

FEBRUAR 2024  
GRIBSKOV SPILDEVAND A/S

# SEPARERING AF RAMLØSE - OPDATERET FORUDSÆTNINGSGRUNDLAG BILAG 2

KALIBRERING AF HYDRAULISK MODEL – BESTEMMELSE AF TILSLUTNINGSGRADEN  
FOR VEJ- OG EJENDOMSAREALER DER NEDSIVER REGNVAND HENHOLDSVIS AFLEDER  
REGNVAND TIL KLOAKKEN

FEBRUAR 2024  
GRIBSKOV SPILDEVAND A/S

# SEPARERING AF RAMLØSE - OPDATERET FORUDSÆTNINGSGRUNDLAG BILAG 2

KALIBRERING AF HYDRAULISK MODEL – BESTEMMELSE AF TILSLUTNINGSGRADEN  
FOR VEJ- OG EJENDOMSAREALER DER NEDSIVER REGNVAND HENHOLDSVIS AFLEDER  
REGNVAND TIL KLOAKKEN

PROJEKTNR.	DOKUMENTNR.
A111864-151	A111864-151-B2

VERSION	UDGIVELSESDATO	BESKRIVELSE	UDARBEJDET	KONTROLLERET	GODKENDT
1.0	14/02/2024	MOV, XIN	MOV, XIN, SIGU, ANJK, JHH	KBGD	JHH

# INDHOLD

1	Baggrund	4
2	Indhold af bilag 2	5
2.1	Oplande til overløb	5
2.2	Metode	6
2.3	Datagrundlaget	7
2.4	Opsætning for modellen for kloaksystemet i Ramløse	11
3	Resultat af modelkalibrering	14
3.1	Det samlede befæstede areal der afvandes til kloakken	14
3.2	Fordeling af befæstede arealer der afvandes til kloakken	14
3.3	Baseflow fordelt på vandforbrug og uvedkommende vand	15

# 1 Baggrund

Dette notat udgør bilag 2 til rapporten "Separering af Ramløse - Opdateret forudsætningsgrundlag" dateret februar 2024 udarbejdet af COWI.

## 2 Indhold af bilag 2

Bilag 2 til rapporten "Separering af Ramløse - Opdateret forudsætningsgrundlag" dateret februar 2024, indeholder en beregning af størrelsen af det samlede befæstede areal i Ramløse (ejendomme, Ramløse Hallen, skolen og veje/vendepladser) der afleder regnvand til kloakken.

Bilag 2 indeholder tillige en særskilt beregning af *andelen* af de samlede befæstede arealer der afleder regnvand til kloakken henholdsvis til nedsivning, som hidrører fra *ejendomme*.

Endvidere indeholder bilag 2 en opdeling af baseflow (afstrømningen i kloakkerne i tørvejr) fordelt på vandforbrug og uvedkommende vand (indsivning til kloakkerne af grundvand via utætheder i kloaksystemet).

