

Avsedd för

Göteborg Energi AB

Typ av dokument

Rapport

Datum

2021-05-24

# RYA BI OÅNGPANNA UTREDNING BRANDRISK OCH SLÄCKVATTENMÄNGDER

## RYA BIOÅNGPANNA, UTREDNING BRANDRISK OCH SLÄCKVATTENMÄNGDER

Projektnamn	Utredning släckvattenmängder
Projekt nr	1320047147
Mottagare	Göteborg Energi AB
Typ av dokument	Rapport
Version	Reviderad slutversion
Datum	2021-05-24
Förberett av	Johan Hortberg, Bjarke Rosenberg, Elsa Axelsdóttir och Rebecca Hedberg
Kontrollerad av	Anders Dagneryd
Godkänd av	Nina Wennström
Beskrivning	Brandriskutredning, identifiering av släckscenarier och bedömning av möjliga släckvattenmängder som underlag till ansökan om tillstånd till miljöfarlig verksamhet i Ryahamnen.

Ramboll  
Krukmakargatan 21  
Box 17009  
10462 Stockholm

T +46 (0)10 615 60 00  
<https://se.ramboll.com>

## SAMMANFATTNING

Göteborg Energi har gett Ramboll Sweden AB i uppdrag att, för en ny planerad bioångpanna, nedan kallad Rya bioångpanna, som ansluts till befintlig ångturbin vid Rya kraftvärmeverk i Ryahamnen:

- ta fram en översiktlig brandriskutredning med avsikt att identifiera släckscenarier och
- bedöma möjliga släckvattenmängder som underlag till ansökan om tillstånd till miljöfarlig verksamhet.
- bedöma vilka risker för angränsande verksamheter som Rya bioångpanna ger avseende flygbränder av flis samt en cisternbrands påverkan på Rya bioångpanna.

Varje anläggning har sina förutsättningar och varje brand är unik. Därför krävs specifika bedömningar till åtgärder för att förebygga brand och minska konsekvenserna av brand.

Ramboll har med utgångspunkt i riktlinjer och krav identifierat brandrisker samt uppskattat släckmetod och mängd släckvatten som kan förväntas.

Följande släckvattenmängder är identifierade för olika delar av anläggningen. Mängderna är angivna för total volym förutom för brand i bränslesilo där släckvattenmängden beräknas till 280 m<sup>3</sup> per dag:

• Bränslemottagningen	24 m <sup>3</sup>
• Beredningsbyggnad	24 m <sup>3</sup>
• Bränslesilo	280 m <sup>3</sup> -> 2000 m <sup>3</sup>
• Transportband till/mellan/från bränslesilos	41 m <sup>3</sup>
• Elevator	84 m <sup>3</sup>
• Transportband till/mellan buffertsilos	41 m <sup>3</sup>
• Dagsilo	(110 m <sup>3</sup> för kylning)
• Transportband till Bioångpannan från buffertsilos	41 m <sup>3</sup>
• Pannbyggnad	144 m <sup>3</sup>

En lista med åtgärdsförslag för att minimera både sannolikheten för uppkomst av brand, och reducera omfattningen av konsekvenser sammanfattas i *kap 2 Utredning av släckscenarier och släckvattenmängder*.

Generella åtgärder som förebyggande underhåll, städning/rengöring och regelbunden eftersyn förutsätts. Dammansamlingar med ett djup större än 1 mm har potential att leda till en dammexplosion.

Vidare omnämns särskilda punkter och objekt i omgivningen att beakta.

Göteborgs Energi för Rya bioångpanna ska ha ett regelbundet systematiskt brandskyddsarbete där bland annat identifiering av risker för olycka i anläggningen samt vidta åtgärda för att eliminera dessa risker.

De centrala delarna av Göteborg samt områden norr om Göta Älv är de områden som främst berörs av rökspridning från en brand i Rya bioångpannas anläggning. Fastigheter/verksamheter närmast Rya bioångpanna utsätts för en högre koncentration. Dessa är Gryaabs reningsanläggning, Färjenäs, f.d. Eriksberg, Bräcke, Oljehamnen, Torslandaverken m fl.

Rökspridning från brand i silo kan ha lång varaktighet, flera dagar. Denna faktor samt att en brand i en silo sannolikt kommer att stoppa produktionen i anläggningen gör att det är av vikt att minska en brands varaktighet genom konsekvensreducerande åtgärder.

En analytisk beräkning över en brand i Nynäs AB cisterners påverkan på omgivande byggnader har utförts. Strålningnivån mot byggnad understiger 15 kW/m<sup>2</sup> på ett avstånd inom 35 m från respektive cistern. Följaktligen bör det inte uppföras byggnader inom 35 m från cisternerna.

Avståndet från dessa cisterner till Rya bioångpanna överstiger 35 m. Detta ger att Rya bioångpannas anläggningar föreslås lokaliseras på ett ur risksynpunkt acceptabelt avstånd till de närliggande cisternerna som drivs av Nynäs AB.

Med en implementering av de åtgärder som föreslagits i avsnitt 2.12 och avsnitt 3 bedöms riskerna med avseende på Rya bioångpannas påverkan, i händelse av brand, på omgivande cisternanläggningar, fastigheter och verksamheter vid föreslagen lokalisering av Rya bioångpanna vara acceptabla.

Sammantaget bedöms etablering av Rya bioångpanna vid föreslagen lokalisering vara acceptabel sett ur risksynpunkt.

## INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1.	Inledning	5
2.	Utredning av släckscenarier och släckvattenmängder	5
2.1	Syfte	5
2.2	Avgränsningar	5
2.3	Metodik	5
2.4	Ordlista	6
2.5	Systembeskrivning	7
2.6	Anläggningsbeskrivning	7
2.7	Intilliggande områden och verksamheter	10
2.8	Krav och riktlinjer	12
2.9	Väderförhållanden	12
2.10	Förutsättningar	12
2.11	Erfarenheter	13
2.12	Brandscenarier	14
2.13	Arbete i explosionsfarlig miljö	24
2.14	Rengöring och underhåll	24
2.15	Särskilda punkter att beakta	24
2.16	Konsekvenser för omgivningen	27
2.17	Sammanfattning av släckvattenmängder	27
3.	Analys - påverkan på omgivande cisternparker av brand i rya Bioångpanna.	28
3.1	Syfte	28
3.2	Avgränsningar	28
3.3	Metodik	28
3.4	Systembeskrivning	28
3.5	Analys flygbränder	29
3.6	Riskreducerande åtgärder	30
3.7	Dammexplosion	32
3.8	Diskussion	33
3.9	Osäkerheter	34
4.	Analys - cisternbrands påverkan på Rya Bioångpanna.	35
4.1	Syfte	35
4.2	Avgränsningar	35
4.3	Metodik	35
4.4	Systembeskrivning	35

4.5	Beskrivning	35
4.6	Regelverk	35
4.7	Värmestrålning	36
4.8	Osäkerheter	37
4.9	Diskussion	38
5.	Slutsats av analyser i kapitel 3 och kapitel 4	39
6.	REFERENSER	40

Bilaga 1	Statistik över insatser till brand i kraft- och värmeverk 2009-2018	
----------	---	--

## 1. INLEDNING

Göteborg Energi AB planerar att uppföra och driva anläggningar för en ny bioångpanna (fortsättningsvis kallad Rya bioångpanna) som ansluts till befintlig ångturbin vid Rya kraftvärmeverk (KVV). Som ett underlag till ansökan om tillstånd enligt 9 kap miljöbalken ska en släckvattenutredning tas fram för att utreda hur anläggningen på bästa sätt ansluts till eller kompletterar befintligt plan för hantering av släckvatten i området.

Göteborg Energi har gett Ramboll Sweden AB i uppdrag att, för Rya bioångpanna i Ryahamnen, ta fram en översiktlig brandriskutredning med avsikt att identifiera släckscenarier och bedöma möjliga släckvattenmängder. I en separat rapport upprättad av Ramboll 2021 "Översiktlig dagvatten- och släckvattenutredning för Rya bioångpanna" sammanställs åtgärder för fördröjning och rening av dagvatten samt uppsamling av släckvatten

Därutöver har det ingått i uppdraget att bedöma vilka risker för angränsande verksamheter som Rya bioångpanna ger avseende flygbränder av flis samt en cisternbrands påverkan på Rya bioångpanna.

Hänsyn tas till närliggande verksamheter, dvs om en händelse från Göteborgs Energis verksamhet kan inverka negativt och störa närliggande anläggningar.

## 2. UTREDNING AV SLÄCKSCENARIER OCH SLÄCKVATTENMÄNGDER

### 2.1 Syfte

Rapportens syfte är att utreda vilka mängder släckvatten som kan förväntas vid brandhändelser som kan uppstå vid drift av Rya Bioångpanna samt att föreslå riskreducerande åtgärder. Tillika analyseras en cisternbrands påverkan på Rya bioångpanna.

### 2.2 Avgränsningar

- Analysen omfattar endast risker relaterade till händelser som innefattar användning av brandvatten, som vattensprinkler, vattendimma, användning av inertgas eller insats från Räddningstjänsten Storgöteborg (RSGBG)
- Utredningen är en grovanalys baserat på typiska händelser för jämförbara anläggningar
- Beskrivning av brands uppkomst och dess konsekvenser samt beskrivning av barriärer som förhindrar brands uppkomst och minskar dess konsekvenser görs med ett kvalitativt resonemang

### 2.3 Metodik

- Genomgång av riktlinjer och krav relaterat till design av bioångpanna och brandskydd
- Identifiera och analysera troliga brandscenarion baserat på brandrisker
- Uppskatta släckmetod och mängd släckvatten relaterat till installerat släcksystem och räddningstjänstens insats
- Beskriva barriärer som minskar sannolikhet till att brand uppstår
- Beskriva barriärer som minskar konsekvenser av brand
- Analysera och beskriva påverkan på Rya bioångpanna vid brand i omgivande verksamheter
- Analysera och beskriva påverkan på omgivande verksamheter vid brand i anläggningen Rya bioångpanna

Statistik redovisad i tabell 1 och tabell 2 samt i bilaga 1 har tillsammans med planerat utförande av Rya bioångpanna beaktats i analyserna under avsnitt 2, 3 och 4 och resulterat i de föreslagna sannolikhetsreducerande och riskreducerande åtgärderna för att riskerna ska anses vara acceptabla.

### 2.3.1 Informationsinhämtning och möten

1. Skypemöte 23/1 2020. Deltagare Bjarke Rosenberg, Johan Hortberg, Nina Wennström från Ramboll samt Erika Andersen och Kenneth Arvidsson från Göteborg Energi.
2. Skypemöte med anläggningsingenjör för Rya KVV Thomas Larsson samt anläggsingenjör för Rya HVC och VP Jonas E Strandberg.
3. Teamsmöte 6/11 2020. Deltagare Bjarke Rosenberg, Elsa Axelsdóttir, Nina Wennström och Yihan Chen från Ramboll; Erika Andersen, Thomas Agernäs och Lina Hammarstrand från Göteborg Energi.
4. Teamsmöte 3/12 2020 med Christian Kenneby och Stefan Karlsson som är kontaktperson vid Räddningstjänsten Storgöteborg för planerade Rya bioångpanna samt insatschefen Stefan Karlsson.
5. Mail St1 Refinery AB (Johan Jigenstedt) ang. cisternpark öster om Mottaget.
6. Telefonsamtal Nynäs AB (Gösta Nygren) ang. cisternpark väst om tomt för Rya bioångpanna.
7. Telefonsamtal med Thomas Agernäs, Göteborg Energi, 26 och 27 februari 2021
8. Telefonsamtal med Patrik Sjöberg på Nordic Storage 30 mars 2021

Information som hämtats från skriftliga källor är refererat till och återfinns i referenslistan.

### 2.4 Ordlista

Begrepp	Förklaring
Brandfarlig vätska klass I	Brandfarlig vätska med flampunkt < +21° C
Brandfarlig vätska klass IIa	Brandfarlig vätska med flampunkt 21-30° C
Brandfarlig vätska klass IIb	Brandfarlig vätska med flampunkt 30-55° C
Brandfarlig vätska klass III	Brandfarlig vätska med flampunkt 55-100° C
Brandvatten	Vatten som används som släckmedel vid släckinsats
FM Global	Factory Mutual Insurance Company. Försäkringsbolag med focus på riskhantering och rådgivning genom bl.a. utgivning av standarder
Grot	Förkortning av grenar och (träd)toppar, är virkessortiment som ibland tas ut vid slutavverkningar. Grot är enkelt uttryckt det spill som uppstår när man kapat trädstockarna
HVC	Hetvattencentral
KVV	Kraftvärmeverk
LBE	Lag om hantering av Brandfarliga och Explosiva varor (SFS 2010: 1011)
LSO	Lag om Skydd mot Olyckor (SFS 2003: 778)



Lämpning	Brandsläckningsteknik som innebär att strypa/ta bort/begränsa bränslemängden och bränsletillförseln. Även kallat avskiljning. Inget släckmedel tillförs branden.
Mottaget	Mottagningsanläggning för bränsle från vägtransport
MSB	Myndigheten för Samhällsskydd och Beredskap
MSBFS 2020: 1	MSB (Myndigheten för samhällsskydd och beredskap) föreskrifter om hantering av brandfarliga gas och brandfarliga aerosoler
Premix	Tillsättning av skumvätska i släckvatten för att minska vattnets ytspänning och därigenom nå bättre genomtränglighet av släckvatten i fibröst material
RSGBG	Räddningstjänsten StorGöteborg
Släckvatten	Vatten som kvarstår efter insats. Innehåller föroreningar beroende på brandförlopp och ev. tillsatser vid insats.
Superbrandpost	Särskild brandpost för uttag av stor mängd brandvatten (10 m <sup>3</sup> /min)
SÄIFS 2000: 2	Sprängämnesinspektionens föreskrifter om hantering av brandfarliga vätskor

## 2.5 Systembeskrivning

Detta kapitel utgör underlaget och förutsättningarna för analysen. I de tillfällen där det inte föreligger information om, eller är bestämt hur, faktisk utformning av komponenter/anläggsdelar ska vara hänvisas det till relevanta normer för projektering av motsvarande anläggningar.

Anläggningen ligger under Energihamnens ansvarsområde.

## 2.6 Anläggningsbeskrivning

Anläggningen avses eldas med biobränsle, huvudsakligen skogsflis, men det kan också bli aktuellt med avfallsklassat trä som bränsle. Total installerad tillförd effekt bränsle för Rya bioångpanna blir ca 170 MW.

