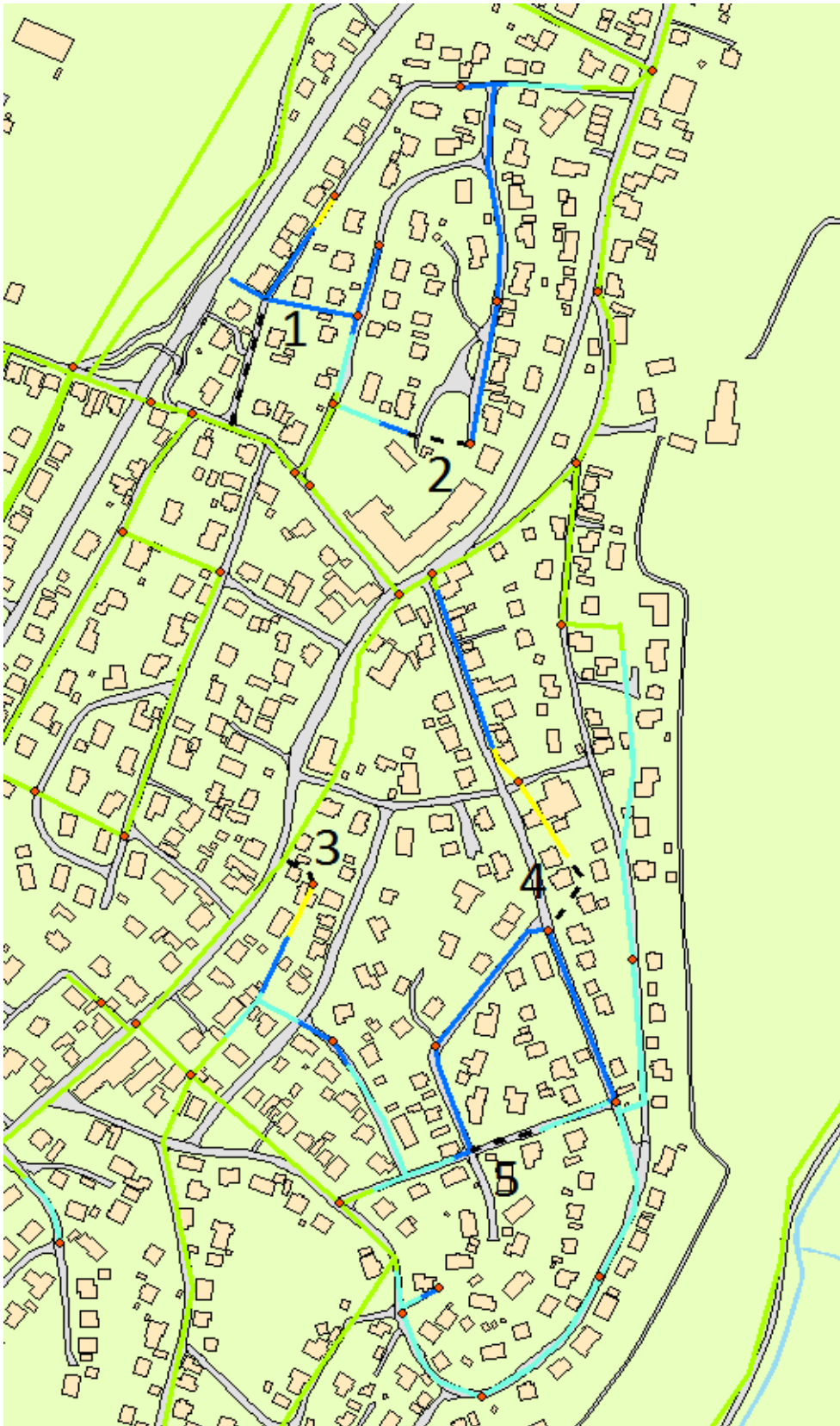
6.8 Endring G

6.8.1 Metode

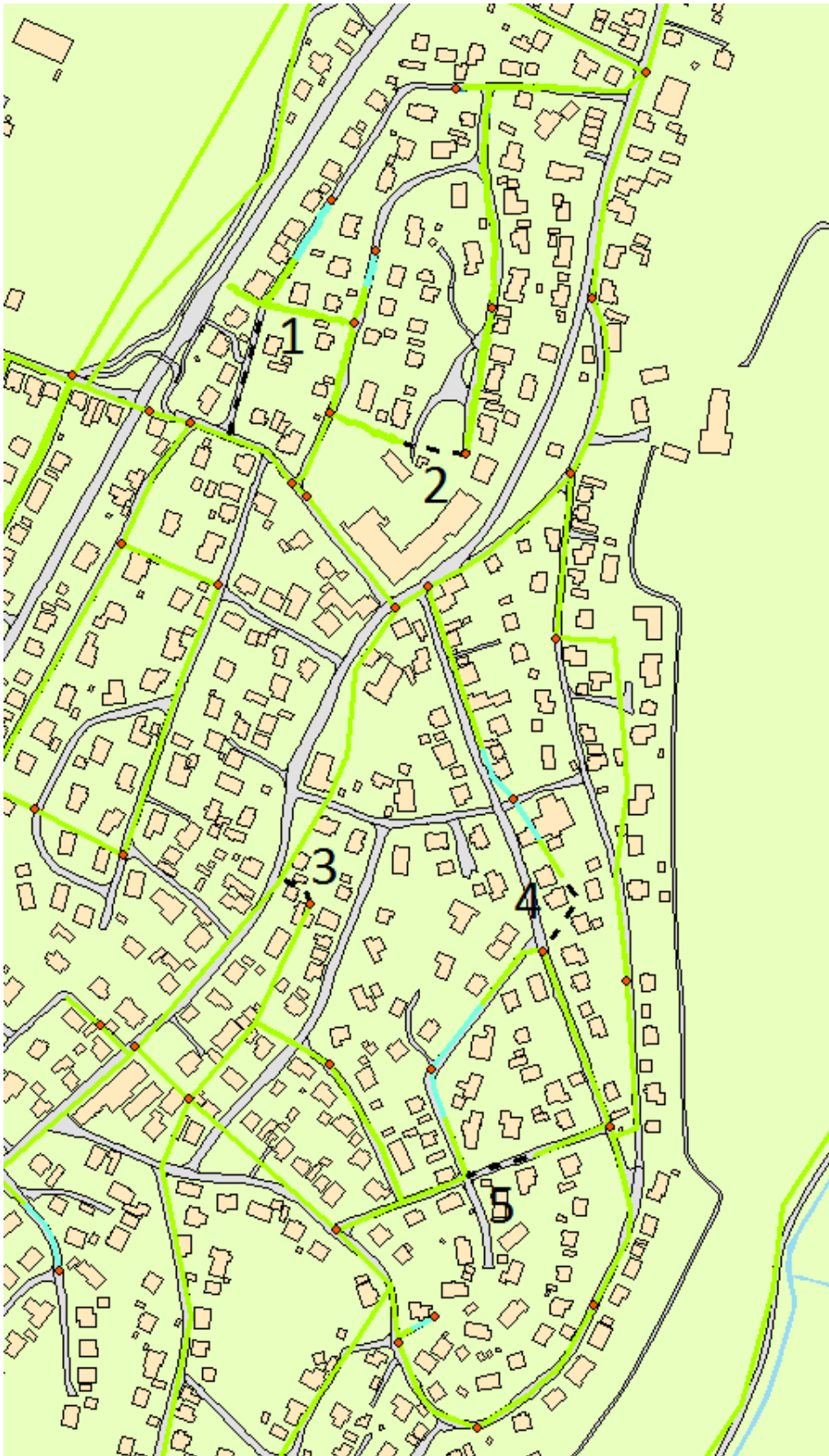
I dette området er det foreslått å legge 5 nye ledninger som vil bedre brannvannskapiteten i dette området. Forbedringene gir en mer ringstruktur på ledningene. De nye ledningene er angitt med nummer på figurene 6.7 og 6.8. Og de nye ledningene er vist i tabell 6.1.

Tabell 6.1 viser nye ledninger.

Ledning nr.	Type ledning
Ledning 1	PVC160
Ledning 2	PVC160
Ledning 3	PVC160
Ledning 4	PVC110
Ledning 5	PVC110



Figur 6.7 viser forslag til forbedringer ved å legge 5 nye ledninger som er merket med nummer. Farger på ledninger gjelder vannmengder man får ut før endringene gjøres. Utklipp fra kart nr. 13.



Figur 6.8 viser forslag til forbedringer ved å legge 5 nye ledninger som er merket med nummer. Farger på ledninger gjelder vannmengder man får ut etter endringene gjøres. Utklipp fra kart nr. 13, men vannmengdene stemmer da ikke med kart nr. 13. Fargekode: se øvrige kart.

6.8.2 Resultat

Fargene på ledningene i figur 6.7 angir hvor mye brannvann man vil forvente å få ut uten de nye ledningene. Mens figur 6.8 viser farger med de nye ledningene.

