

# NOTAT

Projekt navn **Forsyningsplan, Østre Gasværksgrunden**  
Projekt nr. **1100032714-001**  
Kunde **[Københavns Kommune]**  
Notat nr. **2**  
Version **7**  
Til **Anders Riiber Høj, Karina Dekkar, Esben Haarder Paludan**  
Fra **Thomas Siggaard**  
Kopi til **-**

Udarbejdet af **Morten Steenbjerg**  
Kontrolleret af **Bjarne Lauritzen**  
Godkendt af **Thomas Siggaard**

## LEDNINGSDIMENSION OG SELVRENSNINGSEVNE – SPILDEVAND

Dato 27-05-2020

### 1 Indhold

Dette notat omhandler grundlag og forudsætninger for dimensionering og beregning af selvrensning for både stikledninger og transportledninger i Østre Gasværks grunden.

Notatet skal danne grundlag for HOFORs accept af hvilke krav der skal overholdes.

Afledningsstrukturen for spildevand kan ses i Figur 1. Området separatkloakeres, med spildevand i sit eget system, uden overløbs-, pumpesystemer eller andre bygværker relateret til spildevand.

Rambøll  
Hannemanns Allé 53  
DK-2300 København S

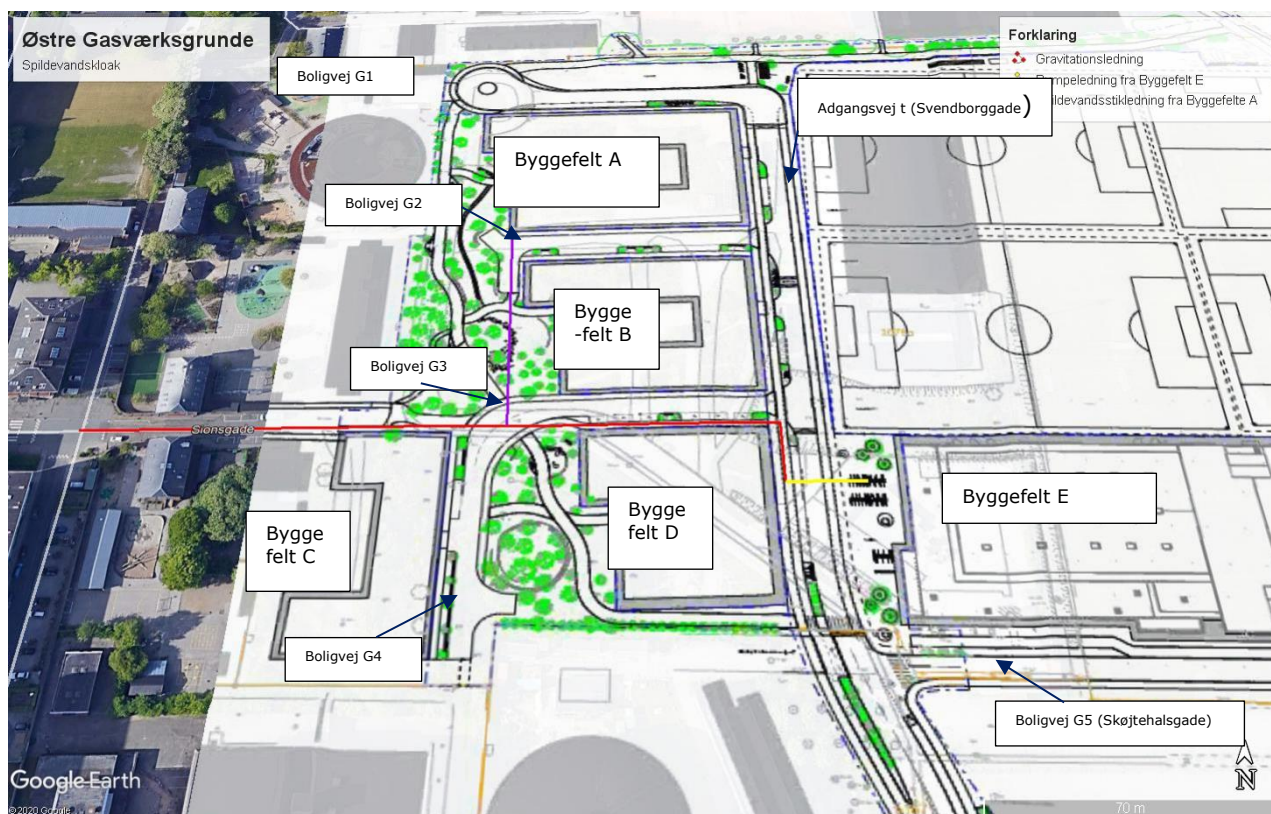
T +45 5161 1000  
F +45 5161 1001  
www.ramboll.dk

