




Riskbedömning avseende påsegling
Kvarnholmen DP5
September 2014

UNITED
BY OUR
DIFFERENCE



2014-09-19

Uppdragsnr: 10194793	Riskbedömning avseende påsegling Kvarnholmen DP5	
Daterad: 2014-09-19		
Handläggare: Jessica Fälth	September 2014	

Kund


Kvarnholmen Utveckling AB
Tre Kronors väg 36
131 31 Nacka
08-642 30 00

Konsult

WSP Sverige AB
121 88 Stockholm-Globen
Besök: Arenavägen 7
Tel: 010 7225000
Fax: 010 7228793
WSP Sverige AB
Org nr: 556057-4880
Styrelsens säte: Stockholm
www.wspgroup.se


Kontaktpersoner

Göran Nygren
010-7228577

Uppdragsnr: 10194793	Riskbedömning avseende påsegling Kvarnholmen DP5	
Daterad: 2014-09-19		
Handläggare: Jessica Fälth	September 2014	

Innehåll

1	Inledning	4
1.1	Bakgrund	4
1.2	Syfte	4
1.3	Mål	4
1.4	Avgränsningar	4
1.5	Styrande dokument	4
1.6	Underlagsmaterial	5
1.7	Internkontroll	5
1.8	Begrepp och definitioner	5
2	Områdesbeskrivning	6
2.1	Området	6
2.2	Fartygstrafik	10
3	Riskuppskattning	11
3.1	Konsekvens	11
3.1.1	Befintliga fysiska skydd	11
3.1.2	Fartyg	11
3.1.3	Sammanfattning konsekvensavstånd	13
3.2	Frekvens	14
3.2.1	Olycksstatistik	14
3.2.2	Kollisionskurs	15
3.2.3	Motåtgärder från besättningen	16
3.2.4	Händelseträd	17
3.3	Resultat riskuppskattning	17
4	Riskvärdering	19
5	Riskreducerande åtgärder	20
5.1	Förslag till riskreducerande åtgärder	20
5.2	Åtgärdernas effekt	20
6	Osäkerheter	20
7	Slutsatser	21

Uppdragsnr: 10194793	Riskbedömning avseende påsegling Kvarnholmen DP5	
Daterad: 2014-09-19		
Handläggare: Jessica Fälth		
	September 2014	

1 Inledning

Denna riskbedömning avser påseglingsrisken för planerade bostäder utmed Mjölmarvägen på Kvarnholmen, och är upprättad på uppdrag av Kvarnholmen Utveckling AB i samband med upprättande av detaljplan DP5. Rapporten är en uppdatering av tidigare upprättade riskanalyser för DP1 och 2. I detta avsnitt redovisas en kort bakgrund, syfte och mål med riskbedömningen, relevanta avgränsningar, styrande dokument och hur kvalitetssäkring sker genom internkontroll.

1.1 Bakgrund

Längs med Mjölmarvägen på Kvarnholmen planeras 5 stycken bostadshus. Husen planeras bli 9-11 våningar höga. Eftersom Sandhamnsleden, en fartygstrafikled av riksintresse, går strax norr om fastigheten passerar ett stort antal fartyg av varierande typ. Detta har föranlett att en riskbedömning efterfrågats i samband med upprättande av den nya detaljplanen DP5.

1.2 Syfte

Syftet med denna riskbedömning är att ta fram ett beslutsunderlag för om den planerade byggnationen på fastigheten är lämplig eller ej avseende påseglingsrisken.

1.3 Mål

Målet med denna riskbedömning är att avgöra om de risker som fartygstrafiken genererar mot byggnadens konstruktion och därmed människors hälsa är acceptabla eller om riskreducerande åtgärder kommer att krävas, samt att vid behov ge förslag på möjliga sådana åtgärder.


1.4 Avgränsningar

Aktuell riskbedömning behandlar endast risker förknippade med påseglingsolyckor för planerade fastigheter utmed Mjölmarvägen. De risker som har studerats är uteslutande de som är intressanta ur ett personsäkerhetsperspektiv och genereras av plötsligt inträffade händelser, som till exempel olyckor där fartyg kolliderar med byggnaden. Detta innebär att många riskkällor, som till exempel långvarig exponering av hälsofarliga ämnen, elektromagnetisk strålning eller andra typer av olyckor inte beaktas. Bedömningen omfattar inte heller risker förknippade med översvämning eller olyckor med farligt gods.

Då rapporten bygger på tidigare genomförda riskbedömningar har inget nytt underlag tagits fram gällande exempelvis statistik över antal fartygspassager.

1.5 Styrande dokument

Det finns styrande dokument i form av lagar och förordningar (Miljöbalken, Plan- och Bygglagen med flera) som anger att riskanalys (eller motsvarande) ska genomföras. I båda dessa lagstiftningar med tillhörande förordningar krävs redovisning av hur riskaspekterna skall hanteras och att de skall ingå i den miljökonsekvensbeskrivning som uppförs inom ramen för detaljplanens miljökonsekvensbeskrivning. Riskbedömningen har för avsikt att behandla den miljökonsekvens som olycksrisker utgör för människor och miljö vilket innebär att olycksrisker beaktas. Det finns däremot inte någon beskrivning av hur riskanalyser i detalj ska utföras eller vad de ska innehålla. För att möta behovet av mer detalje-

Uppdragsnr: 10194793	Riskbedömning avseende påsegling Kvarnholmen DP5	
Daterad: 2014-09-19		
Handläggare: Jessica Fälth	September 2014	

rade specifikationer på innehållet i riskanalyser, har det under senare tid kommit ut en del riktlinjer på området som ger rekommendationer beträffande vilka typer av riskanalyser som bör utföras, i vilka sammanhang och vilka krav som bör ställas på dessa analyser.

Ett exempel på dessa rekommendationer är Länsstyrelsen i Stockholms Läns *Riktlinjer för riskanalyser som beslutsunderlag och Riskhantering i detaljplaneprocessen*^{i,ii}. Dessa utgör generella rekommendationer beträffande vilka krav som bör ställas på riskanalyser för bland annat planärenden. Rekommendationerna har beaktats vid genomförandet av föreliggande riskanalys.

1.6 Underlagsmaterial

Denna riskbedömning upprättas med riskanalys för detaljplan 1 och 2 samt fördjupad riskanalys avseende påsegling, Svindersviken upprättade av WSP som underlag. Underlagsmaterial som använts vid upprättandet av rapporten:

- *Fördjupad riskanalys för påsegling* (Detaljplan 1 och 2), upprättad av WSP 2008-06-13.
- *Fördjupad riskanalys avseende påsegling* (Svindersviken), reviderad version, upprättad av WSP 2009-05-18.
- *Riskbedömning avseende påsegling* (Sicklaön 37:46), reviderad version, upprättad av WSP 2010-02-24.
- Bygghandling upprättad av Kvarnholmen utveckling AB 2012-03-30.
- Sektionsritning N4 1-400 upprättad av Brunnberg & Forshed Arkitektkontor AB.
- Situationsplan upprättad 140910 av ÅWL Arkitekter AB.
- Geotekniska undersökningar genomförda 2008 av ELU.