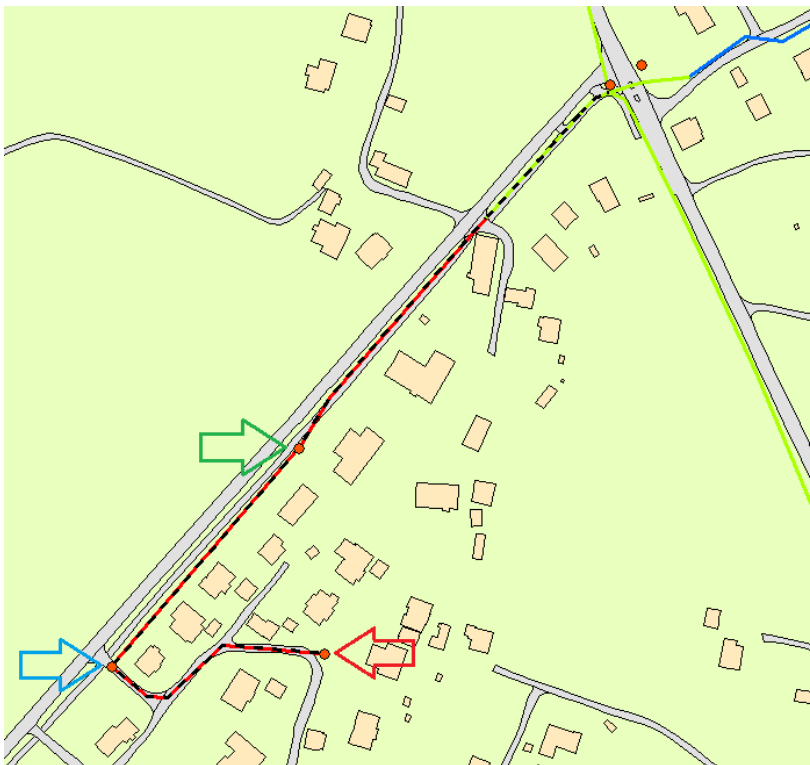
6.8.3 Diskusjon

Ved å sammenligne figur 6.7 og 6.8 ser man at forbedringen fører til at mange brannkummer får bedret sin kapasitet vesentlig. Opprinnelig er det en del kummer der man bare får ut mellom 12 og 16 l/s, og på to kummer får man kun ut mellom 8 og 12 l/s. Man ser at endringen fører til at ingen kummer får dårligere uttak enn 16 l/s, og de fleste vil gi over 20 l/s.

6.9 Endring H

6.9.1 Metode

Ledningen som vises i figur 6.9, består av PE 63 fram til grønn pil og PVC 110 mellom grønn og rød pil. En så liten dimensjon som PE 63, gjør at man kun får ut mellom 0 og 4 l/s med brannvann på ledningstraseen. Disse ledningene bør derfor erstattes av et duktilt støpejernsrør med indre diameter lik 150. Ny ledning vises i figur 6.9.



Figur 6.9 viser forslag til forbedring. Utklipp fra kart nr. 1.

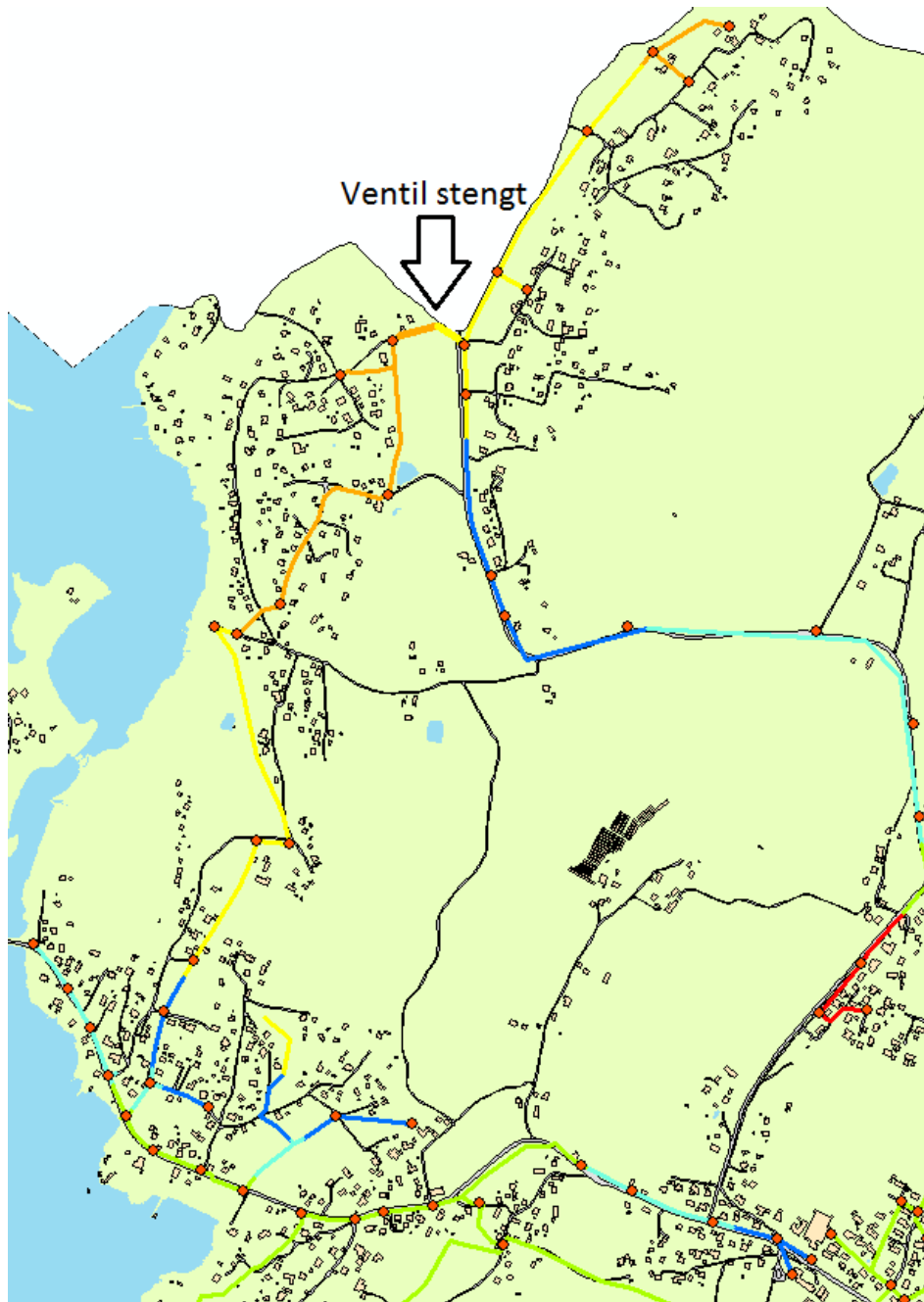
6.9.2 Resultat

Endringen fører til at man får ut nesten 16 l/s i brannkummen i enden på ledningen (rød pil i figur 6.9). I kummen vest for denne (blå pil) får man ut 19 l/s. Og i kummen lengst nord på den røde ledningen (grønn pil) får man ut 20 l/s.

6.10 Endring I1

6.10.1 Metode

Dette området som er vist i figur 6.10, befinner seg i enden av vannledningsnettet og har dermed dårligere kapasitet. Figur 6.10 viser en stengt ventil som skiller pumpesonen øst for ventilen fra resten av nettet. Det anbefales å åpne denne ventilen i forbindelse med brannvannsuttak.



Figur 6.10 viser sløkkevannsmengder når ventilen er stengt. Utklipp fra kart nr. 1.



Figur 6.11 viser slokkevannsmengder når ventilen er åpen. Utklipp fra kart nr. 1, men vannmengdene stemmer ikke med kart nr. 1. Fargekode: se øvrige kart.

6.10.2 Resultat

Figur 6.11 viser hva man får ut av brannvann etter at ventilen er åpen, og figur 6.10 viser uttakspotensialene ved lukket ventil.

6.10.3 Diskusjon

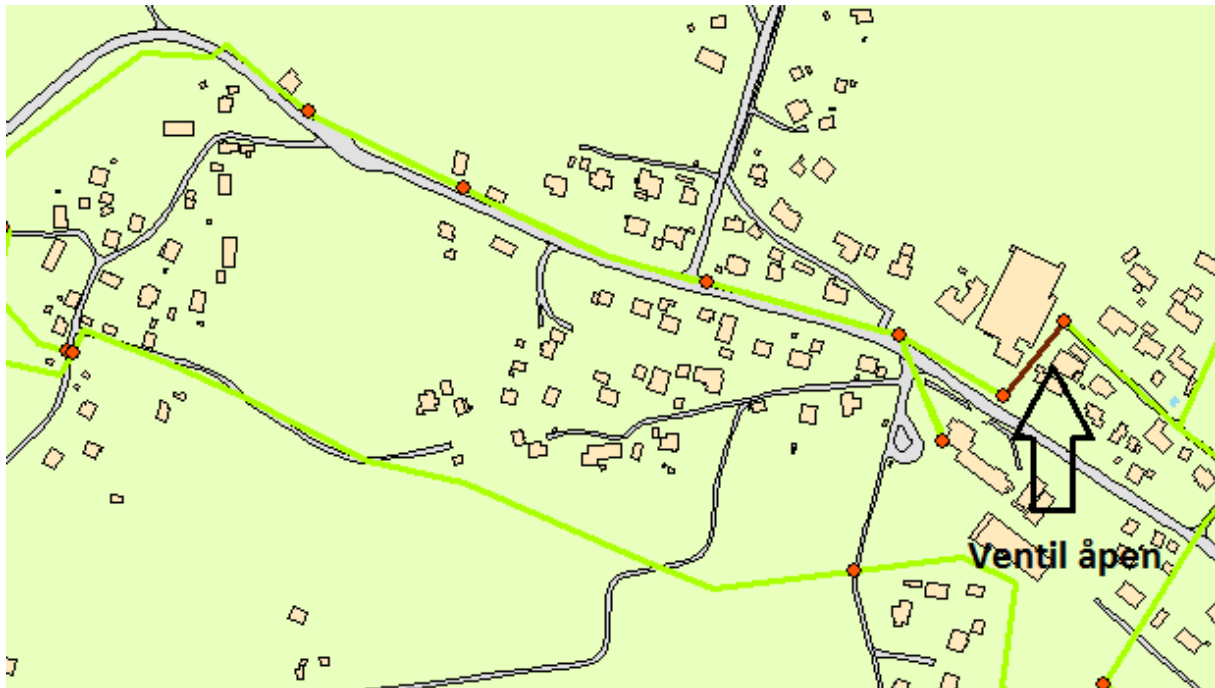
Ved å sammenligne figur 6.10 og 6.11 ser man at dette vil bedre forholdene på begge sider av ventilen. Denne ventilen bør derfor åpnes når det skjer et brannuttak i området.

Men i de områdene her som har dårlig brannkapasitet, er det mye spredt bebyggelse. Slik at bruk av tankbil vil for det meste være tilfredsstillende.