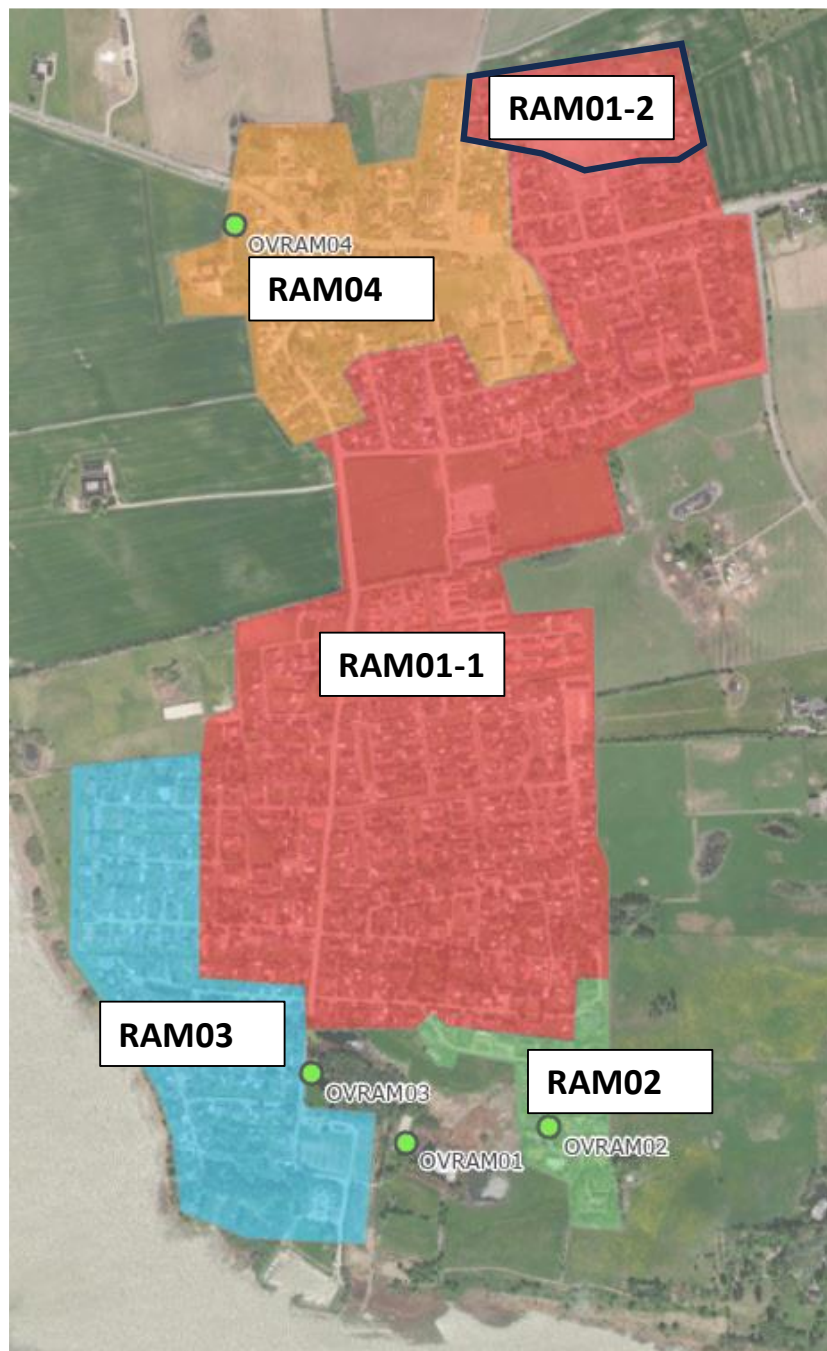
### 2.1 Oplande til overløb

I det følgende vil forskellige data i tekst og tabeller være oplyst i forhold til kloakoplandene til de enkelte overløb.

Nedenstående Figur 2-1 viser inddelingen af Ramløse i oplande til de fire overløb benævnt OVRAM01, OVRAM02, OVRAM03 og OVRAM04 og på figur B1 angivet som grønne markeringer. Det skal bemærkes, at alle fire overløb forventes omfattet af nye og skærpede udledningstilladelser som omtalt i kapitel 1.

Oplandene til overløbene benævnes henholdsvis RAM01, RAM02, RAM03 og RAM04.

Det er fundet hensigtsmæssigt at opdele opland RAM01 i to mindre oplande benævnt RAM01-1 og RAM01-02.



Figur 2-1 Inddeling af Ramløse i oplande til de fire overløb.

## 2.2 Metode

Metoden til bestemmelse af andelen af det samlede befæstede areal i Ramløse (ejendomme, Ramløse Hallen, skolen og veje/vendepladser) der afleder regnvand til kloakken, består i en kalibrering af den hydrauliske model for afløbssystemet ved brug af de målinger af nedbør og afstrømmende vandmængder i tørvejrs og under regn som blev gennemført i 2023/2024. I modellen indgår det samlede befæstede areal (ejendomme, Ramløse hallen, skolen og veje/vendepladser) og det er tilslutningsgraden til kloakken der bestemmes via kalibreringen af modellen.

Firmaet Aquasence AS forestod opsætning, drift og nedtagning alle målere.

Metoden til bestemmelse af omfanget af befæstede arealer *på ejendomme* i Ramløse der afleder regnvand til kloakken, er en subtraktion af det vejareal der afvander regnvand til kloakken (jf. bilag 1) og det opmålte geometriske areal af Ramløse Hallen og skolen (der begge vides at være tilsluttet kloakken) fra det kalibrerede samlede befæstede areal der afleder regnvand til kloakken.