1.7 Internkontroll


Rapporten är utförd av Jessica Fälth (Civilingenjör Riskhantering) med Göran Nygren (Brandingenjör och Civilingenjör Riskhantering) som uppdragsansvarig. I enlighet med WSP:s miljö- och kvalitetsledningssystem, certifierat enligt ISO 9001 och ISO 14001, omfattas denna handling av krav på internkontroll. Detta innebär bland annat att en från projektet fristående person granskar förutsättningar och resultat i rapporten. Ansvarig för denna granskning har varit Fredrik Larsson (Brandingenjör och civilingenjör Riskhantering).

1.8 Begrepp och definitioner

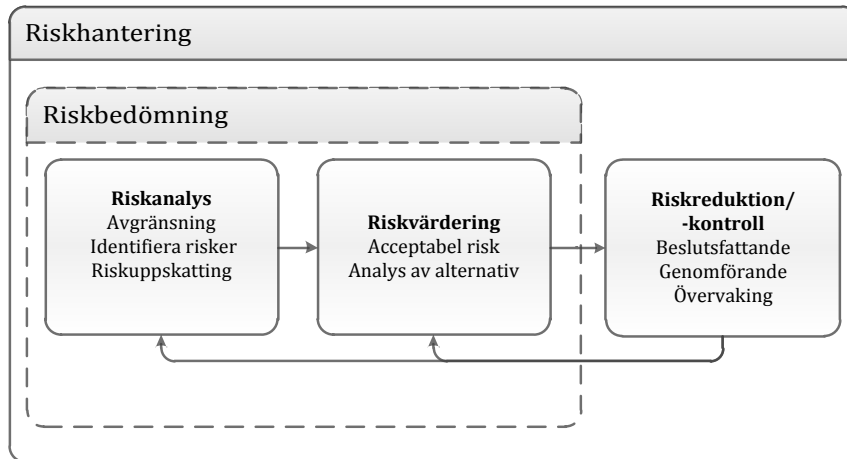
Begreppet risk avser kombinationen av sannolikheten för en händelse och dess konsekvenser. Sannolikheten anger hur troligt det är att en viss händelse kommer att inträffa och kan beräknas om frekvensen, d.v.s. hur ofta något inträffar under en viss tidsperiod, är känd.

Riskanalys omfattar, i enlighet med de internationella standarder som beaktar riskanalyser i tekniska system (1) (2), riskidentifiering och riskuppskattning. Riskidentifieringen är en inventering av händelseförlopp (scenarier) som kan medföra oönskade konsekvenser, medan riskuppskattningen omfattar en kvalitativ eller kvantitativ uppskattning av sannolikhet och konsekvens för respektive scenario.

Sannolikhet och frekvens används ofta synonymt, trots att det finns en skillnad mellan begreppen. Frekvensen uttrycker hur ofta något inträffar under en viss tidsperiod, t.ex. antalet bränder per år, och kan därigenom anta värden som är både större och mindre än 1. Sannolikheten anger istället hur troligt

Uppdragsnr: 10194793	Riskbedömning avseende påsegling Kvarnholmen DP5	
Daterad: 2014-09-19		
Handläggare: Jessica Fälth		
	September 2014	

det är att en viss händelse kommer att inträffa och anges som ett värde mellan 0 och 1. Kopplingen mellan frekvens och sannolikhet utgörs av att den senare kan beräknas om den första är känd.



Figur 1. Riskhanteringsprocessen.

Efter att riskerna analyserats görs en riskvärdering för att avgöra om riskerna kan accepteras eller ej. Som en del av riskvärderingen kan det även ingå förslag till riskreducerande åtgärder och verifiering av olika alternativ. Det sista steget i en systematisk hantering av riskerna kallas riskreduktion/-kontroll. I det skedet fattas beslut mot bakgrund av den värdering som har gjorts av vilka riskreducerande åtgärder som ska vidtas.


Riskhantering avser hela den process som innehåller analys, värdering och reduktion/-kontroll, medan riskbedömning enbart avser analys och värdering av riskerna.

2 Områdesbeskrivning

I detta avsnitt ges en beskrivning av fastigheten samt den fartygstrafik som passerar.

2.1 Området

Mjölnavägen ligger på norra Kvarnholmen i Nacka kommun, se Figur 2.

Uppdragsnr: 10194793	Riskbedömning avseende påsegling Kvarnholmen DP5	
Daterad: 2014-09-19		
Handläggare: Jessica Fälth	September 2014	




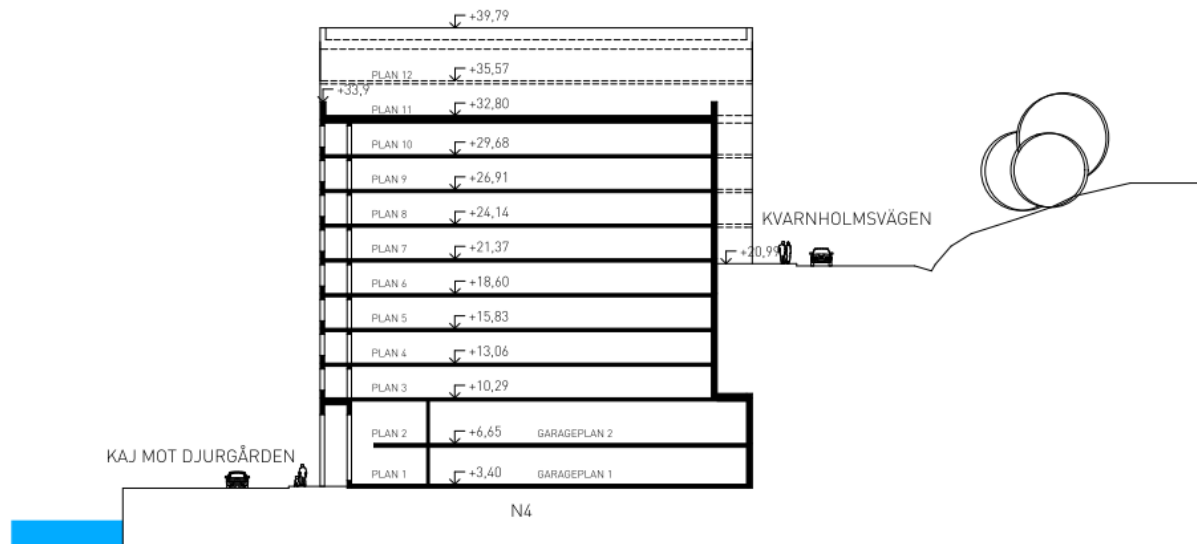
Figur 2. Kvarnholmen, med Mjölmarvägen markerad i rött.