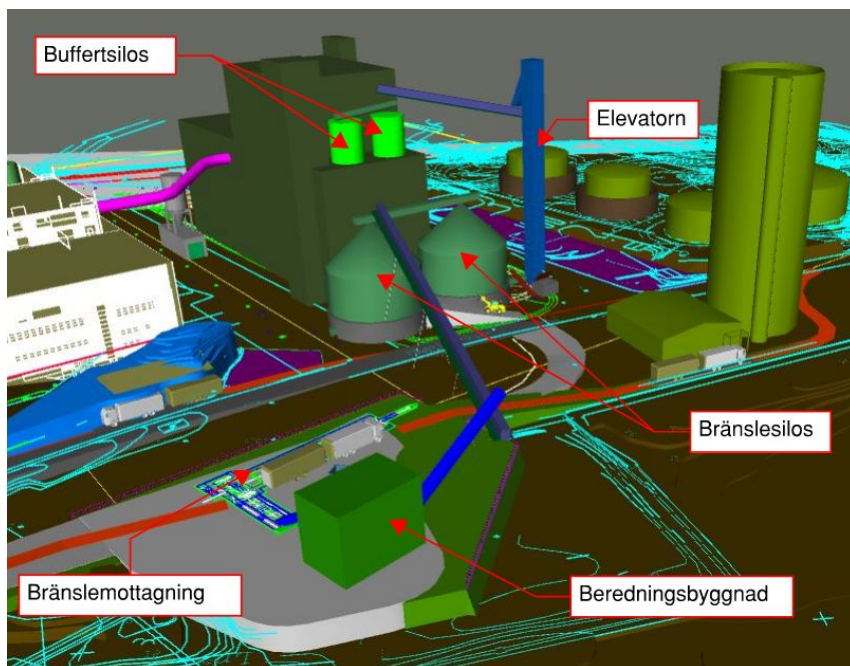
Transporter av träavfall till anläggningen ska utföras med lastbilstransporter till anläggningens bränslemottagning.

Till anläggningen kommer ca 280 transporter per vecka under högsäsong ett normalår. I extremfallet kan antalet bli upp till ca 340 transporter per vecka eller totalt ca 7500 under ett år. Driftsäsongen är vanligtvis mellan oktober och april.

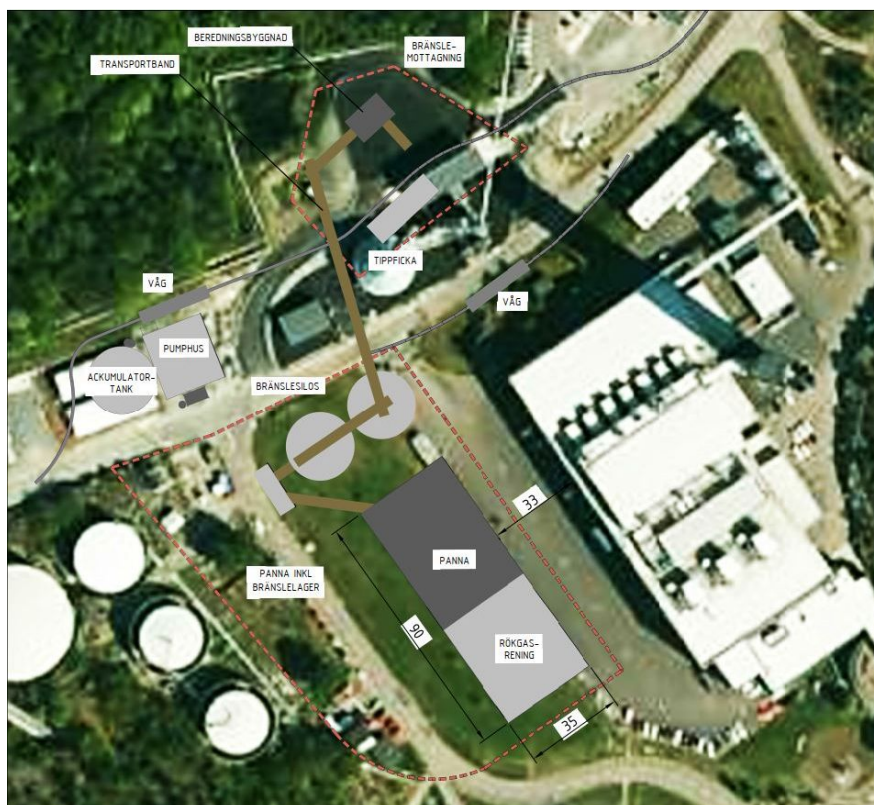
Bränslemottagning kommer att ske genom att träavfall tippas ned i tippfickor från lastbil. Bränslet transporteras genom inkaplade bandtransportörer från tippfickan till en beredningsstation där bränslet (träflisen) passerar en magnetavskiljare och en sikt. En liten del av bränslet passerar också krossen för att sönderdelas till önskad storlek.

Efter bearbetning transporteras flisen över Fågelrovägen via transportband till två lagringssilosar (bränslesilosar), om ca 10 000 m<sup>3</sup> vardera, belägna i direkt närhet till anläggningsbyggnadens gavel (Rya bioångpanna) mot norr.

Bränslesilosarna avses förses med fast sprinklersystem, möjlighet till inertgasinjektering i botten samt larm för tidig varseblivning. Silosarna utförs med betongväggar, betongfundament och tak i stål. Taket förses med tryckavlastning.



Figur 1. Tänkt utformning för nya Rya Bio KVV. 3D-vy från nordöst. Källa 3D-bild: Göteborg Energi.



Figur 2. Layout för mottagning, transport, lagring och förbränning som analysen tagit utgångspunkt i. Källa bild: Göteborg Energi.

Från botten av respektive bränslesilo matas flis till transportband som är placerad i maskineriutrymme inom fundamenten för bränslesilosarna. Transportbandet betjänar båda bränslesilosarna. Via transportbandet transporteras flis vidare till en skopelevator. Efter att flisen har transporterats vertikalt uppåt med elevator överförs denna till ett övertäckt transportband och transporters vidare till en av två dagsilosar, om ca 200 m<sup>3</sup> vardera. Dessa innehåller en buffert av bränsle för två timmars drift av anläggningen. Dagsilosarna är placerade på ca 30 m höjd på kraftverksbyggnaden. Från respektive dagsilo matas flis, undertill via transportband, till bioångpannan i anläggningsbyggnaden (Rya bioångpanna) som är belägen väster om existerande Rya KVV.

På fastigheten där bränslemottagningen och beredningsbyggnad etableras kommer befintliga anläggningsdelar att rivras (de anläggningsdelar som befinner sig öster om ackumulatortank och pumpbyggnad).

Förutom ovan nämnda anläggningar, som ägs och drivs av Göteborg Energi, finns också cisterner och bergrum för lagring av bränsle i närhet till Rya bioångpanna.

Platsen för Rya bioångpanna ligger inom Göteborgs hamns Energihamn som hanterar distribution och lagring av flytande bränsle. Nordväst om mottaget ligger avloppsreningsverket Ryaverket. Intilliggande verksamheter beskrivs närmare i kapitel 2.7.

Området har tillgång till en så kallad superbrandpost. Den är dimensionerad för brandsläckning vid brand i Energihamns område.

Vid brand ska släckvatten samlas upp för att inte rinna ut i dagvattensystemet eller ut i Rivö Fjord. Åtgärder för detta ska samordnas med befintlig hantering av släckvatten inom Rya KVV:s verksamhet [1].

#### 2.6.1 Bränsle, kemikalier och avfall

I anläggningen kommer en del processkemikalier att användas. Följande lista är hämtad från underlag till riskutredning från Göteborg Energi och anger uppskattade volymer som kan komma att användas på anläggningen. I de tillfällen där det är osäkert om materialet/vätskan kommer förekomma anges detta [2].

Bränslen utöver flis:

- Eldningsolja. EO1-EO3 eller motsvarande kvaliteter av bioolja och vegetabiliska oljor. För att starta fastbränslepannan kommer olja att förbrännas i en eller flera brännare vid driftstarter och eventuella driftstörningar. Eldningsoljan kommer att förvaras i en cistern på ca 50 m<sup>3</sup>.
- Gasol. Är inte avgjort om gasol tillkommer eller inte. Används för att starta oljebrännare. En eller flera gasolflaskor på upp till 45 kg/flaska lagras då i anläggningen.
- Diesel. Kan tillkomma om nödkraftsystem etableras. Används som nödkraftdiesel. Cistern på 1–10 m<sup>3</sup>.

Kemikalier:

- Ammoniak (25 % lösning). Kan eventuellt tillkomma om det inte koordineras med befintlig ammoniak på existerande Rya KVV. Används till SNCR-systemet för kväverening (alternativt ammoniumsulfat). Transport i lastbil, lagring i tank om cirka 70 m<sup>3</sup>.
- Svavelsyra. Cistern om 20–30 m<sup>3</sup>.
- Natriumhydroxid (50 % lösning). Används vid pH-justering av rökgaskondensat och regenerering av blandbädd. Transport i lastbil, lagring i tank om ca 5–20 m<sup>3</sup>.
- Salt (natriumklorid). Vattenrening för regenerering av avhårdaren tillsätts i tablettform. Förvaras i storsäckar.
- Aktivt kol. Eventuellt till rökgasrening. Lagring i silo.
- Kalk. Olika former av kalk kan bli aktuellt till rökgasreningen. Lagring i silo.
- Bikarbonat. Eventuellt till rökgasrening. Lagring i silo.

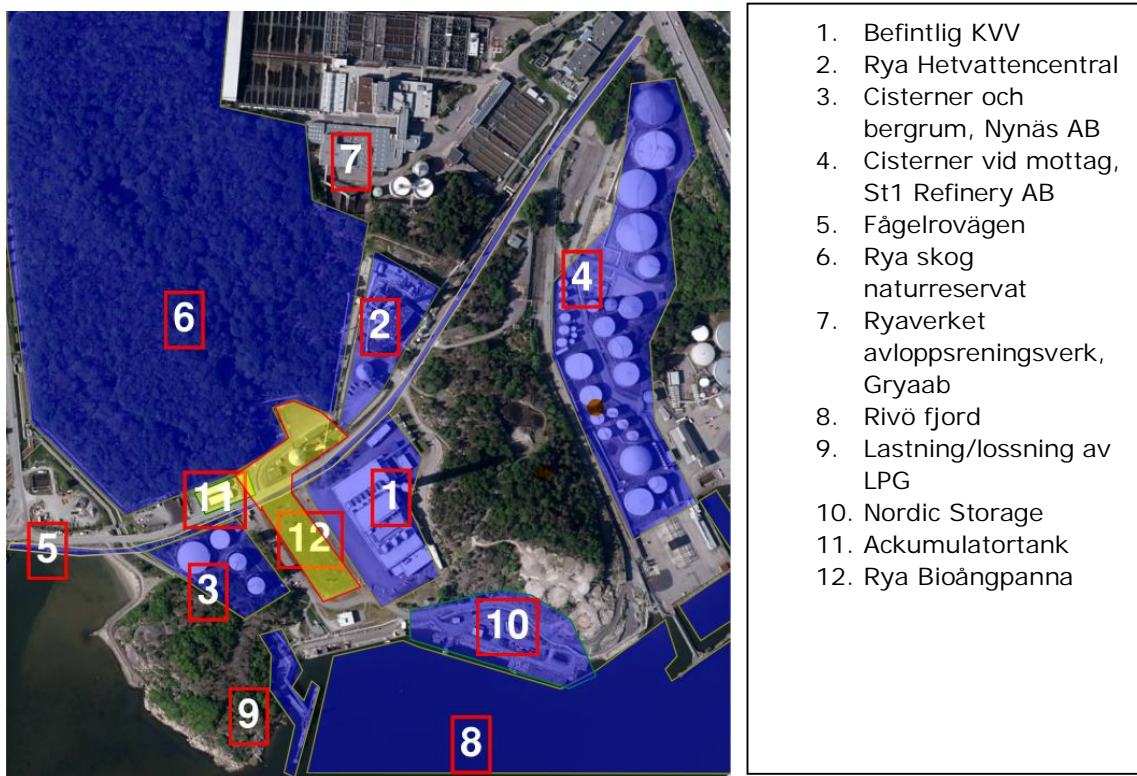
- Smörjolja/hydraulolja. Exempelvis till turbin 1–5 m<sup>3</sup>. Förvaringsplats är inte klarlagd.
- Svavel granuler. Elementärt svavel. Tillsätts till bränslet under kontrollerade former för att minska korrosionen i pannan. Silo 1–20 m<sup>3</sup>, förvaring kan ske i storsäck.
- Bäddmaterial. Till fluidbäddpanna. Förmodligen natursand men andra bäddmaterial kan vara tillämpbara. Silo 50–100 ton.

Avfall (förutom askor):

- Brännbart verksamhetsavfall.
- Återvinningsbart avfall såsom wellpapp, skrot, glas, plast, elektronik etc.
- Avfall från normalt underhåll, såsom färg, spillolja och liknande.
- Slam från kondensatreningen som eventuellt måste deponeras.

## 2.7 Intilliggande områden och verksamheter

Platsen ligger inom Göteborgs hamns Energihamn med verksamheter relaterade till framför allt distribution och lagring av brandfarliga vätskor.



Figur 3. Översikt intilliggande områden och verksamheter. Rya Bioångpannas verksamhetsområde är gulskrafferad.

### 2.7.1 Befintligt kraftvärmeverk Rya KVV

Direkt öster om den planerade Rya bioångpanna ligger det befintliga kraftvärmeverket Rya KVV.

Rya KVV avses byggas om för elproduktion, utan produktion av värme till fjärrvärme. Elproduktionen kommer att drivas av tre gasturbiner vars avgasrör/-skorstenar mynnar ut på taket till Rya KVV. Elproduktionen förekommer högst 200 timmar per år.

### 2.7.2 Rya Hetvattencentral

Strax nordöst på motsatt sida om Fågelrovägen ligger Rya Hetvattencentral (HVC) samt demonstrations- och forskningsanläggningen Gobigas där det tidigare producerades biogas. Gobigas-anläggningen är inte längre i drift [3].

Väster om planerad lagringsplats för bränslesilos finns en ackumulatortank för fjärrvärmevatten.

### 2.7.3 Cisterner väst om Nabbevägen, Nynäs AB

Cisterner och bergrum för lagring av bränslen finns i den direkta närheten till planerad placering av Rya bioångpanna. Innehåll i cisternerna är brandfarlig vätska klass III [4] [5].

### 2.7.4 Rya Nabbe och lossning av LPG

Vid pir vid Rya nabbe sker lossning av LPG. Luftledningar går västerut över skogsparti (ses på flygfoto). På ett avstånd om 90 meter (skyddsavstånd) från mittpunkten på piren finns en bom placerad. Vid lossning av LPG stängs bommen för att förhindra att fordon/människor befinner sig på piren vid lossning. Ingen information om andra skyddsavstånd har erhållits.