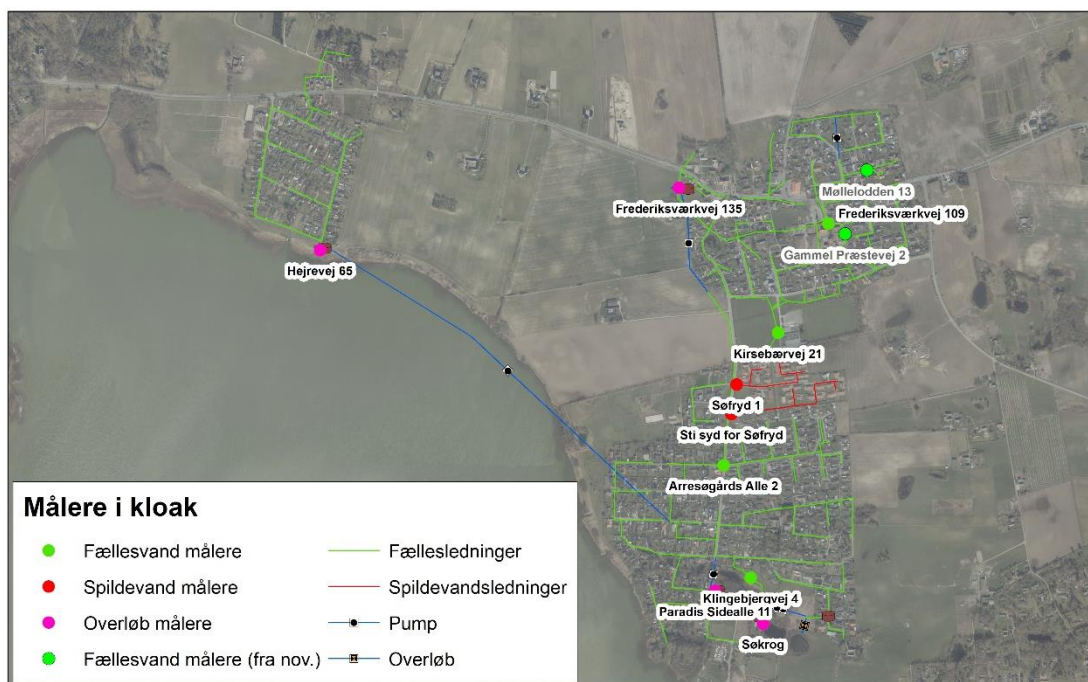
Fordelingen af tørvejsafstrømning på vandforbrug og uvedkommende vand er også bestemt via kalibreringen.

## 2.3 Datagrundlaget

### 2.3.1 Målinger af afstrømning ved eksterne målere

Det er installeret 9 flowmålere i kloaksystemet som måler vanddybde [m], vandhastighed [m/s], flow [m<sup>3</sup>/h] og power [V]. Blandt de 9 målere er der 3 målere for overløbsvand (Frederiksværkvej 135, Paradis Sidealle 11, Hejrevej 65), 2 målere for afstrømning i kloakkerne fra bebyggelsen Søfryd og 4 målere for fællesvand (Frederiksværkvej 109, Kirsebærvej 21, Arresøgårds Alle 2, Klingebjergvej 4). Figur 2-2 viser en oversigt af alle målere i kloaksystemet.

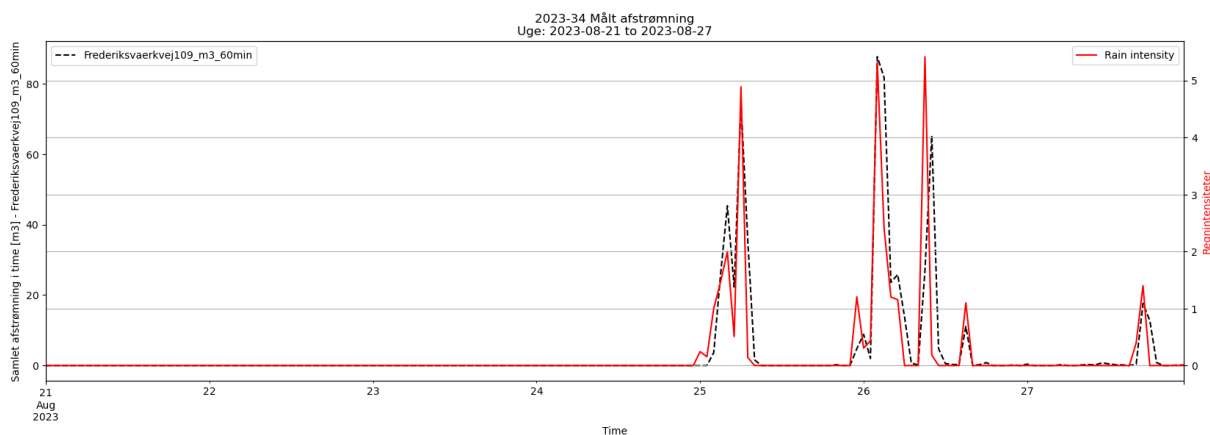
Flowmålerne ved Søfryd blev i starten af november flyttet til Gammel Præstevej 2 og Møllelodden 13.