Utmed Mjölmarvägen planeras 5 stycken nya bostadshus. Det kortaste avståndet mellan hus och strandkant kommer uppgå till drygt 13 meter. Ingen kaj löper längs med vattenlinjen, däremot finns en gjuten mur mellan väg och strandlinje. 10 meter ut från stranden varierar vattendjupet mellan cirka 5 och 7 meter.




Figur 3. Planerade nya bostadshus vid Mjölmarvägen

Uppdragsnr: 10194793	Riskbedömning avseende påsegling Kvarnholmen DP5	
Daterad: 2014-09-19		
Handläggare: Jessica Fälth		
	September 2014	



Figur 4. Sektionsskiss överplanerat bostadshus.


Uppdragsnr: 10194793	Riskbedömning avseende påsegling Kvarnholmen DP5	
Daterad: 2014-09-19		
Handläggare: Jessica Fälth		
	September 2014	



Figur 5. Fotografi som visar strandkanten utmed Mjölnavägen.



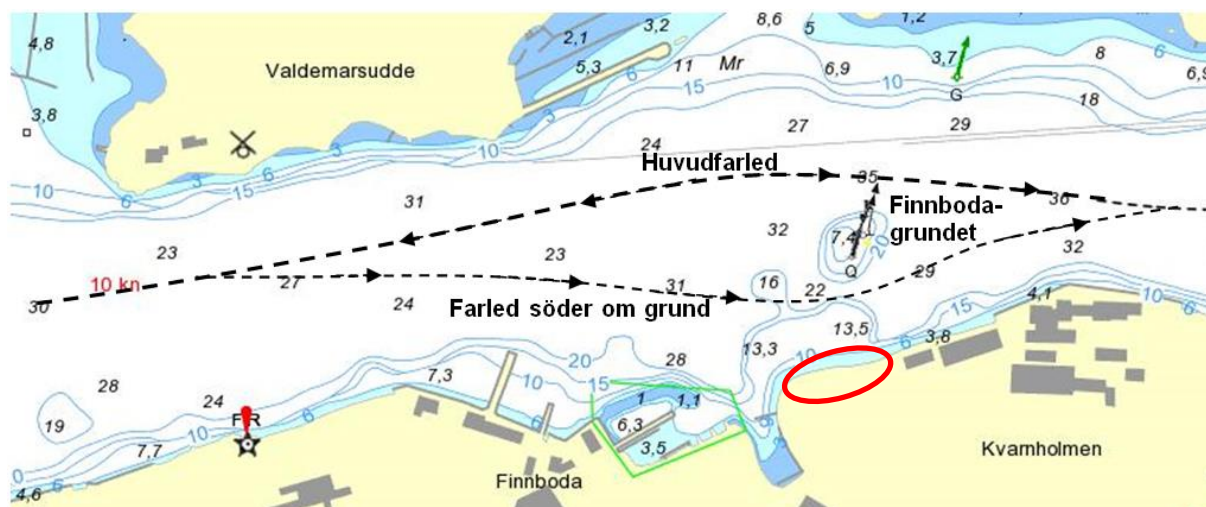
Figur 6. Lokalisering för planerade bostäder.

Uppdragsnr: 10194793	Riskbedömning avseende påsegling Kvarnholmen DP5	
Daterad: 2014-09-19		
Handläggare: Jessica Fälth	September 2014	



Figur 7. Trädäck.


2.2 Fartygstrafik



Figur 8. Sandhamnsleden utanför Kvarnholmen.

De fartyg som passerar Kvarnholmen går i Sandhamnsleden. Avståndet mellan Kvarnholmen och Djurgården är omkring 500 meter. Drygt 150 meter utanför Kvarnholmen ligger Finnbodagrundet. Sandhamnsledens huvudfarled för större fartyg går norr om grundet ungefär mitt mellan Kvarnholmen och Djurgården. Vid högtrafik inträffar det dock även att större fartyg på väg från Stockholm går söder om grundet, främst vid mötessituationer.

Koncernen Stockholms Hamnar för statistik över antalet fartyg som kommer in till hamnarna i Stockholm (Stadsgården, Frihamnen och Värtahamnen). Nedan ges en sammanställning av de större fartyg som passerade Kvarnholmen på väg till och från hamnarna i Stockholm under år 2006 och 2009^{iii,iv}.

Uppdragsnr: 10194793	Riskbedömning avseende påsegling Kvarnholmen DP5	
Daterad: 2014-09-19		
Handläggare: Jessica Fälth		
	September 2014	

Tabell 1. Fördelning av större fartyg som passerade utanför fastigheten under 2006 och 2009.

Fartygstyp	Antal passager 2006	Antal passager 2009	Antal passager 2010
Finlandsfärjor (Viking Line)	2920	2118	-
Ålandsfärjor (Birka Cruises)	700	303	-
Ålandsfärjor (Ånedin-linjen)	700	606	-
Kryssningsfartyg	372	290	298*
Totalt	4692	3317	-

* Prognos från Stockholms Hamnar.

Majoriteten av trafiken som går förbi Kvarnholmen är mindre fritidsbåtar och skärgårdsbåtar, vilka inte omfattas av något krav på rapportering till hamnkontor eller Sjöfartsverket.

3 Riskuppskattning

3.1 Konsekvens


I detta avsnitt resoneras kring de konsekvenser som kan uppstå vid påsegling av ett fartyg. Faktorer som är relevanta att ta hänsyn till är fartygets hastighet, storlek, djupgående och förens överhäng. Även byggnadernas placering och vilket befintligt fysiskt skydd som finns beaktas.

3.1.1 Befintliga fysiska skydd

Bostadshusen planeras att uppföras drygt 13 meter från vattnet. Byggnaderna kommer stå cirka 2,5 meter ovan vattenytan. Ingen kaj kommer gå utmed vattnet, utan enbart stenstrand och något trädäck, se Figur 7. Mellan stranden och vägen löper en murad vägg. Enligt geotekniskt underlag består det översta bottenlagret (cirka 10 meter) främst av sand och grus.

