

# **Statisk dokumentation**

## **A Konstruktionsdokumentation**

### **A1.1 Konstruktionsgrundlag – Bygværk**

#### **Avista Green**

#### **Rise of the Phoenix (RotP)**

Dokument-nr.	:	ROTP_K09_C05_A1.1
Sags-nr.	:	220214
Udarbejdet af	:	PR
Kontrolleret af	:	MT
Godkendt af	:	MT
Dato	:	02-05-2023
Revision	:	02
Revisionsdato	:	19-08-2024
Projektadresse	:	Juelsmindevej 6/18, 4400 Kalundborg
Matr. nr.	:	75 Kalundborg Markjorde
Bygherre	:	Avista Green ApS

**INDHOLDSFORTEGNELSE**

A1.1 Konstruktionsgrundlag - bygværk .....	4
1. Bygværket .....	5
1.1 Bygværkets art og anvendelse .....	5
1.2 Konstruktionernes art og opbygning .....	6
1.2.1 Tankgård 1300 .....	6
1.2.2 Cooling Plant Building .....	6
1.2.3 Process Area .....	7
1.2.4 Tankgård 1400 og 1500 .....	7
1.3 Konstruktionsafsnit .....	7
1.3.1 Særlige bygningsdele .....	8
1.4 Udførelse .....	8
1.5 Beskrivelser, modeller og tegninger .....	8
2. Grundlag .....	9
2.1 Normer og standarder .....	9
2.2 Bygningsreglement .....	9
2.3 Konsekvensklasser og konstruktionsklasser .....	9
2.3.1 Konsekvensklasser .....	9
2.3.2 Konstruktionsklasser .....	10
2.4 Sikkerhed .....	10
2.5 IKT-værktøjer .....	11
2.6 Referencer .....	11
3. Forundersøgelser .....	12
3.1 Grunden og lokale forhold .....	12
3.2 Geotekniske forhold .....	12
3.3 Klima- og miljøtekniske forhold .....	12
3.4 Eksisterende konstruktioner .....	13
3.5 Tilstødende eksisterende bygværker .....	13
3.6 Tilstødende påtænkte bygværker .....	13
4. Konstruktioner .....	14
4.1 Statisk virkemåde .....	14
4.1.1 Tankgård 1300 .....	14
4.1.2 Cooling Plant Building .....	14
4.1.3 Process Area .....	14
4.1.4 Tankgård 1400 og 1500 .....	14
4.2 Samlinger .....	14
4.3 Anvendelseskrav .....	14
4.3.1 Betonkonstruktioner .....	14
4.3.2 Stålkonstruktioner .....	15
4.3.3 Komfortkriterier .....	15
4.4 Funktionskrav .....	16
4.5 Robusthed .....	16
4.5.1 Nye fundamenter til Tankgård 1300 .....	16
4.5.2 Cooling Plant Building .....	16
4.5.3 Process Area .....	16
4.5.4 Tankgård 1400 og 1500 .....	17
4.6 Levetid .....	17
4.7 Brand .....	17
4.8 Udførelse .....	17
4.9 Drift og vedligeholdelse .....	17
5. Konstruktionsmaterialer .....	18
5.1 Grund og jord .....	18



5.1.1	Eksisterende bygværker .....	18
5.1.2	Nye bygværker .....	18
5.2	Beton .....	19
5.2.1	Nye konstruktioner .....	19
5.2.2	Eksisterende konstruktioner .....	19
5.3	Stål .....	20
5.3.1	Nye konstruktioner .....	20
5.3.2	Eksisterende konstruktioner .....	20
6.	Laster .....	21
6.1	Lastkombinationer .....	21
6.1.1	Brudgrænsetilstanden .....	21
6.1.2	Ulykkestilstanden .....	22
6.1.3	Anvendelsesgrænsetilstanden .....	22
6.2	Lasttilfælde .....	22
6.3	Permanente laster .....	23
6.3.1	Tankgård 1300 .....	23
6.3.2	Cooling Plant Building .....	23
6.3.3	Process Area .....	23
6.3.4	Tankgård 1400 og 1500 .....	24
6.4	Nyttelaster .....	24
6.4.1	Tankgård 1300 .....	24
6.4.2	Cooling Plant Building .....	24
6.4.3	Process Area .....	24
6.4.4	Tankgård 1400 og 1500 .....	24
6.4.5	Last fra procesudstyr .....	24
6.5	Naturlaster .....	25
6.5.1	Vindlaster .....	25
6.5.2	Snelast .....	25
6.5.3	Vandret jordtryk .....	26
6.5.4	Termiske laster .....	26
6.5.5	Islast .....	26
6.6	Geometriske imperfektioner .....	26
6.7	Ulykkeslast .....	27
6.7.1	Stødlaster .....	27
6.7.2	Eksplodingslaster .....	27
6.8	Seismisk last .....	27
6.9	Midlertidige laster .....	28
6.9.1	Laster under udførelse .....	28
6.10	Andre laster .....	28
6.10.1	Dynamiske laster .....	28
6.10.2	Vandrette laster fra vandtryk .....	28
6.10.3	Vandrette laster fra olietryk .....	28

**A1.1 KONSTRUKTIOGRUNDLAG - BYGVÆRK**

Revisioner af dokumentet:

VER.	DATO	EMNE	UDARB./KONTR.	GODK.
02	19.08.2024	Afsnit 1, 2, 4, 5 og 6 revideret	PR/MT	MT
01	30.06.2023	Afsnit 2, 4.7 6.3 og 6.4 revideret.	PR/MT	MT
00	02.05.2023	Første version efter første kontrolgennemgang	PR/MT	MT

**Projektudførende**

Patrik Rizvan (PR)

**Godkender og uafhængig kontrollant**

Mads Tolderlund (MT)

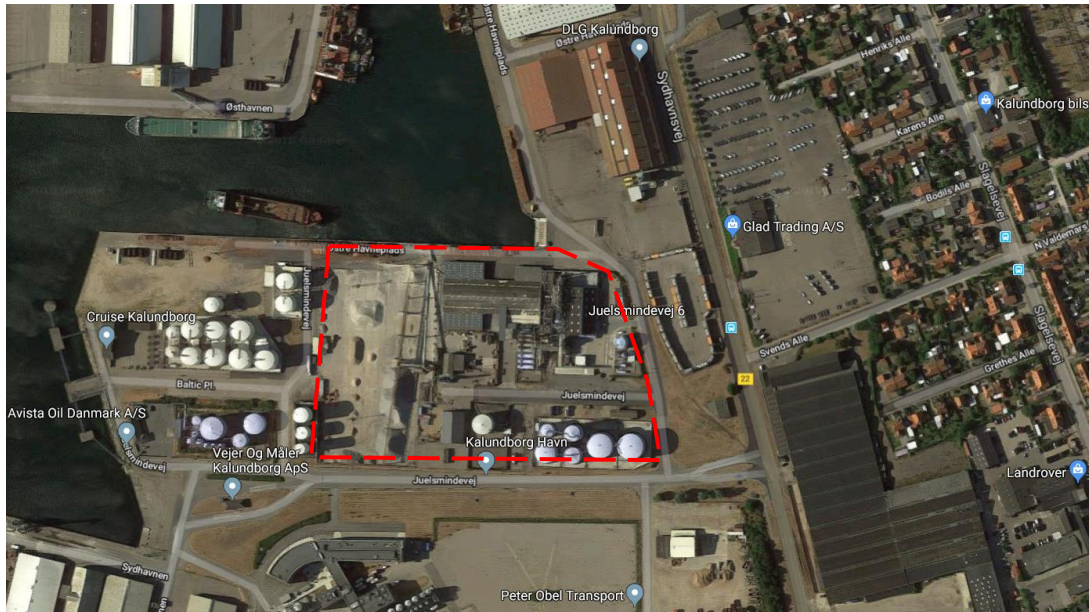


## 1. BYGVÆRKET

### 1.1 Bygværkets art og anvendelse

Projekttitel: Avista Rise of the Pheonix (RotP)  
Kapacitetsudvidelse af olieforarbejdsanlæg