### 2.7.5 ST1 och cisterner

St1 Refinery AB driver cisternpark på fastigheten Färjestaden 20:1 belägen väster om Älvsborgsbron. De nordligaste fem cisternerna hanterar klass III produkter (diesel). St1 har ett gällande miljötillstånd vilket även tillåter klass I – II produkter i de cisternerna placerade i den västra delen av fastigheten söderut mot Rivö fjord.

### 2.7.6 Nordic Storage

Nordic Storage AB bedriver lagring och hantering av flytande bulkprodukter, främst petroleumprodukter, biobränslen och kemikalier vid Skarvikshamnen. Vid Rya Nabbe bedriver bolaget endast kontorsverksamhet.

### 2.7.7 Rya skog naturreservat

Norr om området där bränslemottagningen och beredningsbyggnaden avses uppföras ligger Rya skog som är ett naturreservat.

### 2.7.8 Avloppsreningsverk

Norr om området där bränslemottagningen och beredningsbyggnaden avses uppföras ligger Gryaab's avloppsreningsverk Ryaverket, som tar emot avloppsvatten från flera kommuner.

Det finns planer på att bygga ut reningsverket öster om befintlig Rya KVV.

### 2.7.9 Rivö fjord

Rivö fjord är recipient för dagvattnet och omfattas av miljö kvalitetsnormer för ytvatten. Den ekologiska statusen i Rivö fjord är måttlig.

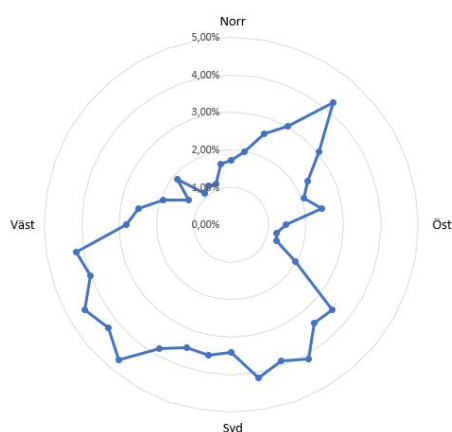
## 2.8 Krav och riktlinjer

Rya Bio KVV omfattas av föreskrifter och riktlinjer från nedanstående grunddokument i att förebygga brand och för att minska konsekvenserna av brand:

- Boverkets Byggnadsregler, BBR
- LBE
- LSO
- FM Global

## 2.9 Väderförhållanden

Hämtat från öppna data från SMHI. Observationer gäller stationen Göteborg A från 1961 till 2019. [5] Genomsnittsvärden över 10 minuter vid tre mättillfällen (06.00, 12.00 och 18.00).



Vind (m/s)	Andel av tid
Vindstill	5,9%
0-1 m/s	9,1%
1-2 m/s	14,6%
2-3 m/s	19,1%
3-4 m/s	17,2%
4-5 m/s	13,0%
5-6 m/s	8,2%
6-7 m/s	5,1%
7-8 m/s	3,3%
8-9 m/s	1,9%
9-10 m/s	1,2%
> 10 m/s	1,4%

Figur 4. Vindriktning oberoende av vindhastighet. Vindriktning anges som vilken riktning vinden kommer från.

Den förhärskade vindriktningen är vind som kommer från sydväst/västsydväst, även om vindar från nordost och sydost också förekommer. Under 70 % av tiden är det mindre än 5 m/s vind. Vindstill är det relativt sällan och vindhastigheter över 10 m/s (och upp till ca. 15 m/s) uppmäts som regel ett fåtal gånger per år.

## 2.10 Förutsättningar

Responstid (tiden från första larmsamtal till dess att den första räddningsresursen anländer till olycksplatsen) i normalläge för första räddningsenhet är i genomsnitt 10–15 minuter för området där Rya bioångpanna planeras [6]. De närmaste enheterna från RSGBG är Torslanda och Lundby.

Släckvattenmängderna är inte reducerade i förhållande till brandvattenmängderna. Det förutsätts, konservativt, att allt brandvatten blir släckvatten (ibland antas att upp till 10% kan förångas [7], [8]) medan en annan studie har visat att det kan vara betydligt mindre än 10 % [9]).

Varje anläggning har sina förutsättningar och varje brand är unik. Uppskattningarna av släckvattenmängder baseras på att insatsen fortlöper utan omfattande ändringar av släcktaktik och möjligen stora släckvattenmängder.

## 2.11 Erfarenheter

Under 2017 inträffade en dammexplosion i en silo fylld med bränslepellets på Rya HVC [10]. Händelsen är inte direkt jämförbar med den planerade flishanteringens då pelletsprodukter är torrare jämfört med bränslet som ska eldas i Rya bioångpanna [10]. Misstänkt brandsorsak var varmgång i lager, hög värme och glödbland i elevatortorn. Glödbland antände sedan pelletsdamm som blev tändkälla till dammexplosionen. Pelletssilon var försedd med utrustning för inert gas, men detta system var inte så effektivt då taket på silo lyftes vid explosionen vilket medförde att konstruktionen inte förblev tät. Detta försvårar åtkomst till själva branden och kan också introducera risk för skev lastfördelning i silo.

### 2.11.1 Statistik risker

Statistik från MSB (Bilaga 2) visar att vid insatser i kraft- och värmeverk mellan 2009–2018 har ca. 55 % av händelserna inte resulterat i några skador.

De vanligaste utrymmen där brand startar presenteras i Tabell 1 (i fallande storleksordning). Noteras bör att utrymmet "annat" omfattar andra utrymmen än vad som är nämns i Bilaga 2. Det kan till exempel vara transportband, elevatorer eller motsvarande.

Tabell 1. Antal insatser i Kraft- och värmeverk mellan 2009–2018 och plats.

Plats	Total antal	Egendomsskada antal (%)
Pannrum	250	85 (34 %)
Annat	218	106 (49 %)
Eldriftrum	110	74 (67 %)
Produktionslokal	107	48 (45 %)
Lager eller upplag	58	17 (29 %)
Silo	28	14 (50 %)
Utanför byggnaden	26	17 (65 %)
Fläkt- eller luftbehandlingsrum	22	12 (55 %)
Skorsten	15	3 (20 %)
Soprum eller sopnedkast	14	2 (14 %)
Okänt	14	5 (36 %)
Förråd, fristående	10	5 (50 %)
Cistern	9	2 (22 %)

De vanligaste brandsorsakerna vid insats redovisas i Tabell 2.

Tabell 2. Brandorsak vid insatser i kraft- och värmeverk mellan 2009–2018.

Brandorsak	Antal
Fel i utrustning	323
Okänd	192
Annan	157
Värmeöverföring	74
Självantändning	63
Heta arbeten	36
Gnistor	35
Avsiktlig brand	10
Soteld	9
Återantändning	7
Blixtnedslag	5
Barns lek med eld	2
Spis	1
<b>Totalt</b>	<b>914</b>

Av totalt 914 insatserna så har händelsen utvecklats till egendomsskada eller verksamhetsstörning vid 408 tillfällen. Personskador är endast registrerat vid 15 tillfällen.

I Göteborg har det endast varit 6 utryckningar i tidsperioden med skada. Totalt 12 utryckningar. Västerås och Stockholm toppar statistiken med 41 utryckningar vardera i tidsperioden.

## 2.12 Brandscenarier

För alla brandscenarier listas sannolikhetsreducerande och konsekvensreducerande åtgärder.

Generella åtgärder som förebyggande underhåll, städning/rengöring och regelbunden eftersyn förutsätts och nämns inte.

Vid bedömning av åtgång av brandvatten har det antagits att räddningstjänsten inte kontinuerligt vattenbegjuter bränslet, så i genomsnitt antas 200 l/ minut för arbete med strålrör under tiden 120 min vara realistiskt. Uppgifter om vattenåtgång och tid för vattenbegjutning bygger på "Vatten som släckmedel" [11] samt på erfarenhet från räddningstjänsten.

Åtgång av vatten från sprinkler beräknas på uppgifter från FM Global Datasheet [12] [13] [14].

### 2.12.1 Brandsläckning – Bränslemottagning

Transport av biobränsle till mottaget ska ske via lastbilstransporter.

Det är hög fukthalt i det som eldas (30–55 % förväntas) men det är väsentligt att förstå att det också kan vara torrt och lätthanterligt material som hanteras. En orsak till den normalt höga fukthalten är att lagring av grot och annat bränsle ofta sker utomhus (innan det kommer till mottagningen). Vid själva mottagningen är ingen lagring planlagd, utan mottagningen opererar enligt löpande-band-princip efter tippning i tippfickan. Tippfickan utformas inbyggd med tak och väggar.



Tippficka ger mindre risk för brandspridning, och mindre risk för självantändning pga. uppvärmning, jämfört med lagring på hög. Risk för brand kan ändå inte uteslutas, och det bedöms därför att brand kan uppstå i själva lagringen (oberoende om det är tippficka eller upplag) samt i kvarnen i beredningen (oberoende av faktisk teknik som används för att bereda bränslet).

Vid en brand är första åtgärd lämpning av material för att komma åt och isolera branden. Räddningstjänsten kommer inte kontinuerligt vattenbegjuta bränslet, så i genomsnitt antas 200 l/minut vara realistiskt. Tiden för insats med släckvatten antas vara 120 minuter.

Bränslemottagningen bör oberoende av konstruktionsteknik dimensioneras så att brand inte kan påverka omgivningarna.

#### 2.12.1.1 Sannolikhetsreducerande åtgärder för brand i bränslemottagning

- Inhägnat område
- Kameraövervakning
- Kontinuerligt underhåll och renhållning

#### 2.12.1.2 Konsekvensreducerande åtgärder vid brand i bränslemottagning

- Tippficka, ej högar av flis på mark
- Tak - detektion av brand med detektorer
- Värmekamera för detektion av brand
- Larm till driftcentral
- Obrännbara byggnadskonstruktioner från mottag till beredning
- Stopp i materialtransporten till silo
- Brandpost på mottagningsområdet
- Utrustning för släckning med vatten samt utrustning för lämpning
- Plan för räddningsinsats

#### 2.12.1.3 Släckvatten – Bränslemottagning

Mottag: 200 l/min under 120 min.

Total släckvattenmängd uppskattas till 24 m<sup>3</sup>.

#### 2.12.2 Brandsläckning - Beredningsbyggnad

Oberoende av bearbetningsteknik och teknik för nedmalning av träavfall respektive urskiljning av metall från materialet så representerar processen en förhöjd risk för bränder.

Vid en brand är första åtgärd lämpning av material för att komma åt och isolera branden. Räddningstjänsten kommer inte kontinuerligt vattenbegjuta, så i genomsnitt antas 200 l/minut vara realistiskt. Insattid med släckvatten antas vara 120 minuter.

I detaljprojekteringen ska behov av vattensprinkler utredas.

#### 2.12.2.1 Sannolikhetsreducerande åtgärder för brand i beredningsbyggnad

- Inhägnat område
- Kontinuerligt underhåll
- Kontinuerlig renhållning för utrymmen

- Kameraövervakning

#### 2.12.2.2 Konsekvensreducerande åtgärder vid brand i beredningsbyggnad

- Kvarn bör vara försedd med gnistdetektion efter kvarnen. Vid detektion utlöses vattendimsystem för automatisk släckning av brand. Rekommenderas utföras motsvarande Fire Fly Explosion Supression system.
- Larm till driftcentral
- Brandpost på mottagningsområdet
- Utrustning för släckning med vatten
- Inmatning av flis stoppas
- Plan för räddningsinsats

#### 2.12.2.3 Släckvatten beredning

Manuell släckning 200 l/min i 120 min ger 24 m<sup>3</sup>.

Vattendimma ger försumbara mängder släckvatten.

I det fall sprinkler bedöms som nödvändig: 4 sprinklerhuvuden ger 500 l/min i 60 min vilket totalt blir 30 m<sup>3</sup> över en yta på 40 m<sup>2</sup>.

Total släckvattenmängd utan sprinkler: 24 m<sup>3</sup>.

Total släckvattenmängd i det fall sprinkler tillkommer: 54 m<sup>3</sup>.

#### 2.12.2.4 Släckvatten - Kvarn

Estimerat till cirka 2 l per aktivering. Ger försumbar mängd släckvatten.

### 2.12.3 Brandsläckning – Bränslesilosar

Det är, i datamaterialet, registrerat 14 händelser med skada pga. silobrand. Tänkbara orsaker kan vara att brand på transportband inte upptäcks och förs vidare in i silo. Brand kan också starta som pyrolysisbrand (dvs glödbbrand) i en syrebegränsad miljö inne i silon. De bränder som anses troliga är glödbbränder eller ytbrand [12].

Varje anläggning har sina förutsättningar och varje brand är unik vilket kräver specifika bedömningar kring hur en släckinsats ska genomföras i detalj. Insatsplanering mellan innehavare och räddningstjänst borgar för en effektiv räddningsinsats.

Rekommenderad strategi för släckning av silobrand med träflis är en kombination av inertering av silon med inertgas från botten och sprinkling från taket med efterföljande tömning av silon med övervakning och eftersläckning av varmt material. Vid lämpning av flismaterial förväntas åtgången av brandvatten vara liten över längre tid men kan förväntas pågå i flera dagar.

En framgångsfaktor i strategin för brandsläckningsarbetet bygger på att brand upptäcks i ett tidigt skede genom installerad utrustning för detektion samt att släckningsförloppet kan balanseras med inertering och lämpning. Om denna strategi urholkas på grund av fallerande teknik för tidig detektion, uppföljande mätningar av förbränningsprodukter, inertering mm. kan det däremot förväntas att släckinsatsen kan bli långvarig och kommer pågå över flera dagar. Orsaker till detta är svårighet att komma åt glödhärden i silon. Vattenbegjutning har sina nackdelar, samt att flödes hastighet uppöver för gas för inertering blir mindre ju bredare och lägre en silo är. [15]

Vid lämpning av material från silo krävs en relativt stor arbetsyta. Tillgänglig yta ska möjliggöra manövrering, uppställningsplats och utrymme för insats (lastbils ekipage, räddningstjänst, hjullastare och ev. lastbils ekipage med gas för inertering). Destinerad arbetsyta bör vara 1000–2000 m<sup>2</sup>. Utformning och placering av arbetsyta ska beskrivas i insatsplan för Rya Bio KVV.

En vanlig strategi är löpande-band-princip där hjullastare tar ut flis, lämpar på öppen yta varefter räddningstjänsten vattenbegjuter flisen. Därefter lastas materialet omgående i container. Detta kräver att man kan säkerställa att material som lastas inte är en brandrisk. Förfarandet kommer att ta lång tid, flera dagar.

Uppföljning av brandens utveckling görs genom mätning av temperatur. Behov av installation av övrigt detektionssystem övervägs i projekteringskedet.