Figur 2-2: Placering af flowmålere i kloakker i fællessystemet (grøn signatur), flowmåling i overløb (pink signatur) og i separatsystemet i Søfryd-bebyggelsen (rød signatur).

Måledata starter d. 5. juli 2023 og frem til d. 22. oktober 2023. 4 målere har manglet data mellem d. 11. og d. 20. oktober grundet tekniske forhold.

Figur 2-3 viser som eksempel en måleserie af afstrømning i uge 34 fra måleren ved Frederiksværkvej 109 (sort stiblet signatur) samt regnintensitet fra DMI-stationen 5577 (rød signatur). Som det ses er afstrømningen i kloakken påvirket af regn.



Figur 2-3: Måleserie af afstrømning fra måleren Frederiksværkvej 109.

#### Målinger udført ved Søfryd

Der er foretaget to flowmålinger af afstrømningen fra bebyggelsen Søfryd (vist som gul og violet bebyggelse på Figur 2-4). Søfryd er kloakeret for spildevand alene. Figur 2-4 viser ved rød signatur placering af de to målere.



Figur 2-4: Flowmåling af afstrømning fra Søfryd.

Flowmålingerne er foretaget, da der har været mistanke om fejltilslutninger med regnvand. Måledata viser, at der ikke ses påvirkning af flow under regn for de to oplande. Der er derfor ikke nogen fejltilslutninger af betydning i de to oplande.



### 2.3.2 Målinger af afstrømning ved målere placeret i pumpestationer

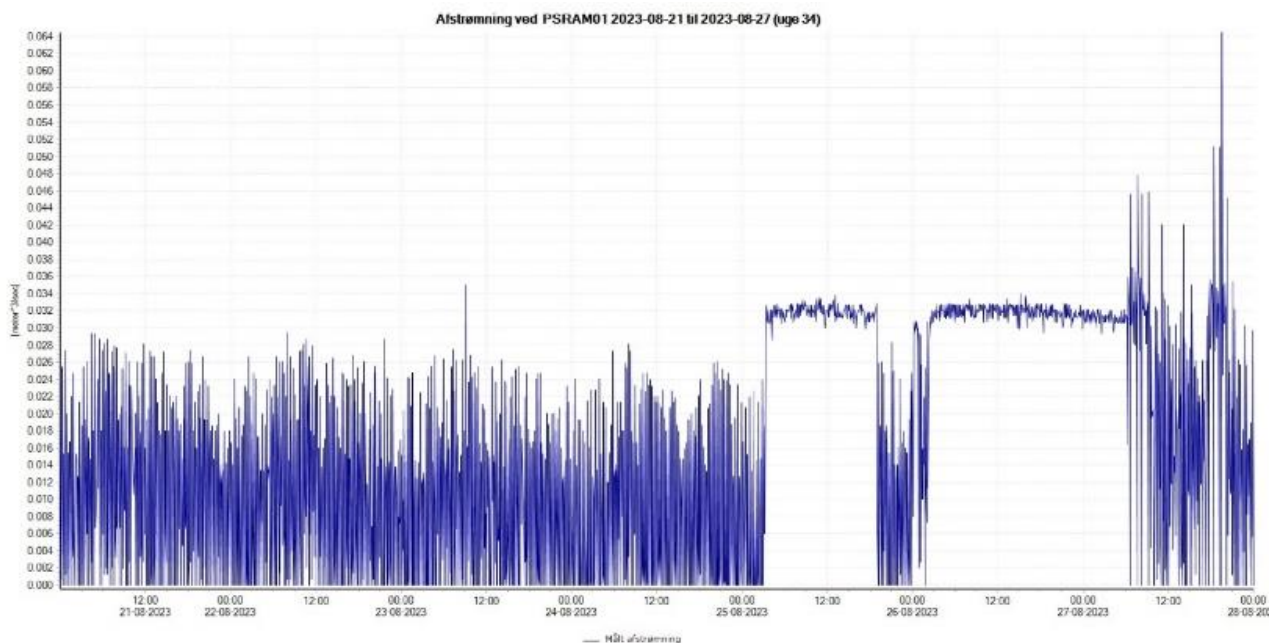
Figur 2-5 viser oversigten af vandniveau- og afstrømningsmålere i pumpestationer i Ramløse. Alle målere drives af Gribskov Spildevand AS.