### 2 Løsningsforslag

Der etableres en ny spildevandsledning, løbende fra skøjtehallens forplads ved Byggefelt E og frem eksisterende fællesledning (ØJ 2040 x 1255M) i Sionsgade. Tilslutningskote for ny spildevandsledning på ægf837x1255M skal undersøges for og aftales nærmere mellem HOFOR og TMF/Rambøll.

Trace og dimensioner fremgår af forsyningsplanens bilag 3.

Byggefelterne A, B, C, D og E vil tilsluttes den nye spildevandsledning i området, som tilsluttes eksisterende fælleskloak i Sionsgade.



**Figur 1** Spildevand fra Byggefelt E afledes midlertidig til eksisterende system i Svendborggade indtil ny spildevandsledning etableres som trykledning (markeret med gul). Spildevandsledningen til Byggefelt A overtages ikke af HOFOR.

Design kriterier

DS432 gælder for afløbsledninger, der vurderes at ligge inden for "Grundgrænsen" (Jf. afsnit 1.2 "Gyldighedsområde" i DS 432). Forsyningsledninger i andre lignende HOFOR projekter er blevet betragtet som "ledninger inden for grundgrænsen" og i den forbindelse dimensioneret efter norm DS 432.

Men da ledningerne muligvis skal overtages og vedligeholdes af HOFOR, skal (ifølge HOFORs "Områdekrav") krav for selvrensning, som angivet i 6. udgave af "Afløbsteknik" overholdes.

Kloakledningerne er derfor dimensioneret efter DS432, mens selvrensning er beregning ved brug af 6. udgave af afløbsteknik.

- Ifølge Afløbsteknik 6. udgave bør forskydningsspændingen for erhverv være mindst 1,5 N/m<sup>2</sup> for plastledninger under forudsætning af meget nøjagtig udførelse af ledningen.
- Ifølge DS432 bør forskydningsspændingen være mindst 2,5 N/m<sup>2</sup>. For ledninger af plast eller stål kan værdien reduceres til 2,2 N/m<sup>2</sup>.

HOFORs Kravspecifikationer, områdekrav og typetegninger skal følges. Disse kan findes her: <http://www.hofor-tekniskdesign.dk/>.

Spildevandssystemet er dimensioneret med fald og diameter til maksimalt 50 % fyldning ved maksimal afstrømning.

Alle ledninger udføres i Ultra-P rør (som ultra Ribb 2), efter HOFORs kravsspecifikationer. HOFORs krav til minimum indvendig dimension på hovedledninger er  $\varnothing 200$ .

Systemet tilsluttes med gravitation til det eksisterende hovedsystem i Sionsgade. Evt. pumpe på spildevandsnettet ejes, drives og vedligeholdes af grundejere og placeres på privat grund, som planlagt for Byggefelt E.

Tilslutninger til det eksisterende system må ikke ske med "plaskere", men kan eventuelt ske med indvendige nedføringer.