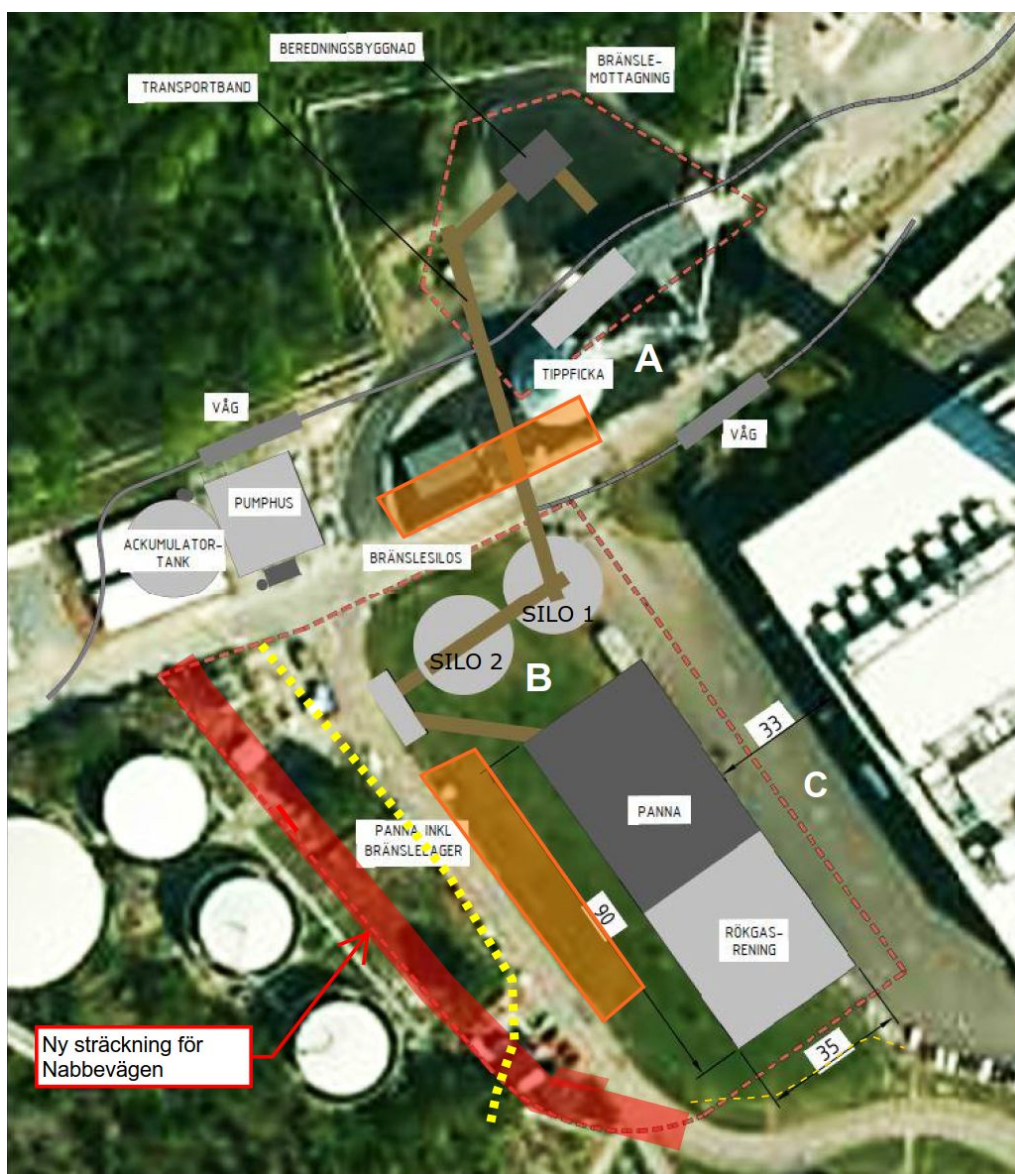


Fig 5. Orange markering visar arbetsyta för lämpning till fordon.

Gul streckad linje markerar skyddsavstånd till byggnad från Nynäs AB:s cisterner.

Rött band markerar ny vägsträckning av Nabbevägen.

### 2.12.3.1 Sannolikhetsreducerande åtgärder vid brand i bränslesilo

- Begränsad access till buffertsilon
- Kameraövervakning

- Kontinuerligt underhåll av bränslesilos
- Rutiner som säkerställer en jämn omsättning av bränslet där inte gammalt fuktigt bränsle stannar kvar i systemet längre än nödvändigt

#### 2.12.3.2 Konsekvensreducerande åtgärder för brand i bränslesilo

- Detektion av brand på bandtransportör före ingång till bränslesilo
- Detektion i bränslesilo av förbränning genom temperaturmätning
- Detektion före och i bränslesilo ska stänga matning till silo och stänga tilllopp i topp av bränslesilo tillika stoppa utmatning av flis från silo
- Luckor för explosionsavlastning vid dammexplosion
- Larm till driftcentral
- Obrännbar byggnadskonstruktion
- Brandpost inom området
- Bränslesilo är förberedd med anordning för inmatning av gas för inertering och sprinklersystem
- Bränslesilo arrangeras så att flis kan lämpas ut för succesiv släckning
- Brandklassat spjäll i topp av silo stänger vid detekterad brand
- Plats för hantering av lämpad flis (1000–2000 m<sup>2</sup>)
- Plan för räddningsinsats

#### 2.12.3.3 Släckvatten - Bränslesilo

Vid släckning vid en brand i flis i silo är en metod lämpning. Denna metod kan bli långvarig, flera dagar. Tidsåtgång är svår att bedöma beroende på lämpade mängder och typ av släckmedel. Konservativt räknat kan detta arbete pågå upp till en vecka. Vattenåtgången är 200 l/min.

I silos är lämpliga släcktekniker:

- Användning av gas för inertering, jämn distribution av gas i silon bör säkerställas
- Begjutning med släckskum i toppen
- Vatten premixad med våtgörare (skumvätska)

Vid lämpning kan enbart släckning med vatten, vatten och A-skum respektive vattendimma med oorganiskt tillsatsmedel tillämpas. Det sistnämnda ger mindre volym släckvatten och förhindrar återantändning.

Vid en långvarig insats över flera dagar kan mängden släckmedel bli väsentligt större och vansklig att beräkna. En dagligen släckvattenmängd om 280 m<sup>3</sup> beräknas. En utdragen släckningsinsats kan följaktligen kräva upp till 2000 m<sup>3</sup>.

#### 2.12.4 Brandsläckning – Transportband till/mellan/från bränslesilosar

De inbyggda bandtransportörerna/transportbanden från beredning till första silo är totalt ca. 120 meter långa. Transportbandet mellan bränslesilos är ca. 40 meter långt.

Tänkbara brandscenarier är att en brand startar antingen i kvarn och förs vidare på transportbandet eller startar i ett rullager i själva transportbandet och sprider sig till flis som transporteras. Alternativt kan det vara en brand som startar i bränslet inne i silo som sedan matas ut på transportbandet som är beläget i silosfundamenten (maskinrummen).

Eftersom en brand kan uppkomma i transportbandet och sprida sig till silo anses det inte tillräckligt att endast installera rökdetektion mellan beredning och transportband. Orsaker till

bränder kan vara utslitna lager, fett, uppsamling av damm, men även att transportband slirar eller rör sig i sidled och orsakar värmeutveckling.

Installerat system för rökdetektion och värmedetektion samt torrörsprinkler mellan silos och transportbandet kompletteras med brandklassad slussmatare vid inmatning i pannan.

Fågelrovägen är en central väg för transporter till och från både Rya KVV och närliggande bränslecisternparker varför transportbandet ska ha en minsta fri höjd om minst 4,5 meter över Fågelrovägen.

#### 2.12.4.1 Sannolikhetsreducerande åtgärder för brand som startar i transportband till/mellan/från bränslesilosar

- Begränsad access till transportbanden
- Kontinuerligt underhåll av transportfunktioner
- Kontinuerlig renhållning av utrymmen för transport av flis
- Slir-och lägesdetektion av elevatorbandet

#### 2.12.4.2 Konsekvensreducerande åtgärder vid brand som startar i transportband till/mellan/från bränslesilosar

- Detektion av brand
- Långsgående vattensprinklersystem (torrörsystem) föreslås följa FM Global Data Sheet 6–13 (2020)
- System för vattensprinkler rekommenderas följa FM Global Data Sheet 7–11 (2020)
- Stopp i materialtransporten till bränslesilo
- Luckor för explosionsavlastning vid dammexplosion
- Larm till driftcentral
- Obrännbar byggnadskonstruktion
- Brandklassad slussmatare från bränslesilo
- Utrustning för släckning med vatten som kompletterar räddningstjänstens material
- Tillgång till transportbandet för räddningstjänst via utrymningsvägar
- Transportband av självsläckande gummi
- Obrännbar byggnadskonstruktion
- Brandpost inom området
- Plan för räddningsinsats

#### 2.12.4.3 Släckvatten - Transportband till/mellan/från bränslesilosar

Manuell släckning 200 l/min under 120 min ger 24 m<sup>3</sup>.

Sprinklervatten 12 mm/min över 230 m<sup>2</sup> ger 17 m<sup>3</sup>.

Total mängd släckvatten uppskattas till 41 m<sup>3</sup>.

### 2.12.5 Brandsläckning – Elevator

Elevatorn följer i sin konstruktion principen skopelevator. Varje skopa har en kapacitet om 2 m<sup>3</sup>. Vid drift antas totala mängden av flis vara 30 m<sup>3</sup> inom elevatorn. Elevatorn är 45 meter hög.

En brand i elevatorn kan uppstå vid inmatningen från transportbandet till elevatorn eller på grund av friktionsvärme. En brand kan sprida sig via utmatningen från elevatorn till transportbandet som för flis till den första buffertsilon.

För att förhindra att brand sprider sig till elevatorn krävs detektion som stoppar matning till elevatorn i händelse av detekterad brand.

För att hindra att brinnande flis sprider sig från transportbandet till buffertsilos krävs detektering och släckning med vattensprinkler vid utmatningen från elevatorn.

#### 2.12.5.1 Sannolikhetsreducerande åtgärder för brand som startar i elevator

- Begränsad access till elevators
- Kontinuerligt underhåll av elevators transportfunktioner
- Kontinuerlig renhållning för elevators utrymmen för transport av flis
- Slir- och lägesdetektion av elevatorbandet

#### 2.12.5.2 Konsekvensreducerande åtgärder vid brand som startar i elevator

- System för detektion av brand
- System för vattensprinkler (torrörssystem) rekommenderas följa FM Global Data Sheet 7–11 (2020) tabell 4, samt FM Global Data Sheet 7–76 (2020)
- Stopp i materialtransport vid detekterad brand
- Larm till driftcentral
- Obrännbar byggnadskonstruktion
- Brandpost inom området
- Brandgasventilation i elevators topp med manuellt manöverdon som är åtkomligt för räddningstjänsten från markplan
- Plan för räddningsinsats

#### 2.12.5.3 Släckvatten - Elevator

Uppskattning av släckvatten för elevators är föremål för särskild utredning. Detta beroende på utformning av elevators.

Manuell släckning 200 l/min under 120 min ger 24 m<sup>3</sup>.

Sprinklervatten 8 sprinklerhuvuden, 1000 l/min 60 m<sup>3</sup>.

Total mängd släckvatten uppskattas till 84 m<sup>3</sup>.

### 2.12.6 Brandsläckning – Transportband till/mellan dagsilosar

En brand startar antingen i elevators och förs vidare till transportbandet eller startar i ett rullager i själva transportbandet och sprider sig till flis som transporteras. Orsaker till bränder kan vara utslitna lager, fett, uppsamling av damm, men även att transportband slirar eller rör sig i sidled och orsakar värmeutveckling.

Transportband från elevator till den första dagsilon är ca. 50 meter långt. Transportband mellan dagsilosarna ca. 20 meter långt.

#### 2.12.6.1 Sannolikhetsreducerande åtgärder för brand som startar i transportband till/mellan dagsilosar

- Begränsad access till transportbanden
- Kontinuerligt underhåll av transportfunktioner
- Kontinuerlig renhållning för utrymmen för transport av flis
- Slir-och lägesdetektion av transportbandet

#### 2.12.6.2 Konsekvensreducerande åtgärder vid brand som startar i transportband till/mellan dagsilosar

- System för detektion av brand
- System för vattensprinkler rekommenderas följa FM Global Data Sheet 7–11 (2020) tabell 4
- Luckor för explosionsavlastning vid dammexplosion
- Stopp i materialtransport vid detektering av brand
- Larm till driftcentral
- Transportör av typen kedjetransportör med skrapor
- Obrännbar byggnadskonstruktion
- Brandpost inom området
- Brandspjäll placeras vid inlastning i transportör alternativt ett ovanför respektive silo
- Tillgång till transportbandet för räddningstjänsten
- Plan för räddningsinsats

#### 2.12.6.3 Släckvatten – Transportband till/mellan buffertsilosar

Manuell släckning 200 l/min under 120 min ger 24 m<sup>3</sup>.

Sprinklervatten 12 mm/min över 230 m<sup>2</sup> ger 17 m<sup>3</sup>.

Total mängd släckvatten uppskattas till 41 m<sup>3</sup>.

#### 2.12.7 Brandsläckning – Dagsilosar

Dagsilosar ger tillsammans en buffert till produktion om 2 timmar, därmed förväntas ingen långvarig lagring pågå i silon.

Likt scenarier för bränslesilosar kan tänkbara orsaker för dagsilosar vara att brand på ett transportband inte detekteras och därför förs vidare in i dagsilosar. Brand kan också starta som pyrolysisbrand (dvs glödbrand) i en syrebegränsad miljö inne i silon. De bränder som anses troliga är glödbränder eller ytbrand [12]. Det finns även risk att brand sprider sig från förbränningsbyggnaden till dagsilosar, så kallad bakbrand.

Rekommenderad strategi för släckning av silobrand med träflis är inertering av silon med inertgas. Släckningsmetoden lämpning är inte möjlig på grund av placeringen av dagsilosarna.

En framgångsfaktor i strategin för brandsläckningsarbetet bygger på att brand upptäcks i ett tidigt skede genom installerad utrustning för detektion av förbränningsgaser samt att släckningsförloppet kan balanseras med inertering. Om denna strategi urholkas på grund av fallerande teknik för tidig detektion, uppföljande mätningar av förbränningsprodukter, inertering mm. kan det däremot förväntas att släckinsatsen kan bli långvarig på grund av svårigheter att komma åt glödhärden i silon. Släckinsatsen kan komma att pågå över flera dagar.

