



Kirke Eskilstrup Vandværk

Distributionsnettet for rent vand

Ebberup – supplerende modelberegninger

Januar 2015

Kirke Eskilstrup Vandværk

Distributionsnettet for rent vand

Ebberup – supplerende modelberegninger

Udarbejdet af: Ole Holst Andersen

Kontrolleret af: Henrik Korsgaard

Udgave/dato: 1

Ordrenummer: 130081126

Krüger A/S

Gladsaxevej 363
DK-2860 Søborg
T +45 3969 0222

SØBORG

ISO 9001 CERTIFIED

Indkildevej 6C
DK-9210 Aalborg SØ
T +45 9818 9300

AALBORG

Haslegårdsvænget 18
DK-8210 Aarhus V
T +45 8746 3300

AARHUS

www.kruger.dk

Fabriksparken 50
DK-2600 Glostrup
T +45 4345 1676

GLOSTRUP

Indholdsfortegnelse

1	Indledning	2
2	Konklusioner og anbefalinger	2
3	Modelberegninger	3
3.1	Beregning 7	4
3.2	Beregning 8	4
3.3	Beregning 9	4
3.4	Beregning 10	5
4	Referencer.....	6

Bilagliste

1	Beregning 6 – ledningsdimensioner og modelresultater (fra ref. /1/)
2	Beregning 7 – ledningsdimensioner og modelresultater
3	Beregning 8 – ledningsdimensioner og modelresultater
4	Beregning 9 – ledningsdimensioner og modelresultater
5	Beregning 10 – ledningsdimensioner og modelresultater

1 Indledning

Kirke Eskilstrup Vandværk (KEV) planlægger at forsyne området ved Ebberup med vand. I forlængelse af rapporten fra september 2014 har KEV anmodet Krüger om at udføre supplerende modelberegninger med følgende formål:

- Beregning af hvilke ledningsdimensioner der er nødvendige uden forsyning af Tingerup og Smidstrup.
- Beregning af forsyningsforholdene ved en første etape, hvor der anlægges en ny ledning frem til ca. 70 m vest for Skjoldenæsvej samt en ny trykforøgerstation.

Vedrørende den første del af opgaven er det aftalt, at KEV efterfølgende beregninger den forventede forskel i anlægspris mellem den anbefalede udformning af ledningsnettet, jf. ref. /1/ og ledningsnettet uden forsyning af Tingerup og Smidstrup.

Nærværende rapport indeholder en beskrivelse af de supplerende modelberegninger.

2 Konklusioner og anbefalinger

Modelberegningerne 7-9 viser at uden forsyning af Tingerup og Smidstrup kan ledningsdimensionerne reduceres som følger:

- Ledningen i Stestrup Oldvej fra Stestrup Old til Skjoldenæsvej fra Ø110 mm PE til Ø90 mm PE.
- Ledningen fra krydset Stestrup Oldvej / Skjoldenæsvej mod nord i Skjoldenæsvej fra Ø90 mm PE til Ø75 mm PE.
- Ledningen fra krydset Skjoldenæsvej / Hoppeolden mod nord i Hoppeolden fra Ø90 mm PE til Ø75 mm PE.

Ovenstående svarer til en reduktion fra Ø110 mm PE til Ø90 mm PE over en samlet længde på 1.020 m i ledningsnetmodellen. Reduktionen fra Ø90 mm PE til Ø75 mm PE svarer til en samlet længde på 4.000 m.

Meromkostningerne ved at gennemføre omlægningerne svarende til beregning 6 er formentlig forholdsvis lave, så det anbefales stadig at gennemføre projektet med disse ledningsdimensioner.

Beregning 10 tager afsæt i den anbefalede løsning med en første etape hvor der etableres en ny ledning i Ø110 mm frem til ca. 70 m vest for Skjoldenæsvej samt en ny trykforøgerstation. Beregningen viser, at det er muligt at opnå tilfredsstillende forsyningsforhold i det meste af ledningsnettet ved denne første etape af ledningsomlægningerne.

3 Modelberegninger

Den eksisterende ledningsnetmodel, jf. ref. /1/ anvendes til beregningerne. Den anbefalede løsning – beregning 6 – bruges som sammenligningsgrundlag. Plot af ledningsdimensioner og forsyningstryk er inkluderet i nærværende rapport i bilag 1.

De nye beregninger kan kort beskrives som følger:

- Beregning 7: Ledninger efter den nye trykforøger som forsyner Tingerup og Smidstrup er reduceret ét trin ned i dimension.
- Beregning 8: Som beregning 7, men med en ledningsstrækning ført tilbage til den anbefalede dimension, jf. beregning 6.
- Beregning 9: Som beregning 8, men med justering af afgangstrykket fra trykforøgeren.
- Beregning 10: Første etape af den anbefalede løsning, jf. beregning 6.

Der gøres følgende forudsætninger for alle beregningerne 7-10:

- Der etableres en kort ledningsforbindelse fra afgang på Trykforøger Stestrup til ledningen i Ø63 mm PVC i Hvalsøvej-Agerupvej, således at der etableres en ringforbindelse.
- Der udskiftes ca. 150 m Ø90 mm PE til Ø110 mm PE i Stestrupvej.
- Der etableres en ny trykforøgerstation som beskrevet i ref. /1/.

I beregningerne 7-9 etableres en ledning i Ø110 mm PE frem til Stestrup Old, mens den i beregning 10 føres frem til ca. 70 m vest for Skjoldenæsvej.

Som nævnt i ref. /1/ tager beregningerne afsæt i de maksimale forbrug ved forskellige omfang af forsyningsområdet. Ved minimale forbrug, f.eks. om natten, vil hastighederne være lavere end de viste. Beregningerne i denne rapport identificeres ved nedenstående modeltidspunkter.

01-00:00

Det udvidede forsyningsområde ved Ebberup uden Tingerup og Smidstrup, i alt 10 m³/h, heraf 8 m³/h gennem den nye trykforøger. Dette er det den dimensionsgivende forbrugssituation.

01-01:00

Det udvidede forsyningsområde ved Ebberup uden Tingerup og Smidstrup, i alt 14 m³/h, heraf 12 m³/h gennem den nye trykforøger. Denne forbrugssituation har til formål at undersøge følsomheden af ledningsnettet i forhold til usikkerheden på forbruget. Erfaringsmæssigt forekommer der ofte større uønskede aftapninger i det åbne land.

3.1 Beregning 7

De anvendte ledningsdimensioner fremgår af bilag 2. I forhold til den anbefalede udformning af ledningsnettet, svarende til beregning 6, jf. bilag 1 er der her foretaget følgende ændringer:

- Ledningen i Stestrup Oldvej fra Stestrup Old til Skjoldenæsvej er reduceret fra Ø110 mm PE til Ø90 mm PE.
- Ledningerne fra krydset Stestrup Oldvej / Skjoldenæsvej mod nord i Skjoldenæsvej og mod øst og nord i Skjoldenæsvej og Hoppeolden er reduceret fra Ø90 mm PE til Ø75 mm PE.

Afgangstrykket på den nye trykforøger følger i første omgang styrekurven som i beregning 6, som beskrevet i ref. /1/.

Ved sammenligning med bilag 1 ses, at forsyningstrykket til modeltidspunkt 01-00:00 stort set er uændret, mens det til modeltidspunkt 01-01:00 er noget lavere. Som beskrevet i næste afsnit udføres derfor en beregning, hvor en del af ledningsstrækningen i Skjoldenæsvej tilbageføres til Ø90 mm PE.

3.2 Beregning 8

Denne beregning svarer til beregning 6 i ref. /1/ med følgende ændringer:

- Ledningen i Stestrup Oldvej fra Stestrup Old til Skjoldenæsvej er reduceret fra Ø110 mm PE til Ø90 mm PE.
- Ledningen fra krydset Stestrup Oldvej / Skjoldenæsvej mod nord i Skjoldenæsvej er reduceret fra Ø90 mm PE til Ø75 mm PE.
- Ledningen fra krydset Skjoldenæsvej / Hoppeolden mod nord i Hoppeolden er reduceret fra Ø90 mm PE til Ø75 mm PE.

De anvendte ledningsdimensioner og de beregnede tryk fremgår af bilag 3. Ved sammenligning med bilag 1 ses, at forsyningstrykket i beregning 8 til modeltidspunkt 01-00:00 er lidt højere end i beregning 6, mens det til modeltidspunkt 01-01:00 stort set svarer til tidligere.

Som nævnt i ref. /1/ er der en vis usikkerhed på forbruget i området, så ledningsnettet i beregning 8 må anses for at give de minimale ledningsdimensioner uden forsyning af Tingerup og Smidstrup.

3.3 Beregning 9

Ledningsnettet er her som i beregning 8; men trykforøgerens styrekurve er justeret i overensstemmelse med det lavere forbrug uden forsyning af Tingerup og Smidstrup og de

tilsvarende mindre ledningsdimensioner. Som i beregning 6 i ref. /1/ følger afgangstrykket fra trykforøgeren en styrekurve, som er afhængig af flowet gennem trykforøgeren:

$$p = p_0 + k \cdot Q^2, \text{ hvor}$$

k er en konstant og Q er flowet.

I beregning 6 er $p_0 = 48$ mVS og $k = 0,03$ mVS/(m³/h)²; i beregning 9 er k ændret til $k = 0,07$ mVS/(m³/h)². Herved kan de beregnede forsyningstryk i beregning 9 direkte sammenlignes med trykkene i beregning 6 til modeltidspunkterne 01-00:00 (dimensionsgivende) og 01-01:00 (følsomhed).