### 3 Spildevandsmængder

#### 3.1 BOLIG

Spildevandsmængder dimensioneres efter DS432. Da der er tale om mange boligenheder kan spildevandsstrømmen pr. boligenhed sættes til 1,8 l/s, jf. DS432.

#### 3.2 ERHVERVSBYGNING OG INSTITUT

Der er ikke planlagt erhverv eller institutioner i området, som forventes at have indflydelse på spildevandsmængden, idet plejeboligerne dimensioneres efter normale boligenheder.

#### 3.3 PARKERINGSBUS

Parkeringsbus etableres uden toilet og håndvask, hvorfor spildevandsstrømmen herfra vurderes lig nul.

#### 3.4 SKØJTEHAL

For at dimensionere stikledningen til Skøjtehallen (Byggefelt E) er antallet af toiletter, Håndvaske osv. opgjort ud fra plantegning som var aktuel d. 18. juni 2018. Disse giver en dimensionsgivende spildevandsstrøm på 7,2 l/s.

Udover de traditionelle spildevandsmængder, kan det også tænkes at der stilles krav om at vand fra banen skal ledes til spildevandskloak.

I den forbindelse er Rødovre Skøjtearens håndtering af is undersøgt. Arenaen oplyser i den henseende at isen hævles af efter sæsonafslutning og køres ud på et belagt areal, hvorfra det smelter. Erfaringen fra Arenaen er at deres ca. 80 m<sup>3</sup> is smelter hen over ca. 1 uge. Afsmeltingen går selvfølgelig ikke lige hurtig i hele perioden. Worst case scenariet vurderes værende en 50% afsmelting af isen over 1 døgn, hvilket for Rødovre Arena svarer til ca. 0,45 l/s.

Det antages at der ud over skøjtebanens 1742m<sup>2</sup> er 100m<sup>2</sup> isbelagt område omkring banen. Det svarer derved til ca. 0,43 l/s spildevandsstrøm ved worst case afsmelting.

Den is der fremkommer ved den normale drift, hvor isen hævles af og fornyes, genbruges normalt i et lukket kredsløb, da der bruges destilleret vand til banen. Der er da også et decideret issmelte rum i skøjtehallen.

Dvs. det er kun få gange om året hvor der udledes større mængder smeltevand fra banen. Og det kun i mængder på ca. 0,43 l/s.

Byggefelt	Terræn-kote jf. Lokalplan	Worst case gulvkote	Type	Etage-meter bolig (m <sup>2</sup> )	Esm . boliger (stk.)	Etage-meter erhverv (m <sup>2</sup> )	Forudsat for bolig (l/s)	Dimensio ns gi vende (l/s)	Afsmeltn. Skøjtebane (l/s)	Total spv (l/s)
A	3,5 - 4,0	3,5 - 4,0	Almene boliger	13.200	151		271,8	7,2		7,2
B	4,0 - 4,5	4,0 - 4,5	Ejeboliger	9.400	108		194,4	6,2		6,2
C	4,0	4	Almene boliger	7.400	85		153	5,5		5,5
D	4,5	4,5	Plejeboliger	9000	120		216	6,5		6,5
E	4,5	4,5	Skøjtehal		-	5500	132,7	7,2	0,43	7,6

**Tabel 1: Spildevandsmængder for byggefeltet**

### 3.5 SAMHØRINGHEDSFAKTOR

Jf. afsnit 3.2.2.3 Samledninger med  $12 \text{ l/s} \leq \sum q_{s,f} \leq 4000 \text{ l/s}$ , anvendes figur 3.2.2.3 til angivelse af dimensionsgivende spildevandsstrøm for de tre ledningsstræk. Spildevandsstrøm er angivet i tabel 2.

## 4 Dimensionering

Ledningsdimensionering, selvrensningsevne, fyldning og forskydningspænding findes i de nedenstående tabeller.

Regnearket kan findes i bilag 1.