Det är fördelaktigt om brinnande bränsle på ett kontrollerat sätt kan matas direkt till pannans bränsleschakt. På detta sätt är det möjligt att undvika lämpning som är nära nog omöjligt på

denna höjd. Eftersom bufferten ger bränsle till 2 h produktion förväntas brandförloppet vara över efter 2 h, varvid kylning av intilliggande silo respektive kylning anläggningsbyggnadens vägg inte bedöms fortgå mer än 120 minuter. Ramboll bedömer att vatten för kylning uppgår till 900 l/min.

I detaljprojekteringen ska behov av kolmonoxidmätning utredas.

#### 2.12.7.1 Sannolikhetsreducerande åtgärder vid brand i dagsilo

- Begränsad access till dagsilosar
- Kontinuerligt underhåll av dagsilosar
- Kontinuerlig renhållning av utrymmen för transport av flis

#### 2.12.7.2 Konsekvensreducerande åtgärder vid brand i dagsilo

- Detektion av brand före inlopp till dagsilo
- Detektion av förbränning genom temperaturmätning
- Mätning av temperatur
- Detektion av brand ska stänga matning till silo och stänga tilllopp i topp av dagsilo
- Detektion av brand i dagsilo stänger utmatning från dagsilo
- Brandspjäll placeras vid inlastning i transportör alternativt ett ovanför respektive silo
- Brandklassat spjäll i toppen av varje silo i syfte att hindra brandspridning till och från transportband
- Luckor för explosionsavlastning vid dammexplosion
- Larm till driftcentral
- Obrännbar byggnadskonstruktion
- Brandpost inom området
- Silo bör vara förberedd med anordning för att kunna kontrollera en brand i silo som införing av släckmedel, lämpligen inertgas eller ångsläckning
- Plan för räddningsinsats

#### 2.12.7.3 Släckvatten - Dagsilo

I silos är lämpliga släcktekniker:

- Användning av ånga från bioångpanna
- Användning av gas för inerti, jämn distribution av gas i silon bör säkerställas
- Tömning av dagsilo till bioångpannans inmatning
- Vatten för kylning av närliggande buffertsilo och vägg på anläggningsbyggnaden, 900 l/min i 120 min ger 110 m<sup>3</sup>

Uppföljning av brandens utveckling görs genom mätning av temperatur.

Inget släckvatten uppkommer. Blött bränsle kan matas in i pannan. Vid brand i dagsilo är det av vikt att skydda vägg mot kraftvärmeverkets anläggningsbyggnad. Vatten för kylning påförs mot närliggande dagsilo och vägg på anläggningsbyggnaden. Den volym som bedöms uppkomma är 110 m<sup>3</sup>.



### 2.12.8 Transportsystem från dagsilosar till pannbyggnad

Brandspridning från dagsilo till transportbandet kan ske genom att brinnande flis förs vidare till transportbandet om detekteringssystemet fallerar att upptäcka brand och stoppa utmatningen från silon.

Brand kan också uppkomma genom varmgång eller friktion i ett rullager i själva skrapsystemet på grund av utslitna lager, fett, uppsamling av damm.

#### 2.12.8.1 Sannolikhetsreducerande åtgärder för brand som startar i skraptransportörer till pannhuset från dagsilosar

- Begränsad access till transportsystem
- Kontinuerligt underhåll av transportfunktioner
- Kontinuerlig renhållning för utrymmen för transport av flis

#### 2.12.8.2 Konsekvensreducerande åtgärder vid brand som startar i skraptransportörer till pannhuset från dagsilosar

- Detektion av brand
- Stopp i materialtransport
- Larm till driftcentral
- Transportsystem med obrännbar konstruktion försedd med utrustning för ångsläckning
- Luckor för explosionsavlastning vid dammexplosion
- Obrännbar byggnadskonstruktion
- Brandpost inom området
- Tillgänglighet till transportbandet för räddningstjänsten
- Plan för räddningsinsats

#### 2.12.8.3 Släckvatten – Transportband till pannhuset från dagsilosar

Eftersom släckmetodiken bygger på vattenånga eller inertgas är vattenåtgång försumbar.

### 2.12.9 Brandsläckning – Rya bioångpanna, pannbyggnad

Det är från statistiken relativt vanligt att bränder som kräver insats startar i pannrum (86 händelser med skada. 40 engångsföreteelser), fläktrum (12 händelser med skada. 7 engångsföreteelser), eldriftrum (74 händelser med skada. 45 engångsföreteelser) eller produktionslokal (49 händelser med skada. 2 kommuner med 4 händelser. 10 kommuner har 2–3 händelser, och 20 engångsföreteelser).

#### 2.12.9.1 Sannolikhetsreducerande åtgärder för brand i Rya bioångpanna, pannbyggnad

- Kontinuerligt underhåll
- Kontinuerlig renhållning för utrymmen där flis hanteras
- Begränsad access till Rya bioångpanna
- Tillämpade säkerhets-/arbetsrutiner
- Uppförande av eldriftrum följer Elsäkerhetsverkets föreskrifter
- Ingen lagring av brännbart material på icke avsedda platser

#### 2.12.9.2 Konsekvensreducerande åtgärder vid brand i Rya bioångpanna, pannbyggnad

- Detektion av brand i byggnaden
- Stopp i materialtransporten från buffertsilo
- Luckor för explosionsavlastning vid dammexplosion
- Larm till driftcentral
- Obrännbar byggnadskonstruktion
- Brandpost inom området
- Plan för räddningsinsats

#### 2.12.9.3 Släckvatten själva pannbyggnaden, Rya bioångpanna

Vidare projektering av pannhuset får visa val av system för detektion och behov av automatisk vattensprinkling.

Manuell släckning vid en brand 1200 l/min under 120 min ger 144 m<sup>3</sup>, vilket motsvarar den mängd som behövs vid brand i pannbyggnad och manuell släckning.

I det fall byggnaden sprinklas kan uppkomna släckvattenvolymer motsvara ungefär dessa volymer:

- 1-5 sprinkler i pannrum med 12 mm/min över 230 m<sup>2</sup> och släcktid 60 min bedöms ge 36 m<sup>3</sup>.
- 1-5 sprinkler i rökgasrening med 8 mm/min över 190 m<sup>2</sup> och släcktid 60 bedöms ge 24 m<sup>3</sup>.

Total släckvattenvolym utan automatisk vattensprinkler bedöms uppgå till 144 m<sup>3</sup>. Total släckvattenvolym i händelse av att byggnaden sprinklas bedöms maximalt bli 185 m<sup>3</sup>, vilket motsvarar den volym som behövs vid brand i pannbyggnad och med samtidig manuell släckning.

### 2.13 Arbete i explosionsfarlig miljö

Enligt Arbetsmiljöverkets föreskrifter, "Arbete i explosionsfarlig miljö" åligger det anläggningsägaren att genomföra en riskbedömning som grund för olika typer av förebyggande skyddsåtgärder [16]. Anläggningsägaren ska utarbeta en dokumenterad riskbedömning som bl. a ska omfatta lämpligt släckmedel och släckförfarande vid brand för att förebygga explosion.

### 2.14 Rengöring och underhåll

FM Global Data Sheets 7–76 (2020) beskriver som fundamental regel där damm ackumuleras kring utrustning för transport och förvaring av flis att det kan vara risk för att dammexplosion uppstår. Som tumregel anges att 1 – 2 mm tjockt lager av damm ger anledning till rengöring av utrustningen/utrymmet i fråga. Praktiskt sett kan man säga att när skor ger avtryck i dammet på golvet i fråga är det indikation på behov av rengöring.

Åtgärder för att minska risken för dammexplosion utvecklas mer i avsnitt 3.7.

### 2.15 Särskilda punkter att beakta

#### 2.15.1 Avgassystem från gasturbiner

Rya KVV avses byggas ut för elproduktion, utan produktion av värme till fjärrvärme. Elproduktionen drivs av tre gasturbiner vars avgasrör/-skorstenar mynnar på taket till Rya KVV. Elproduktionen förekommer högst 200 timmar per år.

Avgaserna från gasturbinerna har höga temperaturer (550° C) när de lämnar avgasrören/skorstenarna.

Ramboll rekommenderar att de höga avgastemperaturernas påverkan på Rya KVV:s anläggningsbyggnader bör vara föremål för detaljerad utredning i projekteringsfasen. Utredning bör visa avgasrörens minimihöjd över tak och ytskiktmaterial på byggnader.

#### 2.15.2 Superbrandpost

Befintliga brandposter i området längs Fågelrovägen, Ryanäsvägen och Nabbevägen är befintliga och ska lämnas i befintligt skick.

Särskilt ska hänsyn tas till den s.k. "superbrandposten" som befinner sig i anslutning till Fågelrovägen vid Rya bioångpanneanläggningens norra del inom vilken bränslemottagningen ska etableras. Superbrandposten får inte påverkas av Rya KVV:s verksamhet. Den är del i ett system för brandvattenförsörjning för brand i oljehamnen som helhet. Superbrandposten medger också en god vattentillgång för anläggningen i händelse av brand i Rya bioångpanna.

#### 2.15.3 Fågelrovägen

Trafikalt ska Fågelrovägen hållas öppen för RSGBG. Beroende på vädersituation är Fågelrovägen en alternativ väg till räddningsinsats i oljehamnen.

#### 2.15.4 Skyddsavstånd till cisternanläggning

I kapitel 3 och kapitel 4 beskrivs risker avseende närheten till Nynäs AB:s cisternanläggning väster om planerad pannbyggnad.

#### 2.15.5 Skyddsavstånd från kaj för transport av brandfarlig gas

Göteborgs hamn har angett 90 m skyddsavstånd vid lossning av LPG vid pir på kajen i området intill Rya Bio KVV. Indikerat skyddsavstånd redovisas i figur 7.

#### 2.15.6 Cistern ammoniak

Ammoniak i 25% vattenlösning är en frätande vätska (ammoniumhydroxid) [17]. Vid upphettning kan starkt frätande ångor bildas. Befintlig cistern används.

Vid läckage eller upphettning kommer vatten om 50 – 100 gånger läckt volym att krävas för att sänka pH-nivån till acceptabla nivåer.

Eventuellt tillkommande cistern med ammoniak 25 % ska placeras i egen brandcell, avskild från förråd med gastuber, brandfarliga varor och oxiderande ämnen. Befintlig cisternen är utförd med invallning motsvarande 100 % av cisternens volym.

Vid kommande detaljprojektering kan ingående fakta för utförandet att ändras.

#### 2.15.7 Cistern svavelsyra

Cistern om 20–30 m<sup>3</sup>. Vid läckage eller upphettning krävs vatten om 50 – 100 gånger läckt volym för att höja pH-nivån till acceptabla nivåer. Det ska beaktas att svavelsyra reagerar med vatten varvid blandningen upphettas betydligt och orsakar kraftiga stänk.

För att minimera åtgång av brandvatten eller vatten för sanering ska cistern placeras i egen brandcell, avskild från förråd med gastuber, brandfarliga varor och basiska ämnen. Cisternen rekommenderas utföras med invallning motsvarande 100 % av cisternens volym.

Vid kommande detaljprojektering kan ingående fakta för utförandet att ändras.

#### 2.15.8 Cistern natriumhydroxid 32 %

Natriumhydroxid är ett frätande ämne som kräver vatten för sanering av personer som blivit utsatta för ämnet.

Släckvatten från brand intill cistern med läckage är starkt frätande. Vid brand i omgivningen ska tillförsel av vatten undvikas.

Vid läckage eller upphettning kommer vatten om 50 – 100 gånger läckt volym att krävas för att sänka pH-nivån till acceptabla nivåer.

För att minimera åtgång av brandvatten eller vatten för sanering ska cistern placeras inom egen brandcell avskild från förråd med gastuber, brandfarliga varor och oxiderande ämnen. Cisternen rekommenderas utföras med invallning motsvarande 100 % av cisternens volym.

Vid kommande detaljprojektering kan ingående fakta för utförandet att ändras.

#### 2.15.9 Cistern EO 1, diesel

Eldningsolja 1 likväl diesel ingår i klass III för brandfarliga vätskor (flampunkt > 55° C). Dessa cisterner om 50 m<sup>3</sup> respektive 10 m<sup>3</sup> bör placeras minst 9 m från KVV byggnad. (SÄIFS 2000: 2 [18]). Föreskrifterna anger att ingen invallning behövs. Ramboll rekommenderar att invallning utförs runt dessa cisterner motsvarande 100 % av cisternvolymen så att släckvatten på så sätt kan samlas upp.

#### 2.15.10 Cistern spillolja

Befintlig spilloljecistern avses användas till den nya etableringen av Rya bioångpanna.

#### 2.15.11 Gasol

Hantering av gasolflaskor bör ske enligt MSBFS 2020:1 [19]. Skyddsavstånd till byggnad eller brandfarlig verksamhet inom egen anläggning är beroende av sammanlagd flaskvolym. Kan variera från 3–12 m. Skyddsavståndet kan minskas genom brandteknisk avskiljning i EI 60.

Befintlig utformning avses användas till den nya etableringen av Rya bioångpanna.

I den händelse att räddningstjänsten inte kan flytta utsatta gasflaskor från brand skyddas gasflaskorna medelst vattenbegjutning (ca 1200 l/min under 90 min). Alternativt efter räddningsledarens bedömning arbetar räddningstjänsten i skydd mot risk för flasksprängning. Det senare kan innebära att fokus på den huvudsakliga släckinsatsen minskar i effekt. Vid risk för flasksprängning på grund av värme kan ett område om 300 m behöva avspärras under 24 timmar. Detta gäller särskilt gasflaskor med Acetylen.

#### 2.15.12 Räddningstjänstens insatsmöjligheter

Möjligheter till insats är beskrivna under respektive delobjekt i flisens transportvägar.

## 2.16 Konsekvenser för omgivningen

### 2.16.1 Spridning av brandrök

Enligt väderdata från SMHI (avsnitt 2.4) varierar den förhärskande vindriktningen mellan sydvästlig och sydsydvästlig med vindhastig. De centrala delarna av Göteborg samt områden norr om Göta Älv är de områden som främst berörs av rökspridning från en brand i Rya bioångpannas anläggning.

Röks spridning från brand i silo kan ha lång varaktighet, flera dagar. Följaktligen är det av vikt att kunna minska en brands varaktighet genom konsekvensreducerande åtgärder.

Fastigheter/verksamheter närmast Rya Bioångpanna riskerar utsättas för brandrök i en högre koncentration. Dessa är Gryaabs reningsanläggning, Färjenäs, f.d. Eriksberg, Bräcke, Oljehamnen Torslandaverken m fl.

Med en implementering av de åtgärder som föreslagits i avsnitt 3 bedömer Ramboll att en brand i anläggningen ger en liten inverkan på de fastigheter och verksamheter som befinner sig närmast Rya bioångpanna.