3.1.2 Fartyg

Vad gäller fartygens storlek och djupgående med mera används den kartläggning av fartygstrafiken i farleden som gjordes i samband med riskanalys för detaljplan 1 och 2. Finlandsfärjorna är normalt de största fartygen som trafikerar farleden. Under sommarhalvåret går dock även större kryssningsfartyg in till kajen vid Stadsgården och Skeppsbron eller ankrar utanför. Dessa fartyg kan vara över 300 meter långa och har ofta ett djupgående på omkring 8 meter. Tabell 2 nedan visar en sammanställning av fartyg och deras storlekar.


Uppdragsnr: 10194793	Riskbedömning avseende påsegling Kvarnholmen DP5	
Daterad: 2014-09-19		
Handläggare: Jessica Fälth	September 2014	

Tabell 2. Sammanställning av fartyg i linjetrafik och ett urval av de kryssningsfartyg som kommer att passera Kvarnholmen under sommaren 2010^v. Måtten är angivna i meter.

Fartyg	Längd	Djupgående	Avstånd mellan bulb och för	Förens höjd över vattnet	Hamn
<i>Cinderella (Viking Line)</i>	191	6,74	7-9	13	Vikingterminalen
<i>Mariella (Viking Line)</i>	176,9	6,8	7-9	13	Vikingterminalen
<i>Gabriella (Viking Line)</i>	171,2	6,4	7-9	13	Vikingterminalen
<i>Isabella (Viking Line)</i>	171,2	6,4	7-9	13	Vikingterminalen
<i>Amorella (Viking Line)</i>	169,4	6,35	7-9	13	Vikingterminalen
<i>Rosella (Viking Line)</i>	136,1	5,6	Ingen uppgift	Ingen uppgift	Vikingterminalen
<i>Viking XPRS (Viking Line)</i>	185	6,55	Ingen uppgift	Ingen uppgift	Vikingterminalen
<i>Birka Paradise (Birka Cruises)</i>	177	6,5	6	Ingen uppgift	Stadsgården
<i>Birger Jarl (Ånedinlinjen)</i>	92	5,2	5 (uppskattning)	Ingen uppgift	Skeppsbron
<i>The World</i>	196	6,7	30 (uppskattning)	Ingen uppgift	Stadsgården
<i>Star princess</i>	290	8,0	35 (uppskattning)	Ingen uppgift	Stadsgården
<i>Jewel of the Seas</i>	293	8,14	25 (uppskattning)	Ingen uppgift	Stadsgården
<i>Albatros</i>	178	7,3	15 (uppskattning)	Ingen uppgift	Stadsgården
<i>Athena</i>	160	7,9	10 (uppskattning)	Ingen uppgift	Stadsgården
<i>Empress</i>	210	7,1	20 (uppskattning)	Ingen uppgift	Stadsgården
<i>Delphin</i>	155	IU	10 (uppskattning)	Ingen uppgift	Stadsgården
<i>Mein Schiff</i>	263	7,7	Ingen uppgift	Ingen uppgift	Stadsgården
<i>Eurodam</i>	285	7,8	Ingen uppgift	Ingen uppgift	Stadsgården
<i>Aida Blue</i>	245	8,1	Ingen uppgift	Ingen uppgift	Stadsgården
<i>Sea Cloud II</i>	117	5,7	Ingen uppgift	Ingen uppgift	Stadsgården
Genomsnitt	212	7	7-9	13	

3.1.2.1 Viking Line och Birka Cruises

Av Tabell 2 framgår att maximalt påverkat område vid påsegling av dessa fartyg och strandkanten utgörs av cirka 9 meter, eftersom avståndet mellan fartygets bulb och för uppgår till detta mått. Djupgåendet på dessa fartyg är cirka 6,5 meter vilket gör att dessa fartyg grundstöter cirka 8-10 meter från strandkanten. Med anledning av det lösa materialet i botten antas det att fartyget kan fortsätta glida genom detta material vidare mot strandkanten. Bedömningen görs att då fartyget glidit längs botten i 8 meter har hastigheten sjunkit så mycket att det stannar helt då det träffar den gjutna mur som går utmed vägen. Eftersom byggnaderna planeras cirka 13 meter från vattnet bedöms en påsegling av denna typ av fartyg inte allvarligt kunna skada byggnaderna.

Uppdragsnr: 10194793	Riskbedömning avseende påsegling Kvarnholmen DP5	
Daterad: 2014-09-19		
Handläggare: Jessica Fälth		
	September 2014	

3.1.2.2 Ånedinlinjen

Birger Jarl har ett djupgående på cirka 5 meter som gör att fartyget grundar cirka 7 meter från strandkanten. Fartyget har en relativt trubbig form och överhänget i fören uppskattas vara mindre än 5 meter. Slutsatsen av detta blir att inte heller denna typ av fartyg förväntas kunna skada byggnaderna allvarligt.

3.1.2.3 Kryssningsfartyg

Den typ av fartyg som bedöms utgöra ett hot mot byggnaden är de största kryssningsfartygen. Dessa har alla ett överhäng i fören på mer än 10 meter, upp till cirka 35 meters överhäng på *Star Princess*. Dessa fartyg har ett djupgående på cirka 8 meter vilket gör att de grundstöter cirka 10-12 meter ut från strandlinjen. Eftersom byggnaderna ligger cirka 13 meter från vattenlinjen innebär detta att ett kryssningsfartyg som kommer ur kurs mot området kan träffa byggnaden med fören. En sådan kollision antas medföra att byggnaden helt kollapsar, vilket innebär att konsekvensområdet därmed sträcker sig till byggnadens baksida, cirka 45 meter från betongmuren. Ur Tabell 2 kan utläsas att fartyg som är mer än 150 meter långa ofta har ett överhäng på mer än 10 meter i fören. Statistik från Transportstyrelsen⁷ visar att omkring 85 % av kryssningsfartygen var över 150 meter långa både 2008 och 2009. Kryssningsfartygen utgjorde 8,7 % ($290 / 3317 = 0,087$) av det totala antalet större fartygspassager utanför Kvarnholmen 2009 (och omkring 8 % år 2006). Detta leder till att omkring 7 % ($0,087 * 0,85$) av det totala antalet passager utgör ett hot mot byggnaden.


3.1.2.4 Mindre fartyg och båtar

Majoriteten av alla fartyg som passerar Kvarnholmen är mindre fartyg och fritidsbåtar som inte bedöms kunna påverka byggnaderna.

3.1.3 Sammanfattning konsekvensavstånd

Tabell 3. Sammanfattning av konsekvensavstånd för olika typer av fartyg.

Typ av fartyg	Konsekvensavstånd
Viking Line och Birka Cruises	9 meter
Ånedinlinjen	5 meter
Kryssningsfartyg	45 meter
Mindre fartyg och båtar	Bedöms ej kunna påverka byggnaderna.