Adresse: Juelsmindevej 6, 4400 Kalundborg  
Matrikel nr. 75<sup>up</sup>, 75<sup>vu</sup>



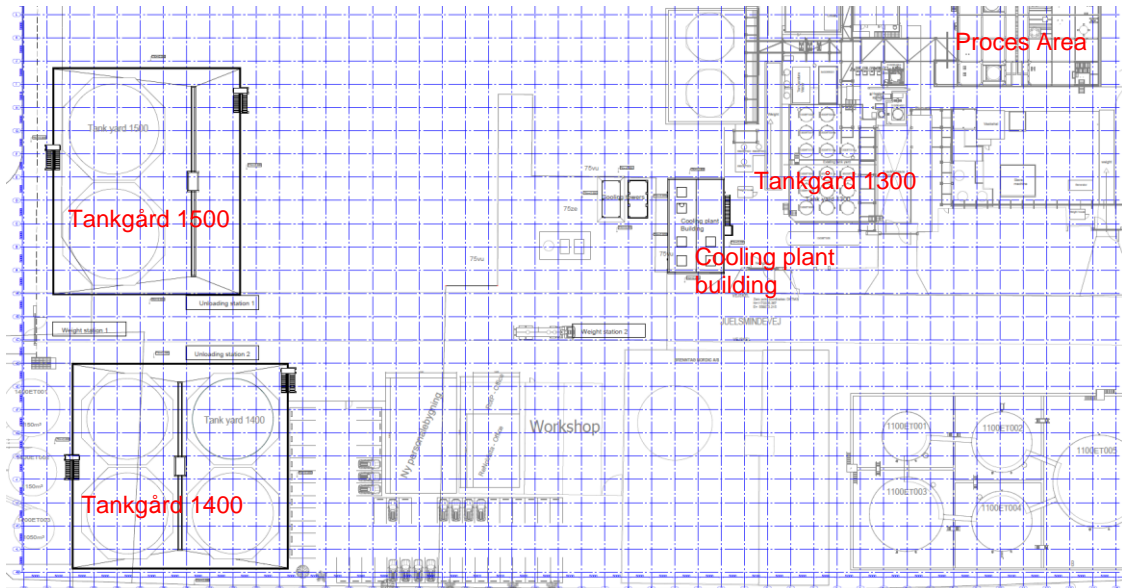
Anlæggets beliggenhed (udklip fra Google Maps)

Type af byggeri: Nybyggeri og ombygning  
Anvendelse: Industri

Udvidelsen består af følgende bygværker:

1. Opførelse af ny Cooling Plant Building
2. Udvidelse af eksisterende tankgård 1300
3. Opførelse af nye tankgård 1400 og 1500
4. Ombygning af eksisterende Proces Area

Oversigt over bygværkerne på anlæggets grund fremgår af nedenstående oversigtstegning.



Oversigtstegning af anlægget og tilhørende bygværker ifm. udvidelsen.

Der henvises i øvrigt til tegningsmaterialet for nærmere oplysninger om byggeriet.

## 1.2 Konstruktionernes art og opbygning

### 1.2.1 Tankgård 1300

Eksisterende bygværk består af en pælefunderet underbygning i in-situ beton i et udendørs miljø. Underbygningen består af en terrænplade, fundamenter, gruber og plinte, som danner understøtning til tanke. Bygningernes geometri fremgår af tegningsmaterialet

Nye punktfundamenter til nye tanke etableres ved at skære i det eksisterende terrændæk og efterfølgende ramme minipæle til understøtning af punktfundamenterne. Fundamenterne tilsluttes eksisterende terrændæk vha. iboret/indlimet armering.

### 1.2.2 Cooling Plant Building

Bygningen består af en underbygning i in-situ beton suppleret med en overbygning i stål samt en let tag- og facadedækning. Underbygningen består af en terrænplade understøttet på randfundamenter og pæle. Ståloverbygningen har en rumlig kasseformet struktur bestående af et bjælke-søjle-system med fem tværgående hovedbærelinjer suppleret med afstivningsgitre i facader og tag. Bygningens geometri fremgår af tegningsmaterialet.

Terrændækket opbygges med et kapillarbrydende lag og en armeret in-situ betonplade, som er pælefunderet.

Randfundamentsbjælker og pladefundamenter udføres i in-situ beton og understøttes på pæle.

Ståloverbygningen omfatter bygningens tag og facader, som danner en kasseformet struktur. Strukturen opbygges vha. tværgående bjælker i taget, som understøttes på søjler. Tagdækningen opbygges vha. tyndpladeprofiler, som bæres af langsgående sekundære tagbjælker. Taget suppleres med gitre. Søjlerne afstives om den svage akse vha. vandrette stringere, og hele bygningen stabiliseres vha. skrå afstivningsdiagonaler i alle bygningens facader.

### 1.2.3 Process Area

Eksisterende bygværk består af en underbygning i beton og en overbygning i stål. Betonunderbygningen er pælefunderet i et udendørs miljø og består af en terrænplade, fundamenter og gruber, som danner understøtning til maskin- og procesudstyr samt stål-overbygningen.

Ståloverbygningen er opbygget i 4 etager som en slags "stillads-struktur" bestående af et bjælke-søjle-system suppleret med dørklade-dæk og afstivningsdiagonaler. Bygningen understøtter maskin- og procesudstyr samt serviceadgang til disse.

Bygningens geometri fremgår af tegningsmaterialet.

Ombygningen består af nye forstærkningsbjælker, som skal tilsluttes eksisterende stålkonstruktioner til bæring af nyt proces- og maskinudstyr.

### 1.2.4 Tankgård 1400 og 1500

Bygningerne er principielt identiske og består hver især af en direkte funderet underbygning i in-situ beton i et udendørs miljø. Underbygningen består af et terrændæk, vægge, render, gruber og fundamenter, som danner understøtning til tankene. Bygningernes geometri fremgår af tegningsmaterialet

## 1.3 Konstruktionsafsnit

Konstruktionerne inddeles i følgende konstruktionsafsnit og tilhørende konstruktionselementer:

ID (A2.2.X)	Konstruktionsafsnit	Grænseflader
<b>1. Tankgård 1300</b>		
1.1	Minipæle	Tilsluttes fundamenter vha. indstøbte armeringsstænger
1.2	Fundamenter	Tilsluttes eks. terrændæk vha. indlimet armering
1.3	Eks. terrændæk	Samme princip som for 1.1 og 1.2
<b>2. Cooling Plant Building</b>		
<i>Underbygning</i>		
2.1	Pæle	Tilsluttes fundamenter vha. indstøbning af frigjort pælearmering
2.2	Fundamenter	Sammenstøbes med terrændæk
2.3	Terrændæk	Samme princip som for 2.1 og 2.2
<i>Overbygning</i>		
2.4	Søjler	Tilsluttes betonkonstruktioner vha. indstøbte ankerbolte Tilsluttes bjælker vha. traditionelle boltesamlinger (tværpladestød el. laskepladestød)
2.5	Bjælker	Samme princip som for 2.4
2.6	Diagonaler	Tilsluttes bjælker og søjler vha. traditionelle boltesamlinger og påsvejste samlingsplader
<b>3. Process Area</b>		
3.1	Eks. konstruktioner	
3.2	Nye konstruktioner	Tilsluttes eks. konstruktioner med traditionelle boltesamlinger og påsvejste samlingsplader
<b>4. Tankgård 1400</b>		
4.1	Fundamenter	Sammenstøbes med terrændæk
4.2	Vægge	Tilsluttes terrændæk vha. indlimet armering.
4.3	Terrændæk	Sammenstøbes med fundamenter
4.4	Gruber	Sammenstøbes med terrændæk
<b>5. Tankgård 1500</b>		