Der er modtaget måledata for perioden juni 2023-december 2023.



Figur 2-5: Målere i pumpestationer (både niveau- og afstrømningsmålere)

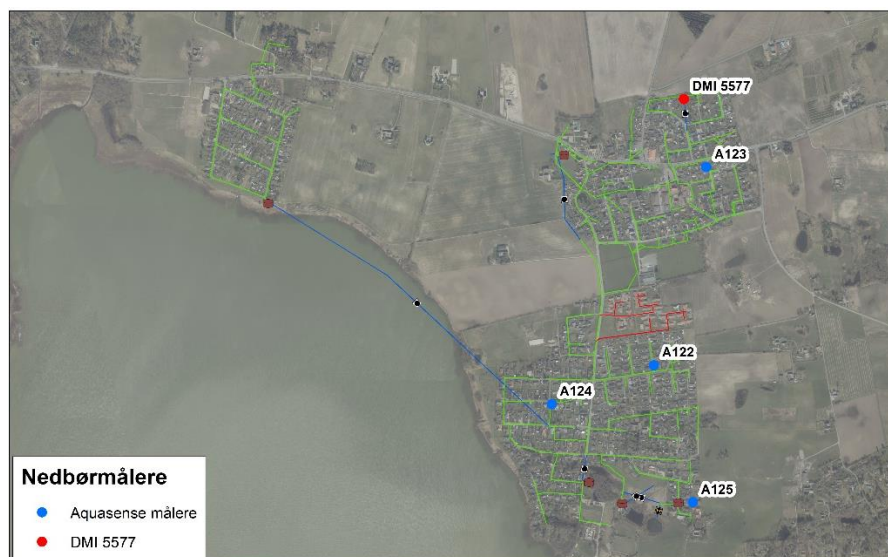
Figur 2-6 viser eksempel en måleserie af afstrømning i uge 34 fra måleren ved pumpestationen PSRAM01, der er placeret ved det betydelige overløb til mosen i den sydlige del af Ramløse. Det regnede d. 25. og d. 26. august, og det ses at pumpen var i drift i lang periode i de 2 dage.



Figur 2-6: Måleserie af afstrømning til pumpestationen PSRAM01.

### 2.3.3 Målinger af nedbør ved eksterne målere

Måling af nedbør er sket ved 4 lokale nedbørsmålere opstillet af firmaet Aquasence AS og ved anvendelse af nedbørsmålere under DMI. Figur 2-7 viser lokaliteterne af de anvendte nedbørsmålere.



Figur 2-7: Oversigt over nedbørsmålere

Målt data fra de 4 nedbørsmålere er analyseret for perioden 20. juli – 15. november 2023. Data i denne periode er stort set kontinuerligt med 2 min intervaller, med mindre udfaldsperioder (kortere end 1 døgn) d. 11. oktober og d. 25. oktober.

I perioden er der 61 regnhændelser over 1 mm nedbør som kan anvendes ved kalibrering af MIKE+ model.

### 2.3.4 Modellen for kloaksystemet (MIKE+)

Beregningerne af modelscenarierne er sket ved anvendelse af det hydrauliske analyseprogram "Mike+" der er udviklet af Dansk Hydraulisk Institut. Programmet er internationalt anerkendt som "state of the art". Beregningerne er gennemført på grundlag af resultaterne af forundersøgelsen og anses derfor som meget troværdige.

## 2.4 Opsætning for modellen for kloaksystemet i Ramløse

Modellen baseres på opdateret afløbsstruktur der er fremkommet som følge af TV-inspektionerne (Bilag 3) samt resultatet af undersøgelsen af vejafvandning (Bilag 1) Alt befæstet areal indgår i modellen.