Uppdragsnr: 10194793	Riskbedömning avseende påsegling Kvarnholmen DP5	
Daterad: 2014-09-19		
Handläggare: Jessica Fälth		
	September 2014	

3.2 Frekvens

Detta avsnitt syftar till att ge en uppskattning av frekvensen för påsegling av byggnaden, genom att studera relevant olycksstatistik, olika kollisionkurser och infallsvinklar samt möjliga motåtgärder från besättningen.

3.2.1 Olycksstatistik

Några händelser som antas kunna leda till fartyg ur kurs är följande^{vi}:

Fel på tekniska system som leder till oönskad gir med kurs mot byggnaden:

- Förlorad roderverkan, tekniskt fel rörande utrustningen ombord
- Blackout i maskin, strömmen slås ut och fartyget kan inte manövreras
- Fel i styr- och navigeringssystem


Mänskliga misstag eller naturfenomen som leder till avvikelse från riktig kurs:

- Felnavigering
- Bristande uppmärksamhet, sjukdom etcetera
- Begränsad sikt på grund av väder
- För hög fart
- Oväntat möte eller annat hinder
- Kollision
- Begränsad manöverförmåga på grund av is
- Påverkan av vind eller strömmar
- Förskjutning av last

Enligt Sjölagen^{vii} (1994:1009) kapitel 6 §14 är befälhavare ombord på fartyg skyldiga att rapportera olyckshändelser. Även i Lagen (1990:712) om undersökning av olyckor^{viii} §2 finns krav på att olyckor med sjöfart ska rapporteras. Transportstyrelsen tillhandahåller och hanterar olycksstatistik från de olyckor som rapporterats till sjöolycksdatabasen, SjöOlycksSystemet, SOS. Under perioden 1985-01-01 – 2009-06-17 rapporterades 535 olyckor och tillbud i Stockholms skärgård^{ix}. I det urval som använts gäller följande urvalsdefinitioner:

Tidsperiod: 1985-01-01-2009-06-17
Område: Stockholms skärgård
Typ av händelse: Samtliga händelsetyper utom personolycksfall ombord svenska och utländska handels- och fiskefartyg

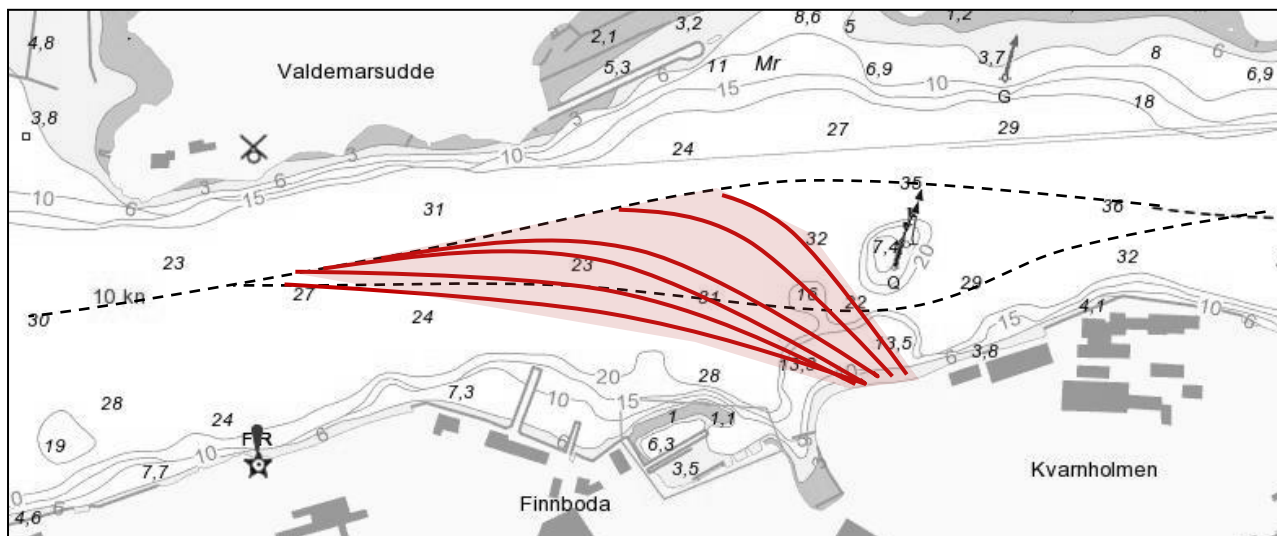
En stor andel av det totala antalet händelser var kollisioner mellan två fartyg eller mindre allvarliga grundstötningar. Den största andelen av dessa inträffade i samband med tilläggning eller avgång från kaj. I aktuellt område finns ingen tilläggsplats för större fartyg som används regelbundet idag och därför är statistiken för flertalet av händelserna ej tillämpliga i denna frekvensuppskattning. Bland de 535 händelserna identifierades nio händelser som bedömdes tillräckligt allvarliga för en vidare studie. Dessa händelser gällde främst fartyg som kom ur kurs eller grundstötte. Av dessa nio händelser bedömdes sex stycken inte vara relevanta på grund av att det inblandade fartyget var för litet (mindre än 50 meter långt), att redundant back-up-system fungerade och förhindrade kollision, att grundstötningen var så mild att inga större skador uppkommit på fartyget eller att styrmannen varit berusad eller

Uppdragsnr: 10194793	Riskbedömning avseende påsegling Kvarnholmen DP5	
Daterad: 2014-09-19		
Handläggare: Jessica Fälth		
	September 2014	

sovit på sin post. Eftersom det råder lotsplikt på fartygen, vilket innebär att en av Sjöfartsverket anställd lotsbåt hjälper fartyg över 70 meter att navigera in till hamnen, bedöms det som mycket osannolikt att sovande eller berusad personal skulle förekomma på dessa kryssningsfartyg precis innan fartygen angör hamnen i Stockholm. Detta lämnade tre relevanta händelser som var allvarliga nog att, om händelsen inträffat utanför Kvarnholmen, kunnat leda till en kollision med byggnaderna. Händelserna inkluderade black-out och felfungerande styrsystem. Frekvensen för sådana allvarliga händelser någonstans i skärgården är därmed ungefär $3 \text{ händelser} / 25 \text{ år} = 0,12 \text{ händelser} / \text{år}$. De farleder där större fartyg går i Stockholms skärgård uppgår till 206 km vattenväg.