Det ses af bilag 1 og 4, at de reducerede ledningsdimensioner og ingen forsyning af Tingerup og Smidstrup i beregning 9 giver stort set de samme forsyningstryk som i beregning 6 til begge modeltidspunkter. Som tidligere må der påregnes lokal trykforøgning før knude 63 ved Lerbjergvej.

I forhold til beregning 6 er der i beregning 9 en reduktion fra Ø110 mm PE til Ø90 mm PE over en samlet længde på 1.021 m i ledningsnetmodellen. Reduktionen fra Ø90 mm PE til Ø75 mm PE svarer til en samlet længde på 4.000 m.

3.4 Beregning 10

Der er opstillet en ny ledningsnetmodel, som indeholder det eksisterende ledningsnet i området ved Ebberup sammen med en ny ledning i Ø110 mm frem til ca. 70 m vest for Skjoldenæsvej samt en ny trykforøgerstation. Bilag 5 viser plots af ledningsdimensioner og beregnede forsyningstryk.

Til modeltidspunkt 01-00:00 er forsyningstrykket højere end 25 mVS på nær i den østligste modelknude S50 ved Lerbjergvej, hvor trykket er 14 mVS.

Til modeltidspunkt 01-01:00 er forsyningstrykket højere end 24 mVS på nær i den østligste del af forsyningsområdet, syd for modelknude S44 ved Lerbjergvej. I modelknude S50 er trykket 5 mVS.

Samlet kan man konkludere, at det er muligt at opnå tilfredsstillende forsyningsforhold i det meste af ledningsnettet ved denne første etape af ledningsomlægningerne.

4 Referencer

/Ref. 1/: Kirke Eskilstrup Vandværk. Distributionsnettet for rent vand. Nyt forsyningsområde ved Ebberup. Krüger. September 2014.

Signaturforklaring

Netværksplot

Indre diameter [mm]

Tid:

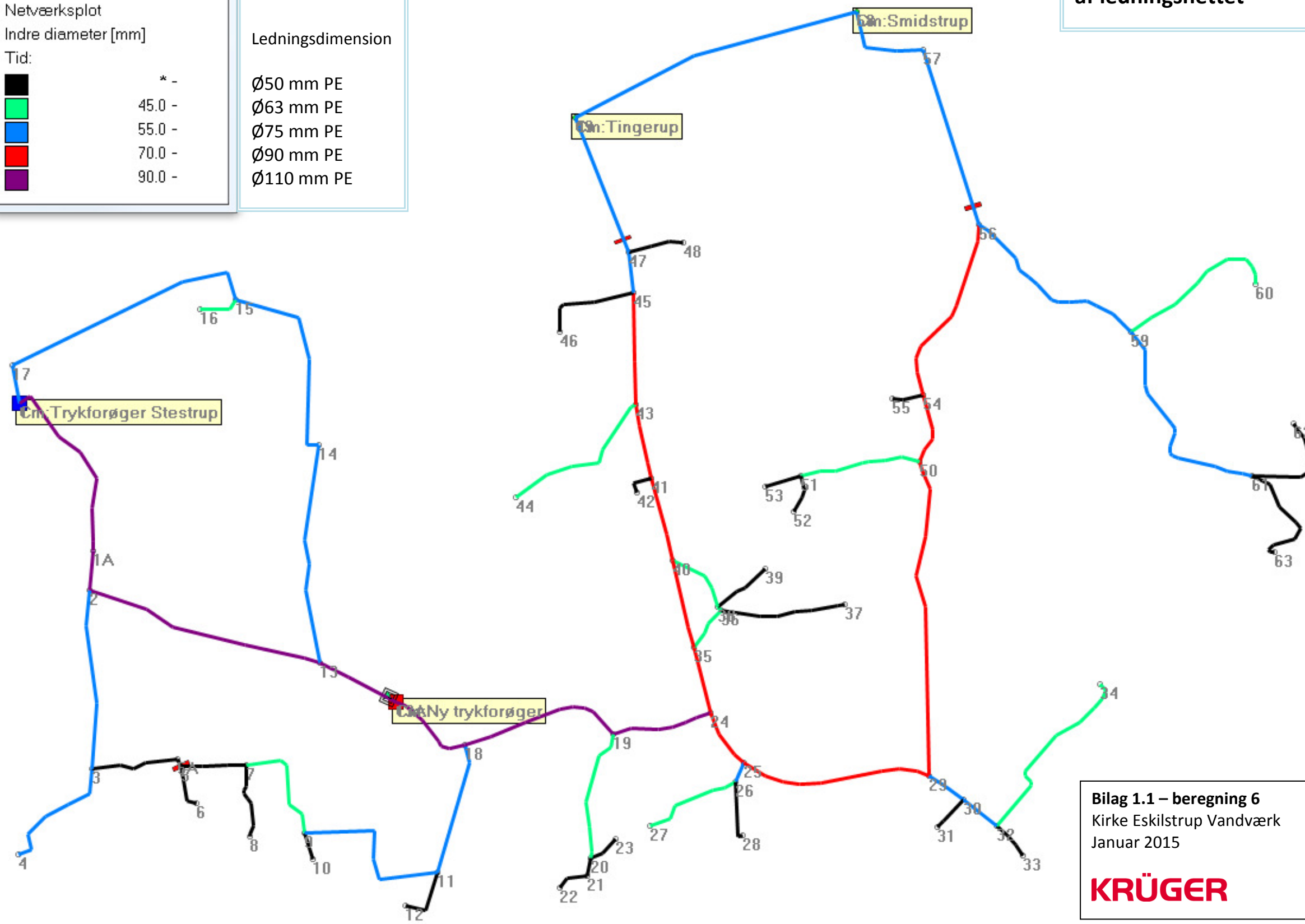


* -
45.0 -
55.0 -
70.0 -
90.0 -

Ledningsdimension

Ø50 mm PE
Ø63 mm PE
Ø75 mm PE
Ø90 mm PE
Ø110 mm PE

Anbefalet udformning
af ledningsnettet



Bilag 1.1 – beregning 6
Kirke Eskilstrup Vandværk
Januar 2015

KRÜGER

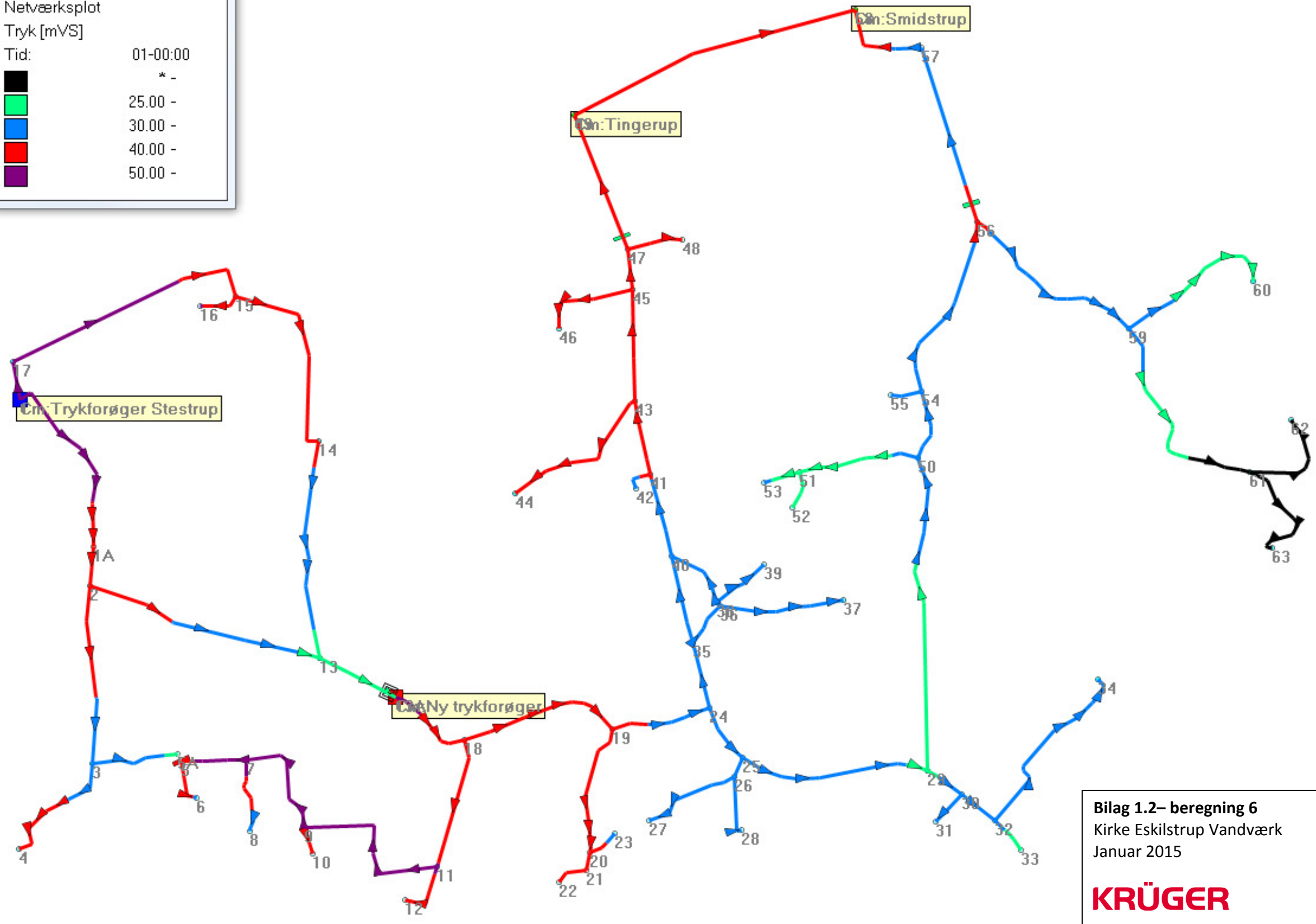
Signaturforklaring

Netværksplot

Tryk [mVS]

