



NOTAT

Projekt **Boligprojekt på Kongensgade 105, Fredericia**
Kunde **DOMEA Ejendomme**
Notat nr. **1**
Dato **2010-09-23**
Til **NIRAS og Fredericia Kommune**
Fra **Hanne Olafsen**

1. Introduktion og resume

Der ønskes opført et boligbyggeri på Kongensgade 105. Dette notat giver i korte træk information om hvilken risiko byggeriet påvirkes af fra Shells havneterminal i relation til eksport af LPG.

Vurderingerne tager udgangspunkt i "Notat om risikovurdering af aktuel LPG-eksport på Havneterminalen i Fredericia og øget eksport som følge af DONG Hejre projektet" udarbejdet af Shell Global Solutions, dateret 2010-07-15 (Shells risikovurdering). De samme uheldsscenerier og de samme konsekvenser er benyttet i risikovurderingen. Shell har opstillet 4 cases over en variation af nuværende og fremtidige LPG-eksport samt placering af eksportfaciliteterne på havneterminalen. Denne risikovurdering omfatter både den nuværende og den fremtidige LPG-eksport. Eksporten er i denne vurdering fordelt på 2 jettyer. Jetty 1 udskiber den nuværende LPG-eksport, mens jetty 2 udskiber den fremtidige LPG-eksport, se Figur 4-1.

Der er regnet på den stedbunden og samfundsmæssige risiko. Den stedbundne risiko vil ikke påvirke byggeriet på Kongensgade 105. Beboere på Kongensgade 105 vil ikke bidrage til den samfundsmæssige risiko.

Da en eventuel eksplosion på havneterminal har stor rækkevidde for overtryk der kan påvirke/skade boligbyggeriet er der ligeledes taget en vurdering af risikoen fra en eventuel eksplosion. Det er vurderet at der ikke skal etableres nogen ekstra foranstaltninger til at forhindre personskader i forbindelse med en lokalplan for boligbyggeriet.

2. Relevante oplysninger om Kongensgade 105

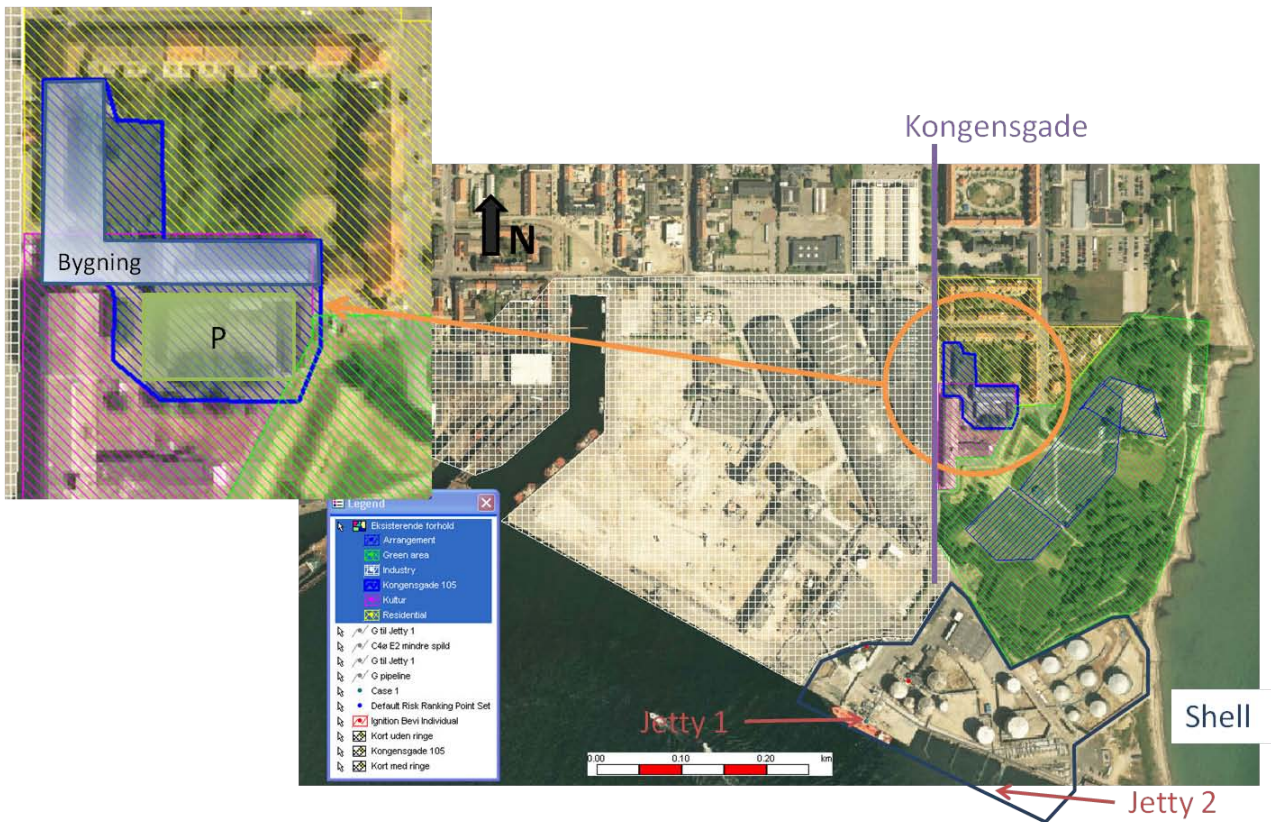
Kongensgade 105 bebygges med 64 boliger på det område der er illustreret på Figur 2-1. Det er vurderet at boligbyggeriet vil bebos