3.2.2 Kollisionskurs

Figur 9 nedan åskådliggör inom vilket område (det *kritiska området*) som det finns en fara för att ett stort kryssningsfartyg girar och kolliderar med byggnaden, med hänsyn till svängradien och de lokala förutsättningarna. Observera att endast fartygstrafik på väg ut från Stockholm (österut) antas utgöra ett hot, då vinkeln gör det otroligt att fartyg på väg mot Stockholm skulle kunna träffa området. Den sträcka som utgör det kritiska området är uppskattningsvis 1 kilometer lång. Sannolikheten att ett fartyg kommer ur kurs precis inom det kritiska området utanför Kvarnholmen blir därmed: $1 \text{ km} / 206 \text{ km} = 0,005 = 0,5 \%$ av Stockholms vattenväg. Då endast fartyg på väg ut från Stockholm antas utgöra ett hot mot byggnaden, bortses från den hälften av passagerarna som är på väg västerut. Av den anledningen reduceras sannolikheten att ett fartyg kommer ur kurs inom det kritiska området till $0,25 \%$.



Figur 9. Några möjliga infallsvinklar och det kritiska område inom vilket olyckor eller incidenter bedöms kunna leda till kollision med byggnaden.

Sannolikheten för att ett fartyg ska gå ur kurs i en viss riktning är lika stor för samtliga gradantal $\pm 90^\circ$ i fartygets riktning. Detta bedöms vara ett konservativt antagande. För att fartyget ska träffa byggnaden utan att svänga under sträckan är medelvinkeln från farleden omkring 5° , om antagandet görs att fartyget inte girar vid flera tillfällen mellan farleden och byggnaden. Detta ger en sannolikhet på $5/180 \approx 3 \%$ att fartyget kommer på kollisionsriktning då det kommer ur kurs utanför Kvarnholmen. I de flesta situationer, som till exempel fel på styrsystemet ombord, kan fartyget antas gira i en svängande kurva. En del av de fartyg som initialt girar i kollisionsriktning med byggnaden kommer därmed att hålla en svängande kurs som missar byggnaden. På samma sätt kommer en del fartyg som inte har en initial kollisionskurs ändå att kunna kollidera med byggnaden. Dessa två scenarier antas grovt ta ut varandra, varför sannolikheten att ett fartyg kommer på kollisionskurs med byggnaden vidare antas


Uppdragsnr: 10194793	Riskbedömning avseende påsegling Kvarnholmen DP5	
Daterad: 2014-09-19		
Handläggare: Jessica Fälth	September 2014	

vara 3 %. Ett fartyg som har en sned kurs mot byggnaden kommer att träffa botten tidigare och gå en längre sträcka på botten och därmed bromsas upp. På grund av det lösa materialet i botten antas dock att majoriteten av fartygen ändå kan nå strandkanten. Vissa fartyg som träffar botten i liten vinkel bromsas upp så mycket att de antas flekteras bort från land av grundstötningen.

3.2.3 Motåtgärder från besättningen

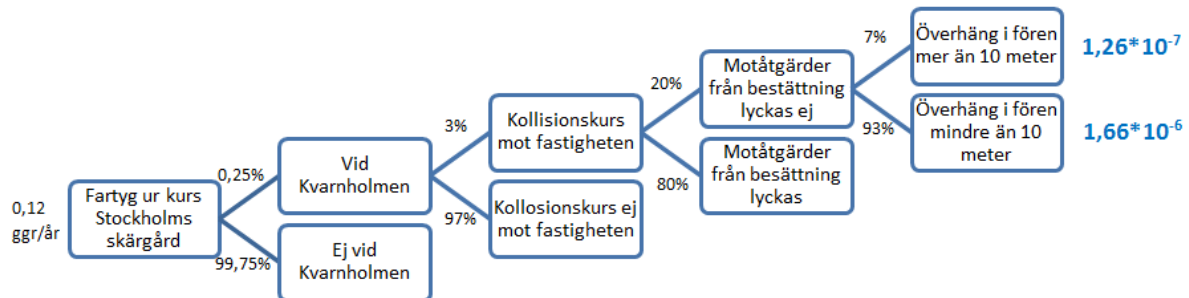
Då farleden går ungefär mitt mellan Kvarnholmen och Djurgården är det omkring 200 meter från farleden in till strandkanten. Svängraden för större fartyg varierar med konstruktion, längd, styrsystem, ålder med mera. Birka Paradise har till exempel en ungefärlig svängradie (90°) på 100 meter i 7 knop^x. Viking Line har inga uppgifter om hur snabbt deras fartyg kan gira 90°. I den aktuella farleden är hastighetsbegränsningen för större fartyg 7 knop (3,6 m/s), och alla större fartyg som passerar antas kunna hålla den hastigheten. Det finns med andra ord tillräckligt med plats för att även de större fartygen ska kunna gira och kollidera med fören mot muren. En sådan gir utsätter dock fartyget för en bromsande kraft (huvudsakligen till följd av centrifugalkrafter), som kommer sänka hastigheten. Även då framdrivningen fortfarande arbetar kommer hastigheten att sjunka med omkring 2 knop under de första 60° kursändring.

Sträckan som ett fartyg kommer att färdas från att det lämnar farleden till att det kolliderar med muren är mellan 200-1200 meter. Om hastigheten antas vara konstant 7 knop (3,6 m/s) tar det mellan 1-5 minuter för ett fartyg att färdas den sträckan. I verkligheten kommer denna tid att vara något större på grund av inbromsningen. I många fall kan det antas att besättningen under denna tid hinner vidta åtgärder för att sänka hastigheten eller ändra kurs. Mycket grovt uppskattas att besättningen hinner vidta åtgärder och förhindra en kollision i 80 % av fallen då ett fartyg befinner sig på kollisionskurs med byggnaden.

Uppdragsnr: 10194793	Riskbedömning avseende påsegling Kvarnholmen DP5	
Daterad: 2014-09-19		
Handläggare: Jessica Fälth		
	September 2014	

3.2.4 Händelseträd

Händelseträdets i Figur 10 sammanfattar de antaganden som gjort i samband med frekvensuppskattningen, och de värden på sannolikheter som använts finns markerade med kursiv text tidigare i detta kapitel.




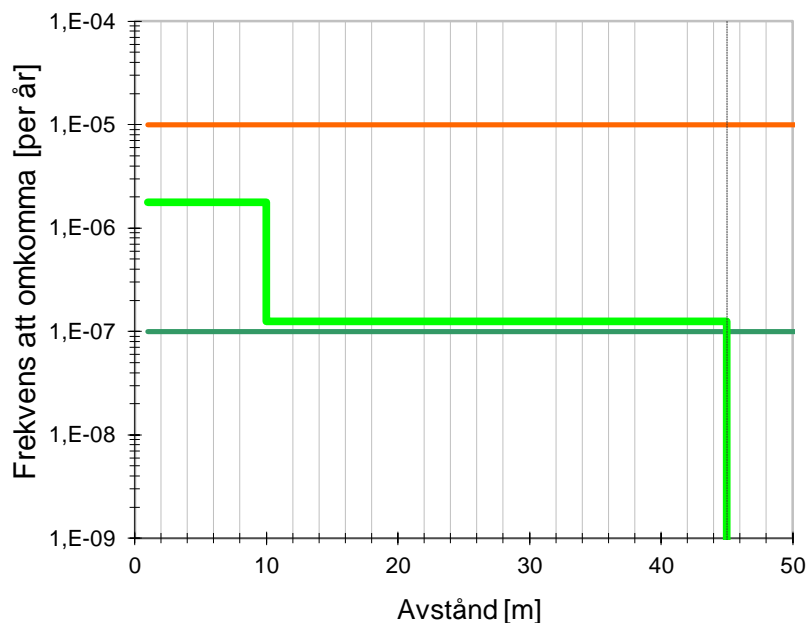
Figur 10. Händelseträd för fartyg ur kurs i Stockholms skärgård.