Tid: 01-00:00

■	* -
■	25.00 -
■	30.00 -
■	40.00 -
■	50.00 -



Bilag 1.2- beregning 6
 Kirke Eskilstrup Vandværk
 Januar 2015

KRÜGER

Forsyningstryk til modeltidspunkt 01-00:00 – dimensionsgivende forbrug

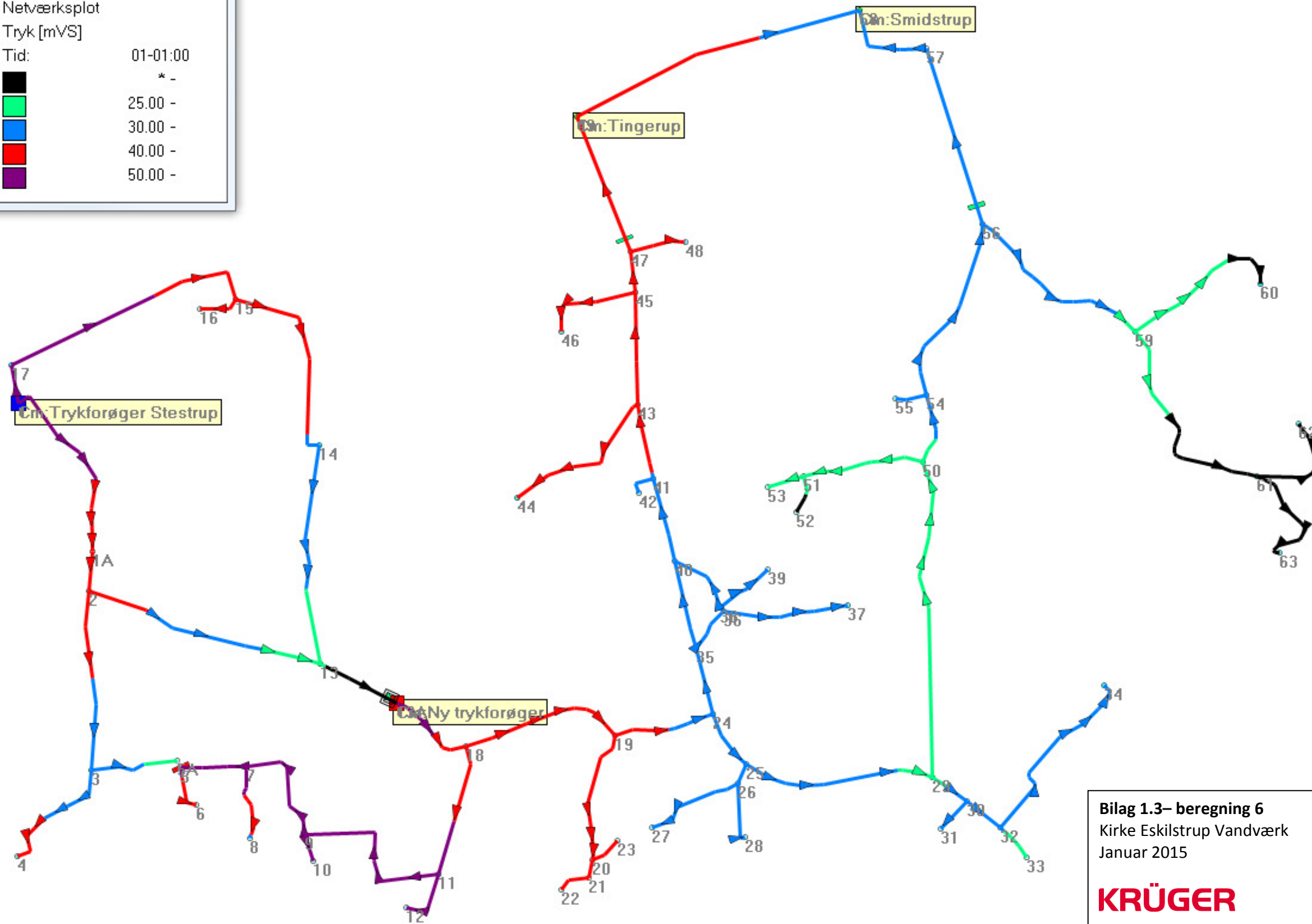
Signaturforklaring

Netværksplot

Tryk [mVS]

Tid: 01-01:00

■	* -
■	25.00 -
■	30.00 -
■	40.00 -
■	50.00 -



Forsyningstryk til modeltidspunkt 01-01:00 – følsomhed for øget forbrug

Bilag 1.3- beregning 6
 Kirke Eskilstrup Vandværk
 Januar 2015
KRÜGER

Signaturforklaring

Netværksplot

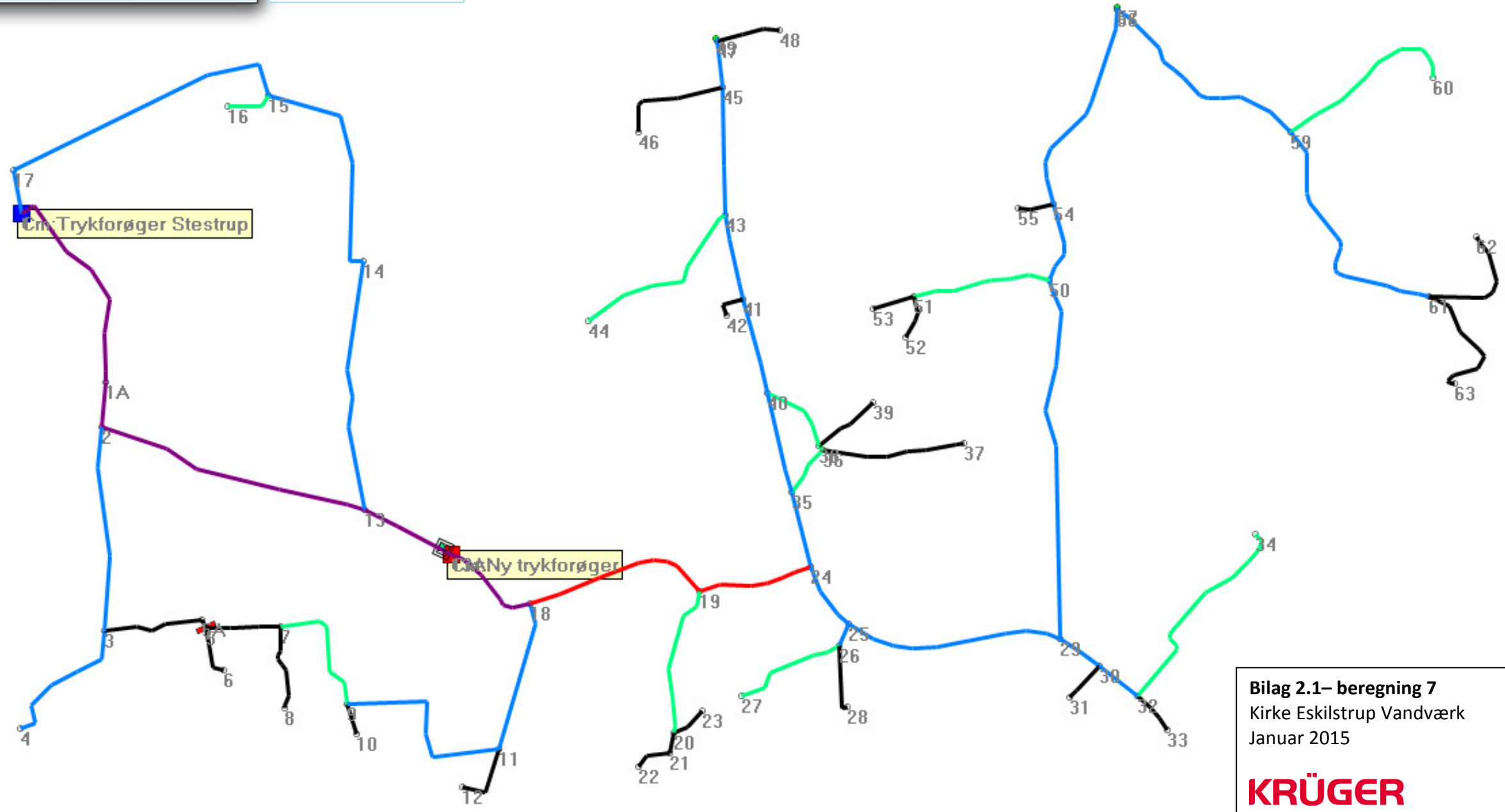
Indre diameter [mm]

Tid:

Black	* -
Green	45.0 -
Blue	55.0 -
Red	70.0 -
Purple	90.0 -

Ledningsdimension

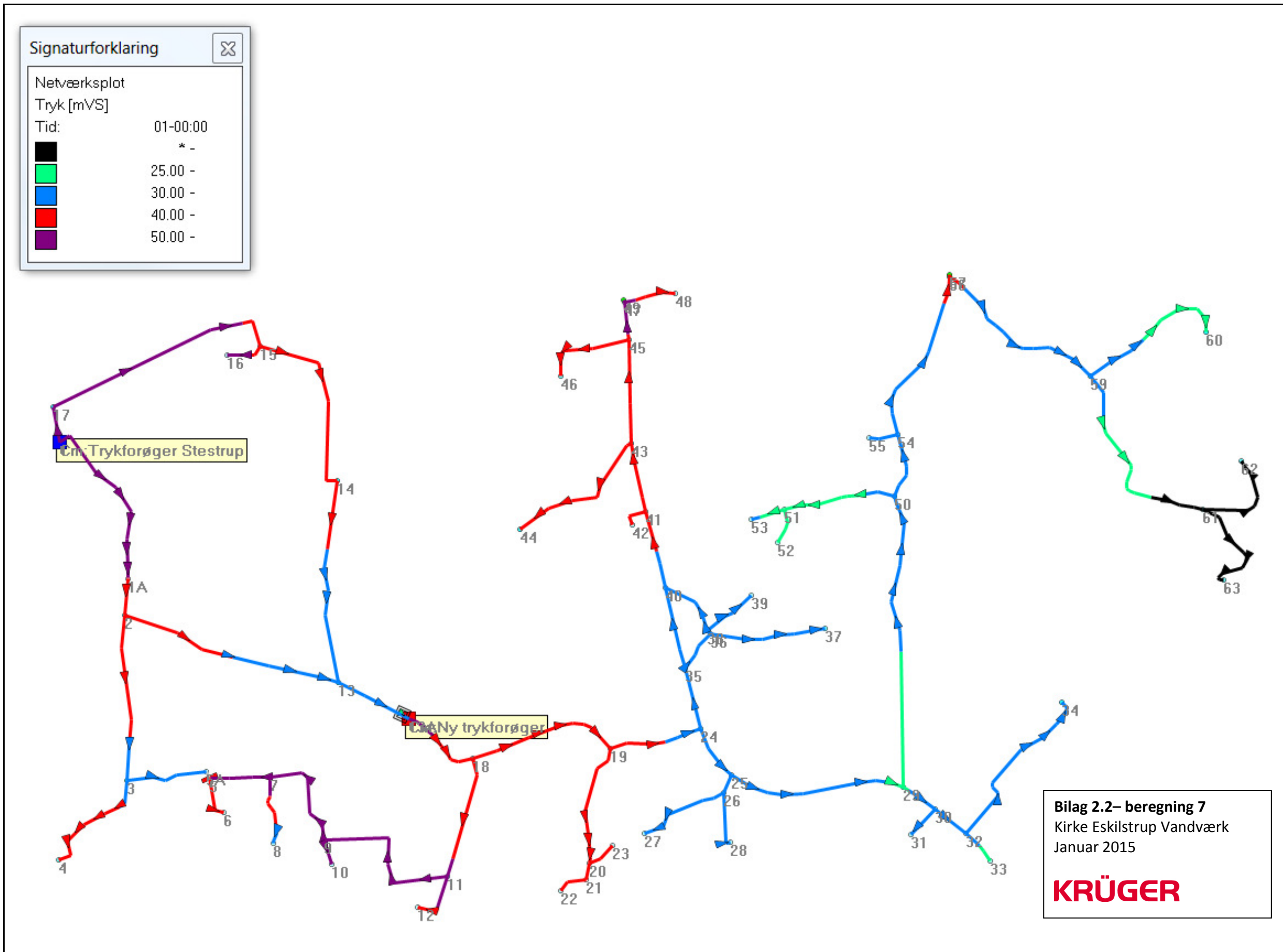
- Ø50 mm PE
- Ø63 mm PE
- Ø75 mm PE
- Ø90 mm PE
- Ø110 mm PE



Bilag 2.1- beregning 7
 Kirke Eskilstrup Vandværk
 Januar 2015

KRÜGER

Ledningsdimension – indre diameter (interval) og ledningsdimension



Forsyningstryk til modeltidspunkt 01-00:00 – dimensionsgivende forbrug

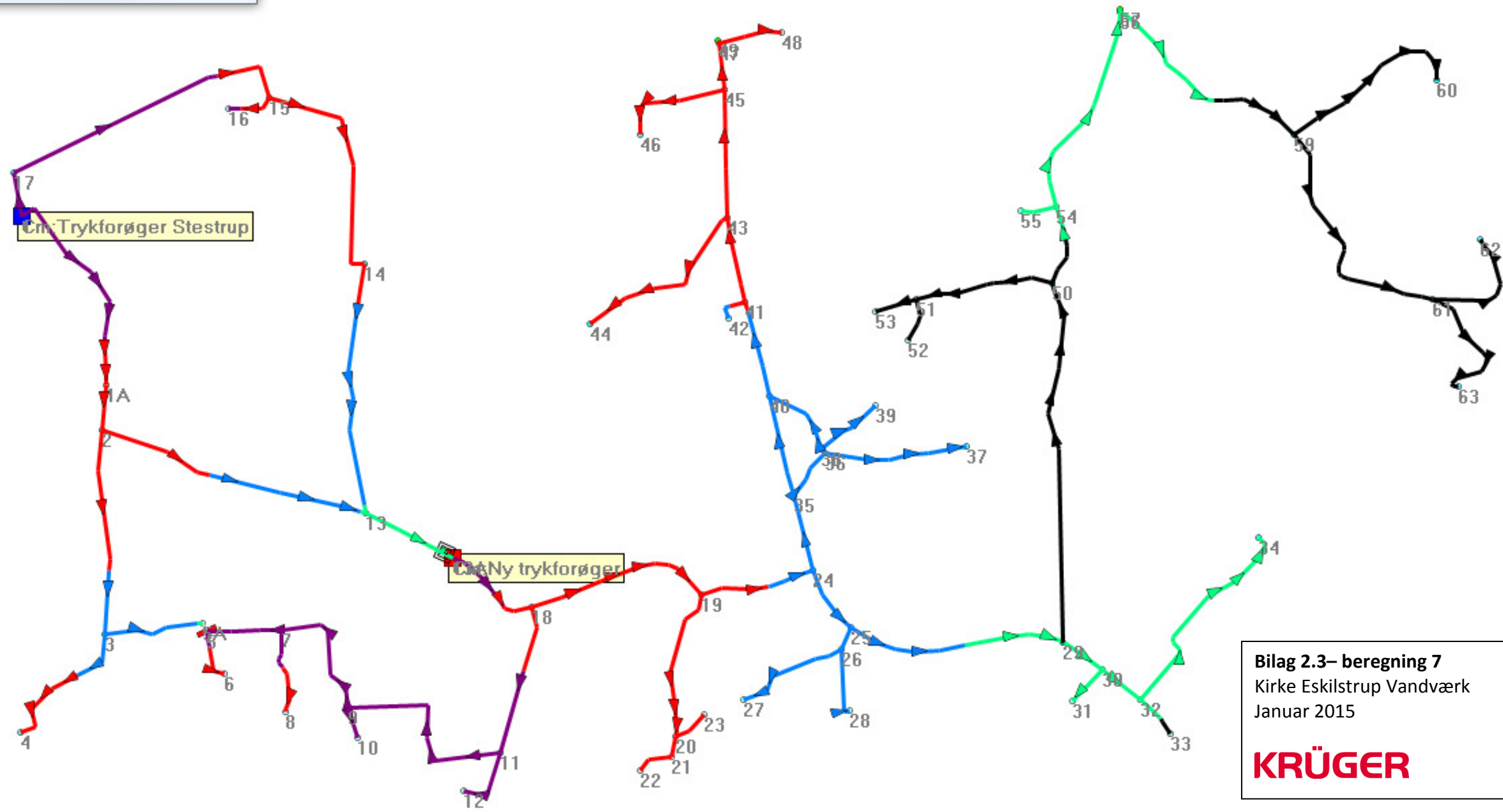
Signaturforklaring

Netværksplot

Tryk [mVS]