Dato 2010-09-23

Rambøll
Hannemanns Allé 53
DK-2300 København S

T +45 5161 1000
F +45 5161 1001
www.ramboll-oilgas.com

af 128 personer. Disse personer er medtaget i beregningen af den samfundsmæssige risiko.



Figur 2-1 Placering af Kongensgade 105.

Boligbyggeriet er tænkt placeret med facade ud til Kongensgade samt med fløj vinkelret på Kongensgade. Dette er vist på Figur 2-2. Byggeriet er placeret ca. 400 m fra jetty 1 på Shells havneterminal og ca. 500 m fra jetty 2, mens parkeringspladsen mod syd er placeret 3-400 m fra Jetty 1 på Shells havneterminal og 450 m fra jetty 2.

Byggeriet er skitseret til at have altaner mod syd og vest, hvor altanvæggen udføres af glas. En illustration af byggeriet er vist på Figur 2-2.



Figur 2-2 Illustration af placering af nyt byggeri på Kongensgade 105 (hvidt byggeri)

3. Uheldsscenerier og konsekvenser

Iht. Shells risikovurdering er der identificeret følgende uheldsscenerier:

- L1 Brud på lastearm
- L2 Lækage på lastearm
- G1 Pipeline brud
- G2 Pipeline lækage
- E1 Stort spild
- E2 Mindre spild

Disse uheldsscenerier vil resultere i at der sker et udslip af LPG. LPG kan forekomme som to produkter enten i form af en blanding fortrinsvis med propan eller en blanding fortrinsvis med butan. Ved en antændelse af den udstrømmende LPG vil det give konsekvenser for omgivelserne. Shell har vurderet følgende konsekvenser:

- Stikflammebrand
- Flashfire
- Eksplosion

I denne vurdering er samme konsekvenser benyttet.

Konsekvensafstande fra eksplosionen er givet for forskellige overtryk. Det væsentlige overtryk i forbindelse med risikovurderingen er 300 mbar som er defineret som grænsen for dødsfald, jf. Shells risikovurdering. Endvidere er der givet afstande til 200 mbar og 50 mbar. Disse afstande er givet for de relevante scenarier i nedenstående tabel.