5.1	Fundamenter	Sammenstøbes med terrændæk
5.2	Vægge	Tilsluttes terrændæk vha. indlimet armering.
5.3	Terrændæk	Sammenstøbes med fundamenter
5.4	Gruber	Sammenstøbes med terrændæk

**Særlig opmærksomhed vedr. grænseflader**

Ifm. etablering af tilslutninger af nye stålkonstruktioner til eksisterende i Process Area er der særlig fokus på, at eksisterende konstruktioner ikke svækkes betydeligt i form af svejse-, bore- og skærearbejdet. Samlingsdetaljerne skal designes med udgangspunkt i disse betingelser.

**1.3.1 Særlige bygningsdele**

Ingen

**1.4 Udførelse**

Bygningen forventes generelt opført med traditionelle og velkendte udførelsesmetoder, principper og retningslinjer.

Anvendte tolerancer følger retningslinjer jf. gældende normer.

Der henvises i øvrigt til gældende arbejdsbeskrivelser.

**1.5 Beskrivelser, modeller og tegninger**

Konstruktionerne optegnes i 2D vha. AutoCAD. Samtlige tegninger (hovedtegninger og detaljetegninger) udarbejdes herfra.

Der henvises til gældende tegnings- og dokumentlister.



## 2. GRUNDLAG

### 2.1 Normer og standarder

Projektering af bærende konstruktioner og den statiske dokumentation baseres på gældende Eurocodes (DS/EN) inklusiv tilhørende nationale annekser (DK NA), tillæg og rettelserblade gældende pr. 01-01-2023:

Derudover er følgende normer og standarder relevante (seneste udgaver pr. 01-01-2023):

- DS 1140 Udførelse af bærende konstruktioner – Almen kontrol
- DS/EN 206 Beton – Specifikation, egenskaber, produktion og overensstemmelse
- DS/EN 13670 Udførelse af betonkonstruktioner
- DS/EN 10902 Udførelse af stål- og aluminiumskonstruktioner

### 2.2 Bygningsreglement

Bygningsreglement **BR18** er gældende for opførelsen af nærværende bygværk (skæringsdato: 01-01-2023).

### 2.3 Konsekvensklasser og konstruktionsklasser

#### 2.3.1 Konsekvensklasser

Konstruktionerne henføres til følgende konsekvensklasser:

Konstruktion	Konsekvens-klasse	K <sub>FI</sub>
Tankgård 1300, alle konstruktioner	CC2	1,00
Cooling Plant Building, alle konstruktioner	CC2	1,00
Process Area, alle konstruktioner	CC2	1,00
Tankgård 1400, alle konstruktioner	CC2	1,00
Tankgård 1500, alle konstruktioner	CC2	1,00

Redegørelse for valg af konsekvensklasser:

*Tankgård 1300, Tankgård 1400 og Tankgård 1500*

- Bygningsanvendelse: Industri samt lager for tanke uden faste arbejdspladser (dvs. ophold for mindre end 5 personer) svarende til nr. 11 jf. DS/INF 1990.
- Største konstruktionsspændvidde overskrider ikke grænseværdien for CC1 jf. DS/INF 1990 (<40m for nr. 11).
- Største højde over terræn (bygningshøjde fra terrænniveau) overskrider ikke grænseværdien for CC1 jf. DS/INF 1990 (<20 m for nr. 11).
- Største dybde under terræn overskrider ikke grænseværdien for CC1 jf. DS/INF 1990 (<3m for nr. 11).
- Tankgården er opbygget med opkanter, som er dimensioneret til at sikre, at evt. væske ifm. tanklækage holdes indenfor tankgården. Dvs. miljømæssige konsekvenser er minimale.
- Grænseværdierne for CC1 er overholdt, men eftersom risikoen for økonomiske konsekvenser i tilfælde af svigt vurderes betydelige, øges klassen til CC2.

*Cooling Plant Building*

- Bygningsanvendelse: Industri samt lager for tanke uden faste arbejdspladser (dvs. ophold for mindre end 5 personer) svarende til nr. 11 jf. DS/INF 1990.
- Største konstruktionsspændvidde overskrider ikke grænseværdien for CC1 jf. DS/INF 1990 (<40m for nr. 11).

- Største højde over terræn (bygningshøjde fra terrænniveau) overskrider ikke grænseværdien for CC1 jf. DS/INF 1990 (<20 m for nr. 11).
- Største dybde under terræn overskrider ikke grænseværdien for CC1 jf. DS/INF 1990 (<3m for nr. 11).
- Grænseværdierne for CC1 er overholdt, men eftersom risikoen for økonomiske konsekvenser i tilfælde af svigt vurderes betydelige, øges klassen til CC2.

#### Process Area

- Bygningsanvendelse: Industri samt lager for maskiner uden permanent personophold (dvs. ophold for mindre end 5 personer) svarende til nr. 11 jf. DS/INF 1990.
- Største konstruktionsspændvidde overskrider ikke grænseværdien for CC1 jf. DS/INF 1990 (<40m for nr. 11).
- Største højde over terræn (afstand til øverste gulvniveau fra terrænniveau) overskrider ikke grænseværdien for CC1 jf. DS/INF 1990 (<20 m for nr. 11).
- Største dybde under terræn overskrider ikke grænseværdien for CC1 jf. DS/INF 1990 (<3m for nr. 11).
- Grænseværdierne for CC1 er overholdt, men eftersom risikoen for økonomiske konsekvenser i tilfælde af svigt vurderes betydelige, øges klassen til CC2.

### 2.3.2 Konstruktionsklasser

Bygningerne henføres til følgende konstruktionsklasser jf. BR18, kapitel 26:

Konstruktion	Konstruktionsklasse
Tankgård 1300, alle konstruktioner	KK1
Cooling Plant Building, alle konstruktioner	KK2
Proces Area, alle konstruktioner	KK1
Tankgård 1400, alle konstruktioner	KK1
Tankgård 1500, alle konstruktioner	KK1

Projektet henføres til følgende konstruktionsklasse: **KK2**

Redegørelse for valg af konstruktionsklasse:

- Konstruktionerne er henført til konsekvensklasse CC2
- Konstruktionerne er simple og traditionelle, eftersom:
  - Anvendte statiske systemer og beregningsmodeller er statisk bestemte
  - Konstruktionerne undergår ikke store deformationer
  - Instabilitetsfænomener ud over søjlevirkning er ikke kritiske for konstruktionernes bæreevne
  - Lastfastsættelserne er ikke afhængige af konstruktionernes deformationer
- Den lodrette og vandrette lastnedføring er overskuelig
- Der er stor erfaring med konstruktionstypen i Danmark, eftersom:
  - Der eksisterer normer og udførelsesstandards for anvendte konstruktionsmaterialer
  - Konstruktionerne baseres på sædvanlige statiske principper
  - Konstruktionerne dokumenteres efter sædvanlige metoder og værktøjer
  - Sædvanlige metoder for sammenbygning af konstruktionsdelene
  - Konstruktionerne er baseret på sædvanlige udførelsesmetoder
- Udførelsen af bygningen kræver sædvanlige byggemetoder og principper.