**Tabel 2 Dimensioner, fald og forskydningspænding for spildevandsledning i Sionsgade**

Strækning	Bygge-felter tilsluttet	Samlet spildevandsflow fra byggefeltet [l/s]	Spildevands flow $q_{s,d}$ [l/s]	Fald [0/00]	Indvendig rørdiameter [mm]	Fuldt-løbende kapacitet [l/s]	Forskydnings-spænding [N/m <sup>2</sup> ]	Selvrens-ende	Krav til forskydnings-spænding [N/m <sup>2</sup> ]	Min. fald jf. afløbsteknik/ DS432
S3-S1	A,B,C,D, E	967.9	12	3.5	220	28	2.23	Ja	1.5	3.5
S6-S5 (privat ledning)	A	271.8	6.5	6.5	175	21	2.41	Ja	2.2	6.5
S5 -S3	A, B, D, E	814.9	11.5	3.5	220	28	3.00	Ja	1.5	3.6
S7-S5	E	132.7	7.6	4.4	220	31	2,1	Ja	1.5	4.4

## 5 Pumpestationer

Alt spildevandet løber ved gravitation til eksisterende ledninger. Det vil sige, at der ikke er brug for pumpestationer til spildevand. Dog vil byggefelt E skulle pumpe spildevand op til spildevandskloakken fra privat grund.

## 6 Dimensionering og selvrensningsberegning efter DS432 (teorien)

### 6.1 DIMENSIONERINGSFORUDSÆTNINGER

Dimensionering efter DS432 er baseret på forudsatte spildevandsstrømme og tilsvarende dimensionsgivende spildevandsstrøm pr. bolig:

*"For en ledning, der fører afløb fra samtlige rum i en bolig, kan den dimensionsgivende spildevandsstrøm sættes til 1,8 l/s.*

*Den dimensionsgivende spildevandsstrøm kan fastsættes efter figur 3.2.2.3 "Dimensionsgivende spildevandsstrøm for  $12 \text{ l/s} \leq \Sigma q_{s,f} \leq 4000 \text{ l/s}$ " ud fra de forudsatte spildevandsstrømme."*

Vandfyldningsgrad er beregnet efter Brettings empiriske delfyldningsformel.

### 6.2 KRAV TIL SELVRENSNING

- $\tau \geq 2,5 \text{ Pa}$  (Jf. afsnit A.3 "Liggende ledninger, minimumsfald for selvrensning" i DS 432)

Til beregning af selvrensningen medtages ikke bidrag fra erhverv og indsvivning, da disse ikke kan påregnes at bidrage i minimumsdøgnet, som falder i sommerperioden, hvor der ofte er ferie.

### 6.3 BETINGELSER FOR SELVRENSNINGSBEREGNING

Ifølge DS432 afsnit 3.7.2 "Mindste ledningsfald for selvrensning" og afsnit A.3 "Liggende ledninger, minimumsfald for selvrensning" er der 2 betingelser der skal overholdes.

1. Beregning af forskydningsspændingen
2. Minimumsfald  $I_{\min}$

Minimumsfaldet anvendes for de af ledninger som ligger på privat grund (ledning S5-S3).

#### 6.3.1 Forskydningsspænding

Fælles for regn- og spildevandsledninger er at selvrensningen kan findes ved at regne på forskydningsspændingen  $\tau$  ( $\tau$ ).

$$\tau = \gamma * R * I$$

$\tau$  = Forskydningsspændingen (Pa)  
 $\gamma$  = Vandets specifikke tyngde (N/m<sup>3</sup>)  
 $R$  = Hydraulisk radius (m)  
 $I$  = Energilinjens gradient (m/m)

Her ønskes  $\tau \geq 2,5 \text{ Pa}$  for spildevands betonledninger. For afløbsledninger af plast og rustfrit stål kan der regnes med ca. 10% lavere værdier af forskydningsspændingen efter DS 432.