6.11 Endring I2

6.11.1 Metode

I området som vises i figur 6.10, er det også en ventil i sør som også skiller den samme pumpeonen fra resten av nettet (figur 6.12). Det anbefales å åpne denne ventilen i forbindelse med et brannvannsuttak.



Figur 6.12 viser sløkkevannsmengder når ventilen er åpen. Utklipp fra kart nr. 1.

6.11.2 Resultat

Figur 6.12 viser hva man får ut av brannvann ved at ventilen åpnes.

6.11.3 Diskusjon

Ved å sammenligne figur 6.10 og 6.12 ser man at endringen fører til at man får ut over 20 l/s på ledningen nær ventilen.

6.12 Endring I3

6.12.1 Metode

Både ventilen på figur 6.11 og 6.12 kan åpnes samtidig.

6.12.2 Resultat/diskusjon

Man vil minst oppnå de samme forbedringene som i endring I1 og I2. Videre vil brannvannskapasiteten bedres ytterligere i området midt mellom de to ventilene.

6.13 Endring J1

I et område ved Soli, kart nr. 10, er forholdene dårlige. Området nord for dette området, lengst nord i kommunen, får vann fra Movar via en beredskapsledning. Figur 6.13, pilen lengst nord på kartet, viser ventilen som stopper vannet fra Movar.

6.13.1 Metode

Det anbefales å åpne denne ventilen permanent, og å stenge vannet ved en ventil lenger sør permanent slik at området som vist på figur 6.13, isteden får vannet sitt fra Movar. Ventilen har blitt plassert så langt sør slik at forholdene på nord siden av ventilen vil være bedre enn de ville ha vært uten nevnte endring. Den kunne ikke bli plassert lenger sør, for da ville forholdene i sør ha blitt dårligere enn uten endringen.



Figur 6.13 viser hvordan slokkevannsmengden øker ved å stenge ventil i nord, og åpne i sør. Utklipp fra kart nr. 10.

6.13.2 Resultat

Fargene på figur 6.13 gjelder uttakspotensialene før nevnte endring. Og pilene i figuren viser hvordan brannvannskapasiteten vil bedres for noen utvalgte brannkummer.

6.13.3 Diskusjon

Man kan se at forholdene bedres noe ved nevnte endring. Men en del av boligene har en avstand større enn 8 meter fra hverandre slik at bruk av tankbil vil nok være tilfredsstillende flere steder.

6.14 Endring J2

6.14.1 Metode

Man kan åpne ventilen i nord (ventilen i sør er åpen) i forbindelse med et brannvannsuttak.

6.14.2 Resultat

Man får ut over 20 l/s i de fleste brannkummene som vises på figur 6.13.

6.14.3 Diskusjon

Grunnen til at brannvannsuttaget vil øke så mye i dette tilfelle, er at man vil få vann både fra nord og sør samtidig. Endring J2 er å foretrekke framfor J1.

6.15 Endring k

Det er tre pumpestasjoner i kommunen: Slevik, Ishallveien, Falkåsen og Haugen som har for dårlig brannvannskapasitet. Figur 6.14, 6.15, 6.16 og 6.17 viser disse pumpesonene og hva de gir av brannvann (pumpestasjonen vises som et grønt punkt).

6.15.1 Metode

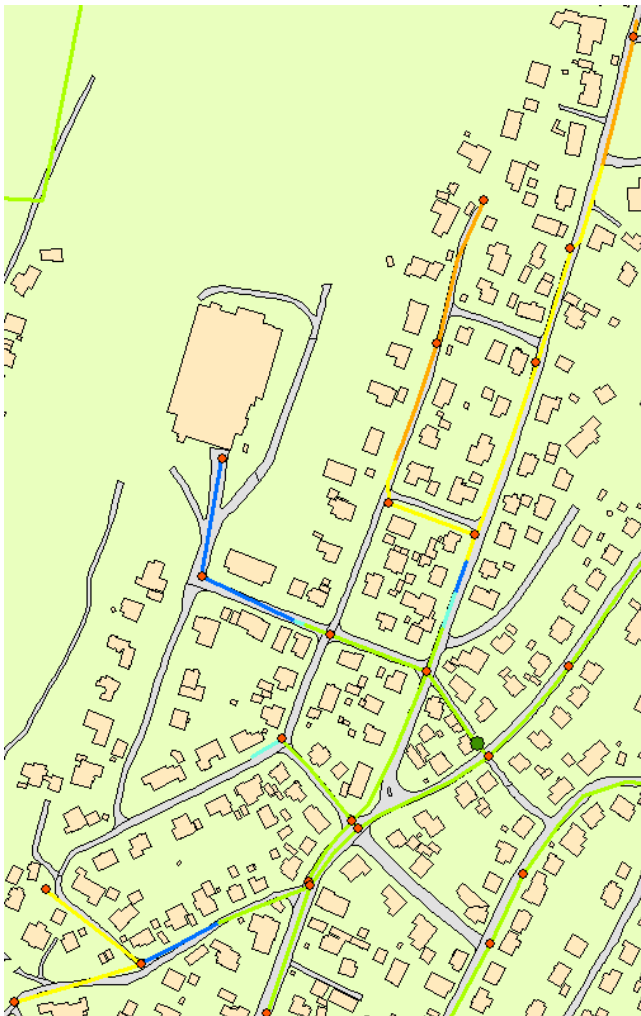
Disse pumpestasjonene bør oppgraderes. Det kan gjøres på to ulike måter. Man kan erstatte eksisterende pumper med nye pumper som kan gi mer brannvann. Eller man kan få en egen brannpumpe som parallellkobles med de andre pumpene. Og som i motsetning til de andre pumpene, bare vil gå ved uttak brannvann. Dette er muligens det beste alternativet for Ishallveien, Haugen og Slevik som er små pumpesoner, og mest trolig også det beste alternativet for Falkåsen.

6.15.2 Resultat

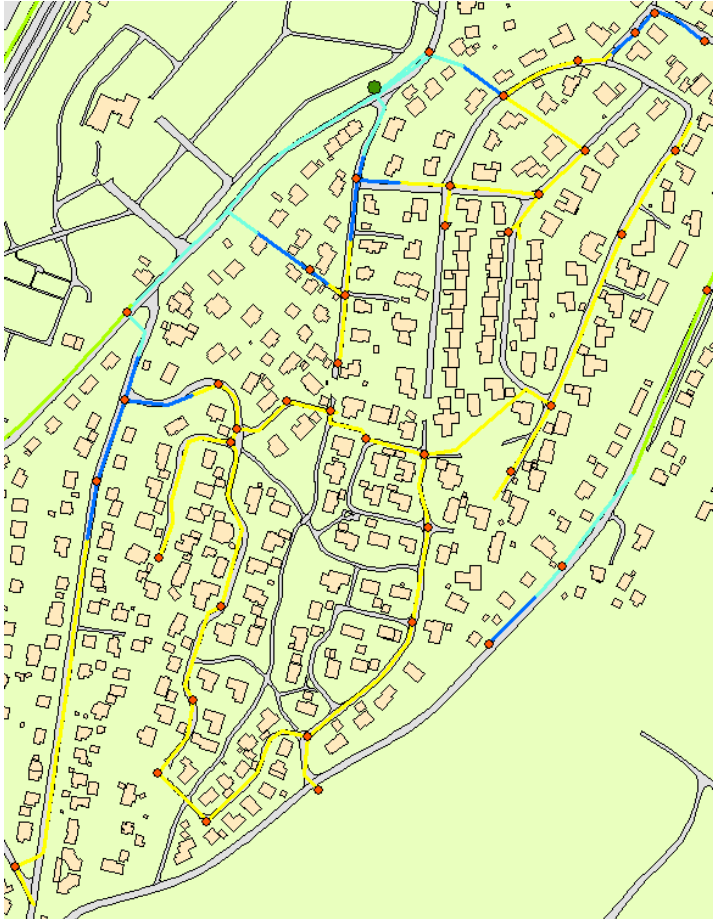
Det har ikke blitt kjørt simuleringer som viser bedringen av brannvann. Men metoden som beskrevet ovenfor, vil klart bedre brannvannskapasiteten for disse pumpesonene.



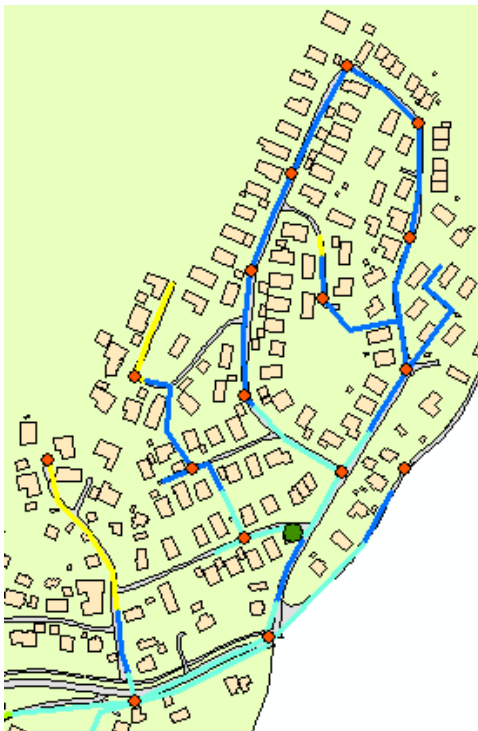
Figur 6.14 viser vannmengder som pumpestasjonen Slevik gir. Utklipp fra kart nr. 3.



Figur 6.15 viser vannmengder som pumpestasjonen Ishallveien gir. Utklipp fra kart nr. 6.



Figur 6.16 viser vannmengder som pumpestasjonen Falkåsen gir. Utklipp fra kart nr. 6.



Figur 6.17 viser vannmengder som pumpestasjonen Haugen gir. Utklipp fra kart nr. 14.

7 Vurdering av Særskilte brannobjekter

7.1 Metode

Nedenfor er noen særskilte brannobjekter vurdert for Fredrikstad kommune. Sykehuset er også vurdert selv om det skal avvikles i nær framtid. Det vil nemlig mest trolig bli erstattet av et stort boligområde. Eller det vil bli andre type bygninger der det også vil være stor risiko for tap av mange menneskeliv, samt høye materielle verdier.