Data for bassiner, pumpestationer og overløbsbygværker er baseret på Mike Urban model for Ramløse som tidligere er udarbejdet. Koter, bassinstørrelser og pumpeydelse er kontrolleret og sammenlignet med måledata i forbindelse med kalibrering af model.

### 2.4.1 Pumpestationer og overløbsbygværker

I den hydrauliske model er der 6 pumpestationer og tilsvarende pumpe-sump og overløbsbygværker. Figur 2-8 viser en oversigt af pumperne i opland (pumpestationen ved Bækkegården er ikke vist i figuren). Pumpeydelse for pumperne er kalibreret baseret på målt data fra SRO systemet. Overløbskoter er verificeret fra tegninger og analyse af niveaumålinger i SRO systemet. Pumpe-sumper og overløbsbygværker er kalibreret baseret på målt vanddybde i pumpe-sumper og målere for overløb.





Figur 2-8: Afløbssystem i Ramløse

### 2.4.2 Pumpekapaaciteter, bassiner og overløbsbygværker

Pumpekapaacitet, bassin og overløb for hver pumpestation er gennemgået med information i COWI´s regneark fra tidligere arbejde vedrørende opdatering af pumpestationer, bassiner og overløb, Tabel 2-1 viser opsummering af bassin-form, antagelse og bemærkninger.

De 2 åbne fællesvandsbassiner BFRAM01 og BFRAM05 er beregnet baseret på terrænmodel fra SCALGO. Resten af bassinerne i opland er lukkede spildevandsbassiner.

BFRAM10 er ikke opdateret, da det ligger i opland Bækkegården.

Bassinerne BFRAM02 og BFRAM03 er kalibreret ud fra analyse af måledata. Overløb fra Bassinet ved BFRAM04 er kalibreret i overløbskote baseret på vandstand i pumpeump og flow i overløb.

Tabel 2-1: Bygværker i model

Bygværk	DANDAS nr.	Bassin-form	Overløb målere	Bassinvolumen
BFRAM01 (Søkrugvej)	I09B007	Åbent fællesvandsbassin	Søkrug	Beregnet baseret på terræn i SCALGO
BFRAM02 (Hyttegårdsvej)	I08B027	Lukket spildevandsbassin	Ikke målt	Rørbassin Ø1500 – Kalibreret baseret på opmåling (kote), længde af ledningen er ukendt.
BFRAM03 (Søkrugvej)	I10B008	Lukket spildevandsbassin	Paradis Sidealle 11	Rørbassin, antaget længde af bassin er 16 m
BFRAM04 (Frederiksværksvej)	I07B006	Lukket spildevandsbassin	Frederiksværkvej 135	Tilrettet baseret på målt data for pump PSRAM04 samt overløbsdata fra målere "Frederiksværkvej109"
BFRAM05 (Møllebakken)	I04B124	Åbent fællesvandsbassin	Der er ikke overløb fra bassinet	Beregnet baseret på terræn i SCALGO
BFRAM10 (Søbredden/Hejrevej)	I02B005	Lukket spildevandsbassin	Hejrevej 65	Ikke ændret

### 3 Resultat af modelkalibrering

#### 3.1 Det samlede befæstede areal der afvandes til kloakken

Kalibreringen af modellen har som resultat givet det samlede befæstede areal (ejendomme, Ramløse hallen, skolen og veje/vendepladser) der afvandes til kloakken. Arealet er bestemt til 16,0 ha.

#### 3.2 Fordeling af befæstede arealer der afvandes til kloakken

Tabel 4-1 angiver det samlede befæstede areal der afvandes til kloakken fordelt på ejendomme, skolen, Ramløse Hallen og veje/vendepladser. For ejendomme og veje/vendepladser er tillige angivet tilslutningsgraden (%) for afvanding til kloakken (afrundede værdier)

Tabel 3-1: *Befæstet areal for ejendomme, Ramløse hallen, skolen og veje/vendepladser der er afvandet til kloakken samt tilslutningsgrad for ejendomme og veje/vendepladser*