### 2.4 Sikkerhed

Gældende geotekniske kategorier fremgår af afsnit 3.2.

Gældende miljøklasser for konstruktionerne fremgår af afsnit 5.

Gældende udførelsesklasser for konstruktionerne fremgår af generelle noter i tegningsmateriale.

Dokumentation af konstruktioners ydeevne gennem forsøg skal beskrives iht. Eurocode 0, Anneks C og D.

## 2.5 IKT-værktøjer

Følgende beregningsværktøjer forventes benyttet til den statiske dokumentation og beregninger af konstruktioner:

- Autodesk Robot Structural Analysis 2019 (Robot) - FEM modellerings- og beregningsprogram
- Microsoft Excel 365 (Excel) - Diverse beregningsark
- PTC Mathcad Prime 5.0.0.0 (Mathcad) - Diverse beregningsark

## 2.6 Referencer

Følgende referencer forventes benyttet til den statiske dokumentation:

Reference	ID
Teknisk Ståbi, 25. udg.	TS25
Bygningsberegninger af Bjarne Chr. Jensen mf., 2. udg.	BCJ-BYG
Betonkonstruktioner efter DS/EN 1992-1-1 af Bjarne Chr. Jensen, 2. udg.	BCJ-BET
Stålkonstruktioner efter DS/EN 1993 af Bjarne Chr. Jensen mf., 1. udg.	BCJ-STÅL
Plasticitetsteori af Bjarne Chr. Jensen mf., 1. udg.	BCJ-PLA
Eksempelsamling om brandsikring af byggeri 2012, 2. udg.	BRAND-BYG
SBI-anvisning 271, Dokumentation og kontrol af bærende konstruktioner, 3. udg.	Sbi-271
SBI-anvisning 248, Ældre murværks styrkeegenskaber, 1. udg.	Sbi-248

Evt. anden relevant litteratur kan fremgå af de enkelte beregningsafsnit.

Statisk dokumentation for eksisterende bygværker udarbejdet af Tolderlund tilknyttet projektet, Avista Oil (sagsnr.: 180106):

- A1 Projektgrundlag (A1E)
- A2.1 Statiske beregninger, bygværk (A2.1E)
- A2.2 Statiske beregninger, bygningsdel (A2.2E)
- A3 Konstruktionstegninger (A3E)

Geoteknisk dokumentation for eksisterende bygværker udarbejdet af DMR Geoteknik tilknyttet projektet Avista Oil (sagsnr.: 2017-0753):

- Geoteknisk undersøgelsesrapport nr. 1, dateret 19-05-2017 (GEOU1)
- Geoteknisk undersøgelsesrapport nr. 2, dateret 21-08-2018 (GEOU2)
- Geoteknisk notat nr. 1, dateret 27-09-2019 (GEON1)

### 3. FORUNDERSØGELSER

#### 3.1 Grunden og lokale forhold

Der henvises til tegningsmaterialet for oplysninger om grunden og tilhørende byggetekniske forhold.

#### 3.2 Geotekniske forhold

Geotekniske forhold fremgår af bilagte geotekniske rapporter:

1. Rapport 207306 udført af GEO A/S
2. Rapport

Geotekniske forhold for eksisterende konstruktioner fremgår af tilhørende statistisk dokumentation, hvori geoteknisk dokumentation foreligger (se A1E).

Fundering af eksisterende konstruktioner er gennemført vha. rammede pæle. Bæreevne af pæle fremgår af ovennævnte geoteknisk dokumentation.

Fremtidig terrænkote (TK): +2.00  
Grundvandsspejl (GVS): -0.10 ... +0.70 (1,3-2,1 mut)

Jordprofil:

*Cooling Plant Building*

Fyld, sandet: +1.80 ... -2.00  
Moræneler (Gc): -2.00 ... -13.20 (afslutning af boring)

*Cooling Towers*

Fyld, sandet: +1.80 ... -1.50  
Moræneler (Gc): -1.50 ... -13.20 (afslutning af boring)

*Tankgård 1300*

Fyld, sandet: +2.00 ... -0.60  
Sand (Pg): -0.60 ... -1.70  
Gytje/tørv (Pg): -1.70 ... -2.40  
Moræneler (Gc): -2.40 ... -13.00 (afslutning af boring)

*Tankgård 1400*

Fyld, sandet: +1.80 ... -2.80  
Sand/silt (Gl): -2.80 ... -7.20  
Moræneler (Gc): -7.20 ... -13.20 (afslutning af boring)

*Tankgård 1500*

Fyld, sandet: +1.60 ... -2.40  
Sand/silt (Gc): -2.40 ... -9.90  
Moræneler (Gc): -9.90 ... -13.40 (afslutning af boring)

#### 3.3 Klima- og miljøtekniske forhold

Miljøtekniske forhold fremgår af bilagte miljørapporter:

- Der henvises til bilagte geotekniske rapporter.

Der er ikke forhold, som gør grunden speciel, herunder skræntforhold, som giver højere vindbelastning.

### **3.4 Eksisterende konstruktioner**

Eksisterende konstruktioner er dokumenteret i tilhørende statisk dokumentation. Se referencer.

### **3.5 Tilstødende eksisterende bygværker**

Tilstødende eksisterende bygværker er dokumenteret i tilhørende statisk dokumentation. Se referencer.

### **3.6 Tilstødende påtænkte bygværker**

Ikke relevant.

## **4. KONSTRUKTIONER**

### **4.1 Statisk virkemåde**

#### **4.1.1 Tankgård 1300**

Bygværkets underbygning fungerer som en kombineret plade- og skivekonstruktion og overfører både lodrette og vandrette laster til de understøttende pæle.

#### **4.1.2 Cooling Plant Building**

Bygningen er inddelt i en betonunderbygning og en ståloverbygning med hver sin statiske virkemåde. Underbygningen fungerer som en kombineret plade- og skivekonstruktion, der overfører både lodrette og vandrette laster til de understøttende pæle.

Overbygningen er et traditionelt bjælke-søjle-system, som overfører lodrette laster til underbygningen. Afstivningsgitre i tag og facader kombineret med bjælke-søjle-systemet overfører vandrette laster til underbygningen.

#### **4.1.3 Process Area**

Bygningen er inddelt i en betonunderbygning og en ståloverbygning med hver sin statiske virkemåde. Underbygningen fungerer som en kombineret plade- og skivekonstruktion og overfører både lodrette og vandrette laster til de understøttende pæle.

Overbygningen er et traditionelt bjælke-søjle-system, som overfører lodrette laster til underbygningen. Dæk og søjlepartier er forsynet med afstivningsgitre, som i kombination med bjælke-søjle-systemet overfører vandrette laster til underbygningen.

#### **4.1.4 Tankgård 1400 og 1500**

Bygværkets underbygning fungerer som en gruppe af terrænplader, der overfører både lodrette og vandrette laster direkte til jordbunden.

Væggene er tilsluttet terrændækket, og vandrette laster på disse stabiliseres dels af væggenes egenvægt og disses tilslutning til terrændækket.

### **4.2 Samlinger**

Samlinger i de eksisterende konstruktioner følger traditionelle principper for den aktuelle type af byggeri og tilhørende materialer.

Nye konstruktioner forventes udført efter sædvanlige og traditionelle principper.

Nye betonfundamenter tilsluttes eksisterende terrændæk vha. indlimet armering.  
Nye stålkonstruktioner tilsluttes eksisterende vha. bolte eller lignende befæstelser.

### **4.3 Anvendelseskrav**

#### **4.3.1 Betonkonstruktioner**

Betonkonstruktionernes deformationer og revnevidder vurderes for den kvasi-statiske last (langtidslasten).