Frekvensen för påsegling av mindre fartyg uppskattas bli $1,66 \cdot 10^{-6}$ per år, och frekvensen av kollisioner med större kryssningsfartyg som leder till byggnadskollaps beräknas till $1,26 \cdot 10^{-7}$ per år. Beroende på typen av fartyg blir det konsekvensdrabbade området olika stort, och risknivån varierar därmed med avståndet från mur. Individrisken vid olika avstånd från muren redovisas i nästa avsnitt.

3.3 Resultat riskuppskattning

Med individrisk avses sannolikheten (frekvensen) att enskilda individer ska omkomma på en specifik plats. Individrisken tar ingen hänsyn till hur många personer som kan förväntas omkomma eller skadas till följd av en olycka och är därför oberoende av hur många människor som vistas i området. Individrisken har beräknats utifrån de tidigare presenterade frekvens- och konsekvensuppskattningarna. Den individriskprofil som redovisas nedan i Figur 11 är den kumulativa frekvensen för att en person ska omkomma då denna befinner sig inom ett visst avstånd från riskkällan (som i detta fall är ett kolliderande fartyg). Detta innebär att en person som befinner sig exempelvis 10 meter från riskkällan, utsätts för risken av samtliga skadescenarier med konsekvensområde som är lika med eller överstiger 10 meter.


Uppdragsnr: 10194793	Riskbedömning avseende påsegling Kvarnholmen DP5	
Daterad: 2014-09-19		
Handläggare: Jessica Fälth		
	September 2014	



Figur 11. Resulterande individriskkurva för risker förknippade med påsegling.

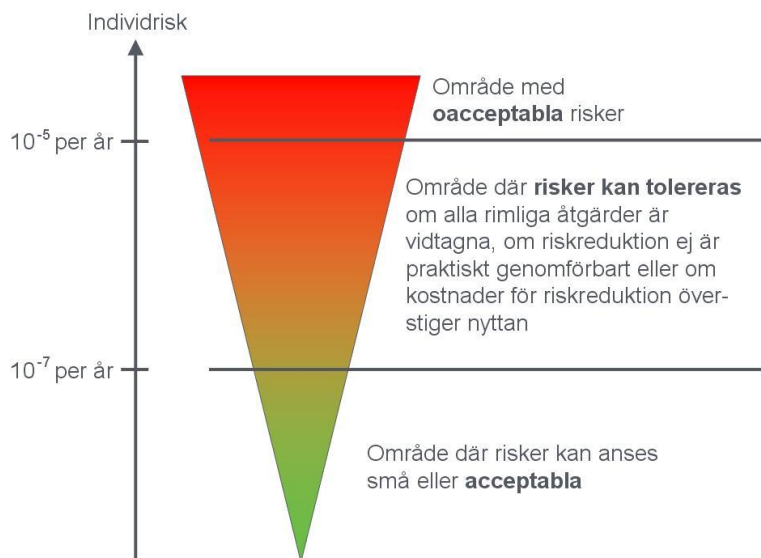
Resultatet visar att individrisken ligger inom ALARP-området för bostäderna (begreppet förklaras utförligare i Kapitel 4. *Risikvärdering*). Inom 10 meter från strandkanten hamnar individrisken i de övre regionerna av ALARP-området, medan individrisken i byggnaden ligger strax över det undre kriteriet.

Risken för personer som befinner sig framför byggnaden kan dock antas vara lägre än vad denna individriskkurva visar. Det antagandet baseras på att dessa personer (till skillnad från de som befinner sig i byggnaden) har en god uppsikt över vad som händer runt omkring, samt bör uppfatta de varningssignaler som ett fartyg kan förväntas skicka då det befinner sig på kollisionskurs med muren. Personer som vistas mellan byggnaden och strandkanten antas även ha goda möjligheter att sätta sig i säkerhet vid en sådan situation.

Uppdragsnr: 10194793	Riskbedömning avseende påsegling Kvarnholmen DP5	
Daterad: 2014-09-19		
Handläggare: Jessica Fälth		
	September 2014	

4 Riskvärdering

I Sverige finns inget nationellt beslut över vilka kriterier som skall tillämpas vid riskvärdering inom samhällsbyggnadsprocessen. Det Norske Veritas (DNV) har på uppdrag av före detta Räddningsverket tagit fram förslag på riskkriterier^{xi} gällande individ- och samhällsrisk, som kan användas vid riskvärdering. Riskkriterierna berör liv, och uttrycks vanligen som sannolikheten för att en olycka med given konsekvens skall inträffa. Risker kan kategoriskt indelas i tre grupper; acceptabla, tolerabla med restriktioner eller oacceptabla, se Figur 12.




Figur 12. DNV:s förslag till uppbyggnad av kriterium för värdering av risk. Anpassad från Värdering av Risk^{xi}.

Följande förslag till tolkning rekommenderas^{xi}:

- Risker som klassificeras som oacceptabla värderas som oacceptabelt stora och tolereras ej. För dessa risker behöver mer detaljerade analyser genomföras och/eller riskreducerande åtgärder vidtas.
- De risker som bedöms tillhöra den andra kategorin värderas som tolerabla om alla rimliga åtgärder är vidtagna. Risker i denna kategori ska behandlas med ALARP-principen (As Low As Reasonably Practicable). Risker som ligger i den övre delen, nära gränsen för oacceptabla risker, tolereras endast om nyttan med verksamheten anses mycket stor, och det är praktiskt omöjligt att vidta riskreducerande åtgärder. I den nedre delen av området bör kraven på riskreduktion inte ställas lika hårda, men möjliga åtgärder till riskreduktion skall beaktas. Ett kvantitativt mått på vad som är rimliga åtgärder kan erhållas genom kostnad-nytta-analys.
- De risker som kategoriseras som små kan värderas som acceptabla. Dock ska möjligheter för ytterligare riskreduktion undersökas. Riskreducerande åtgärder, som med hänsyn till kostnad kan anses rimliga att genomföra, ska genomföras.