Figurene 7.1 til 7.5 viser hvilke brannkummer som har blitt simulert. Siden man ikke kan få ut mer enn 30 til 35 l/s av en brannkum, må to kummer gi slokkevann samtidig for å kunne møte kravet på 50 l/s. Figurene viser de kummene som har blitt simulert samtidig, med en forbindelse av to sorte streker.

Det har også blitt sett på om brannkummene er nær nok det særskilte brannobjektet og hvordan de er plassert. Veiledning til Teknisk Forskrift til Pbl. nevner:

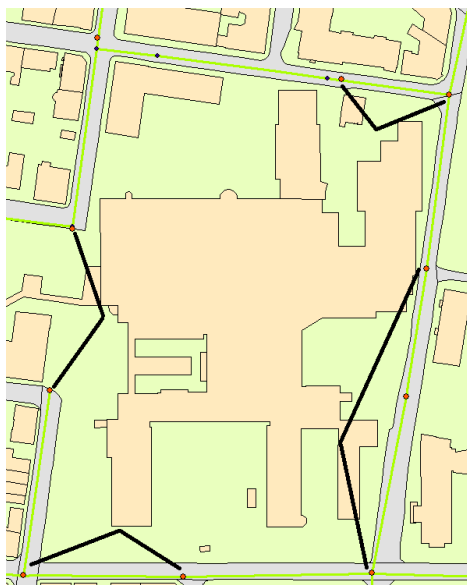
«Brannkum/hydrant bør plasseres innenfor 25–50 meter fra inngangen til hovedangrepsvei. Det må være tilstrekkelig antall brannkummer/hydranter slik at alle deler av bygningen dekkes.» (Statens bygningstekniske etat 2007, 68)

Ofte er det slik at særskilte brannobjekter har sprinkelanlegg. Dette er det ikke sett på her.

7.2 Sykehuset Østfold Fredrikstad

7.2.1 Metode

Figur 7.1 viser 4 ulike simuleringer med uttak av brannvann fra to kummer samtidig.



Figur 7.1 viser 4 ulike simuleringer av slokkevann rundt Sykehuset Østfold Fredrikstad.

7.2.2 Resultat

Brannkummene gir 30 l/s til 35 l/s slik at hver simulering gir over 50 l/s (figur 7.1).

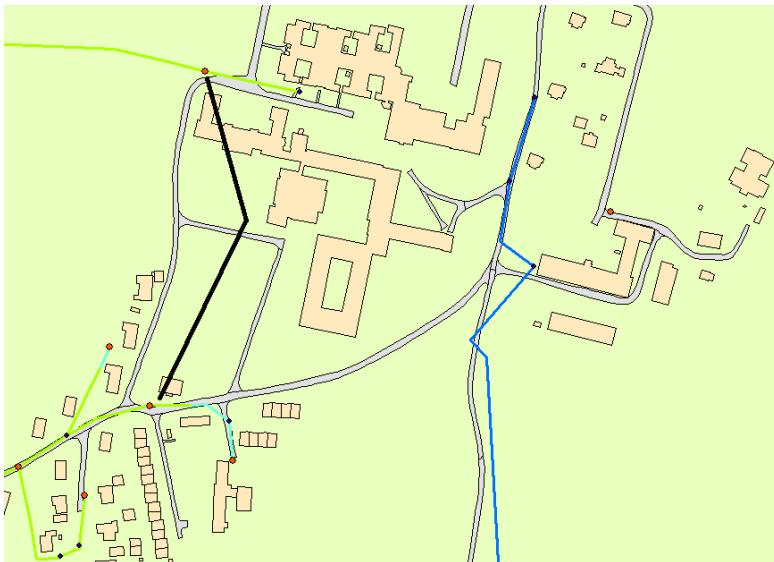
7.2.3 Diskusjon

Kravet på 50 l/s er tilfredsstillt, og dessuten er det rikelig med brannkummer rundt hele sykehuset. De ligger også nært til. Forholdene er altså veldig bra.

7.3 Sykehuset Østfold Veum

7.3.1 Metode

Figur 7.2 viser to brannkummer som det har blitt kjørt en brannsimulering samtidig på.



Figur 7.2 viser en simulering av slokkevann rundt Sykehuset Østfold Veum.

7.3.2 Resultat

Man vil få ut 20,6 l/s på nordre kum og 15,1 l/s på søndre kum (figur 7.2).

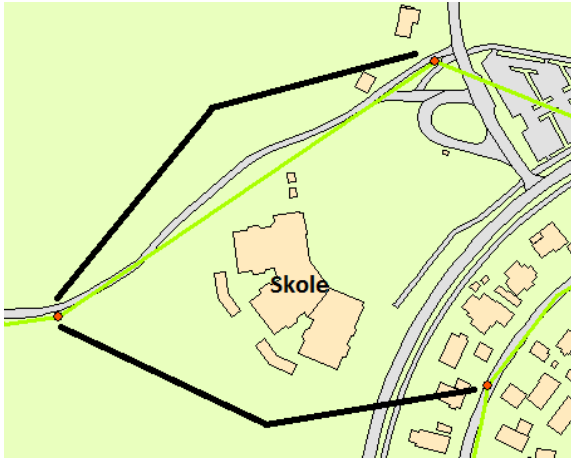
7.3.3 Diskusjon

Kravet om 50 l/s er ikke tilfredsstillt. Dessuten er den søndre kummen hele 126 meter i fra søndre hjørne på bygget. Denne avstanden er for stor. Av fig 7.2 ser man også at det er en brannkum øst for sykehuset. Denne ligger på en privat ledning, derfor vises ikke kummen i figuren. Man vil muligens få ut 11-14 l/s av denne, og avstanden til sykehuset blir også her for stor. Til nærmeste hjørne på sykehuset er det 117 meter (106 meter til nærmeste hjørne på det tilhørende bygget nord for sykehuset). Med tanke på at avstanden bør være «25–50 meter fra inngangen til hovedangrepsvei», (Statens bygningstekniske etat 2007, 68) er det bare den nordre brannkummen som ligger nær nok. Tilgangen til brannvann for sykehuset er dermed for dårlig både når det gjelder vannmengde og tilgjengelighet.

7.4 Rekustad skole

7.4.1 Metode

Det simuleres brannvannsuttak i de to viste kummene i figur 7.3.



Figur 7.3 viser 2 ulike simuleringer av slokkevann rundt Rekustad skole.

7.4.2 Resultat

Hver av de to viste simuleringene på figur 7.3 vil til sammen gi over 50 l/s.

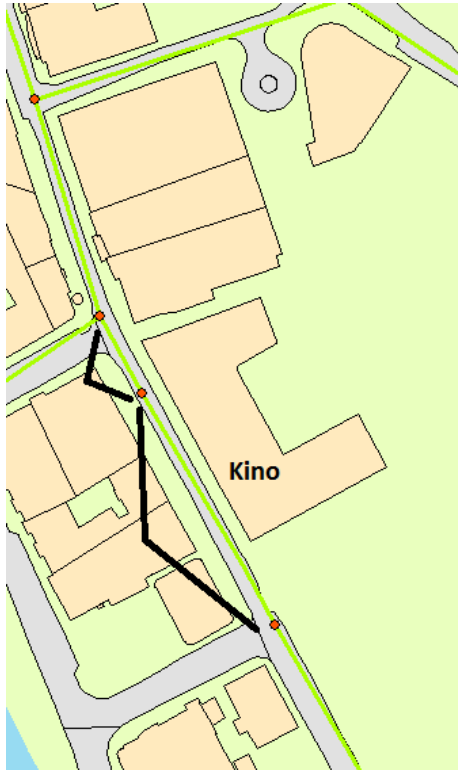
7.4.3 Diskusjon

Kravet på 50 l/s er tilfredsstillende. Men avstanden fra kummene til skolen er for stor. Den søndre kummen har avstanden 85 meter til nærmest bygnings del og den nordre kummen har 106 meter. Det er også mulig å ta ut brannvann i de to viste kummene lengst sør. Den kummen lengst til øst av dem har avstanden 75 meter, og den ligger ugunstig til siden brannslangen må krysse en boligtomt. Avstanden og tilgjengeligheten til brannkummene er ikke tilfredsstillende, men vannmengdene man får ut er godt over kravet.

7.5 Fredrikstad kino

7.5.1 Metode

Figur 7.4 viser to simuleringer av brannvannsuttak der det har blitt tatt ut slokkevann fra to kummer samtidig.



Figur 7.4 viser 2 ulike simuleringer av slokkevann ved Fredrikstad kino.

7.5.2 Resultat

Alle kummene gir mellom 30 til 35 l/s (figur 7.4).

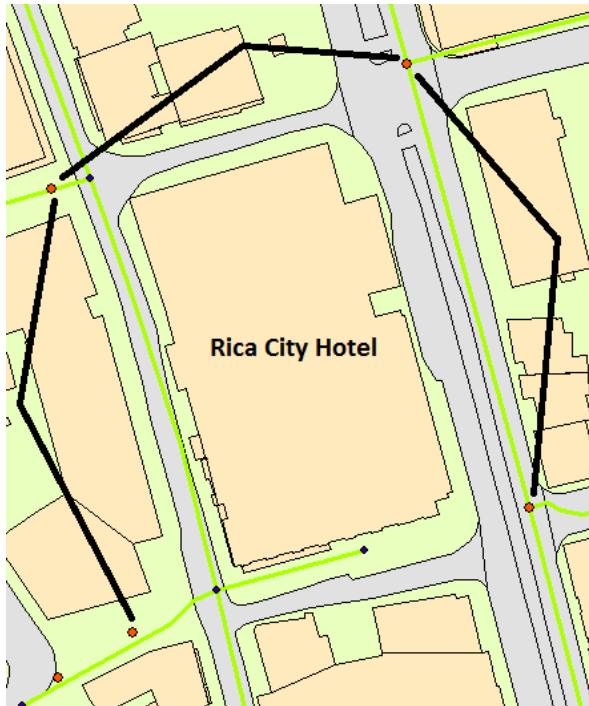
7.5.3 Diskusjon

Kravet til 50 l/s er tilfredsstillt. Og brannkummene ligger forholdsvis nært bygget. Forhodene er dermed svært bra.