**4.3.1.1 Nedbøjninger****Bjælker og plader i etageadskillelser**

- Sikring af udseende og generelle anvendelighed:  $u \leq L/500$
- Sikring af tilstødende bygningsdele:  $u \leq L/250$

$L$  = konstruktionens spændvidde

**Øvrige konstruktioner**

Nedbøjning af in-situ-dæk og bjælker eftervises almindeligvis ikke, men konstruktionerne dimensioneres, så følgende anbefalede forhold mellem spændvidde og effektiv højde jf. tabel 7.4N i DS/EN 1992-1-1 overholdes:

**Maksimal værdi for forholdet mellem spændvidde(L) og effektiv højde(d):**

Bærende system for bjælke el. plade	Store betonspændinger $\rho_s = 0,015$	Små betonspændinger $\rho_s = 0,005$
Simpelt understøttet	14	20
Indspændt i én ende	18	26
Indspændt i begge ender	20	30
Udkraget	6	8
Paddehattedæk	17	24

**4.3.1.2 Revnevidder**

Den maksimale revnevidde fastsættes for slapt armerede konstruktioner til:

- $w_{\max} = 0,20$  mm for konstruktioner i ekstra aggressivt miljø
- $w_{\max} = 0,30$  mm for konstruktioner i aggressivt miljø
- $w_{\max} = 0,40$  mm for konstruktioner i moderat miljø

Den maksimale revnevidde fastsættes for spændarmerede konstruktioner til:

- $w_{\max} = 0,10$  mm for konstruktioner i ekstra aggressivt miljø
- $w_{\max} = 0,20$  mm for konstruktioner i aggressivt miljø
- $w_{\max} = 0,30$  mm for konstruktioner i moderat miljø

**4.3.2 Stålkonstruktioner**

Stålkonstruktioners deformationer vurderes for én variabel last ad gangen.

**4.3.2.1 Deformationer**

Som generelle funktionskrav vedr. stålkonstruktioners stivhed benyttes følgende:

- Etageadskillelser:  $u \leq L/400$
- Tage og ydervægge:  $u \leq L/200$
- Bjælker i facader:  $u \leq L/500$
- Søjletop i én-etagers bygninger:  $u \leq h/300$
- Søjletop i fleretagers bygninger:
  - For hver etage:  $u \leq h/300$
  - For hele højden:  $u \leq H/500$
- Rammer i bygninger uden kraner:  $u \leq h/150$

$u$  = deformation

$L$  = konstruktionens spændvidde, dobbelt spændvidde for udkragede konstruktioner

$h$  = etagehøjde

$H$  = bygningens samlede højde

**4.3.3 Komfortkriterier**

Ikke relevant for nærværende projekt.



#### 4.4 Funktionskrav

Der stilles ingen særlige funktionskrav ud over stillede krav iht. standarder og leverandør-anvisninger.

#### 4.5 Robusthed

Konstruktionerne i nærværende bygværk henføres til konsekvensklasse CC2 jf. afsnit 2.3. I den forbindelse stilles der ikke krav til dokumentation af robusthed for konstruktionerne, men der skal dog foreligge en vurdering af robusthed jf. E(4) i DS/EN 1990 DK NA.

Vurdering af robusthed tager udgangspunkt i, at der ikke må ske omfattende kollaps, hvis en konstruktion eller en begrænset del af denne svigter.

##### 4.5.1 Nye fundamenter til Tankgård 1300

Ifm. etablering af nye tankfundamenter gennemføres der ikke indgreb i de eksisterende forhold, som forringer robusthedsegenskaberne. Robustheden vurderes derfor at være tilstrækkelig.

##### 4.5.2 Cooling Plant Building

Nærværende bygværk er konstruktivt helt identisk med den eksisterende Utility Building, hvorfor de samme robusthedsegenskaber gør sig gældende.

Underbygningen består alene af en sammenhængende pælefunderet terrænplade i armeret beton; dvs. en konstruktion, som er lidt følsom over for utilsigtede påvirkninger.

Overbygningen er i én etage, hvorfor konsekvenserne af svigt er mindre sammenlignet med fleretagersbygninger. Tagkonstruktionen er opbygget med relativt tætsiddende sekundære bjælker på tværs af hovedbjælkerne med en samlingsudformning, som sikrer både en vis grad af momentoptagelse og membranvirkning, hvilket kan forhindre kollaps af en hovedbjælke i tilfælde af lokalt svigt i denne eller en understøttende søjle. Dette bidrager til en væsentlig robusthedsegenskab.

Derudover er der gjort følgende konstruktive tiltag som generelt forbedrer robusthedsegenskaberne:

- Konstruktionerne opbygges med duktile materialer iht. traditionelle og gennemprøvede principper.
- Samlinger udføres duktile (flydning af pladedele før trækbrud af bolte).
- Stabilitetsfænomener er ikke afgørende for bæreevne af samlinger.
- Træk- og forskydningskapaciteter af samlinger er af samme størrelsesorden.
- Samlinger udføres med en indspændingsmulighed, så omlejring af laster i tilfælde af svigt er mulig.
- Sempel design af samlinger, så risiko ved fejlmontering minimeres.
- Der er indført et overantal af afstivningsdiagonaler.

Disse tiltag vurderes at sikre en tilstrækkelig robusthedenskab for nærværende bygning. Yderligere tiltag vurderes ikke at være nødvendige.

##### 4.5.3 Process Area

Ifm. etablering af nye konstruktioner gennemføres der ikke indgreb i de eksisterende forhold, som forringer robusthedsegenskaberne. Robustheden vurderes derfor at være tilstrækkelig.

#### **4.5.4 Tankgård 1400 og 1500**

Konstruktionerne er henført til CC1, hvorfor der ikke stilles krav til robusthed.

#### **4.6 Levetid**

Nye konstruktioner dimensioneres til en levetid på 50 år.

Eksisterende konstruktioner og deres tilstand tilses i forhold til ovennævnte levetid. Såfremt disse vurderes ikke at kunne opfylde kravet, planlægges og gennemføres passende tiltag for at sikre dette.

#### **4.7 Brand**

Brandkrav fastlægges iht. gældende brandstrategirapport.

Nødvendige brandmodstandsevner for bærende konstruktioner:

- Tankgård 1300: ingen
- Cooling Plant Building: R60\*
- Process Area: ingen\*\*
- Tankgård 1400: ingen
- Tankgård 1500: ingen

\*Reel brandkrav er R30 jf. brandteknisk redegørelse, men eftersom konstruktionerne afstiver brandadskillelser, som er underlagt kravet EI60 A2-s1,d0, hæves kravet.

\*\*Konstruktionernes brandkrav er underlagt tekniske foreskrifter.

#### **4.8 Udførelse**

Under udførelse og elementmontage forventes generelt, at bæreevne og stabilitet af bygningsdelene sikres vha. midlertidige understøtninger og afstivninger.

Der gøres opmærksom på følgende midlertidige tilstande:

- Evt. opførelse af midlertidige eller permanente fundamenter til kraner skal etableres.
- Evt. opførelse af midlertidige afstivninger ifm. svejsearbejde på eksisterende stålkonstruktioner.

Typiske montageprocedurer og -anvisninger forventes fulgt i forbindelse med sikring af bygningsdele og opretholdelse af sikkerhed under udførelse og montagearbejdet samt opsætning af midlertidige konstruktioner.

#### **4.9 Drift og vedligeholdelse**

Der forventes ikke iværksat særlige drift- og vedligeholdelsesaktiviteter for sikring af konstruktionernes ønskede levetid og ydeevne.