## 2.17 Sammanfattning av släckvattenmängder

Följande släckvattenmängder är identifierade:

• Bränslemottagningen	24 m <sup>3</sup>
• Beredningsbyggnad	24 m <sup>3</sup>
• Bränslesilo	280 m <sup>3</sup> -> 2000 m <sup>3</sup>
• Transportband till/mellan/från bränslesilos	41 m <sup>3</sup>
• Elevator	84 m <sup>3</sup>
• Transportband till/mellan buffertsilos	41 m <sup>3</sup>
• Buffertsilo	(110 m <sup>3</sup> för kylning)
• Transportband till Rya bioångpanna från buffertsilos	41 m <sup>3</sup>
• Pannbyggnad	144 m <sup>3</sup>

### 3. ANALYS - PÅVERKAN PÅ OMGIVANDE CISTERNPARKER AV BRAND I RYA BIOÅNGPANNA.

#### 3.1 Syfte

Ramboll Sweden AB har fått i tilläggsuppdrag till handlingen *Rya bioångpanna, utredning brandrisk och släckvattenmängder* att utföra en riskanalys över Rya bioångpannas närhet till cisternanläggningar.

Utredningen syftar till att utreda risker för flygbränder vid brand i system för flistransport och flislagring i Rya bioångpanna samt att föreslå riskreducerande åtgärder.

#### 3.2 Avgränsningar

Analysen omfattar endast risker relaterade till händelser som berör flistransport och flislagring inom anläggningen.

#### 3.3 Metodik

Metodiken består i att med kapitel 1-2 som bakgrund:

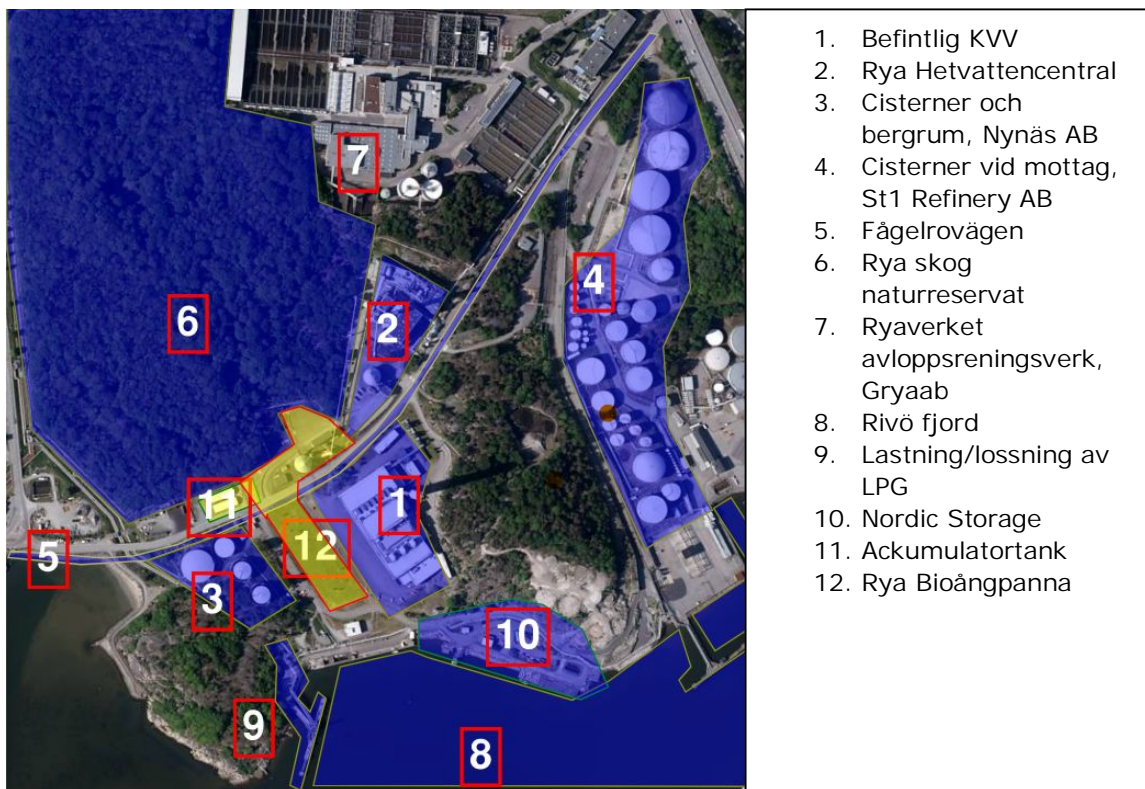
- Identifiera och analysera troliga risker för flygbränder baserat på brandrisker i system för transport och lagring av flis till Rya bioångpanna.
- Kvalitativt beskriva hur identifierade risker och dess konsekvenser kan reduceras med adekvata åtgärder risken för spridning av brand till Rya bioångpanna närliggande cisternparker i Energihamnen.

Analysen genomförs som ett kvalitativt resonemang baserat på typiska händelser för jämförbara anläggningar och de regelverk som berör uppdraget. I detta fall har den metoden bedömts vara att föredra före en kvantitativ bedömning då brist på underlagsdata kan resultera i stora felkällor.

Om någon av nedan beskrivna riskreducerande åtgärder inte införs bör den systemdelen av Rya bioångpanna vara föremål för en analys med syfte att föreslå riskreducerande åtgärder så att anläggningen i sin helhet har ett tillfredställande skydd mot brand och spridning av brand

#### 3.4 Systembeskrivning

För tydlig beskrivning av anläggningen för Rya bioångpanna se kap 2.



Figur 6. Översikt intilliggande områden och verksamheter. Rya bioångpannas verksamhetsområde är skrafferat gult. Kartunderlag från Google maps.

### 3.5 Analys flygbränder

För Rya bioångpannas anläggning har det identifierats punkter där risk för brand kan uppkomma samt punkter där brinnande/glödande flis kan föras vidare i transport-/lagringsystemet. Dessa punkter i logistikordning är;

- bränslemottagningen
- beredningsbyggnaden för kvarning av flis och utsortering av metaller
- transportbandet till/mellan/från bränslesilosar
- bränslesilon
- elevator
- dagsilon

Samtliga punkter har beskrivits vad gäller risker, riskreducerande åtgärder och konsekvensreducerande åtgärder i kap 2.12.

Samtliga delar i systemet för transport och lagring av flis är inbyggda och väderskyddade samt utförda av obrännbart material. Det är endast i bränslemottagningen som material hanteras öppet mot det fria. I bränslemottagningen tippas träfraktioner ner för att omgående transporteras till beredningsbyggnaden. Bränslemottagningen utförs inbyggd med tak och väggar.

### 3.6 Riskreducerande åtgärder

Rya bioångpanna är i denna handling inte föremål för detaljprojektering.

Åtgärder beskrivna nedan bygger såväl på erfarenheter av brand i liknande anläggningar som den forskning som redovisats inom området för lagring och transport av flis. Adekvata referenser redovisas i referenslistan.

#### *Förutsättningar för bränslemottagningen:*

- Tippficka för trämaterial transporteras direkt vidare till beredningsbyggnaden. Högar av trämaterial lagras inte på mark
- Tak - detektion av brand med lämpliga typ av detektorer
- Värmekamera för detektion av brand

Vid bränslemottagningen sker ingen lagring, bränslemottagningen opererar enligt löpande-band-princip efter tippning i tippfickan. Tippfickan utformas som en byggnad för att skydda mot väderpåverkan.

#### *Förutsättningar för beredningsbyggnaden:*

- Kvarn är försedd med gnistdetektion i processen efter kvarnen. Vid detektion utlöses system med vattendimma för automatisk släckning av brand
- Inmatning av flis stoppas

Oberoende av bearbetningsteknik och teknik för nedmalning av träavfall respektive urskiljning av metall från materialet så representerar processen en förhöjd risk för bränder.

#### *Förutsättningar för bränslesilon:*

- Detektion av brand i bandtransportör före ingång till bränslesilo
- Detektion i bränslesilo av förbränning genom temperaturmätning
- Detektion före och i bränslesilo aktiverar stängning av matning till silo och stänger tillopp i topp av bränslesilo tillika stoppar utmatning av flis från silo
- Luckor för explosionsavlastning vid dammexplosion
- Bränslesilosar är förberedd med anordningar för inmatning av gas för inertering och sprinklersystem
- Bränslesilon arrangeras så att flis kan lämpas ut för succesiv manuell släckning genom vattenbegjutning
- Brandklassat spjäll i topp av silo stänger vid detekterad brand
- Plats för hantering av lämpad flis (1000 m<sup>2</sup>) är utsedd

Silosarna utförs i sin konstruktion av betong med det konade taket av stål.

Att släcka en brand i silo är en svår uppgift som bygger på att brand upptäcks i ett tidigt skede genom installerad utrustning för detektion samt att det fortsatta släckningsförloppet kan balanseras med inertering och lämpning.

Lämpning innebär att silon töms för succesiv vattenbegjutning av utlämpad flis. Härvid kan förkolnad eller glödande flis i sin kontakt med luft flamma upp. Det är av stor vikt att lämpade flismassor kontinuerligt begjuts med släckmedel så fort de kommer ut ur silon till dess det kan transporteras bort från platsen.



#### *Förutsättningar transportband till/mellan/från bränslesilosar*

- Detektion av brand
- Längsgående vattensprinklersystem (torrörsystem) föreslås följa FM Global Data Sheet 6–13 (2020)
- System för vattensprinkler rekommenderas följa FM Global Data Sheet 7–11 (2020)
- Luckor för explosionsavlastning vid dammexplosion
- Stopp i materialtransporten till bränslesilo.
- Slir-och lägesdetektion av transportband.
- Brandklassad slussmatare från silo

De inbyggda bandtransportörerna/transportbanden från beredning till första silo är totalt ca. 120 meter långa. Transportbandet mellan bränslesilos är ca. 40 meter långt.

#### *Förutsättningar för elevator*

- System för detektion av brand
- System för vattensprinkler (torrörsystem) rekommenderas följa FM Global Data Sheet 7–11 (2020) tabell 4, samt FM Global Data Sheet 7–76 (2020)
- Stopp i materialtransport vid detekterad brand
- Brandgasventilation i elevatorns topp med manuellt manöverdon som är åtkomligt för räddningstjänsten från markplan
- Slir-och lägesdetektion av elevatorbandet

En brand i elevatoren kan uppstå vid inmatningen från transportbandet till elevatoren eller på grund av friktionsvärme. Brand kan sprida sig via utmatningen från elevatoren till transportbandet som för flis till första buffertsilo.

#### *Förutsättningar för transportband till/mellan dagsilosar*

- System för detektion av brand
- System för vattensprinkler rekommenderas följa FM Global Data Sheet 7–11 (2020) tabell 4
- Slir och lägesindikator av transportband
- Luckor för explosionsavlastning vid dammexplosion
- Stopp i materialtransport vid detektering av brand

Transportband från elevator till första dagsilo är ca. 50 meter långt. Transportband mellan dagsilosarna ca. 20 meter långt.

#### *Förutsättningar för dagsilo*

- Detektion av brand före inlopp till dagsilo
- Detektion i dagsilo av förbränning genom temperaturmätning
- Mätning av temperatur
- Detektion av brand ska stänga matning till silo och stänga tilllopp i topp av dagsilo
- Detektion av brand i dagsilo stänger utmatning från dagsilo
- Luckor för explosionsavlastning vid dammexplosion
- Brandklassat spjäll i toppen av varje silo i syfte att hindra brandspridning till och från transportband

- Silo är förberedd med anordningar för att kunna kontrollera en brand i silo som införing av släckmedel som inertgas eller ånga

#### *Förutsättningar för pannhus*

Rya bioångpannan är föremål för detaljerad brandskyddsprojektering i ett senare skede.

Brand i anläggningens pannhus bedöms inte ge risk för spridning av glödande eller brinnande flismaterial.

#### *Förutsättningar generell*

För samtliga identifierade punkter i transport- och lagringssystem gäller att de är föremål för;

- kontinuerlig renhållning för utrymmen för transport av flis för att förhindra tekniskt fel på anordningar för brandskydd samt för att förebygga dammexplosion
- kontinuerligt underhåll av transportfunktioner
- kontinuerligt underhåll av system för detektering och släckning av brand
- utarbetad plan för räddningsinsats vilken utförs i samverkan med RSGBG

### 3.7 Dammexplosion

Risker för dammexplosion i systemet för mottagning, kvarning, transport och lagring av flis kommer att vara föremål för bedömning enligt ATEX med åtföljande klassificering av områden där explosiv dammatmosfär kan uppkomma. Denna klassificering utförs i detaljprojekteringskedet för Rya bioångpanna.

Särskilt punkter där bränslet går från en del till en annan och roterande delar inuti systemen kan orsaka dammbildning kan vara föremål för att klassificeras som ATEX-zoner. Beroende på omständigheterna kommer inte varje punkt nödvändigtvis att producera en explosiv dammatmosfär

Bedömning av risk för explosion baserar sig på ATEX-direktiven 2014/34/EG. I projektering av system för hantering av fast bränsle tillämpas standard EN 60079-10-2 för klassificering av explosionsområden.

I allmänhet kan explosionsrisk uppstå vid en damm-/luftkombination med partikelstorleken <500 µm samt fukthalten <30 vikt-%. Fukthalten kan sjunka under denna nivå vid ansamling av damm. Dammpartiklar i luften kan vara explosiva under vissa förhållanden (idealisk damm-/luftkoncentration samt antändningskälla närvarande).

I praktiken varierar egenskaperna hos bränslen som hanteras avsevärt till exempel beroende på bränslets ursprung och tiden på året.

Allmänna principer för att minska risken för dammexplosion är följande:

- I systemen ska det eftersträvas att skapa en icke ATEX-klassad miljö
- Minskning av brinnande eller flammande material åstadkoms genom detektion av brand i delsystemetens början och slut. Detektion aktiverar sprinklersystem lokalt
- Gnistor och värme från statisk elektricitet ska undvikas
- Minimera konsekvenserna för personalen och utrustningen om en dammexplosion inträffar
- Luckor och andra öppningar till systemens insidor får endast öppnas med verktyg eller nycklar
- Utrustningen har jordningspunkter över bultförband
- Regelbunden rengöring

Tändkällor kan vara elektriska gnistor, mekaniska gnistor, heta ytor, statisk elektricitet, öppen eld och heta gaser, spänning mm.

#### *Klassificeringszoner*

Zon 20: Plats där en explosiv atmosfär i form av ett moln av brännbart damm i luften förekommer under längre tidsperioder, ofta återkommande eller kontinuerligt.

Zon 21: Plats där en explosiv atmosfär i form av ett moln av brännbart damm i luften sannolikt kan bildas ibland under drift.

Zon 22: Plats där en explosiv atmosfär i form av ett moln av brännbart damm i luften troligtvis inte kommer att bildas vid normal drift, eller om detta inträffar, är det kortvarigt.