7.6 Rica City Hotel

7.6.1 Metode

Figur 7.5 viser de 3 brannsimuleringene der det tas ut brannvann fra to kummer samtidig.



Figur 7.5 viser 4 ulike simuleringer av slokkevann rundt Rica City Hotel.

7.6.2 Resultat

Fra hver brannkum er det mulig å ta ut mellom 30 og 35 l/s (figur 7.5).

7.6.3 Diskusjon

Man får ut over 50 l/s. Brannkummene ligger også nært nok bygget, og kummene ligger slik at man kommer lett til fra alle byggets sider. Forholdene er dermed helt utmerket.

8 Vurdering av områder som gir undertrykk

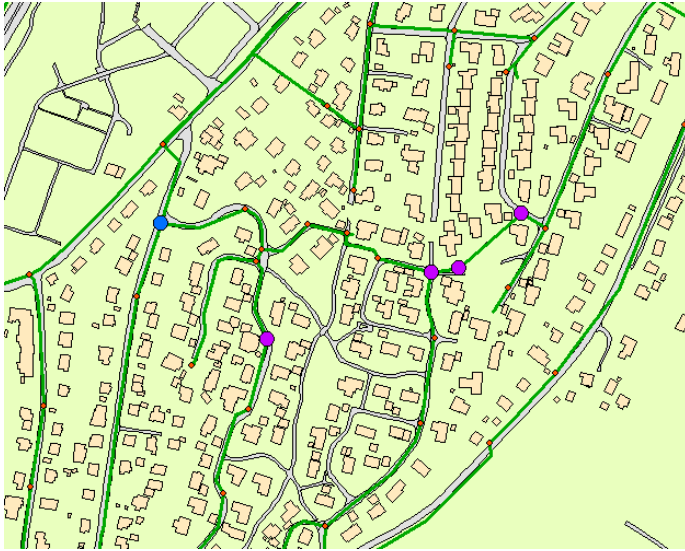
8.1 Metode

Av brannvannskartet over Fredrikstad kommune som viser undertrykk, gjelder dette 5 områder samt en ekstra kum utenfor områdene. Uttak av brannvann i de kummene som er merket med blått, vil altså føre til undertrykk et annet sted på nettet. De fleste av disse kummene er også vist i vedlegg 1. Og der er også størrelsen på undertrykkene oppgitt. Kummene har der fått navn etter det de har i modelleringsprogrammet Aquis. (Men alle kummer med nummer tilsvarer navnet de har i kommunens kartverk.)

Nedenfor (figur 8.1 til 8.13) er det vist på noen kart hvor undertrykk oppstår etter brannvannsuttak i noen spesifikke kummer. Disse spesifikke kummene er merket blått i kartet, slik de også er i de andre kartene som gjelder undertrykk. Der undertrykk vil oppstå er merket som fiolette punkter. Tilstøtende ledninger til disse punktene gir undertrykk. Til hvert kart er det oppgitt hvilken kum som uttaket skjer i, og navnet i parentes er navnet som kummen har i Aquis. Det er også vist hvilke område kartet er hentet fra slik at det kan sammenlignes med de andre kartene over undertrykk.

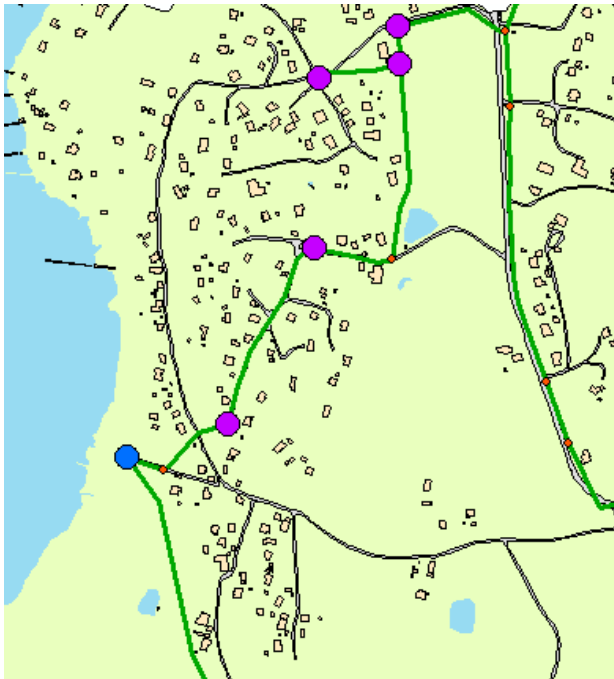
8.2 Resultater

8.2.11 Brannkum 67621



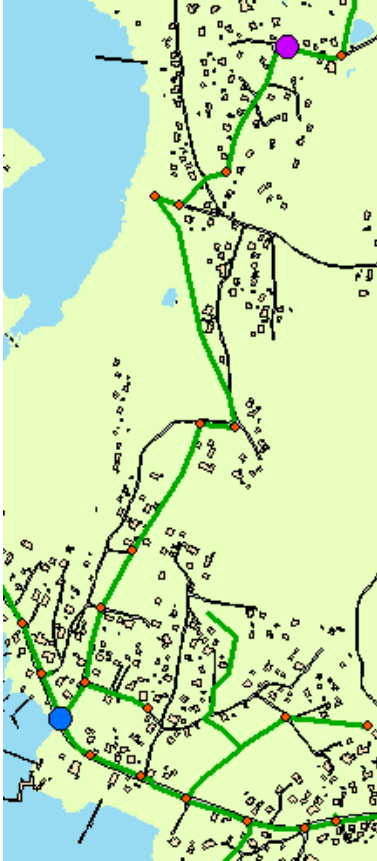
Figur 8.1 viser uttak av brannvann fra kum 67621 (navnet N_262 i Aquis). Kartet er fra oversiktskartet over undertrykk, og kummene er i pumpesonen til Falkåsen.

8.2.7 Brannkum 18001.



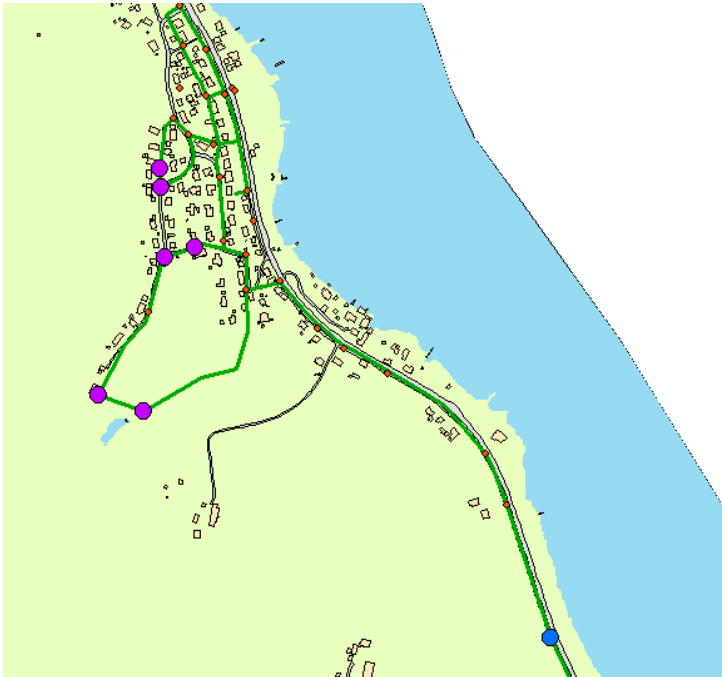
Figur 8.2 viser uttak av brannvann fra kum 18001. Kartet er fra nr. U1.

8.2.1 Brannkum 20444



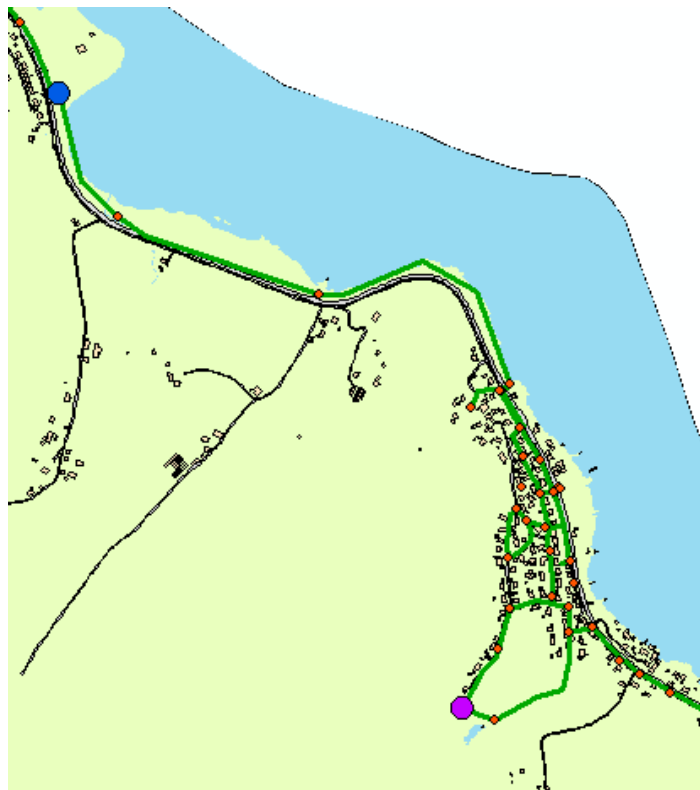
Figur 8.3 viser uttak av brannvann fra kum 20444 (navnet N6_2 i Aquis). Kartet er fra nr. U1.

8.2.6 Brannkum 19226



Figur 8.4 viser uttak av brannvann fra kum 19226. Kartet er fra nr. U3.