Konsekvensafstand (m)	Masse kg	200 mbar	50 mbar	300 mbar		
				D5	E5	F2
Propan (C3)						
L1 Brud på lastearm	837	148	250	97	92	135
G1 Pipeline brud	2882	226	380	170	173	206
E1 Stort spild	565	134	223	112	115	122
E2 Mindre spild	192	90	152	120	76	76
Butan (C4)						
L1 Brud på lastearm	600	132	223	104	91	120
G1 Pipeline brud	8959	209	462	112	108	209
E1 Stort spild	12599	274	525	125	121	241
E2 Mindre spild	4215	191	365	91	89	191

Tabel 3-1 Konsekvensafstande (m) for eksplosion jf. Shells risikovurdering. D5, E5 og F2 angiver forskellige vejrforhold

4. Frekvens for uheld

Shells risikovurdering opstiller 4 cases over en variation af nuværende og fremtidige LPG-eksport samt placering af LPG-eksporten på havneterminalen. De 4 cases er som følger:

- Case 1: Aktuel LPG-eksport på jetty 1 (eksisterende forhold)
- Case 2: Aktuel LPG-eksport flyttet til jetty 2 (tænkt situation)
- Case 3: Aktuel LPG-eksport og LPG-eksport fra DONG Hejre projektet på jetty 1 (teoretisk worst-case situation)
- Case 4: Aktuel LPG-eksport og LPG-eksport fra DONG Hejre projektet på jetty 2 (tænkt max. situation)

Det er vurderet at den værst tænkelige case for eksport af LPG er at den nuværende (aktuelle) LPG-eksport sker fra jetty 1, mens den fremtidige eksport (fra DONG Hejre projektet) sker fra jetty 2, se nedenstående figur.



Figur 4-1 Placering af mulige LPG-eksport faciliteter

I vurderingen af risikoen for Kongensgade 105 er derfor benyttet følgende frekvenser for de forskellige uheldsscenerier og konsekvenser:

	Udslip	Antændte udslip		
		Stikflammebrand	Ekspllosion	Flash fire
Propan scenarier (C3)	Frekvens/år			
L1 Brud på lastearm	3,2E-06	1,6E-06	6,3E-07	9,5E-07
L2 Lækage på lastearm	3,2E-05	1,6E-05	6,3E-06	9,5E-06
G1 Pipeline brud	1,2E-09	6,0E-10	2,4E-10	3,6E-10
G2 Pipeline lækage	6,0E-09	3,0E-09	1,2E-09	1,8E-09
E1 Stort spild	1,3E-09	6,6E-10	2,7E-10	4,0E-10
E2 Mindre spild	2,8E-07	1,4E-07	5,5E-08	8,3E-08
Butan scenarier (C4)	Udslip	Antændte udslip		
	Frekvens/år	Stikflammebrand	Ekspllosion	Flash fire
L1 Brud på lastearm	1,1E-05	5,6E-06	2,3E-06	3,4E-06
L2 Lækage på lastearm	1,1E-04	5,6E-05	2,3E-05	3,4E-05
G1 Pipeline brud	4,3E-09	2,1E-09	8,6E-10	1,3E-09
G2 Pipeline lækage	2,1E-08	1,1E-08	4,3E-09	6,4E-09
E1 Stort spild	4,8E-09	2,4E-09	9,5E-10	1,4E-09
E2 Mindre spild	9,9E-07	5,0E-07	2,0E-07	3,0E-07

Tabel 4-1 Frekvens for nuværende LPG-eksport fra jetty 1

Propan scenarier (C3)	Udslip Frekvens/år	Antændte udslip		
		Stikflammebrand	Ekspllosion	Flash fire
L1 Brud på lastearm	1,4E-05	7,2E-06	2,9E-06	4,3E-06
L2 Lækage på lastearm	1,4E-04	7,2E-05	2,9E-05	4,3E-05
G1 Pipeline brud	5,5E-09	2,7E-09	1,1E-09	1,6E-09
G2 Pipeline lækage	2,7E-08	1,4E-08	5,5E-09	8,2E-09
E1 Stort spild	6,1E-09	3,0E-09	1,2E-09	1,8E-09
E2 Mindre spild	1,3E-06	6,3E-07	2,5E-07	3,8E-07
Butan scenarier (C4)	Udslip Frekvens/år	Antændte udslip		
L1 Brud på lastearm	2,0E-05	1,0E-05	4,0E-06	6,0E-06
L2 Lækage på lastearm	2,0E-04	1,0E-04	4,0E-05	6,0E-05
G1 Pipeline brud	7,6E-09	3,8E-09	1,5E-09	2,3E-09
G2 Pipeline lækage	3,8E-08	1,9E-08	7,6E-09	1,1E-08
E1 Stort spild	8,4E-09	4,2E-09	1,7E-09	2,5E-09
E2 Mindre spild	1,8E-06	8,8E-07	3,5E-07	5,3E-07