Tid: 01-01:00

■	* -
■	25.00 -
■	30.00 -
■	40.00 -
■	50.00 -



Bilag 2.3– beregning 7
 Kirke Eskilstrup Vandværk
 Januar 2015

KRÜGER

Forsyningstryk til modeltidspunkt 01-01:00 – følsomhed for øget forbrug

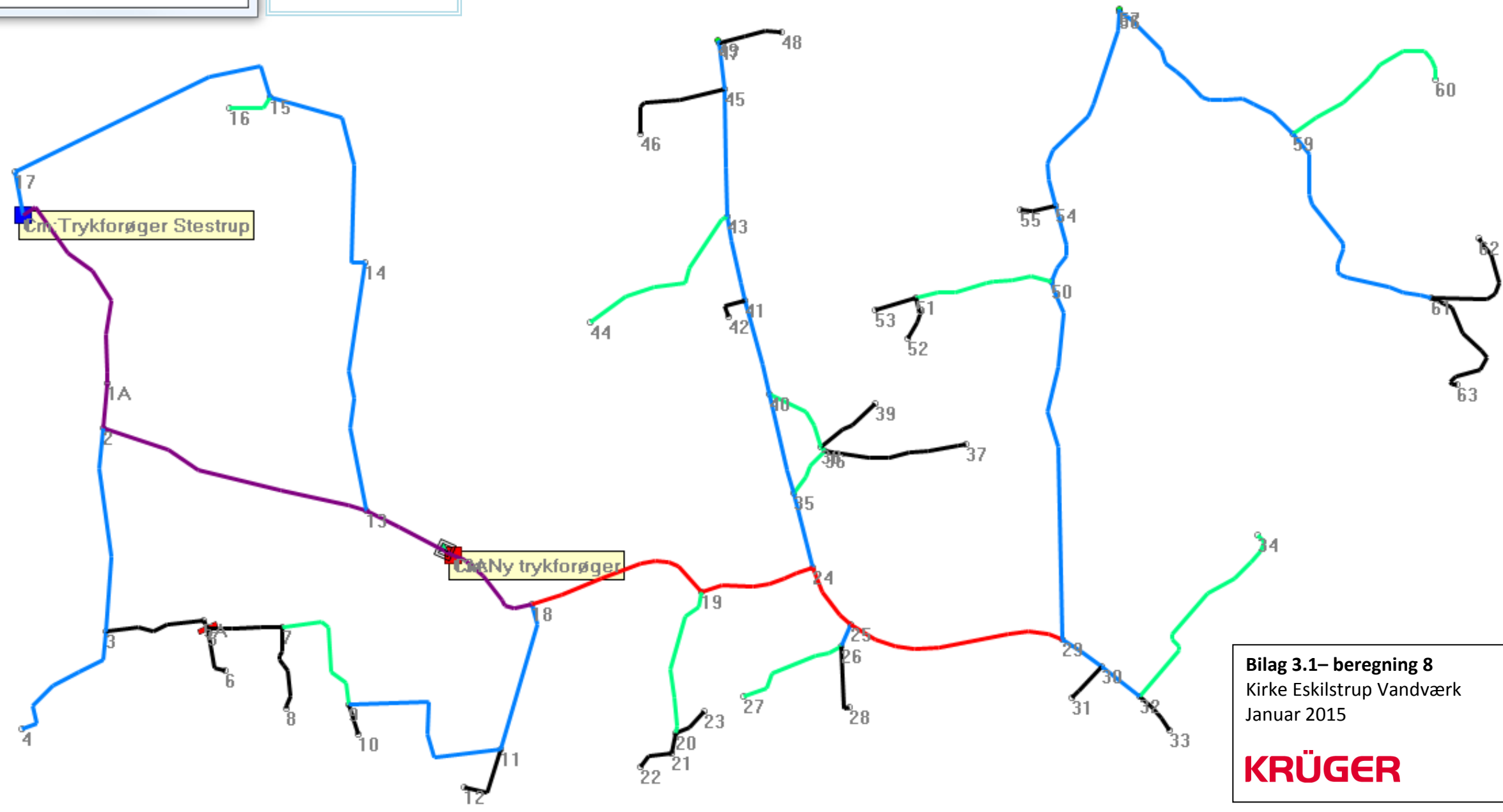
Signaturforklaring

Netværksplot	
Indre diameter [mm]	
Tid:	
■	* -
■	45.0 -
■	55.0 -
■	70.0 -
■	90.0 -

Ledningsdimension

Ø50 mm PE
Ø63 mm PE
Ø75 mm PE
Ø90 mm PE
Ø110 mm PE

Minimale dimensioner uden forsyning af Tingerup og Smidstrup



Bilag 3.1- beregning 8
 Kirke Eskilstrup Vandværk
 Januar 2015

KRÜGER

Ledningsdimension – indre diameter (interval) og ledningsdimension

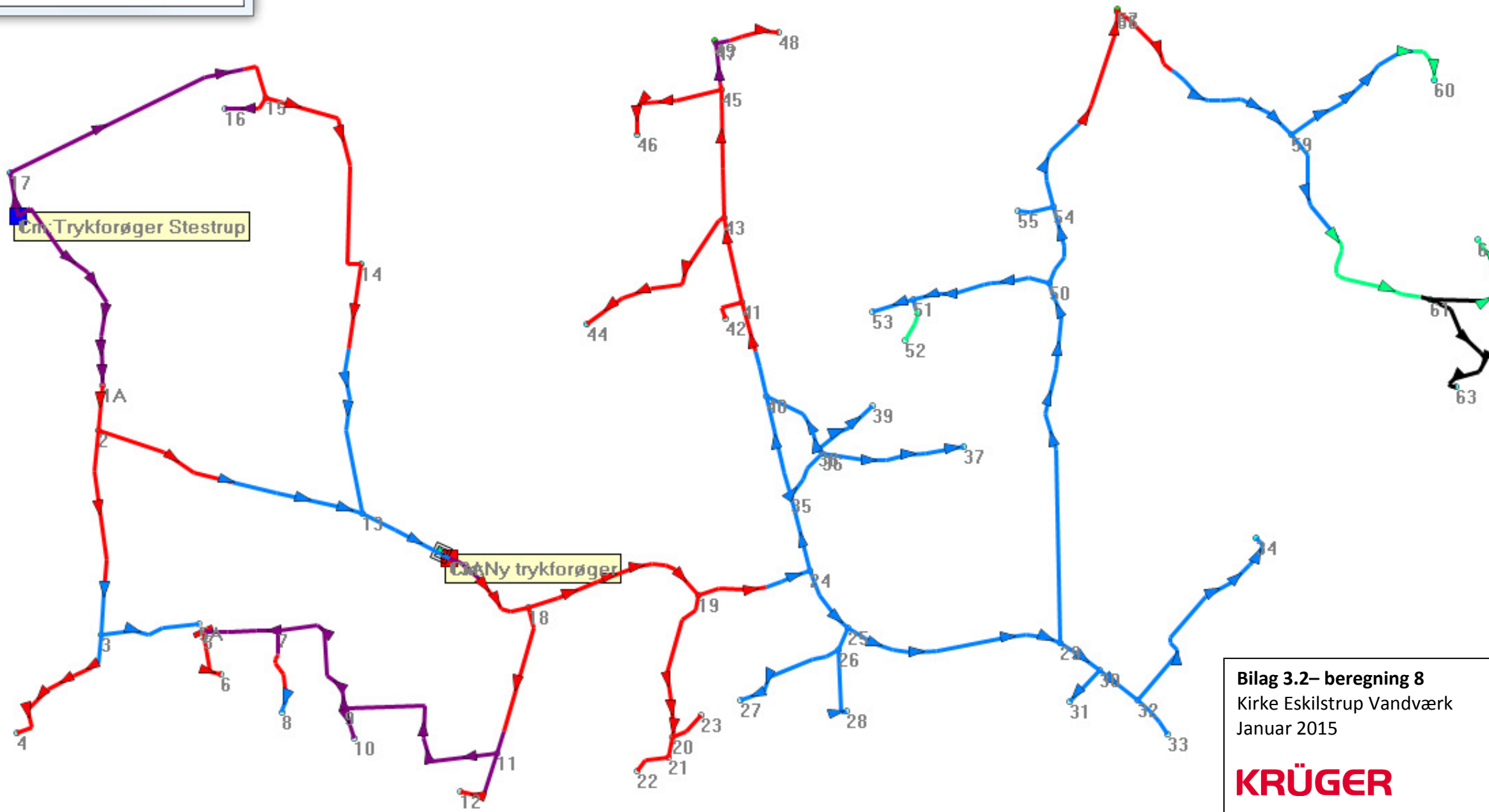
Signaturforklaring

Netværksplot

Tryk [mVS]