8.2.3 Brannkum 44315



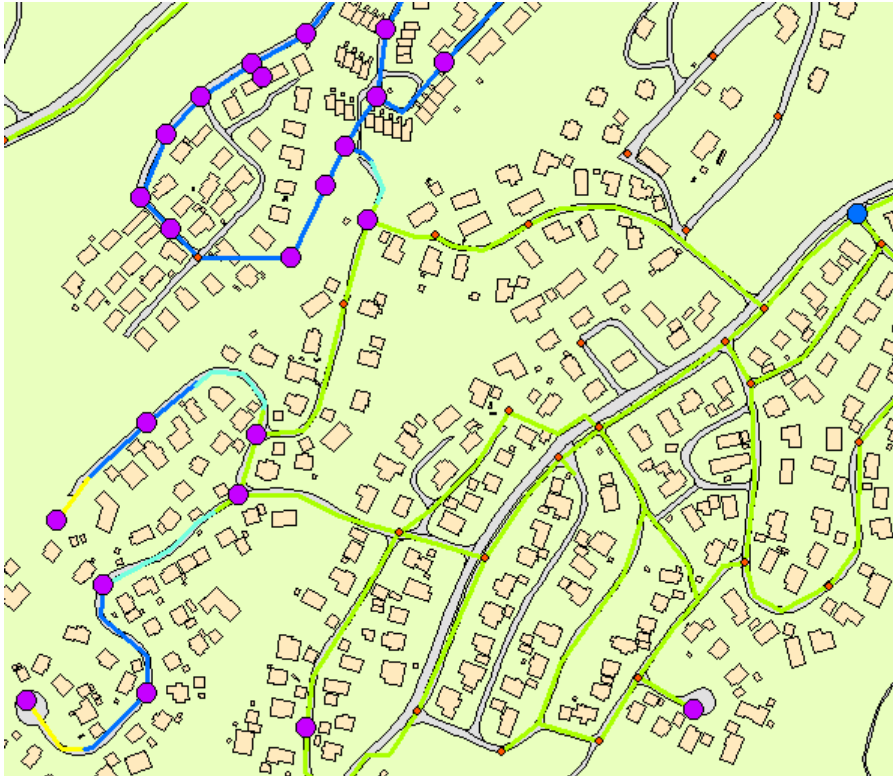
Figur 8.5 viser uttak av brannvann fra kum 44315. Kartet er fra nr. U3.

8.2.5 Brannkum 19654



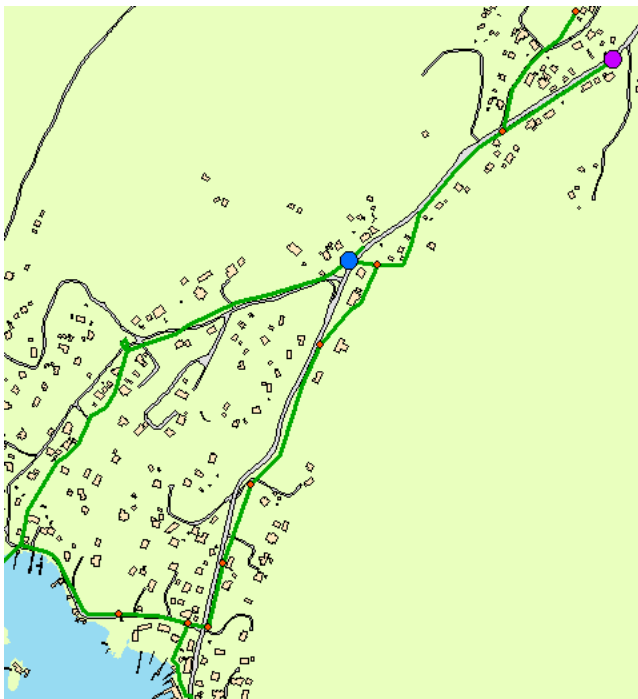
Figur 8.6 viser uttak av brannvann fra kum 19654. Kartet er fra nr. U3.

8.2.2 Brannkum 43084



Figur 8.7 viser uttak av brannvann fra kum 43084 (navnet N1_20 i Aquis). Kartet er fra nr. U4, og kummene er i pumpesonen til Oksviken.

8.2.4 Brannkum 21107



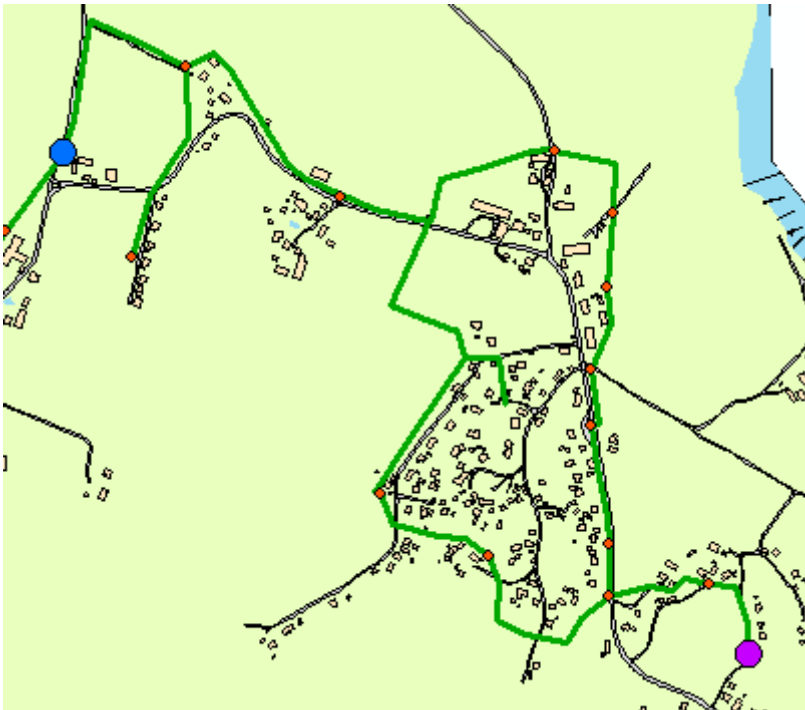
Figur 8.8 viser uttak av brannvann fra kum 21107. Kartet er fra nr. U4, og kummene er i pumpesonen til Sarepta.

8.2.9 Brannkum 13777



Figur 8.9 viser uttak av brannvann fra kum 13777. Kartet er fra nr. U4, og kummene er i pumpesonen til Slevik.

8.2.8 Brannkum 16641



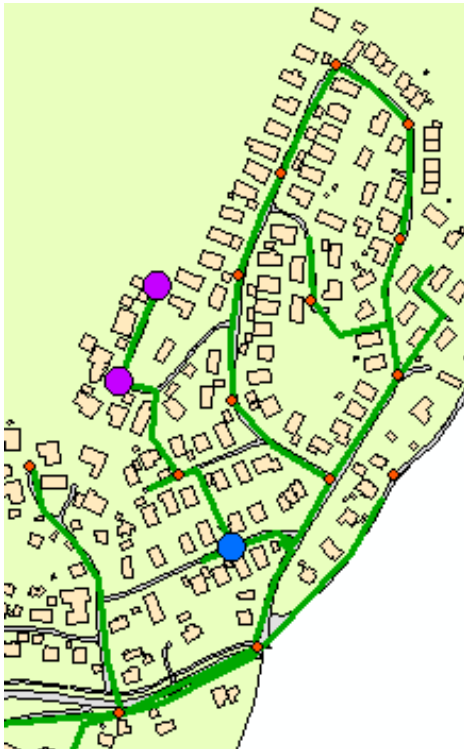
Figur 8.10 viser uttak av brannvann fra kum 16641. Kartet er fra nr. U5, og kummene er i pumpesonen til Borgenga.

8.2.10 Brannkum 9755



Figur 8.11 viser uttak av brannvann fra kum 9755. Kartet er fra nr. U5, og kummene er i pumpesonen til Borgenga.

8.2.12 Brannkum 50853



Figur 8.12 viser uttak av brannvann fra kum 50853 (navnet MODELL20070418-SYD_N12_5 i Aquis). Kartet er fra nr. U5, og kummene er i pumpesonene til Borgenga og Haugen.

8.2.13 Brannkum 51947



Figur 8.13 viser uttak av brannvann fra kum 51947 (navnet MODELL20070418-SYD_N12_3 i Aquis). Kartet er fra nr. U5, og kummene er i pumpesonene til Borgenga og Haugen.

8.3 Diskusjon

Av figurene 8.1-8.13 ser man at det er flere større sammenhengende områder hvor undertrykk vil oppstå. Dette er ledninger som ligger en del høyere enn der brannvannsuttaket blir gjort. En del av disse områdene befinner seg innenfor en pumpesone: 67621 (Falkåsen), 43084 (Oksviken), 21107 (Sarepta), 13777 (Slevik), 16641 (Borgenga), 9755 (Borgenga), 50853 (Borgenga og Haugen) og 51947 (Borgenga og Haugen).

Ved å sammenligne figurene 8.1-8.13 og vedlegg 1 ser man at undertrykkene kan bli store flere steder.

Et problem med undertrykk i nettet er at fremmedvann vil kunne bli sugd inn i ledningsnettet og transportere med seg infeksjose mikroorganismer. Fremmedvann kan komme inn via sprekker i rørene eller utette sammenføyninger. For å unngå at befolkningen blir syke bør de berørte husstander bli varslet og få pålegg om å koke vannet.

Et annet problem som kan oppstå i forbindelse med undertrykk, er at undertrykket blir større enn det ledningen er dimensjonert for. Dette kan føre til ledningsbrudd. Støpejernsrør tåler undertrykk, mens plastrør tåler ikke større undertrykk. Fredrikstad kommune har brukt mye PVC rør, og det er fare for at rørene vil kunne få brudd ved brannuttak ettersom undertrykkene kan bli store. Noen steder viser resultatene fra modellkjøringer at undertrykket faktisk vil bli lik, i negativ verdi, det atmosfæriske trykket (vedlegg 1). I virkeligheten vil det nok ikke bli helt lik det atmosfæriske, men absolutt-trykket kan bli lavere enn væskedampens metningstrykk. Da vil også kavitasjon oppstå. For de aktuelle områdene kan det gjøres beregninger for å finne ut hvilket undertrykk de aktuelle rørene tåler. Og dersom undertrykket blir større enn rørene tåler, kan man vurdere å erstatte rørene med duktile støpejernsrør.