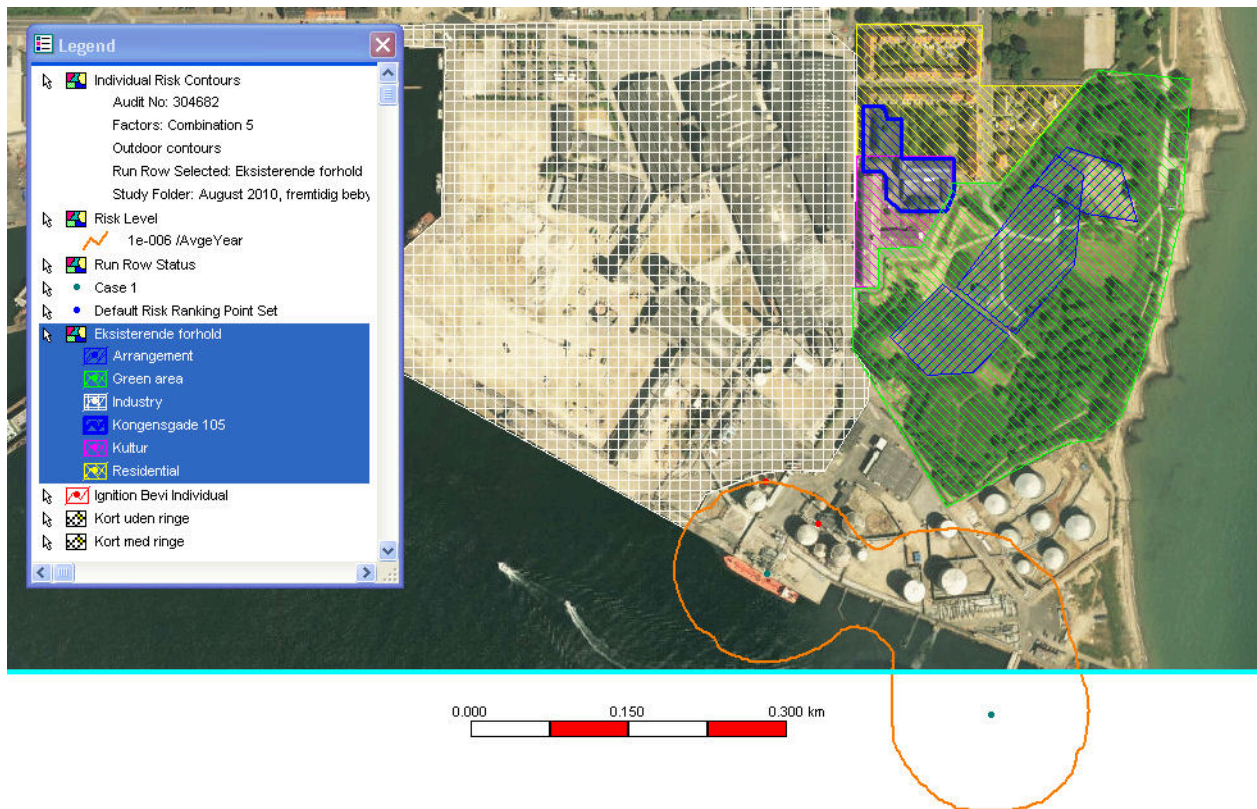
Tabel 4-2 Frekvens for fremtidig LPG-eksport (DONG Hejre projektet) fra jetty 2

5. Stedbunden og samfundsmæssig risiko

I Shells risikovurdering er givet oplysninger om vindforhold, befolkning, tærskelværdier for personpåvirkning mm.. De samme værdier benyttes i risikovurderingen af Kongensgade 105.

Risikoen fra Shells LPG-aktiviteter på havneterminalen vil ikke påvirke beboelse i Kongensgade 105.

På baggrund af ovenstående er udregnet grænsen for den stedbundne risiko, som er illustreret på Figur 5-1. Acceptgrænsen for den stedbundne risiko er givet for et uheld 1 gang hvert millionte år ($1 \cdot 10^{-6}$ pr. år). Denne grænse er vist på figuren.