#### 6.3.2 Minimumsfald $I_{\min}$

Minimumsfald  $I_{\min}$  for plastrør og rustfri stålør kan aflæses i figur 3.8.2b i DS 432 når dimensionsgivende spildevandsstrøm er regnet ud. Den dimensionsgivende spildevandsstrøm kan forventes at opstå en gang i døgnet efter DS 432. dvs., ledningerne renses rent en gang i døgnet året rundt.

I Danmark benyttes traditionelt for spildevands- og fællesledninger efter "Afløbsteknik":

$$I_{\min} = \frac{12}{\sqrt{Q}} \text{ for } Q \geq 1 \text{ l/s (I praksis benyttes ofte værdien 10 i stedet for 12 i tælleren)}$$

$I_{\min}$  = Minimum ledningsfald (‰)

Q = Spildevandsmængden ved selvrensning (l/s)

## 6.4 SAMMENFATNING

For forsyningsledninger i Østre Gasværk projektet tjekkes begge krav (forskydningsspænding og minimumsfald) til selvrensning. Hvis betingelserne overholdes, vurderes det at krav til selvrensning er opnået.

Det vurderes ikke at vandforbrug til spuling af spildevandsledninger er acceptabelt. Hvis selvrensning ikke kan opnås, skal der laves skriftelig aftale med HOFOR om hvilke steder, det ikke kan opnås.

### 6.4.1 Dimensionering

HOFOR har krav til en indvendig minimumsdimension på hovedledninger på 200mm, hvilket betyder at der minimum bruges et Ø250 (indvendig dimension ca.220 mm).

Vandfyldningsgraden overstiger ikke 50%, i alle ledninger (sprinklervand er ikke taget i betragtning, da behov herfor ikke er oplyst)

Se resultatet i tabel 2.

### 6.4.2 Selvrensningsevne

Alle ledninger er selvrensende:

- Alle projekterede fald er større end  $I_{\min}$ , der er aflæst i figur 3.8.2b i DS432. Detaljerne findes i bilag 1.
- Alle forskydningsspændinger Tau ( $\tau$ ) er større end 2,5 Pa. Detaljer findes i bilag 1.

Ledningernes dimensioner og selvrensningsevne dobbelttjekkes i Wavin's online beregningsprogram. Ud fra dobbelttjek kan vi konstatere, at alle ledningerne er selvrensende.

Se resultat i tabel 2.

## 7 Selvrensningsberegning efter Afløbsteknik (teorien)

### 7.1 KRAV TIL SELVRENSNING

Kravet til selvrensning af spildevandsledninger i "Afløbsteknik" er mindre end i DS432:

- $\tau \geq 1,5 \text{ Pa}$  (1,5Pa gælder kun plastrør, for andre rør typer er den mindste  $\tau$  værdi sat til 2 Pa)

### 7.2 BETINGELSER FOR SELVRENSNINGSBEREGNING

Ifølge Afløbsteknik 6. udgave, 2013 – afsnit 8.7 Selvrensning og minimumsfald er der overordnet 4 måder at opnå selvrensning på:

1. På baggrund af vandhastigheden
2. Beregning af forskydningsspændingen
3. Ved at tilnærmet udtryk for  $I_{\min}$
4. Eller konservativt at sætte faldet til 10‰.

### 7.2.1 Vandhastighed

”Krav til vandhastigheden har traditionelt været, og er stadig, udbredt som dimensioneringsparameter for selvrensning. Ofte benyttes for spildevandsledninger en værdi på 0,6-0,75 m/s. Vandhastigheden er imidlertid en dårlig målestok for vandets transportevne.”

Vandhastighed er i denne forbindelse ikke brugt som målestok i selvrensningsberegningen.