9 Vurdering av kommunens brannvannskapasitet med tanke på fremtidig utbygging.

Når det gjelder fremtidig boligutbygging i Fredrikstad kommune i perioden 2012 til 2021, nevner kommuneplanens arealdel at: «Det teoretiske utgangspunktet for boligbyggeprogrammet har vært 10 % innenfor lokalsentrene, 40 % innenfor øvrig tettsted og 50 % innenfor byområdet.» (Fredrikstad Kommune 2011, 109)

Tabell 9.1 viser tall som er hentet fra utbyggingsprogrammet for boliger. Tallene angir maksimalt ferdigstilte boliger i perioden.

Det er planlagt 933 ferdigstilte boliger i byområdet i perioden 2011-2014 og 1795 i perioden 2015-2023. Innen for byområdet er brannvannskapasiteten meget bra. Her får man ut store vannmengder, slik at halvparten av den planlagte bebyggelsen, vil gå greit med tanke på brannvann.

Når det gjelder øvrige tettsted, viser tabell 9.1 en vurdering av hvordan de ulike områdene vil bli påvirket av fremtidig utbygging. Dette har blitt vurdert etter skjønn, uten bruk av modell. For de fleste stedene er brannvannskapasiteten god. Dvs. at man får ut over 20 l/s på de fleste nærliggende ledninger. På Trara er det imidlertid et område som tilhører pumpesonen Ishallveien der kapasiteten er meget begrenset. Men denne pumpestasjonen bør oppgraderes.

For lokalsentrene, tabell 9.1, er brannvannskapasiteten mer varierende. Varierende betyr at det er planlagt å bygge på områder med begrenset kapasitet, mens det er andre områder som er bedre.

(Ambjørnrød er nevnt innenfor både tettsted og lokalsenter ettersom det er ulike områder som det skal bygges på innenfor samme sted.)

Ledningsnett i kommunen vil tåle de fleste nye boligprosjektene. Men de stedene i tabell 9.1 som er merket “varierende“, kan det bli problemer.

Tabell 9.1 viser planer for fremtidig utbygging i Fredrikstad kommune. Tallene gleder maksimalt antall ferdigstilte boliger. (Fredrikstad Kommune 2011)

Sted	2011-2014	2015-2023	2011-2023	2023->	Totalt	Slokkevannsmengder i området.
Trara	80		80		160	Dårlig
Ambjørnrød		130	130	190	450	Bra
Bergby	148	419	567	0	1134	Bra
Cicignon	131		131		262	Bra
Gudeberg	38	151	189	0	378	Bra
Hauge	30	87	117	0	234	Bra
Hurrød	62	19	81	0	162	Bra
Kjølberg	28	0	28	0	56	Bra
Nøkleby	63	35	98	0	196	Bra
Rekustad	56	50	106	80	292	Bra
Rød	30	263	293	20	606	Bra
Rød Onsøy	79	141	220	0	440	Bra
Rødsmyra	30	0	30	40	100	Bra
Sagabakken	250	540	790	1000	2580	Bra
Torp	35	15	50		100	Bra
Trosvik	16		16		32	Bra
Årum	0	71	71	24	166	Bra
SUM øvrige tettsted	1076	1921	2997	1354	7348	Det meste bra
Lunde	30	60	90		180	
Manstad	132	97	229	49	507	Variierende
Ambjørnrød	4		4		8	Middels
Nylende	5	36	41	0	82	Variierende
Slevik	26	43	69	0	138	Variierende
Torsnes	15	54	69	15	153	Noe varierende
SUM lokalsenter	212	290	502	64	1068	Variierende

10 Konklusjon

Brannvannskapasiteten i Fredrikstad kommune er i de fleste områder tilfredsstillende når det gjelder kravet til spredt bebyggelse. Man får ut over 20 l/s, kravet for småhus, de fleste steder.

Det er imidlertid enkelte områder der brannvannskapasiteten ikke er tilfredsstillende. Dette gjelder områder på kart nr. 1, 4, 10 og 16 som er områder i enden av vannledningsnett. Videre er det 5 små områder på kart nr. 8 som ikke er tilfredsstillende, og et område på kart nr. 14. Dessuten er det noen pumpestasjoner som ikke gir nok brannvann. Dette gjelder Slevik (kart nr. 3), Ishallveien (Kart nr. 6), Falkåsen (kart nr. 6) og Haugen (kart nr. 14)

Det finnes også noen andre mindre områder som ikke er tilfredsstillende. Men for de som er nevnt ovenfor, har det blitt forslått tiltak som skal bedre brannvannskapasiteten, unntatt området på kart nr. 4 og 16. Der er det en del spredt bebyggelse slik at bruk av tankbil anses for det meste å være tilfredsstillende.

I område på kart nr.1 er det en ledning med en svært liten dimensjon. Der bør det legges en ledning med større dimensjon. Videre er det to ventiler i området som avstenger pumpestasjonen. Det anbefales å åpne disse når det skjer et brannvannsuttak. Det kan skje automatisk med fjernstyring . I dette området er det også mye spredt bebyggelse slik at bruk av tankbil anses for det meste å være tilfredsstillende.

Og i område nr. 10 kan ventilen, som stenger vannet fra Movar i Nord, åpnes med fjernstyring når det skjer et brannvannsuttak.

I områdene på kart nr. 8 som ikke er tilfredstilene, anbefales det å legge nye ledninger som vil gi en mer ringstruktur, og det er en ledning der som bør erstattes med en ledning med større dimensjon. Og i område på kart nr.14 anbefales det å legge 5 nye ledninger.

I noen områder i ledningsnett vil det oppstå et undertrykk et annet sted på nettet når det tas ut brannvann. Disse områdene er merket i egne kart. Ettersom undertrykk kan føre til at fremmedvann kan bli sugd inn i ledningsnett, bør det utgå pålegg om at drikkevannet kokes i området når det tas ut brannvann. Det er også fare for at plastledninger kan få brudd på grunn av det store undertrykket.

Når det gjelder de 4 pumpestasjonene som ikke gir nok brannvann, anbefales det at disse oppgraderes. Dette kan gjøres ved at hver stasjon får en egen brannpumpe som kun går ved brannuttak.

Det har også blitt vurdert slokkevannsmengder rundt 8 særskilte brannobjekter samt om brannkummene er nær nok bygget. Man skal minst kunne få ut 50 l/s, noe man gjør rundt følgende bygg: Sykehuset Østfold Fredrikstad, Rekustad skole, Fredrikstad kino og Rica City Hotel. Blant disse er også brannkummene nær nok, unntatt for Rekustad skole. Der er avstanden til brannkummene for stor. Sykehuset Østfold Veum tilfredsstillende ikke kravet om minst 50 l/s. Dessuten er det bare en kum som er nær nok bygget.

De fleste områder i kommunen vil også godt tåle den nye utbyggingen som er planlagt. I byområdet der 50 % av den nye utbyggingen er planlagt, er forholdene veldig bra.

40 % av ny bebyggelse er planlagt innenfor øvrige tettsted. De fleste områdene der vil også tåle utbyggingen bra, unntatt på Trara som tilhører pumpesonen til Ishallveien.

Av den resterende planlagte bebyggelsen, lokalsentrene (10 %), er forholdene mer varierende. En del områder vil der ikke tåle ny bebyggelse. Men ved de foreslåtte forbedringene på nettet vil gjøre forholdene bedre flere steder.

Når det gjelder videre arbeid, bør brannvannskartet oppdateres regelmessig. Det vil stadig skje endringer på nettet som vil påvirke brannvannskapasiteten i større eller mindre grad.

Videre kan de ledninger som vil få undertrykk ved uttak av brannvann, undersøkes for hvor stort undertrykk de tåler. De ledningene som med stor sannsynlighet vil få brudd, bør kartlegges.

Kilder

- 7-Technologies. AQUIS: Produktbrosjyre. Tilgjengelig fra: <http://www.7t.dk/products/aquis/download/product-brochures.aspx> (lest 13.05.2012).
- 7-Technologies. Model Calibration and Leakage Location. Tilgjengelig fra: <http://www.7t.dk/products/aquis/product-information/model-calibration-and-leakage-location.aspx> (lest 13.05.2012).
- 7-Technologies. What is AQUIS? Tilgjengelig fra: <http://www.7t.dk/products/aquis/product-information/aquis-operation.aspx> (lest 13.05.2012).
- Aschehoug, G. (1980). Aschehoug og Gyldendals STORE NORSKE leksikon: Kunnskapsforlaget.
- Brann- og eksplosjonsvernloven. (2002). *LOV 2002-06-14 nr 20: Lov om vern mot brann, eksplosjon og ulykker med farlig stoff og om brannvesenets redningsoppgaver.*
- Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap (DSB). (2002). Veiledning til forskrift om brannforebyggende tiltak og tilsyn. Tilgjengelig fra: <http://oppslagsverket.dsb.no/content/brann-og-eksplosjonsvern/forskrifter/brannforebygging/veiledning-til-forskriften/>.
- Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap (DSB). (2010). Samfunnssikkerhet i arealplanlegging: Kartlegging av risiko og sårbarhet. Tilgjengelig fra: <http://www.dsb.no/no/toppmeny/Publikasjoner/2008/Tema/Samfunnssikkerhet-i-arealplanlegging---Kartlegging-av-risiko-og-sarbarhet/> (lest 13.05.2012).
- Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap (DSB). (2012). Rekordlavt tall for omkomne i brann. Tilgjengelig fra: <http://www.dsb.no/no/Ansvarsomrader/Brannvern/Aktuelt/Rekordlavt-tall-for-omkomne-i-brann/> (lest 13.05.2012).
- Finansnæringens Fellesorganisasjon (FNO). (2011). BRASK - Brannskadestatistikk. Tilgjengelig fra: <http://www.fnh.no/no/Hoved/Statistikk/skadeforsikring/Brannstatistikk/> (lest 13.05.2012).
- Forskrift om brannforebygging. (2002). FOR 2002-06-26 nr 847: Forskrift om brannforebyggende tiltak og tilsyn.
- Fredrikstad Kommune. (2011). Kommuneplan: 2011 - 2023.
- Frevar. Frevar KF: Distriktets Miljøbedrift.
- Miljøverndepartementet. (1992). Veileder: Sikkerhets- og beredskapsplan for vannforsyningen i kommunen.
- Nicholls, M. (2006). Økt sikkerhet og beredskap i vannforsyningen. Tilgjengelig fra: http://www.mattilsynet.no/regelverk/veiledere/vann/sikkerhet_og_beredskap_i_vannforsyningen___veiledning_36094 (lest 13.05.2012).
- Norges offentlige utredninger (NOU) 2000:24. (2000). Et sårbart samfunn: Utfordringer for sikkerhets- og beredskapsarbeidet i samfunnet. Tilgjengelig fra: <http://www.regjeringen.no/nb/dep/jd/dok/nouer/2000/nou-2000-24.html?id=143248> (lest 13.05.2012).
- Norsk kommunalteknisk forening (NKF) & Norsk Vann. (2008). Nr. 82: Vatn til brannsløkking. *VA/Miljø-blad.*
- Plan- og bygningsloven. (2008). *LOV 2008-06-27 nr 71: Lov om planlegging og byggesaksbehandling.*
- Statens bygningstekniske etat. (2007). *Veiledning til teknisk forskrift til plan- og bygningsloven: 4. utgave.*
- Statistisk sentralbyrå (SSB). (2012). *Folkemengd 1. januar 2012 og endringane i 4. kvartal 2011.* Tilgjengelig fra: <http://www.ssb.no/folkendrkv/tab-2012-02-23-01.html> (lest 13.05.2012).
- Sælthun, N. R. (2001). Hydrologiske modeller.