Tid: 01-00:00

■	* -
■	25.00 -
■	30.00 -
■	40.00 -
■	50.00 -



Bilag 3.2- beregning 8
 Kirke Eskilstrup Vandværk
 Januar 2015

KRÜGER

Forsyningstryk til modeltidspunkt 01-00:00 – dimensionsgivende forbrug

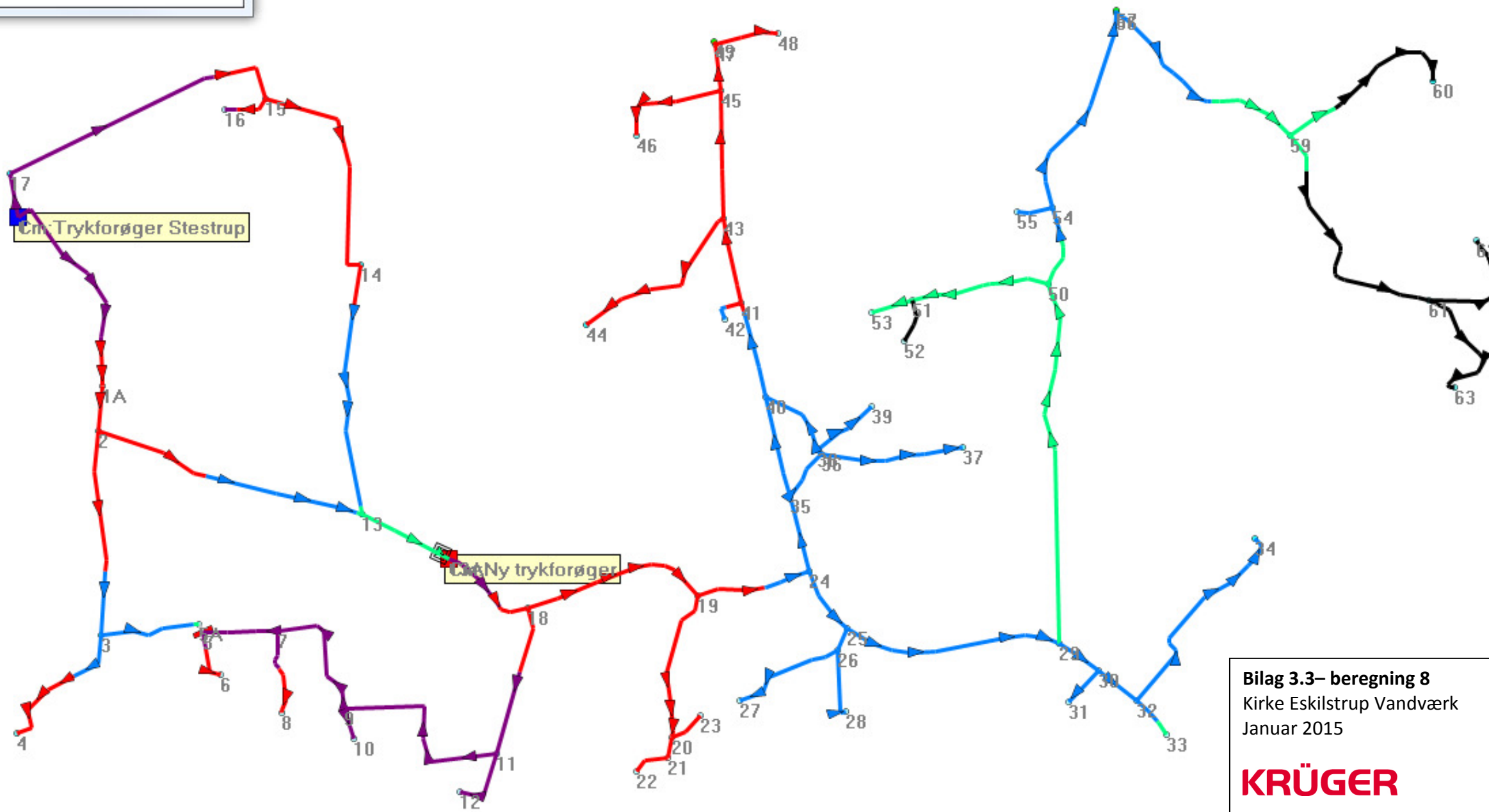
Signaturforklaring

Netværksplot

Tryk [mVS]

Tid: 01-01:00






■	* -
■	25.00 -
■	30.00 -
■	40.00 -
■	50.00 -








Bilag 3.3– beregning 8
 Kirke Eskilstrup Vandværk
 Januar 2015

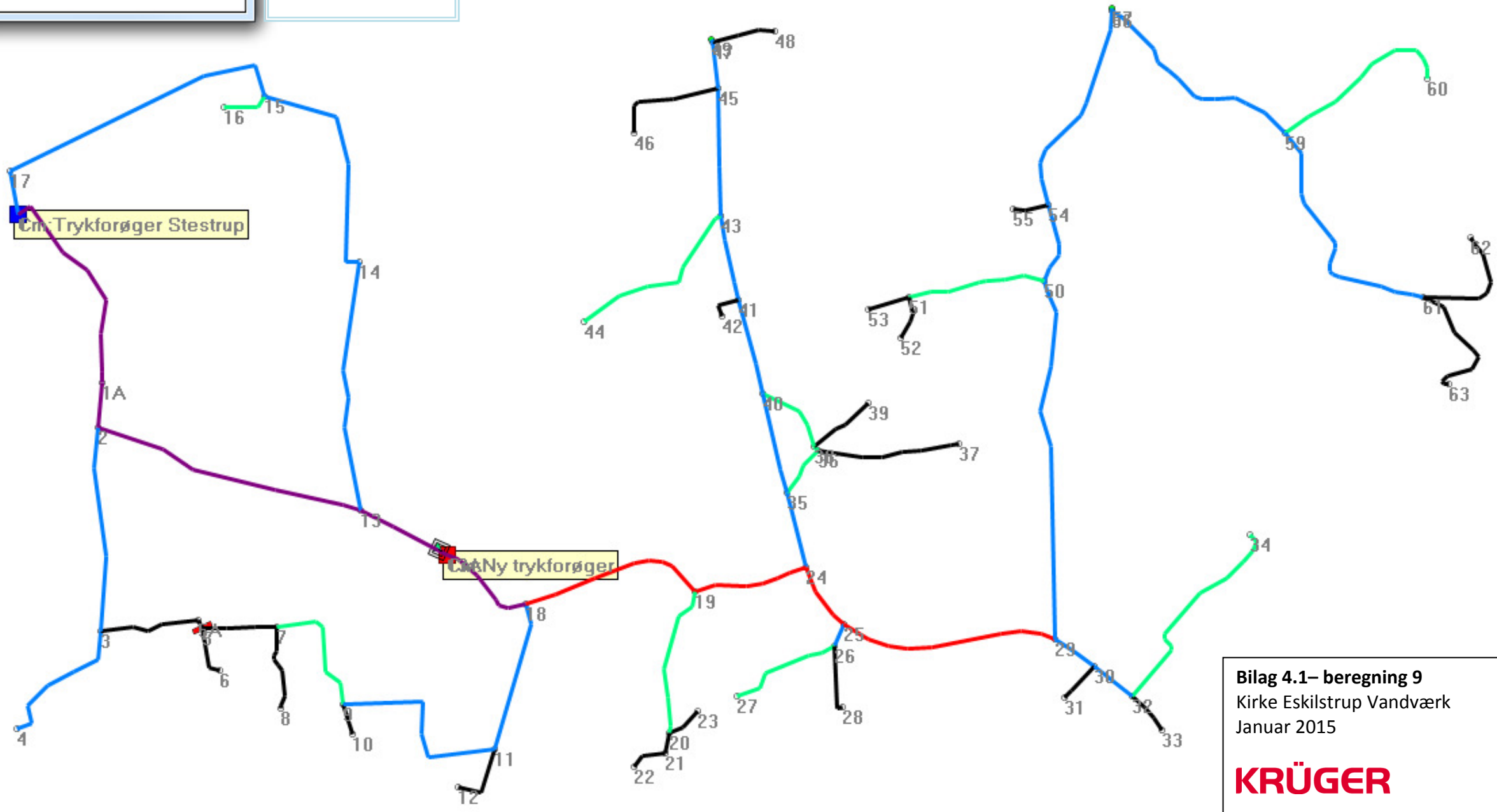
KRÜGER

Forsyningstryk til modeltidspunkt 01-01:00 – følsomhed for øget forbrug

Signaturforklaring	
Netværksplot	
Indre diameter [mm]	
Tid:	
	* -
	45.0 -
	55.0 -
	70.0 -
	90.0 -