De delar i systemet som sannolikt kommer att vara föremål för klassificering till explosiv dammatmosfär är följande:

- Rum för kvarning i beredningsbyggnaden
- Transportband
- Utrustning för utsugning av damm
- Silos övre del
- Nödutmatning

En konsekvensreducerande åtgärd är att förse de delar av systemet på Rya bioångpanna som i ATEX-klassificeringen bedöms medföra stora risker för dammexplosion med luckor för explosionsavlastning. Vissa av dessa luckor förses med detektor som visar öppnad lucka.

### 3.8 Diskussion

Säkerhetsfilosofin kring Rya bioångpanna bygger på att beskrivna sannolikhetsreducerande och konsekvensreducerande åtgärder (i avsnitt 2.12, 2.15.13 och avsnitt 3.6) utförs i anläggningen för Rya bioångpanna. Systemen för mottagning, transport och lagring av flis är helt inbyggda och väderskyddade. Detekterad brand och automatik för brandsläckning samt vidare förstärkning med manuell brandsläckning medför ringa risk för att flygbränder med flis sprids vidare till omgivande anläggningar i Göteborgs hamn. Systematik för övervakning av silos genom temperaturmätning sker kontinuerligt så att en begynnande brand genom värmeökning kan hanteras i tid.

Risk för dammexplosion hanteras genom utförande av klassificering av explosiv dammatmosfär i systemdelarna från mottagning till pannhus. Klassificeringszoner medför att potentiella tändkällor därstädes elimineras tekniskt. En viktig kompletterande åtgärd är att förse systemdelar med luckor för explosionsavlastning.

Den förhärskande vindriktningen i området varierar mellan sydväst och västsydväst. Vilket betyder att de mest utsatta områden för brandrök nära Rya bioångpanna ligger nordnordost till öster om anläggningen.

Släckningsmetoden lämpning är föremål för noggrann planering. Faktorer som omedelbar vattenbegjutning av lämpade flismassor, begränsande mängder per lämpning med lastskopa, personals arbetarskydd, plats för hantering av lämpad flis, borttransport av flismassor ska vara väl förberedda, klara och redo att starta. Särskilda arbetsytor för lämpning är utsedda (figur 5) där lämpade flismassor så snart de är uttagna ur silon begjuts med vatten, förs över till väntande containers och borttransporteras.

Sammantaget bedöms riskerna för omgivningen genom lokalisering av Rya bioångpanna till Nabbevägen/Fågelrovägen vara acceptabla.

### 3.9 Osäkerheter

I systemet för transport av flis till bioångpannan återfinns ett flertal barriärer mot uppkomst av brand, mot spridning av brand och om brand uppstår barriärer för att begränsa brandens konsekvenser. Barriärerna finns beskrivna i avsnitt 2.12, 2.15.13 och avsnitt 3.6.

Barriärerna kan hänföras till fasta tekniska barriärer och till barriärer kopplade till regelbundet underhåll av utrustning såväl som rengöring av de olika systemdelarna.

För anläggningen planeras flera tekniska lösningar som är sannolikhetsreducerande respektive konsekvensreducerande. Det skapar mycket bra redundans. Följande exemplifierar sannolikhetsreducerande och konsekvensreducerande system som är beskrivna i avsnitt 2.12, 2.15.13 och avsnitt 3.6:

- Detektion av brand med åtföljande aktivering av släcksystem i utmatning till transportband
- Mätning av temperatur och kolmonoxidhalt i silo
- Explosionsavlastning på silosar eller på transportbanor
- Slirdetektion av transportband

Nämnda tekniska delsystem är oberoende av varandra. Om ett delsystem skulle falla så sker aktivering av åtgärd av annat delsystem i flödet av flistransport. Sannolikheten att två eller flera delsystem samtidigt skulle falla bedöms vara mycket låg. Vid framtagandet av rapporten har hänsyn tagits till kända och ofta förekommande brandrisker.

Tekniska åtgärder har föreslagits som gör att riskerna med verksamheten ska anses vara acceptabla även om något i MTO-perspektivet (Människa, Teknik och Organisation) skulle falla. MTO-perspektivet utgår ifrån att riskerna påverkas av samverkan mellan människors förmågor och begränsningar, teknisk utrustning och omgivande miljö samt organisationen och de förutsättningar dessa ger. Ytterligare teknik kan inte ersätta det behov som föreligger för verksamheten att skapa förutsättningar för att människor ska handla rätt och ha rätt förutsättningar för att kunna handla rätt i form av instruktioner, befogenheter, kompetens, resurser, arbetsförutsättningar etcetera.

Göteborg Energi har såväl kunskaper som resurser för att skapa bra förutsättningar för Människa och Organisation.

## 4. ANALYS - CISTERNBRANDS PÅVERKAN PÅ RYA BIOÅNGPANNA.

### 4.1 Syfte

Ramboll Sweden AB har fått i uppdrag att utföra en riskanalys över Rya bioångpannas närhet till cisternanläggningar.

Tillika ska risken för påverkan av Rya bioångpanna från en brand i närliggande cisterner redovisas.

### 4.2 Avgränsningar

Analysen omfattar endast risker relaterade till händelser som berör flistransport och flislagring inom anläggningen samt hur brand i till Rya bioångpanna närliggande bränslecisterner påverkar anläggningen.

### 4.3 Metodik

Metodiken består i att med kapitel 1-2 som bakgrund:

- Identifiera och analysera troliga risker för flygbränder baserat på brandrisker i system för transport och lagring av flis till Rya Bioångpanna
- Kvalitativ bedömning av hur brand i närliggande bränslecisterner påverkar anläggningen Rya bioångpanna med hjälp av strålningsberäkning med en emitterad strålning i enlighet med rekommendationer som återfinns i BBRAD 3

Analysen genomförs som ett kvalitativt resonemang baserat på typiska händelser för jämförbara anläggningar och de regelverk som berör uppdraget.

Om någon av nedan beskrivna riskreducerande åtgärder inte införs bör den aktuella systemdelen av Rya bioångpanna vara föremål för en analys med syfte att föreslå riskreducerande åtgärder så att anläggningen i sin helhet har ett tillfredställande skydd mot brand och spridning av brand.

### 4.4 Systembeskrivning

För tydlig beskrivning av anläggningen för Rya bioångpanna se kap 2.

### 4.5 Beskrivning

Tidigare i analysen har närliggande verksamheter beskrivits. Denna analys kompletteras beskrivningen med Energihamnen. Denna omfattar ca 80 hektar med flertal cisternparker för brandfarlig vätska.

Avstånd från Rya bioångpanna till:

- Cisterner och bergrum, Nynäs AB väster om anläggningen är ca 45 m till närmaste del av anläggningen för Rya bioångpanna
- Cisterner, St1 öster om anläggningen är ca 300 m till närmaste cistern. Mellan dessa cisterner och Rya bioångpanna finns en höj
- Närmaste cistern i Energihamnen är ca 350 m

### 4.6 Regelverk

Följande regelverk ligger till grund för analysen:

- Lag om hantering av Brandfarliga och Explosiva varor (SFS 2010:1011), LBE

- Lag om Skydd mot Olyckor (SFS 2003:778), LSO

LBE har till syfte att hindra, förebygga och begränsa olyckor och skador på liv, hälsa, miljö eller egendom som kan uppkomma genom brand eller explosion orsakad av brandfarliga eller explosiva varor. Till dess syfte är Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, MSB förordnad till att utverka föreskrifter som inom flertal områden förtydligar hantering av brandfarliga och explosiva varor så att lagens syfte uppnås.

LSO syftar till att bereda människors liv och hälsa samt egendom och miljö i Sverige ett likvärdigt skydd mot olyckor. Denna lag åtföljs av flera föreskrifter utgivna av MSB.

#### 4.7 Värmestrålning

Enligt föreskrift 5:61 i BBR 29: *"Byggnader ska utformas med tillfredställande skydd mot brandspridning mellan byggnader"*.

I tillhörande allmänt råd står det: *"Tillfredställande skydd erhålls om byggnader uppförs med ett avstånd som överstiger 8 meter. Tillfredställande skydd erhålls om brandspridning mellan byggnader begränsas med skydd som motsvarar det högsta kravet för brandceller eller brandväggar i respektive byggnad. Sammanbyggda byggnader med mer än två våningsplan bör avskiljas med brandvägg. Om det finns inglasad balkong bör avståndet beräknas från balkongplattans ytterkant. Övriga utstickande detaljer, t.ex. taksprång och balkong, som sticker ut mer än 0,5 meter bör tas med i beräkningen av avstånd mellan byggnader. Regler om ytterväggar finns i avsnitt 5:55."*

Allmänt råd med utförandebeskrivning om hur skyddet mot brandspridning uppfylls vid hantering av brandfarliga vätskor saknas alltså i BBR.

SÄIFS 2000:2 (med ändring i 2000:5) om hantering av brandfarliga vätskor anger rekommenderade skyddsavstånd mellan cisterner för brandfarliga vätskor och kringliggande bebyggelse. Avstånden ska dock alltid spegla de faktiska förhållandena och riskerna på anläggningen i fråga. För detta ändamål ska en riskutredning/analys utföras som är objektsspecifik för att verifiera att fastställt skyddsavstånd inte ger upphov till för höga strålningsnivåer.

##### 4.7.1 Strålningsberäkning

I aktuellt fall har skyddsavstånd fastställts med hjälp av en kvalitativ bedömning som verifierats med en strålningsberäkning. Strålningsberäkningen har utförts med antagandet att en fullt utvecklade brand uppstår i:

- En av de invallade cisternerna med läckage som ger en vertikal flamspridning från invallningens topp
- Den o-invallade cisternen med en resulterande toppbrand

I samtliga fall har emitterad strålning om 168 kW/m<sup>2</sup> ansatts i enlighet med rekommendationer som återfinns i BBRAD 3.

Skyddsavstånd ansätts till ett avstånd sådant att strålningsnivån mot närliggande byggnad understiger 15kW/m<sup>2</sup> i minst 30 min.

Tabell 3. Strålningsnivå mot närliggande byggnad vid olika avstånd från cistern.

Avstånd [m]	Strålning [kW/m <sup>2</sup> ]
<b>Toppbrand i o-invallad cistern</b>	
12	83,2
25	23,8
30	16,9
35	12,6
40	9,7
45	7,7
50	6,3
<b>Brand i invallade cisterner</b>	
12	51,3
25	20,2
30	15
35	11,5
40	9,1
45	7,3
50	6,0

Vid beräkning av infallande strålning mot närliggande byggnad har hänsyn tagits till en synfaktor. Synfaktorn utnyttjas vid bestämmandet av andel strålning som avges från en yta till de undersökta punkterna [20].

Infallande strålning har undersökts vid sju olika avstånd som dels reflekterar rekommenderade avstånd i SÄIFS 2000:2, och dels ger indikation om på vilka avstånd godkända strålningsnivåer uppnås. Avstånden har studerats utifrån brandens position i höjdlid i förhållande till närliggande byggnad. Dessutom har brandutsatt cistern i båda scenarier placerats rakt framför byggnaden för att få ut maximala infallande strålning mot byggnadsdelar. Vidare har strålningsberäkningarna utförts enligt Brandskyddshandboken [21].

Cisternen har för beräkningen ansatts ha en höjd om 12,5 meter och bredd på 25 meter. Bioångpannan har uppskattats ha en längd om 90 meter och en höjd om 50 meter.

En flamhöjd har ansatts till 12 meter.

Av tabell 3 framgår det att strålningsnivån mot byggnad understiger 15kW/m<sup>2</sup> på ett avstånd längre än 35 m från cisternerna. Följaktligen bör det inte uppföras byggnad inom 35 m från cisternerna.

#### 4.8 Osäkerheter

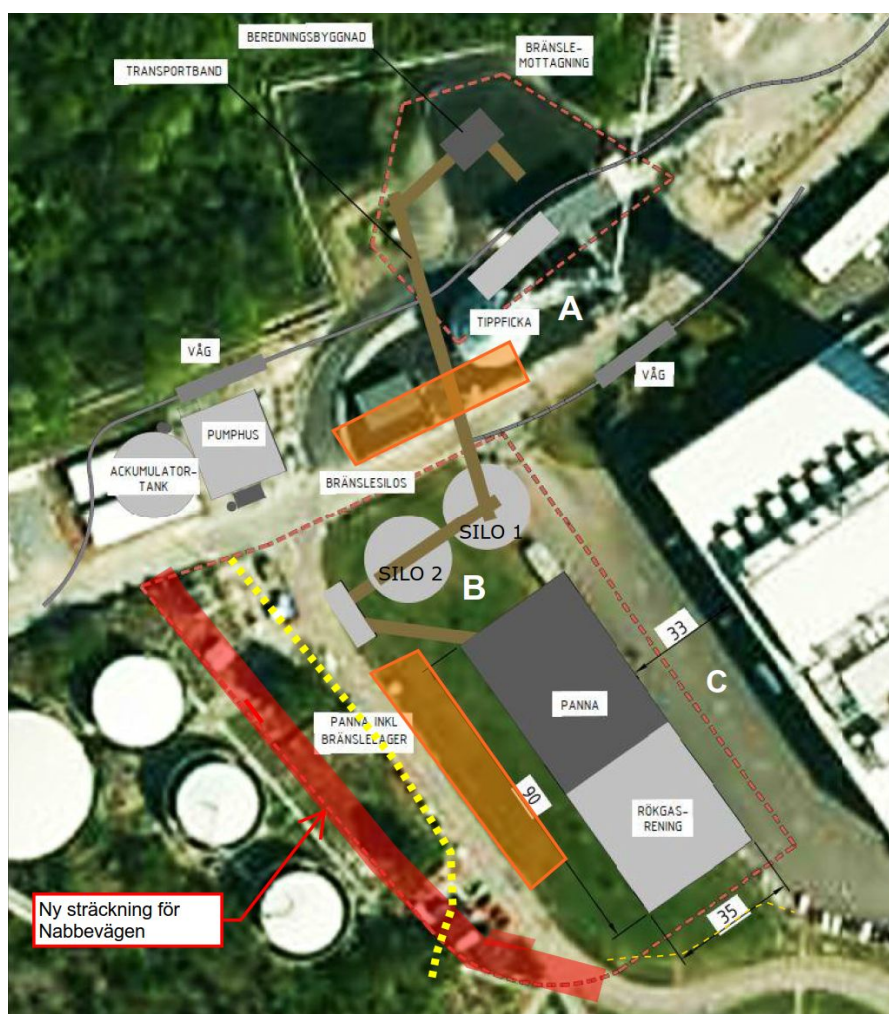
Eftersom det finns osäkerheter kring placering av byggnader, eventuella tillkommande byggnader samt byggnadernas exakta storlek har beräkningar utförts konservativt för att få fram maximala strålningsvärden mot byggnad.