## 5. KONSTRUKTIONSMATERIALER

### 5.1 Grund og jord

#### 5.1.1 Eksisterende bygværker

Der henvises til geoteknisk rapport samt geoteknisk projekteringsrapport. Se afsnit 3.2.

Konstruktionerne henregnes til følgende geotekniske kategori: **Kategori 2**

Styrkeparametre for aktuelle jordarter fremgår nedenfor.

#### Karakteristiske styrke- og deformationsparametre for aflejringer over OSBL:

Jordart	Kohæsion $c_v$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Friktion $\phi_{pl}$ [°]	Rumvægt $\gamma/\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Effektiv kohæsion $c'$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Konsolideringsmodul K [kN/m <sup>2</sup> ]
Fyld, sandmuld	-	35-36	18/10	-	-
-T-ø-r-v-, PG	50-80	-	12/2	-	-
Gytje, PG	50-100	-	14/4	-	-
Ler, PG	60-100	0	18/8	-	-
Sand, PG	-	32	18/10	-	-
Grus, PG	-	34-37	19/10	-	-
Kompr. sandfyld	-	35	20/10	-	30.000-100.000

#### Karakteristiske styrke- og deformationsparametre for aflejringer under OSBL:

Jordart	Kohæsion $c_v$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Friktion $\phi_{pl}$ [°]	Rumvægt $\gamma/\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Effektiv kohæsion $c'$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Konsolideringsmodul K [kN/m <sup>2</sup> ]
Ler, GL	150-180	0	19/9	15-18	>30.000
Moræneler	150->300	0	21/11	20	>40.000
Morænesand	0	37	21/11	0	>50.000
Sand	0	36	19/10	0	50.000
Grus	0	36	19/10	0	50.000

#### Partialkoefficienter for jordparametre:

Friktionsvinkel	$\gamma_m$	1,2
Effektiv kohæsion	$\gamma_\phi$	1,2
Udrænet forskydningsstyrke	$\gamma_{c'}$	1,8

#### Regningsmæssige styrkeparametre for rammede betonpæle:

Dimension [mmxmm]	Trykstyrke [kN]	Trækstyrke [kN]	Tværstyrke [kN]
300x300	600	100	10*

\*Gældende for uarmeret betonpæl.

#### 5.1.2 Nye bygværker

Geotekniske forhold afklares ifm. gennemførelse af planlagte jordbundsundersøgelser på pladsen.

#### Regningsmæssige styrkeparametre for rammede minipæle:

Dimension [mm]	Trykstyrke [kN]
Ø114	80
Ø159	150
Ø219	200

## 5.2 Beton

### 5.2.1 Nye konstruktioner

<b>In-situ beton og betonelementer</b>						
Bygningsdel	Styrke [MPa]	Eksponeringsklasser	Miljø	Udførelsesklasse	Dæklag* [mm]	Max Revnevidde [mm]
Renselag/jorderstatning	8	X0	P	EXC1	-	-
Grovbeton	12	XC1	P	EXC2	-	-
<b>Tankgård 1300</b>						
Fundamenter	35	XC4, XS1, XF3, XA1	A	EXC2	30	0,3
<b>Cooling Plant Building</b>						
Terrændæk	35	X0	P	EXC2	10	-
Fundamenter	35	XC2, XA1	A	EXC2	20	0,4
Pæle	**	XC2, XS2, XA2	A	EXC2	30	0,3
<b>Tankgård 1400 og 1500</b>						
Terrændæk	35	XC4, XS1, XF3, XA1	A	EXC2	30	0,3
Fundamenter	35	XC4, XS1, XF3, XA1	A	EXC2	30	0,3
Gruber	35	XC4, XS1, XF3, XA1	A	EXC2	30	0,3
Vægge	35	XC4, XS1, XF3, XA1	A	EXC2	30	0,3

\*Eksklusivt tolerancetillæg på 5 mm

\*\*Fastlægges af leverandør, dog min. betonstyrke C35/45

<b>Armering</b>			
Betegnelse	Sym-bol	Styrke [MPa]	E-modul [MPa]
Ribbestål, in-situ	Y	550	200.000
Ribbestål, betonelementer	Y	**	**
Glat armering	R	235	210.000

\*\*Fastlægges af leverandør

Gældende karakteristiske styrke- og materialeparametre for ovennævnte beton og armering og tilhørende partialkoefficienter fremgår af DS/EN 1992-1-1 DK NA.

For materialeparametre for spændarmering henvises til leverandørberegninger.

### 5.2.2 Eksisterende konstruktioner

Der henvises til statisk dokumentation for eksisterende bygværker. Se referencer.

### 5.3 Stål

#### 5.3.1 Nye konstruktioner

Bygningsdele	Ståltype	Udførelses- klasse
Indendørs stålkonstruktioner	S355JR	EXC2
Udendørs stålkonstruktioner	S355JR	EXC2
Trapper, lejdere og gallerier	S235JR	EXC2

Gældende karakteristiske styrke- og materialeparametre og tilhørende partialkoefficienter for ovennævnte ståltyper fremgår af DS/EN 1993-1-1 DK NA.

#### Korrosionskategori

Bygningsdele	Kategori
Indendørs stålkonstruktioner	C2 lang levetid
Udendørs stålkonstruktioner	C4 lang levetid
Stålkonstruktioner i hultmure	C5 lang levetid

#### Svejsninger

Svejsesøm	Stålkvalitet	$\beta_w$
Kantsømme	S235	0,80
	S275	0,85
	S355	0,90
Fuldt svejste stumpsømme	alle	1,00

#### Bolte

Bygningsdele	Styrkeklasse	Samlingstype	Overfladekate- gori
Alle bolte	8.8	Dornsamling	A

Gældende karakteristiske styrke- og materialeparametre og tilhørende partialkoefficienter for ovennævnte bolte fremgår af DS/EN 1993-1-8 DK NA.

#### Ankre

Type af ankerbolte fremgår af de enkelte beregningsafsnit.

#### 5.3.2 Eksisterende konstruktioner

Der henvises til statisk dokumentation for eksisterende bygværker. Se referencer.

## 6. LASTER

### 6.1 Lastkombinationer

#### 6.1.1 Brudgrænsetilstanden

Lastkombinationer i brudgrænsetilstanden for vedvarende og midlertidige dimensioneringstilfælde opstilles jf. tabel A1.2(A) til A1.2(C) i nationalt anneks til DS/EN 1990.

#### Anvendte lastkombinationer for vedvarende og midlertidige dimensioneringstilfælde i brudgrænsetilstanden:

Dimensioneringstilfælde Last-komb.		Permanente laster				Variabel last	
		Ugunstige		Gunstige		Dominerende	Øvrige
		Tyngde af konstruktionsdele	Tyngde af jord og grundvand	Tyngde af konstruktionsdele	Tyngde af jord og grundvand		
1	EQU og UPL (formel 6.10)	$1,1 \cdot K_{FI}$	$1,1 \cdot K_{FI}$	0,9	0,9	$1,5 \cdot K_{FI}$	$1,5 \cdot \psi_{0,i} \cdot K_{FI}$
2	EQU og UPL (formel 6.10)	$1,0 \cdot K_{FI}$	$1,05 \cdot K_{FI}$	1,0	1,0	$1,5 \cdot K_{FI}$	$1,5 \cdot \psi_{0,i} \cdot K_{FI}$
1	STR/GEO (formel 6.10a)	$1,2 \cdot K_{FI}$	1,0	1,0	1,0	-	-
2	STR/GEO (formel 6.10b)	$1,0 \cdot K_{FI}$	1,0	0,9	1,0	$1,5 \cdot K_{FI}$	$1,5 \cdot \psi_{0,i} \cdot K_{FI}$
3	STR/GEO (formel 6.10a)	1,2	1,0	1,0	1,0	-	-
4	STR/GEO (formel 6.10b)	1,0	1,0	0,9	1,0	1,5	$1,5 \cdot \psi_{0,i}$
5	STR/GEO (formel 6.10a)	1,0	1,0	1,0	1,0	-	-

$\psi_{0,i}$  afhænger af type af variabel last. Se afsnit om laster.