Ledningsdimension	
	Ø50 mm PE
	Ø63 mm PE
	Ø75 mm PE
	Ø90 mm PE
	Ø110 mm PE

Minimale dimensioner uden forsyning af Tingerup og Smidstrup



Bilag 4.1- beregning 9
Kirke Eskilstrup Vandværk
Januar 2015
KRÜGER

Ledningsdimension – indre diameter (interval) og ledningsdimension

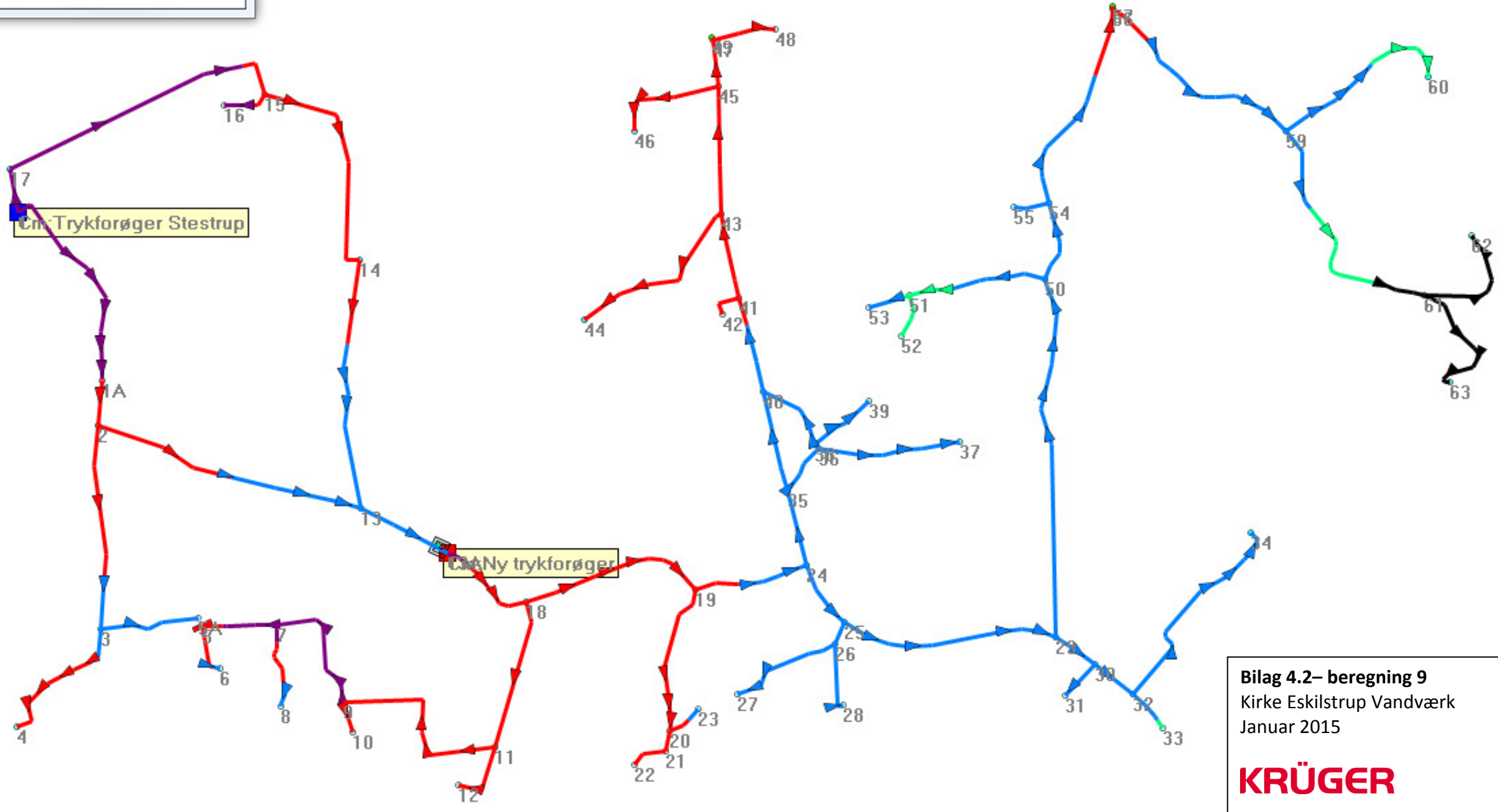
Signaturforklaring

Netværksplot

Tryk [mVS]

Tid: 01-00:00

■	* -
■	25.00 -
■	30.00 -
■	40.00 -
■	50.00 -



Bilag 4.2- beregning 9
 Kirke Eskilstrup Vandværk
 Januar 2015

KRÜGER

Forsyningstryk til modeltidspunkt 01-00:00 – dimensionsgivende forbrug

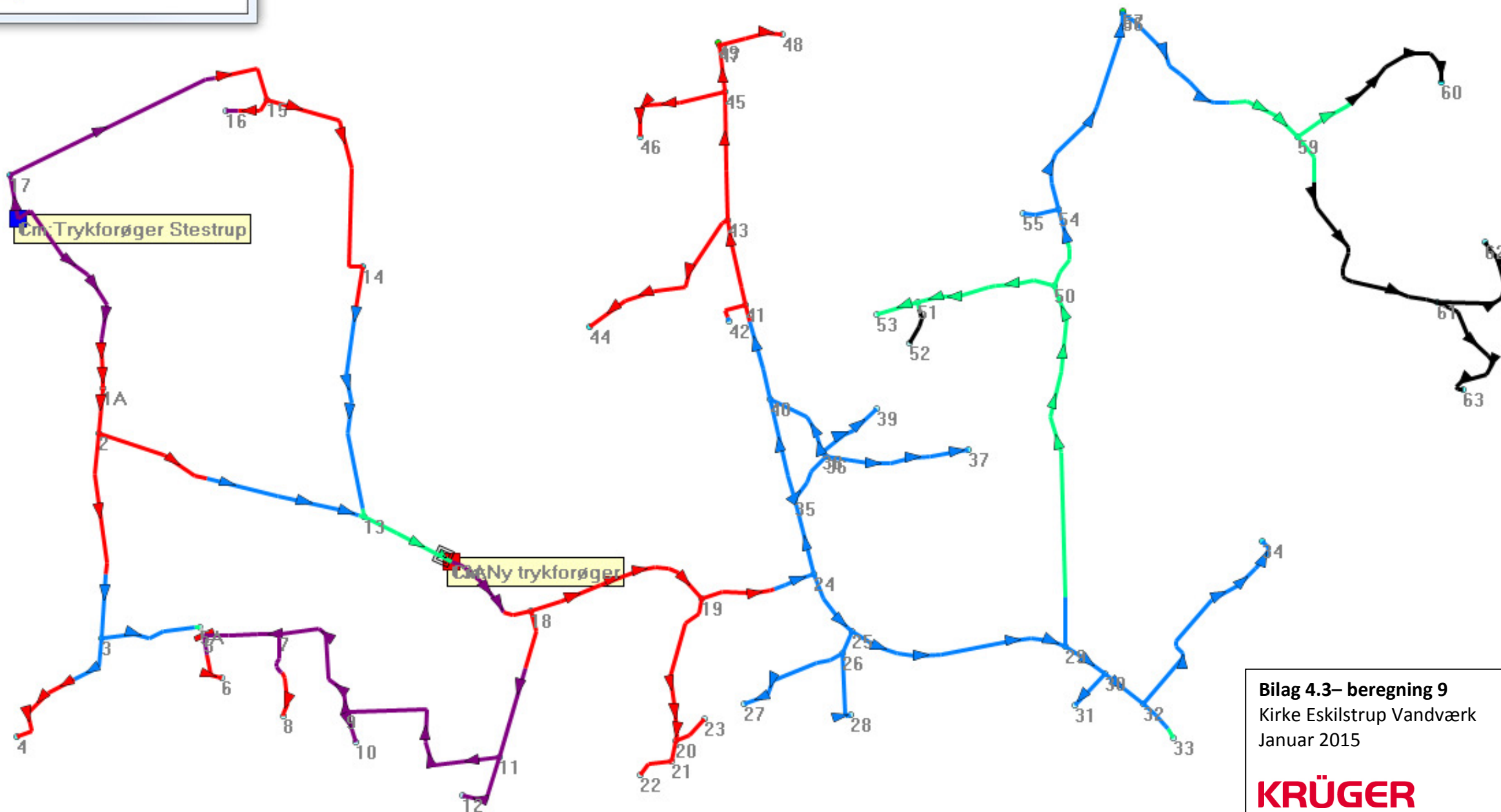
Signaturforklaring

Netværksplot

Tryk [mVS]

Tid: 01-01:00

■	* -
■	25.00 -
■	30.00 -
■	40.00 -
■	50.00 -



Bilag 4.3– beregning 9
 Kirke Eskilstrup Vandværk
 Januar 2015

KRÜGER

Forsyningstryk til modeltidspunkt 01-01:00 – følsomhed for øget forbrug

Signaturforklaring

Netværksplot

Indre diameter [mm]

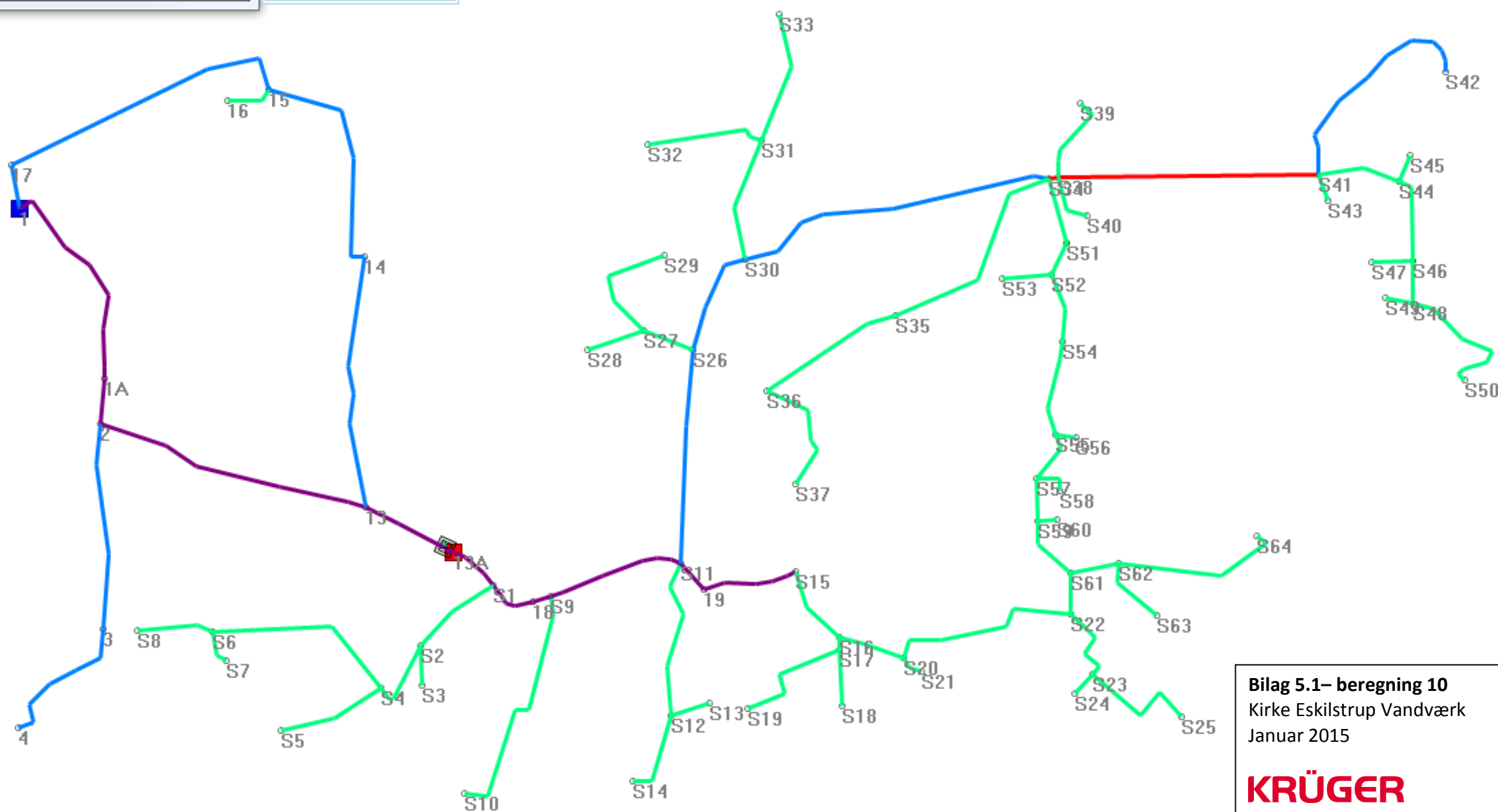
Tid:

■	* -
■	45.0 -
■	55.0 -
■	70.0 -
■	90.0 -

Ledningsdimension

Ø50 mm PE
Ø63 mm PE
Ø75 mm PE
Ø90 mm PE
Ø110 mm PE

Første etape af anbefalet udformning af ledningsnettet



Bilag 5.1- beregning 10
Kirke Eskilstrup Vandværk
Januar 2015
KRÜGER

Ledningsdimension – indre diameter (interval) og ledningsdimension

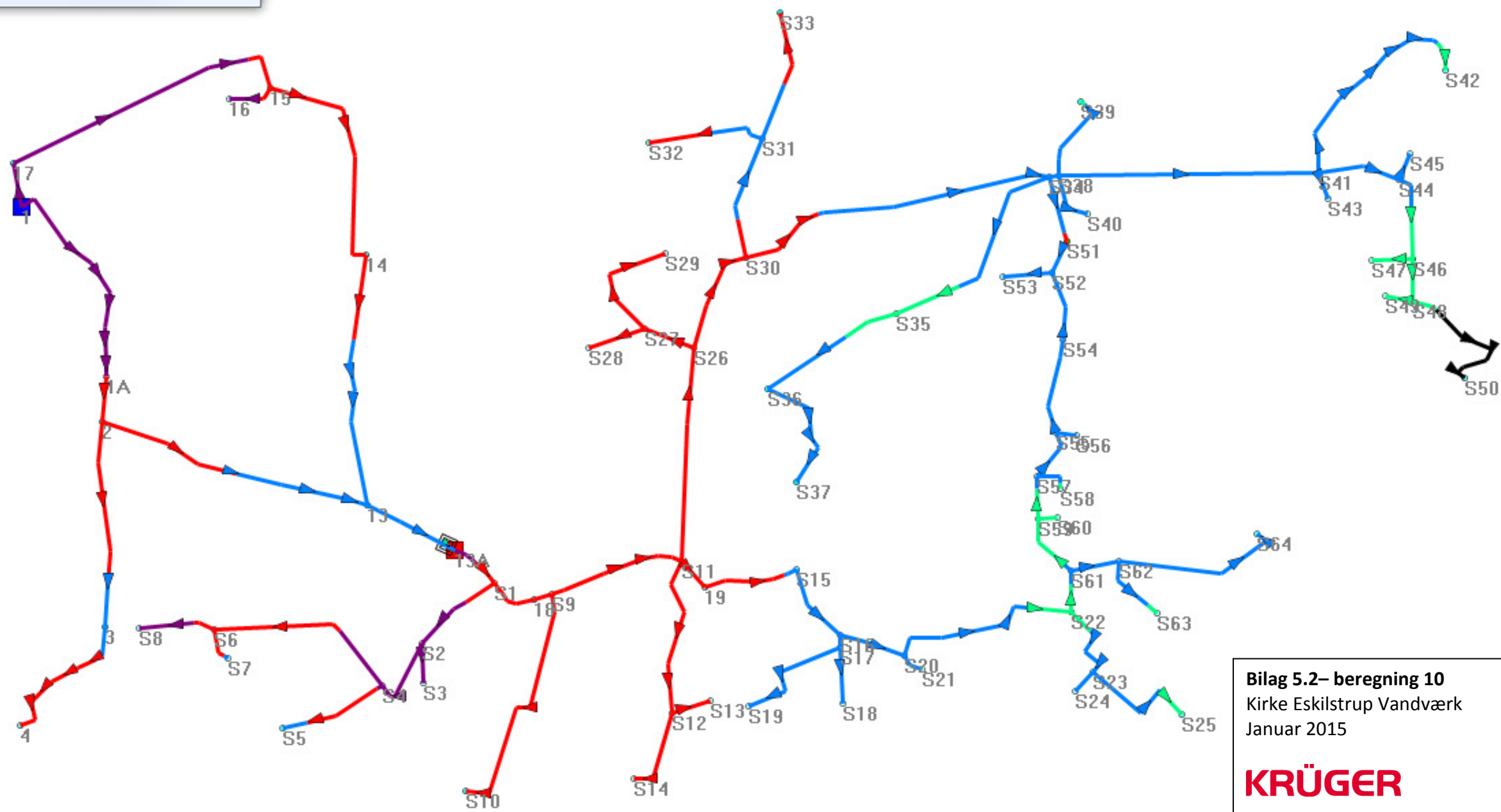
Signaturforklaring

Netværksplot

Tryk [mVS]

Tid: 01-00:00

■	* -
■	25.00 -
■	30.00 -
■	40.00 -
■	50.00 -



Forsyningstryk til modeltidspunkt 01-00:00 – dimensionsgivende forbrug

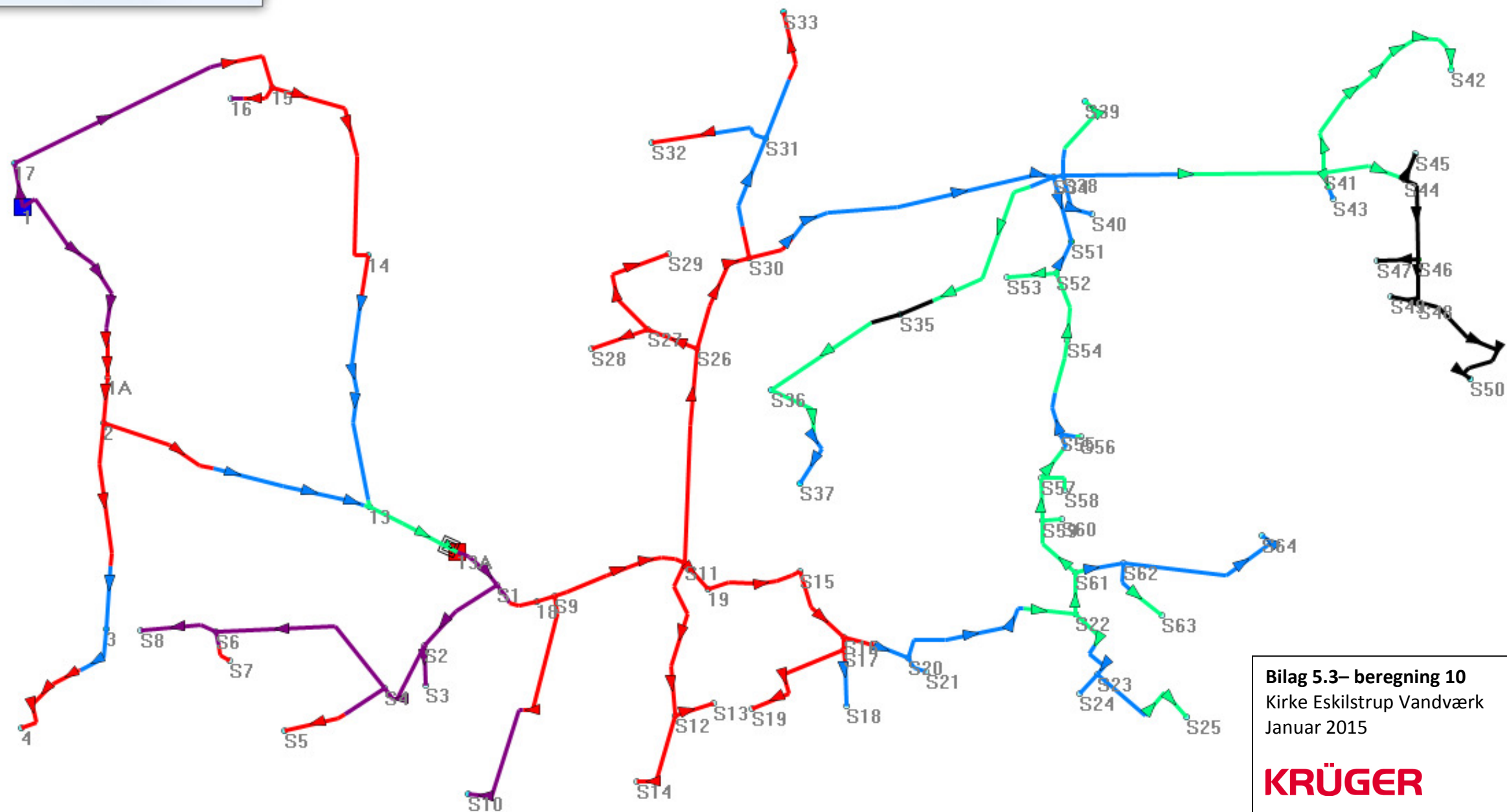
Signaturforklaring

Netværksplot

Tryk [mVS]

Tid: 01-01:00

■	* -
■	25.00 -
■	30.00 -
■	40.00 -
■	50.00 -



Bilag 5.3- beregning 10
 Kirke Eskilstrup Vandværk
 Januar 2015

KRÜGER

Forsyningstryk til modeltidspunkt 01-01:00 – følsomhed for øget forbrug