Vedlegg 1

Uttak fra brannkum.	Trykk simulert ved uttak av brannvann. (meter vann søyle)	Vannmengde ut av brannkum. (l/s)	Følgende kummer gir undertrykk.	Undertrykk (meter vann søyle)	Område
67025	18,72	20,5	67026	-0,421	Soli
44315	15	11,1	17507	-3,347	Soli
N11_5	15	11,3	17507	-5,521	Soli
17561	15	11,4	17507	-5,704	Soli
44264	15	12,3	19356	-3,503	Soli
			17506	-2,279	
			19353	-5,453	
			N11_9	-2,773	
			17507	-10,329	
19672	15	12,1	19356	-2,157	Soli
			17506	-1,031	
			19353	-4,107	
			N11_9	-1,509	
			17507	-10,013	
19374	15	10,8	17507	-1,779	Soli
N11_7	15	12,2	19356	-2,956	Soli
			17506	-1,772	
			19353	-4,906	
			N11_9	-2,259	
			17507	-10,329	
19654	15	12,4	19356	-3,497	Soli
			17506	-2,273	
			19353	-5,447	
			N11_9	-2,767	
			17507	-10,329	
17524 ???	15	11,1	17507	-3,649	Soli
17517	15	11,0	17507	-3,169	Soli
17514	15	10,9	17507	-2,726	Soli
17509	15	10,8	17507	-2,352	Soli
19334	15	11,8	17507	-8,167	U3: Soli

17503	15	12,3	17506	-1,044	U3: Soli
			19353	-0,785	
			N11_9	-0,945	
			17507	-9,887	
19198	15	13,4	19356	-5,168	U3: Soli
			19353	-7,118	
			N11_9	-7,278	
			17506	-7,377	
			30046	-3,078	
			17507	-10,329	
19231	18	15,1	30046	-0,684	U3: Soli
			17506	-4,983	
			19356	-2,774	
			N11_9	-4,884	
			19353	-4,724	
			17507	-10,329	
19260	19,8	21,07	19356	-2,087	U3: Soli
			17506	-4,296	
			19353	-4,037	
			17507	-10,329	
			N11_9	-4,197	
19280	31,34	28,1	17507	-0,202	U3: Soli
17568	33,44	29,67	60983	-3,933	U3: Ringstad
18001	12	8,32	56203	-0,754	U1
			56221	-2,488	
			56184	-9,446	
			56161	-1,017	
			56165	-0,897	
N6_3	12	7,99	56221	-0,255	U1
			56184	-7,213	
20437	18	16,72	56184	-0,786	U1
N6_2		Over 20	56184	-2,198	U1
50729		20,3	50753	-8,100	U4: Sarepta
			50761	-3,009	
13777		18,4	18325	-2,348	U4: Slevik
			13815	-2,321	
			13817	-2,541	
			N12_6	-4,008	
			18330	-0,238	

			13819	-3,207	
			13818	-1,632	
18045		17,9	N12_6	-0,993	U4: Slevik
			13819	-0,192	
N1_20	25,56	24,25	21156	-7,896	U4: Oksviken
			N1_24	-5,261	
			N1_23	-3,713	
			21303	-0,622	
			21151	-0,276	
			21177	-10,329	
			21159	-10,329	
			14032	-10,329	
			14017	-5,508	
			13983	-3,778	
			21194	-1,141	
			21130	-0,802	
			14020	-8,298	
			14007	-4,918	
			42626	-1,284	
			40556	-7,927	
			21045	-7,450	
			13975	-1,225	
			14009	-5,198	
			13965	-7,275	
			26919	-6,678	
			21044	-7,375	
			21172	-5,678	
20586	24,66	23,84	21156	-3,909	U4: Oksviken
			N1_24	-1,258	
			21177	-9,916	
			21159	-7,179	
			14032	-7,704	
			14017	-1,505	
			14020	-4,295	
			14007	-0,915	
			40556	-3,924	
			21045	-3,447	
			14009	-1,195	
			13965	-3,272	
			26919	-2,675	
			21044	-3,372	
			21172	-1,704	
14279	24,3	23,66	21156	-3,487	U4: Oksviken
			N1_24	-0,860	
			21177	-9,477	
			21159	-6,757	

			14032	-7,307	
			14017	-1,107	
			14020	-3,897	
			14007	-0,517	
			40556	-3,526	
			21045	-3,049	
			14009	-0,797	
			13965	-2,874	
			26919	-2,278	
			21044	-2,974	
			21172	-1,265	
17531	23,94	23,53	21156	-1,944	U4: Oksviken
			21177	-7,953	
			21159	-5,215	
			14032	-5,728	
			14020	-2,318	
			40556	-1,947	
			21045	-1,470	
			13965	-1,295	
			26919	-0,698	
			21044	-1,395	
17533	23,22	23,0	21177	-3,094	U4: Oksviken
			21159	-0,310	
			14032	-0,500	
N-6187	23,04	22,7	21177	-1,101	U4: Oksviken
N1_108		19,9	N77_1	-1,880	U2: Ambjørnrød
3292		20,6	N77_1	-8,421	U2: Ambjørnrød
			3257	-4,041	
			40248	-3,038	
			19592	-0,690	
			40249	-3,287	
3226		20,7	N77_1	-10,240	U2: Ambjørnrød
			19594	0,000	
			3257	-5,860	
			40248	-4,371	
			19592	-2,023	
			40249	-4,619	
			19591	-1,328	
3230		20,3	N77_1	-7,727	U2: Ambjørnrød

			3257	-3,347	
			40248	-1,162	
			40249	-1,410	
3250		19,3	N77_1	-0,154	U2: Ambjørnrød
N1_106		18,5	N77_1	-2,924	U2: Ambjørnrød
50600		18,3	N77_1	-2,783	U2: Ambjørnrød
49401		8-9	49439	-2,642	U2
49359	12	9,10	49439	-8,043	U2
49285		8-12	49379	-4,675	U2
			49422	-6,346	
			49439	-10,329	
16641	25,92	24,4	16876	-1,993	U5: Borgenga S.
16697	25,74	24,46	16876	-4,860	U5: Borgenga S.
16886	22,5	22,60	16876	-3,982	U5: Borgenga S.
16892	20,88	21,70	16876	-2,466	U5: Borgenga S.
9832	35,3	30,7	N4_11	-0,006	U5: Borgenga N
9899	40,4	34,27	N4_11 00	-5,842	U5: Borgenga N
			9870 00	-5,323	
			MODELL20070418- SYD_N12_2	-0,879	
			9867	-0,239	
			N4_12	-4,547	
			9872	-4,673	
9755	42,62	35,00	N4_11	-5,302	U5: Borgenga N
			9870	-4,783	pvc
			50845	-0,324	
			MODELL20070418-	-3,005	

			SYD_N12_2		
			50849	-2,044	
			N4_12	-4,007	
			9872	-4,133	
9759	42	34,9	MODELL20070418-SYD_N12_2	-0,372	U5: Borgenga N
			N4_11	-2,678	
			9870	-2,158	
			N4_12	-1,383	
			9872	-1,509	
9897	35,92	31,24	MODELL20070418-SYD_N12_2	-9,006	U5: Borgenga N
			50845	-6,325	
			50844	-4,434	
			MODELL20070418-SYD_N12_1	-1,944	
			50849	-8,045	
			28690	-3,474	
MODELL200 70418- SYD_N4_8	34	29,9	MODELL20070418-SYD_N12_2	-7,824	U5: Borgenga N
			50845	-5,143	
			50844	-3,253	
			MODELL20070418-SYD_N12_1	-0,773	
			50849	-6,864	
			28690	-2,304	
28388	21,24	21,84	50849	-2,010	U5: Borgenga N
			50845	-0,289	
			MODELL20070418-SYD_N12_2	-2,970	
9979	23,76	23,22	MODELL20070418-SYD_N12_2	-2,464	U5: Borgenga N
			50849	-1,503	
MODELL200 70418- SYD_N12_5		17,34	N12_7	-5,363	U5: Haugen
			51964	-0,812	
MODELL200 70418- SYD_N12_3		16,63	51972	-0,880	U5: Haugen

MODELL200 70418- SYD_N12_6		15,13	N12_7	-0,764	U5: Haugen
N_262		13,9	3840	-1,129	Frittstående Falkåsen
			3918	-1,427	
			3832	-0,346	
			N_260	-0,245	