För individrisk föreslår Räddningsverket följande kriterier:

- Övre gräns för område där risker, under vissa förutsättningar, kan tolereras: 10^{-5} per år
- Övre gräns för område där risker kan kategoriseras som små: 10^{-7} per år

Uppdragsnr: 10194793	Riskbedömning avseende påsegling Kvarnholmen DP5	
Daterad: 2014-09-19		
Handläggare: Jessica Fälth		
	September 2014	

5 Riskreducerande åtgärder

Då den beräknade individrisken vid de planerade byggnaderna ligger lågt inom ALARP-området bedöms det ur risksynpunkt möjligt att uppföra de planerade bostadshusen under förutsättning att de riskreducerande åtgärder som bedöms som rimliga genomförs. I detta avsnitt nämns därför riskreducerande åtgärder som kan vidtas om deras kostnader bedöms som rimliga i förhållande till deras riskreducerande effekt.

5.1 Förslag till riskreducerande åtgärder

En möjlig riskreducerande åtgärd är upprättandet av en förstärkt kaj, vilken har dimensionerats för krafter i vissa vinklar baserat på de fartyg som vanligtvis trafikerar leden.

En annan möjlig åtgärd för att reducera individrisken vore att konstruera ett grund eller att höja bottennivån.

5.2 Åtgärdernas effekt

Upprättandet av en förstärkt kaj kommer att reducera risken genom att fartyget styrs undan från land vid en eventuell kollision.

Ett grund på 3 meters djup skulle exempelvis kunna bromsa upp och i vissa fall stoppa större fartyg, medan det skulle tillåta fortsatt trafik för mindre fartyg och fritidsbåtar.


En grov kostnadsuppskattning kopplade till de ovanstående förslagen har av beställaren uppskattats till ca 35 miljoner kronor för förstärkning av kajen och anläggandet av ett grund uppskattas vara i storleksordningen lika stor.

6 Osäkerheter

Riskbedömningar är alltid förknippade med osäkerheter, om än i olika stor utsträckning. Osäkerheter som kan påverka resultatet kan vara förknippade med bland annat det underlagsmaterial och de beräkningsmodeller som analysens resultat är baserat på. Det händer en del mindre allvarliga olyckor med fartyg i Stockholms skärgård, men lyckligtvis inträffar stora olyckor med större fartyg relativt sällan. Detta leder till att det endast finns ett begränsat statistiskt underlag att använda i en sådan här analys. Osäkerheten är därför stor gällande risker för påsegling av byggnader, och några definitiva slutsatser med utgångspunkt i sannolikhetsbedömningen kan inte dras.

Statistiken över antalet fartygspassager per år vilken används som underlag är hämtad år 2010. Detta innebär att osäkerheter är förknippade med detta underlag.

De antaganden och bedömningar som utförts i uppskattningen av frekvens är många och mycket grova. Dock har konservativa antaganden och bedömningar gjorts i samtliga fall varpå uppskattningen av risknivån inte bedöms vara orealistiskt låg.

Uppdragsnr: 10194793	Riskbedömning avseende påsegling Kvarnholmen DP5	
Daterad: 2014-09-19		
Handläggare: Jessica Fälth	September 2014	


7 Slutsatser

Den beräknade risknivån för byggnaderna i analysen är inom ALARP-områdets nedre del. I enlighet med riskkriterierna bör kraven på riskreduktion inte ställas lika hårda i nedre delen av ALARP-området, men möjliga åtgärder till riskreduktion skall beaktas. WSP bedömer att det ur risksynpunkt möjligt att uppföra de planerade bostadshusen. Kostnaden för föreslagna riskreducerande åtgärder bedöms orimliga i förhållande till den riskreducerande effekten. Risknivå med avseende på fartygskollision, $1,26 \cdot 10^{-7}$ per år, är i storleksordning lika stor som att träffas av blixten 10^{-7} per år och en tiopotens lägre än att drabbas av en flygolycka 10^{-6} per år. I relation till de riskreducerande åtgärderna för dessa risker rekommenderar WSP att uppföra de planerade bostadshusen utan ytterligare skyddsåtgärd för påsegling. Avståndet mellan strandlinje och husen, ca 13 m, ger ett gott skydd för påsegling av större fartyg i linje trafik som utgör majoriteten, ca 90 %, av fartygen som passerar Kvarnholmen.

Följande beslut föreslås tas för att vinna acceptans:

- Samhällig acceptans för rådande risknivå, risknivå är i nedre delen av ALARP.

Det rekommenderas vidare att ingen stadigvarande vistelse uppmuntras mellan strandkanten och byggnaden, på grund av den högre risknivå som råder där. Detta innebär att inga byggnader uppförs här. Promenadstråk och liknande, där personer som vistas kan förväntas ha god uppsikt och bli medvetna om en eventuell fara i tid, bedöms vara acceptabelt.

Uppdragsnr: 10194793	Riskbedömning avseende påsegling Kvarnholmen DP5	
Daterad: 2014-09-19		
Handläggare: Jessica Fälth		
	September 2014	

ⁱ Länsstyrelsen i Stockholms Län. (2003). *Riskhantering i Detaljplaneprocessen*, Rapport 2003:15. Stockholm: Länsstyrelsen i Stockholms Län.

ⁱⁱ Länsstyrelsen i Stockholms Län. (2003). *Riktlinjer för Riskanalyser som beslutsunderlag*, Faktablad nr 4:2003. Stockholm: Länsstyrelsen i Stockholms Län.

ⁱⁱⁱ Fogelberg, K. L., Stockholms hamnar, Samtal/e-post (2007-11-07).

^{iv} Rosén, C.-G. Transportstyrelsen, Sjötrafiksektionen, Erhållet via e-post: Utdrag från Transportstyrelsens register (2010-02-04)

^v Stockholms hamnar (senast uppdaterad 10-02-03), Fartygslista, [Elektronisk], Tillgänglig: www.stockholmshamn.se.

^{vi} Scc. (2001). *Finnboda Industrilokaler HB – Utredning av risk från fartygstrafik*, Scc.

^{vii} SFS 1994:1009. *Sjölag*. Stockholm: Näringsdepartementet.

^{viii} SFS 1990:712. *Lag om undersökning av olyckor*. Stockholm: Näringsdepartementet.

^{ix} Persson, G., Transportstyrelsen, Sjöfartsavdelningen., Utredningsenheten. Erhållet via e-post: Utdrag ur SOS (09-06-17)

^x Westerlund, T., Birka Cruises. Samtal (2007-11-01).

^{xi} Davidsson, G., Lindgren, M., Mett, L. (1997). *Värdering av Risk*, Statens Räddningsverk, Karlstad.