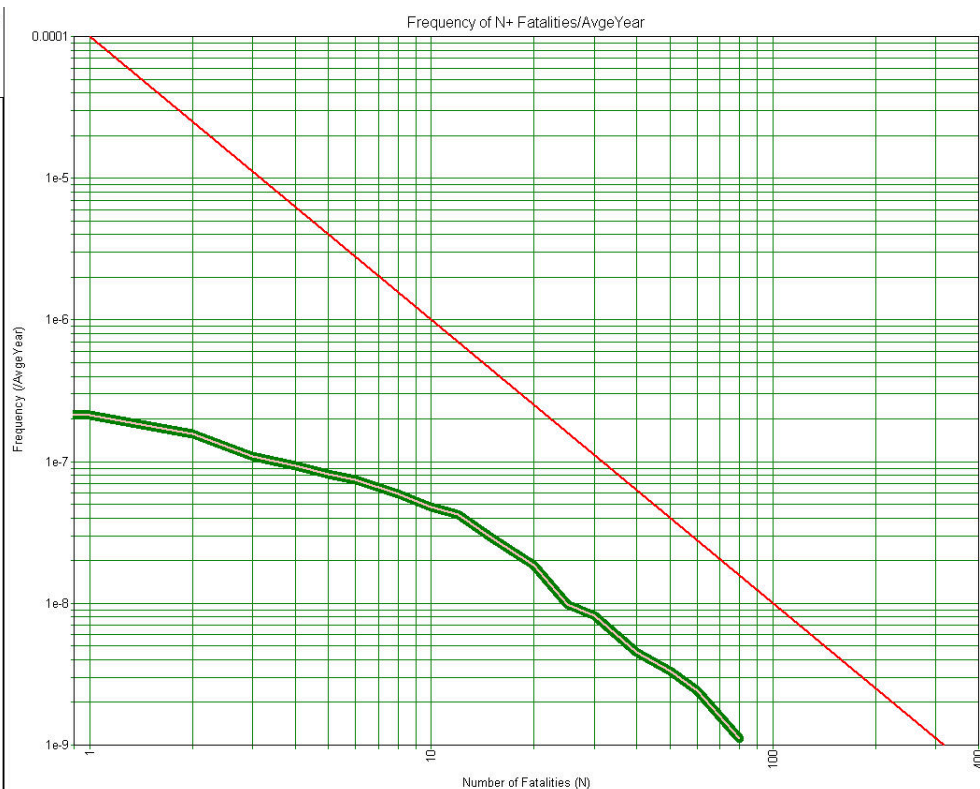


Figur 5-1 Grænse for acceptabel stedbunden risiko fra Shells LPG-aktiviteter på havneterminalen.

Der er i vurderingen af den samfundsmæssige risiko taget udgangspunkt i de eksisterende forhold (gældende lokalplaner) i området grænsende op til Shells havneterminal.

Study Folder: August 2010, fremtidig bebyggelse
 - 02 - LFL = 1
 Audit No: 304682
 Risk Cut-off: 1e-009 /AvgYear
 Results out of date

■ Eksisterende forhold
 — Eksisterende forhold inkl. Kongensgade 105
 — Maximum risk criteria



Figur 5-2 Den samfundsmæssige risiko for nuværende forhold med og uden Kongensgade 105

Der er på ovenstående figur vist 2 kurver for at illustrere den samfundsmæssige risiko. Den ene kurve viser den samfundsmæssige risiko for de eksisterende forhold, grøn og tyk linie, mens den anden kurve medtager bidraget fra Kongensgade 105, lyserød og tynd linie. Der er ingen forskel på de 2 kurver, der fra kan det konkluderes, at Kongensgade 105 ikke bidrager til den samfundsmæssige risiko.

6. Eksplosion

I tilfælde af at der sker et udslip af LPG fra Shells anlæg kan det resultere i en eksplosion, hvis der sker en sen antændelse af LPG-skyen. Der er i Shells risikovurdering opgivet afstande til 3 forskellige overtryksniveauer, se Tabel 3-1.