Cisternens uppskattade diameter har ansatts som bredd på strålningskälla och strålningskällan har i varje fall placerats mitt framför skyddsobjektet.

#### 4.9 Diskussion

Den analytiska beräkningen över en brand i Nynäs AB cisterners påverkan på omgivande byggnader visar att strålningsnivån mot byggnad understiger  $15 \text{ kW/m}^2$  på ett avstånd inom 35 m från respektive cistern. Följaktligen bör det inte uppföras byggnader inom 35 m från cisternerna.

Avståndet från dessa cisterner till Rya bioångpanna överstiger 35 m. Detta ger att Rya bioångpannas anläggningar är lokaliserade på ett ur risksynpunkt acceptabelt avstånd till de närliggande cisternerna som drivs av Nynäs AB. Se figur 7 för visualisering av arbetsytor och skyddsavstånd.



Figur 7. Orange markering visar arbetsyta för lämpning till fordon.  
 Gul streckad linje markerar skyddsavstånd till byggnad från Nynäs AB cisterner.  
 Rött band markerar ny vägsträckning av Nabbevägen.



## 5. SLUTSATS AV ANALYSER I KAPITEL 3 OCH KAPITEL 4

Med en implementering av de sannolikhetsreducerande och konsekvensreducerande åtgärder som föreslagits i rapporten bedöms riskerna med avseende på Rya bioångpannas påverkan, i händelse av brand, på omgivande cisternanläggningar, fastigheter och verksamheter vid föreslagen lokalisering av Rya bioångpanna vara acceptabla.

En analytisk beräkning över en brand i Nynäs AB cisterners påverkan på omgivande byggnader har utförts. Resultatet visar att Rya bioångpannas anläggningar föreslås lokaliseras på ett ur risksynpunkt betryggande avstånd till de närliggande cisternerna som drivs av Nynäs AB.

Sammantaget bedöms etablering av Rya bioångpanna vid föreslagen lokalisering vara acceptabel sett ur risksynpunkt.

## 6. REFERENSER

- [1] Göteborg Energi, "Samrådsunderlag inför ansökan om tillstånd enligt miljöbalken," 2019-08-30.
- [2] Göteborg Energi, "Underlag till riskutredning Rya Bio KVV," Mottaget på E-post 2020-01-24.
- [3] Göteborg Energi, "Anläggningen GoBiGas," [Online]. Available: <https://www.goteborgenergi.se/om-oss/vad-vi-gor/forskning-utveckling/gobigas>.
- [4] Miljöprövningsdelegationen Länsstyrelsen Västra Götalands län, "Slutliga villkor avseende sekundärt skydd för befintliga tankar och ledningar, hantering av dagvatten samt rutiner för tömning av eventuella invallningar för Nynäs AB, depå Rya, Göteborgs kommun. BEslut 2016-06-29, dnr 551-563-2016," 2016.
- [5] Gösta Nygren, *Depåchef för Nynäs AB cisterner. Muntliga uppgifter.*
- [6] SMHI, "Ladda ner meteorologiska observationer. Vindriktning och Vindhastighet. Göteborg A," 2020. [Online]. Available: <https://www.smhi.se/data/meteorologi/ladda-ner-meteorologiska-observationer#param=wind,stations=all,stationid=71420>.
- [7] Räddningstjänstförbundet Storgöteborg, Handlingsprogram 2020-2023 enligt lag (2003:778) om skydd mot olyckor (LSO), 2019-11-28. Diarienummer 0061/19.
- [8] MSB, "Rening och destruktion av kontaminerat släckvatten," 2013.
- [9] ÅF Consult, "PM - Brandteknisk utredning.," 2014-08-20.
- [10] S. Särdaqvist och G. Holmstedt, Water manual for manual fire suppression, Department of Fire Safety Engineering, Lund Universitet. Journal of Fire Protection Engineering, Vol. 11, No. 4, 2001, p. 209-231., 2001.
- [11] Räddningstjänsten Storgöteborg, Olycksutredning. Brand i pelletssilo, Fågelrovägen, Rya Göteborg den 7 mars 2017..
- [12] MSB, "Vatten och andra släckmedel," 2013.
- [13] FM Global, Property loss prevention data sheets. Waste fuel-fired facilities., rev. 2019.
- [14] FM Global, "Data Sheets 7-76: Prevention and mitigation of combustible dust explosion and fire," 2020.
- [15] FM Global, "Data sheets 7-11. conveyors," 2020.
- [16] MSB, Brand i Silo, 2012.
- [17] Arbetsmiljöverket, "Arbete i explosionsfarlig miljö (AFS 2003:3)".
- [18] MSB. RIB. Farliga ämnen. , "Ammoniaklösning," [Online]. Available: <https://rib.msb.se/portal/template/pages/kemi/Substance.aspx?id=4348&q=ammoniak&p=1>.
- [19] SÄIFS 2000:2, "Föreskrifter och allmänna råd om hantering av brandfarliga vätskor".
- [20] MSBFS 2020:1, "Föreskrifter om hantering av brandfarlig gas och brandfarliga aerosoler".

- [21] Wickström, U., "Temperature calculation in Fire Safety Engineering. Springer. ISBN 978-3-319-30170-9," 2016.
- [22] LTH, "Brandskyddsdagboken. Lunds Tekniska Högskola. Rapport 3134," 2005.
- [23] Räddningsverket, Rapport från observatörsuppdrag i Västervik den 8 april 1997 - miljöeffekter från brand i flishög, 1997-08-05.
- [24] SP. Brandforsk, Biobränslen och avfall - Brandsäkerhet i samband med lagring., SP Rapport. 2008:51.
- [25] SP Brandforsk, "Brand och brandsläckning i siloanläggningar. En experimentell studie.," SP Rapport 2006:47.
- [26] COWI, "PM avseende plymberäkningar för spridning av temperatr vid separat elproduktion på Rya KVV," 2020.

## Statistik från MSB över insatser till brand i kraft- och värmeverk 2009–2018

Utrymme och brandorsak	Antal	% -fördelning		Inga skador	% inga skador
		% av total	i utrymme		
Annat	218	23,9%		109	50 %
Annan	48	5,3%	22,0%	32	67 %
Avsiktlig brand	1	0,1%	0,5%	1	100 %
Blixtnedslag	3	0,3%	1,4%	0	0 %
Fel i utrustning	60	6,6%	27,5%	22	37 %
Gnistor	9	1,0%	4,1%	5	56 %
Heta arbeten	10	1,1%	4,6%	4	40 %
Okänd	48	5,3%	22,0%	24	50 %
Självantändning	18	2,0%	8,3%	13	72 %
Värmeöverföring	20	2,2%	9,2%	8	40 %
Återantändning	1	0,1%	0,5%	0	0 %
Badrum, toalett eller bastu	2	0,2%		1	50 %
Avsiktlig brand	1	0,1%	50,0%	1	100 %
Fel i utrustning	1	0,1%	50,0%	0	0 %
Cistern	9	1,0%		7	78 %
Annan	2	0,2%	22,2%	1	50 %
Fel i utrustning	1	0,1%	11,1%	1	100 %
Okänd	2	0,2%	22,2%	2	100 %
Självantändning	3	0,3%	33,3%	2	67 %
Värmeöverföring	1	0,1%	11,1%	1	100 %
Datacentral	3	0,3%		0	0 %
Fel i utrustning	3	0,3%	100,0%	0	0 %
Eldriftrum	110	12,0%		36	33 %
Annan	11	1,2%	10,0%	2	18 %
Blixtnedslag	1	0,1%	0,9%	0	0 %
Fel i utrustning	70	7,7%	63,6%	28	40 %
Okänd	25	2,7%	22,7%	6	24 %

Utrymme och brandorsak	Antal	% av total	%-fördelning i utrymme	Inga skador	% inga skador
Självantändning	1	0,1%	0,9%	0	0 %
Värmeöverföring	2	0,2%	1,8%	0	0 %
Fläkt- eller luftbehandlingsrum	22	2,4%		10	45 %
Annan	7	0,8%	31,8%	4	57 %
Fel i utrustning	5	0,5%	22,7%	1	20 %
Heta arbeten	2	0,2%	9,1%	1	50 %
Okänd	4	0,4%	18,2%	2	50 %
Självantändning	2	0,2%	9,1%	1	50 %
Värmeöverföring	2	0,2%	9,1%	1	50 %
Förråd, fristående	10	1,1%		5	50 %
Annan	3	0,3%	30,0%	2	67 %
Fel i utrustning	2	0,2%	20,0%	1	50 %
Gnistor	1	0,1%	10,0%	0	0 %
Okänd	3	0,3%	30,0%	1	33 %
Värmeöverföring	1	0,1%	10,0%	1	100 %
Förråd, inte fristående	2	0,2%		1	50 %
Fel i utrustning	1	0,1%	50,0%	0	0 %
Okänd	1	0,1%	50,0%	1	100 %
Försäljningslokal	1	0,1%		1	100 %
Okänd	1	0,1%	100,0%	1	100 %
Garage, fristående eller radgarage	1	0,1%		0	0 %
Heta arbeten	1	0,1%	100,0%	0	0 %
Garage, inte fristående	2	0,2%		2	100 %
Heta arbeten	1	0,1%	50,0%	1	100 %
Okänd	1	0,1%	50,0%	1	100 %
Hall	1	0,1%		0	0 %
Fel i utrustning	1	0,1%	100,0%	0	0 %
Kontor	2	0,2%		1	50 %
Fel i utrustning	2	0,2%	100,0%	1	50 %
Källare, inte boyta	5	0,5%		3	60 %
Annan	2	0,2%	40,0%	0	0 %
Fel i utrustning	1	0,1%	20,0%	1	100 %
Okänd	2	0,2%	40,0%	2	100 %

Utrymme och brandorsak	Antal	% av total	%-fördelning i utrymme	Inga skador	% inga skador
Kök	1	0,1%		1	100 %
Okänd	1	0,1%	100,0%	1	100 %
Lager eller upplag	58	6,3%		41	71 %
Annan	8	0,9%	13,8%	3	38 %
Fel i utrustning	7	0,8%	12,1%	4	57 %
Gnistor	4	0,4%	6,9%	3	75 %
Heta arbeten	3	0,3%	5,2%	2	67 %
Okänd	22	2,4%	37,9%	18	82 %
Självantändning	9	1,0%	15,5%	7	78 %
Värmeöverföring	4	0,4%	6,9%	3	75 %
Återantändning	1	0,1%	1,7%	1	100 %
Okänt	14	1,5%		9	64 %
Annan	1	0,1%	7,1%	1	100 %
Fel i utrustning	4	0,4%	28,6%	3	75 %
Okänd	8	0,9%	57,1%	5	63 %
Spis	1	0,1%	7,1%	0	0 %
Pannrum	250	27,4%		164	66 %
Annan	41	4,5%	16,4%	31	76 %
Avsiktlig brand	2	0,2%	0,8%	2	100 %
Fel i utrustning	114	12,5%	45,6%	80	70 %
Gnistor	14	1,5%	5,6%	8	57 %
Heta arbeten	9	1,0%	3,6%	6	67 %
Okänd	29	3,2%	11,6%	18	62 %
Självantändning	9	1,0%	3,6%	6	67 %
Soteld	2	0,2%	0,8%	1	50 %
Värmeöverföring	28	3,1%	11,2%	12	43 %
Återantändning	2	0,2%	0,8%	0	0 %
Personalutrymme	3	0,3%		2	67 %
Annan	1	0,1%	33,3%	0	0 %
Okänd	1	0,1%	33,3%	1	100 %
Självantändning	1	0,1%	33,3%	1	100 %
Produktionslokal	107	11,7%		58	54 %
Annan	18	2,0%	16,8%	7	39 %
Barns lek med eld	1	0,1%	0,9%	0	0 %

Utrymme och brandorsak	Antal	% av total	%-fördelning i utrymme	Inga skador	% inga skador
Fel i utrustning	34	3,7%	31,8%	20	59 %
Gnistor	3	0,3%	2,8%	1	33 %
Heta arbeten	6	0,7%	5,6%	3	50 %
Okänd	25	2,7%	23,4%	16	64 %
Självantändning	5	0,5%	4,7%	2	40 %
Värmeöverföring	14	1,5%	13,1%	8	57 %
Återantändning	1	0,1%	0,9%	1	100 %
Silo	28	3,1%		14	50 %
Annan	7	0,8%	25,0%	2	29 %
Avsiktlig brand	1	0,1%	3,6%	1	100 %
Fel i utrustning	6	0,7%	21,4%	2	33 %
Gnistor	2	0,2%	7,1%	1	50 %
Okänd	5	0,5%	17,9%	3	60 %
Självantändning	7	0,8%	25,0%	5	71 %
Skorsten	15	1,6%		12	80 %
Fel i utrustning	4	0,4%	26,7%	2	50 %
Okänd	3	0,3%	20,0%	3	100 %
Soteld	7	0,8%	46,7%	6	86 %
Återantändning	1	0,1%	6,7%	1	100 %
Soprum eller sopnedkast	14	1,5%		12	86 %
Annan	1	0,1%	7,1%	0	0 %
Fel i utrustning	2	0,2%	14,3%	2	100 %
Okänd	3	0,3%	21,4%	3	100 %
Självantändning	7	0,8%	50,0%	6	86 %
Återantändning	1	0,1%	7,1%	1	100 %
Uppgift saknas	1	0,1%		0	0 %
Annan	1	0,1%	100,0%	0	0 %
Utanför byggnaden	26	2,8%		9	35 %
Annan	4	0,4%	15,4%	2	50 %
Avsiktlig brand	5	0,5%	19,2%	1	20 %
Barns lek med eld	1	0,1%	3,8%	0	0 %
Blixtnedslag	1	0,1%	3,8%	0	0 %
Fel i utrustning	3	0,3%	11,5%	2	67 %
Gnistor	2	0,2%	7,7%	2	100 %

Utrymme och brandorsak	Antal	% av total	%-fördelning i utrymme	Inga skador	% inga skador
Heta arbeten	2	0,2%	7,7%	0	0 %
Okänd	6	0,7%	23,1%	1	17 %
Värmeöverföring	2	0,2%	7,7%	1	50 %
Verkstad	8	0,9%		3	38 %
Annan	2	0,2%	25,0%	0	0 %
Fel i utrustning	2	0,2%	25,0%	1	50 %
Heta arbeten	1	0,1%	12,5%	1	100 %
Okänd	2	0,2%	25,0%	1	50 %
Självantändning	1	0,1%	12,5%	0	0 %
Vind, inte boyta	1	0,1%		0	0 %
Heta arbeten	1	0,1%	100,0%	0	0 %
<b>Totalt</b>	<b>914</b>			<b>501</b>	<b>55 %</b>