### 7.2.2 Forskydningsspænding

Fælles for regn- og spildevandsledninger er at selvrensningen kan findes ved at regne på forskydningsspændingen  $\tau$  ( $\tau$ ).

$$\tau = \gamma * R * I$$

$\tau$  = Forskydningsspændingen (Pa)  
 $\gamma$  = Vandets specifikke tyngde (N/m<sup>3</sup>)  
 $R$  = Hydraulisk radius (m)  
 $I$  = Energilinjens gradient (m/m)

Her ønskes  $\tau = 1,5$  for spildevands plastledninger. Dette gælder kun hvis man er sikker på en nøjagtig udførelse af ledningslægningen.

### 7.2.3 Tilnærmet $I_{\min}$

I Danmark benyttes traditionelt for spildevands- og fællesledninger:

$$I_{\min} = \frac{12}{\sqrt{Q_{spv.max.min}}} \text{ for } Q_{spv.max.min} \geq 1 \text{ l/s}$$

$I_{\min}$  = Minimum ledningsfald (‰)  
 $Q_{spv.max}$  = spildevandsstrøm ved selvrensning (maksimaltimeafløb, der forventes at opstå en gang om døgnet i almindelig hverdag) (l/s)

I praksis benyttes ofte værdien 10 i stedet for 12 i tælleren

### 7.2.4 Minimumsfald

For  $Q_{spv.max} < 1$  l/s kan minimum ledningsfald normalt sættes til 10‰.

## 7.3 SAMMENFATNING

For samleledninger i Østre Gasværk Syd projektet tjekkes det om kravene til selvrensning kan overholdes ud fra Forskydningsspænding, Tilnærmet  $I_{\min}$  eller Minimumsfald. Hvis bare et af kravene overholdes, vurderes det at krav til selvrensning er opnået.

Det regnes med at der er sikkerhed for ledningslægningen, og der bruges derfor  $\tau = 1,5$

### 7.3.1 Selvrensningsevne

Alle ledninger er selvrensende:

- Alle projekterede fald er større end  $I_{\min}$ , der er beregnet efter formlen i afsnit 3.2.3. Detaljerne findes i bilag 1.
- Alle forskydningsspændinger Tau ( $\tau$ ) er større end 1,5 Pa. Detaljer findes i bilag 1.

Ledningernes dimensioner og selvrensningsevne dobbelttjekkes i Wavin's online beregningsprogram. Alle ledningerne er selvrensende ifølge dobbelttjekket.

Se resultatet i tabel 2.

## 8 Afstandskrav

### 8.1 HOFORS KRAV

Ifølge HOFORs "Områdekrav afløbsledninger" Rev. 21.10.13:

#### **Afsnit 2.1.4 Afstandskrav**

*"Norm for etablering af ledningsanlæg i jord" (DS475) gælder med følgende ændringer: Mindste tilladelige frie vandrette afstand, mellem afløbsrør og parallelle ledninger og kabler, er 1,0 m. Dette gælder også for den indbyrdes afstand mellem afløbsrør. Minimumsafstanden gælder også mellem ydersiden af afløbsbrønde og ydersiden af andet rør eller kabel.*

*Det understreges, at hvis det er muligt, bør afstandene være større end den angivne Minimumsafstand.*

**Figur 2: Fra HOFORs "Områdekrav afløbsledninger"**

Eventuelle krydsningsafstande er 0,1 meter.

### 8.2 SAMMENFATNING

Østre Gasværk projektet tilstræber at opnå:

*Mindste tilladelige frie vandrette afstand, mellem afløbsrør og parallelle ledninger og kabler, er 1,0 m. Dette gælder også for den indbyrdes afstand mellem afløbsrør. Minimumsafstanden gælder også mellem ydersiden af afløbsbrønde og ydersiden af det andet rør eller kabel.*

Hvis dette, pga. pladsforhold, ikke kan opnås, skal der laves konkrete nedskrevne aftaler med HOFOR, for at undgå misforståelser.

## 9 Bilag

Bilag 1-1: Beregning af Spildevandssystem ØGG

Bilag 1-2: Skøjtehal Forbrug