Overtryk fra eksplosion påvirker personer både direkte og indirekte. Ved påvirkning direkte vil der typisk ske skade på øre eller lunger, desuden kan overtrykket vælte/skubbe personen, hvorved der kan ske skade som følge af personen rammer et fast objekt. Ved den indirekte påvirkning kan overtrykket gøre skade på objekter som så gør skade på personen, f.eks. kan glas gå i stykker og dele af glasset kan skade personen.

I "Green Book. Methods for the determination of possible damage, CPR 16E" udgivet af TNO i 1992 (den grønne bog) er givet oplysninger om probit funktion der beskriver hvor stort et overtryk der vil resultere i dødelig skade på lungerne. Dødeligheden beskrives som en funktion af overtryk, impuls samt personens vægt. Ved den værste situation for impuls og person vægt vil et overtryk på 2 barg give en sandsynlighed for at dø som følge af lungeskade på under 1%, mens 3 barg giver en sandsynlighed på 2-3%.

I DNV Technica Scandpower A/S's "Human Resistance against Thermal Effects, Explosion Effects, Toxic Effects and Obscuration of Vision" er det angivet at ved et overtryk på 62 mbar vil ruderne med 90% sandsynlighed gå i stykker, mens ruderne ved et overtryk på 17 mbar vil gå i stykker med en sandsynlighed på 5%.

I Health and safety executive rapport SPE/Tech/OSD/30, "Indicative Human Vulnerability to the Hazardous Agents Present Offshore for Application in Risk Assessment of Major Accidents" angives det at for et overtryk på 300-350 mbar vil personer som opholder sig uden dørs have en 15% risiko for at dø, og det er vurderet, at sandsynligheden for at dø er 50%, hvis en udendørsperson udsættes for 500 – 1000 mbar.

Ved et overtryk på 210 mbar vil der være 20% risiko for at dø, når personen opholder sig indendørs, hvorimod det ikke vurderes sandsynligt, at trykket kan medføre død, såfremt personen opholder sig udendørs. Når overtrykket stiger til 350 mbar, vil der være 50% sandsynlighed for at personen dør ved ophold indenfor.

Når et overtryk af en vis størrelse rammer et vindue vil trykket kunne få glasset til at gå i stykker. Der er således risiko for at blive ramt af fragmenter fra ruden. Afhængigt af overtrykket vil fragmenter få en hastighed, som kan gøre mere eller mindre skade på personer, som opholder sig inden døre.

- Ved et overtryk mellem 70 og 150 mbar er skaderne typisk rifter og flænger som følge af fragmenteringen.
- Ved et overtryk mellem 150 og 200 mbar er der sandsynlighed for at personer indenfor vil få alvorlige sår som følge af fragmenteringen.
- Ved et overtryk mellem 250 og 350 mbar er der 50% sandsynlighed for at personer indenfor vil få alvorlige sår som følge af fragmenteringen.

Det kan fra ovenstående konkluderes at der ikke sker alvorlig tilskadekomst ved ophold udendørs når trykket ikke overstiger 200 mbar. Tilsvarende vil grænsen for alvorlig tilskadekomst indendørs være større end 70 mbar.

Der er i den korrekte situation regnet med grænser på 300, 200 og 50 mbar for de udvalgte scenarier. Der analyseres på grænserne 200 mbar for udendørsophold og 50 mbar for indendørsophold.