$K_{FI}$ -faktor jf. konsekvensklasse.

Iht. tabel A1.3.1(1) Note 2 i dansk nationalt anneks til DS/EN 1990:

- I bygninger med kældere (uden vandtryk), hvor terrænet ligger i samme niveau hele vejen rundt om bygningen, påvirkes fundamenter, indvendige vægge og søjler ikke af geotekniske laster. Fundamenter skal i dette tilfælde kun eftervises i lastkombination 1 og 2. Kælderydervægge skal eftervises i lastkombination 1-5.
- I bygninger med kældere, hvor terrænet ikke ligger i samme niveau hele vejen rundt om bygningen, skal vægge og fundamenter som medvirker ved optagelse af differensjordstryk, eftervises i lastkombination 1-5.

### 6.1.2 Ulykkestilstanden

Lastkombinationer i ulykkesdimensioneringstilfældet og seismisk dimensioneringstilfælde opstilles jf. tabel A1.3 i nationalt anneks til DS/EN 1990.

**Anvendte lastkombinationer ved ulykkesdimensioneringstilfælde og seismisk dimensioneringstilfælde:**

Dimensioneringstilfælde	Permanente laster		Dominerende ulykkeslast eller seismisk last	Ikke-dominerende variable laster	
	Ugunstige	Gunstige		Evt. primær	Øvrige
Brand (Formel 6.11a/b)	1,0	1,0	1,0	$\psi_{1,1}$	$\psi_{2,i}$
Ulykke i øvrigt (Formel 6.11a/b)	1,0	1,0	1,0	$\psi_{2,1}$	$\psi_{2,i}$
Seismisk (Formel 6.12a/b)	1,0	1,0	1,0	-	$\psi_{2,i}$

$\psi_{1,i}$  og  $\psi_{2,i}$  afhænger af type af variabel last. Se afsnit om laster.

### 6.1.3 Anvendelsesgrænsetilstanden

Lastkombinationer i anvendelsesgrænsetilstanden opstilles jf. tabel A1.4 i dansk nationalt anneks til DS/EN 1990.

**Anvendte lastkombinationer i anvendelsesgrænsetilstanden:**

Kombination	Permanente laster		Variable laster	
	Ugunstige	Gunstige	Dominerende	Øvrige
Karakteristisk (formel 6.14b)	1,0	1,0	1,0	$\psi_{0,i}$
Hyppig (formel 6.15b)	1,0	1,0	$\psi_{1,1}$	$\psi_{1,i}$
Kvasi-permanent (formel 6.16b)	1,0	1,0	$\psi_{2,1}$	$\psi_{2,i}$

$\psi_{1,i}$  og  $\psi_{2,i}$  afhænger af type af variabel last. Se afsnit om laster.

Mere specifikke funktionskrav til konstruktionerne er beskrevet i afsnit 4.2.

## 6.2 Lasttilfælde

Relevante kritiske lasttilfælde beskrives og undersøges for det pågældende konstruktionsafsnit i A2.2 Statiske beregninger, konstruktionsafsnit.



**6.3 Permanente laster**

Densiteter til fastlæggelse af konstruktionernes egenvægt:

Materiale	Densitet (kN/m <sup>3</sup> )
Stål	78,5
Aluminium	27,0
Armeret beton	25,0
Uarmeret beton	24,0
Frisk beton	23,5
Glas	25,0
Isolering ( $\lambda > 0,032$ W/mK)	0,30
Isolering ( $\lambda < 0,032$ W/mK)	0,60

**6.3.1 Tankgård 1300**

<b>Terrændæk (kN/m<sup>2</sup>)</b>	<b>Bunden</b>	<b>Fri</b>
200 mm betondæk	**	

\*\*Beregnes automatisk på baggrund af densitet og geometri.

**6.3.2 Cooling Plant Building**

<b>Terrændæk (kN/m<sup>2</sup>)</b>	<b>Bunden</b>	<b>Fri</b>
300 mm betondæk	7,50	

<b>Ydervægge (inkl. murkrone) (kN/m<sup>2</sup>)</b>	<b>Bunden</b>	<b>Fri</b>
Let vægbeklædning	0,50	

<b>Indervægge (kN/m<sup>2</sup>)</b>	<b>Bunden</b>	<b>Fri</b>
Let vægbeklædning	0,50	

<b>Servicedæk (kN/m<sup>2</sup>)</b>	<b>Bunden</b>	<b>Fri</b>
Dørplade	0,30	

<b>Dæk under EL-rum (kN/m<sup>2</sup>)</b>	<b>Bunden</b>	<b>Fri</b>
120mm kompositdæk	2,20	

<b>Tagdæk (kN/m<sup>2</sup>)</b>	<b>Bunden</b>	<b>Fri</b>
Let tagdækning		0,25
Trapezplader	0,25	
Installationer		0,25
<b>Total</b>	<b>0,25</b>	<b>0,50</b>

**6.3.3 Process Area**

<b>Terrændæk (kN/m<sup>2</sup>)</b>	<b>Bunden</b>	<b>Fri</b>
Småt udstyr		2,50*
250 mm betondæk	6,25	

\*Ækvivalent fladelast svarende til 200mm betonplint for 5 stk pumper.

<b>Servicedæk (kN/m<sup>2</sup>)</b>	<b>Bunden</b>	<b>Fri</b>
**		

\*\*Afklares efter modtagelse af byggedata fra maskin- og procesleverandører.

**6.3.4 Tankgård 1400 og 1500**

<b>Terrændæk (kN/m<sup>2</sup>)</b>	<b>Bunden</b>	<b>Fri</b>
250 mm betondæk	**	

\*\*Beregnes automatisk på baggrund af densitet og geometri.

**6.4 Nyttelaster****6.4.1 Tankgård 1300**

Bygningsdel	Kat.	Last		$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$	Bemærkninger
		[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN]	-	-	-	
Terrændæk	E	10,0	10,0	0,8	0,8	0,7	

**6.4.2 Cooling Plant Building**

Bygningsdel	Kat.	Last		$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$	Bemærkninger
		[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN]	-	-	-	
Terrændæk	E	10,0	10,0	0,8	0,8	0,7	
Servicedæk	B	4,5	1,5	0,5	0,4	0,2	
Dæk under EL-rum	E	7,5	7,0	0,8	0,8	0,7	
Tagdæk	F	0,0	1,5	0,0	0,0	0,0	

**6.4.3 Process Area**

Bygningsdel	Kat.	Last		$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$	Bemærkninger
		[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN]	-	-	-	
Servicedæk	E	**	**	0,8	0,8	0,7	

\*\*Afklares efter modtagelse af byggedata fra maskin- og procesleverandører.

**6.4.4 Tankgård 1400 og 1500**

Bygningsdel	Kat.	Last		$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$	Bemærkninger
		[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN]	-	-	-	
Terrændæk	E	10,0	10,0	0,8	0,8	0,7	

**6.4.5 Last fra procesudstyr**

Lastdata for udstyr og maskiner i eksisterende bygværker genanvendes i videst muligt omfang. Lasterne aflæses fra A1E og A2.1E.

Disse laster afstemmes med endelige lastdata fra maskin- og procesleverandører.