Opland	Totalt befæstet areal der afvander til kloak fundet ved kalibrering (ha)	Befæstet vejareal der afvander til kloak jf. bilag 1 (ha)	Veje/vendepladser tilslutningsgrad til kloak (%)	Befæstet areal af skolen og Ramløse Hallen der afvander til kloak (ha)	Befæstet areal af ejendomme der afvander til kloak fundet ved subtraktion (ha)	Ejendommens tilslutningsgrad til kloak (%)
RAM01-1	7,98	2,64	50%	0,80	4,54	50%
RAM01-2	0,93	0,38	50%	0,00	0,55	70%
RAM02	0,56	0,11	50%	0,00	0,45	50%
RAM03	1,25	0,00	50%	0,00	1,25	50%
RAM04	5,29	2,46	50%	1,20	1,63	95%
<b>Total</b>	<b>16,0</b>	<b>5,6</b>	<b>50%</b>	<b>2,00</b>	<b>8,42</b>	<b>53%</b>

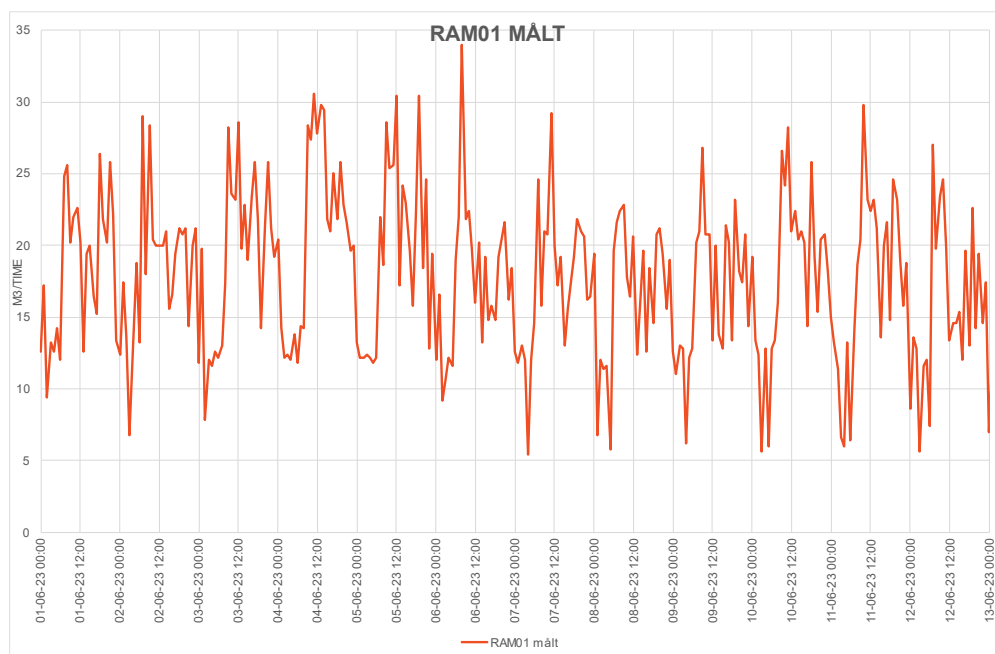
### 3.3 Baseflow fordelt på vandforbrug og uvedkommende vand

Flowmåler i pumpestationen PSRAM01 er anvendt til at bestemme uvedkommende vand for det samlede opland.

En tørvejrperiode på 14 dage i juni 2023 er anvendt til bestemmelse af uvedkommende vand. Figur 2-1 viser med rødt den samlede tilstrømning til pumpestationen PSRAM01 i tørvejr pr time hvor tilstrømningen kun består af vandforbrug og uvedkommende vand. Af figuren kan udledes den laveste gennemsnitlige tilstrømning til at være  $9 \text{ m}^3/\text{t}$ . Denne værdi svarer uvedkommende vand, da vandforbruget om natten erfaringsmæssigt er 0. De uvedkommende vandmængder kan dermed bestemmes til  $9 \text{ m}^3/\text{t}$ .

Gennemsnittet af den samlede tilstrømning udgør  $17 \text{ m}^3/\text{t}$ , heraf udgør  $9 \text{ m}^3/\text{t}$  uvedkommende vand og vandforbruget ca.  $8 \text{ m}^3/\text{t}$  svarende ca. 120 l/d/indbygger. Dette forbrug svarer til et normalt vandforbrug pr indbygger.

De uvedkommende vandmængder svarer således til vandforbruget.



Figur 3-1 Tørvejrstrømning målt i tilløb til pumpestation PSRAM01