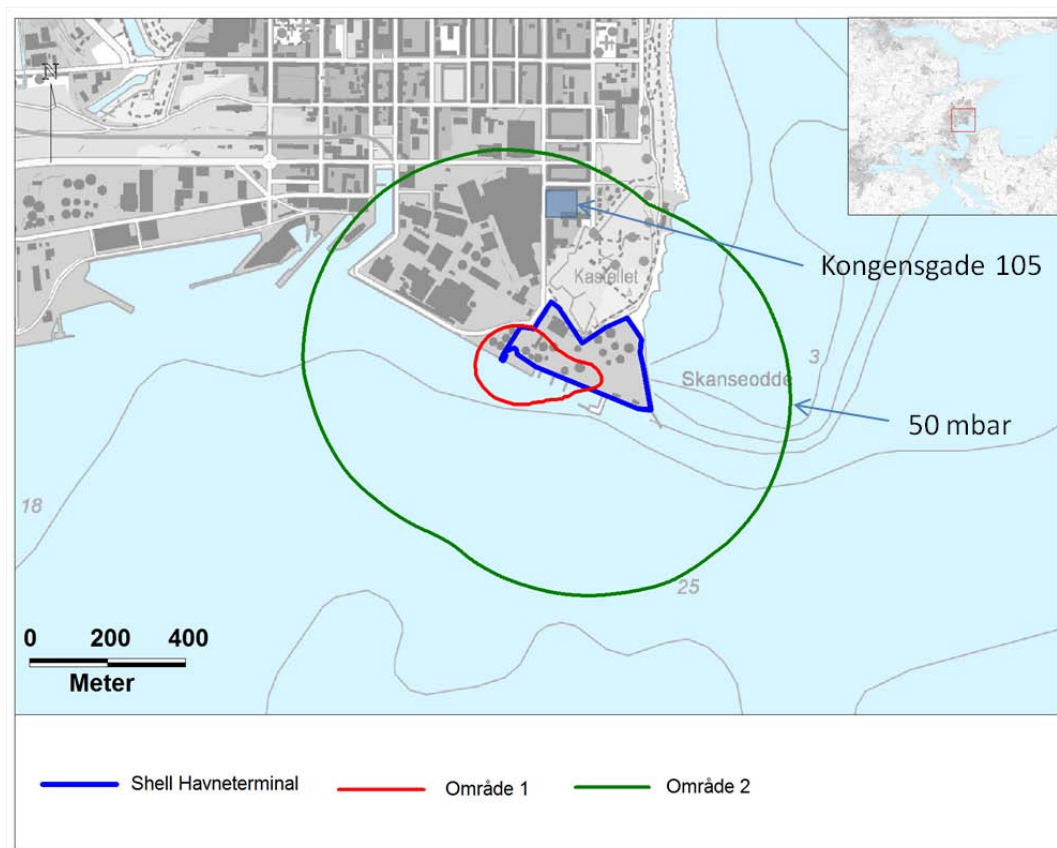
I nedenstående tabel er gengivet resultater fra konsekvensberegningen foretaget i Shells risikovurdering samt de tilhørende frekvenser for nuværende LPG-eksport på jetty 1.

	Udendørs Afstand (m) til 200 mbar	Indendørs Afstand (m) til 50 mbar	Frekvens pr år
Propan (C3)			
L1 Brud på lastearm	148	250	$6,3 \cdot 10^{-7}$
G1 Pipeline brud	226	380	$2,4 \cdot 10^{-10}$
E1 Stort spild	134	223	$2,7 \cdot 10^{-10}$
E2 Mindre spild	90	152	$5,5 \cdot 10^{-8}$
Butan (C4)			
L1 Brud på lastearm	132	223	$2,3 \cdot 10^{-6}$
G1 Pipeline brud	209	462	$8,6 \cdot 10^{-10}$
E1 Stort spild	274	525	$9,5 \cdot 10^{-10}$
E2 Mindre spild	191	365	$2,0 \cdot 10^{-7}$

Tabel 6-1 Relevante konsekvensafstande for eksplosion og deres tilhørende frekvens for Jetty 1.

Der er taget udgangspunkt i frekvenserne for den nuværende LPG-eksport. Den forventes at fortsætte på jetty 1 også i fremtiden, mens eksport af fremtidige mængder forventes foretaget på jetty 2 som er placeret længere væk fra Kongensgade 105, se Figur 4-1. Der er ca. 500 m fra Jetty 2 til boligbyggeriet.

På Figur 6-1 er vist den maksimale afstand der vil være for 50 mbar overtryk for en eksplosion på Shells havneterminal i forbindelse med LPG-eksport (Område 2).



Figur 6-1 Afgrænsning af 50 mbar fra Shells havneterminal

Det er vurderet at beboelsen på Kongensgade 105 bliver minimalt påvirket af en eventuel eksplosion i forbindelse med eksport af LPG på Shells havneterminal og kombineret med den lave frekvens for hændelsen er det vurderet at der ikke skal etableres nogen ekstra foranstaltninger til at forhindre personskader i forbindelse med en lokalplan for boligbyggeriet.