## 6.5 Naturlaster

### 6.5.1 Vindlaster

Vindlaster skal fastlægges jf. DS/EN 1994-1-1 og tilhørende dansk nationalt anneks.

#### Maksimalt hastighedstryk

Basisvindhastighed:  $v_b = 24$  m/s  
 Terrænkategori: TK = III (Nord)  
 TK = III (Øst)  
 TK = III (Syd)  
 TK = I (Vest)

Referencehøjde:

$z_e = 20,0$  m (Tankgård 1300, Cooling Plant Building, Tankgård 1500, Proces Area)

$z_e = 25,0$  m (Tankgård 1400)

Dimensionsgivende max hastighedstryk ( $q_{p,max}$ ) [kN/m<sup>2</sup>]:

Retning	$z_e = 20,0$ m	$z_e = 25,0$ m
Nord	0,63	0,68
Øst	0,63	0,68
Syd	0,63	0,68
Vest	1,15	1,20

Se bilag A1.1.1.

#### Konstruktionsfaktor

Reference: Jf. DS/EN 1991-1-4, afsnit 6.2.

Konstruktionsfaktor:  $C_s \cdot C_d = 1,0$

Se bilag A1.1.1.

#### Formfaktorer

##### Lodrette overflader og tage

Formfaktorer fastsættes jf. DS/EN1991-1-4 og tilhørende dansk nationalt anneks.

##### Indvendig vindlast

Bygninger har ingen dominerende åbninger.

Maksimalt indvendigt overtryk:  $C_{pi} = +0,2$

Maksimalt indvendigt undertryk:  $C_{pi} = -0,3$

$\psi$ -faktorer	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
Ved kombination med dominerende nyttelast, kat. E	0,6	0,2	0,0
Ellers	0,3	0,2	0,0

### 6.5.2 Snelast

Snelast skal fastlægges jf. DS/EN 1993-1-1 og tilhørende dansk nationalt anneks.

Topografifaktor:  $C_{top} = 1,00$   
 Størrelsesfaktor:  $C_s = 1,00$   
 Eksponeringsfaktor:  $C_e = C_{top} + C_s = 1,00$   
 Termisk faktor:  $C_t = 1,00$   
 Karakteristisk terrænværdi:  $s_k = 1,00$  kN/m<sup>2</sup>

#### Formfaktorer for tage og udendørsarealer

Formfaktorer fastsættes jf. DS/EN1991-1-3 og tilhørende dansk nationalt anneks.

Der skal tages hensyn til muligheder for sneophobning som følge af tætliggende højere objekter.

$\psi$ -faktorer	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
Ved kombination med dominerende nyttelast, kat. E	0,6	0,2	0,0
Ved kombination med dominerende vindlast	0,0	0,0	0,0
Ellers	0,3	0,2	0,0

### 6.5.3 Vandret jordtryk

Vandret jordtryk beregnes jf. DS/EN 1997-1 og tilhørende dansk nationalt annek.

Kældervægge og øvrige lodrette konstruktionsdele under terræn skal dimensioneres for vandret jordtryk hidrørende fra jordopbygningen. Jordparametre fremgår af afsnit 5.1 Som udgangspunkt betragtes jordtrykket som hviletryk med tilhørende jordtrykskoefficient:

Hviletryk:  $K_0 = 1 - \sin(\phi_d)$

Lasttillæg fra komprimering skal medregnes ved dimensioneringen. Det kan antages, at lastforøgelsen optræder i de øverste 0,5 m af jordtryksprofilen, hvor jordtrykkoeficienten sættes til  $1/K_0$ .

### 6.5.4 Termiske laster

Temperaturbetingede laster forventes ikke at give problemer.

### 6.5.5 Islast

Er ikke relevant for nærværende projekt.

## 6.6 Geometriske imperfektioner

Imperfektioner repræsenteres ved en hældning,  $\theta_i$ :

$$\theta_i = \theta_0 \cdot \alpha_h \cdot \alpha_m$$

Hvor:  $\theta_0 = 1/200 = 0,005$

$$\alpha_h = \frac{2}{\sqrt{L}}$$

$$\alpha_m = \sqrt{0,5 \cdot \left(1 + \frac{1}{m}\right)}$$

$L =$  Bygningens højde.  $2/3 \leq \alpha_h \leq 1$

$m =$  Antal lodrette konstruktionsdele, der bidrager til den vandrette kraft på det afstivende system.

Den horisontale last fra geometriske imperfektioner beregnes som den regningsmæssige vertikale last gange hældningen ovenfor.

Laster fra geometriske imperfektioner påføres konstruktionerne samtidigt med vindlast og masselast. Lasterne angribes i tyngdepunktet på dæk eller tag og virker i samme retning som vindlasten eller masselasten.

Der henvises til A2.1 for beregning af laster fra geometriske imperfektioner.

## 6.7 Ulykkeslast

### 6.7.1 Stødlaster

Det forudsættes, at der opstilles autoværn eller bygningsdele udformes, så direkte påkørsel ikke er mulig.

### 6.7.2 Eksplosionslaster

Er ikke relevant for nærværende projekt.

## 6.8 Seismisk last

Seismisk last til sikring af konstruktioners styrke og stabilitet overfor jordrystelser beregnes og anvendes jf. retningslinjerne i anneks D i dansk nationalt anneks til DS/EN 1998-1.

Den regningsmæssige værdi af den vandrette seismiske last,  $F_{\text{seis}}$  fastsættes på grundlag af den lodrette last som:

$$F_{\text{seis}} = \frac{a_{\text{seis}}}{g} 1,5\% \cdot \left( \sum G_{k,j} + \sum_{i \geq 1} \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i} \right)$$

$$a_{\text{seis}} = \max \left\{ \frac{1}{q} \cdot k \cdot \frac{s_e}{a_g} \cdot a_g \cdot \gamma_I \right. \\ \left. 1,5\% \text{ af } g \right.$$

De indgående parametre fremgår af anneks D i dansk nationalt anneks til DS/EN 1998-1.  
 $\psi_{2,i}$  afhænger af type af variabel last. Se afsnit om laster.  
Der henvises til A2.1 for beregning af seismisk last.

## 6.9 Midlertidige laster

### 6.9.1 Laster under udførelse

Udførelseslast ved støbning af beton behandles jf. afsnit 4.11.2 i DS/EN 1991-1-6 og tilhørende nationalt anneks.

Lasten betragtes som en fri og jævnt fordelt last og skal som minimum omfatte:

- Egenvægt af frisk beton ( $q_{cf}$ )
- Egenvægt af personale og håndværktøjer ( $q_{ca}$ ) = 0,75 kN/m<sup>2</sup>
- Egenvægt af flytbare emner ( $q_{cb}$ ) = max(0,1· $q_{cf}$  ;  $q_{ca}$ )
- Egenvægt af forskalling ( $q_{cc}$ )

Lastsummen  $q_{ca}+q_{cb}+q_{cc}$  må ikke være mindre end 1,50 kN/m<sup>2</sup>

$\psi$ -faktorer:  $\psi_0/\psi_2 = 0,6/0,2$

## 6.10 Andre laster

### 6.10.1 Dynamiske laster

Er ikke relevante for nærværende projekt.

### 6.10.2 Vandrette laster fra vandtryk

I tilfælde af brandbekæmpelse inde i tankgårde og betonbassiner skal væggene designes for vandret last fra vandtrykket.

Tyngde af sprinklervand: 1000 kg/m<sup>3</sup>

### 6.10.3 Vandrette laster fra olietryk

I tilfælde af oliespild i tankgårde, skal væggene designes for vandret last fra olietrykket.

Oplyst tyngde af råolie: 900 kg/m<sup>3</sup>