



Myndigheten för
samhällsskydd
och beredskap

Studie – Helhetsbild av risk inom industriparker

Del 1 – Dominoeffekter och kumulativ risk

FORSKNING

MSB:s kontaktpersoner:

Helena Fridh, helena.fridh@msb.se, 010-240 51 32

Helena Håkanson, helena.hakanson@msb.se, 010-240 54 46

Pär Ryén, par.ryen@msb.se, 010-240 54 01

Publikationsnummer MSB832 – april 2015

ISBN 978-91-7383-555-8

Förord

Riskbilden för en industripark med flera olika verksamheter med farliga ämnen eller farliga processer kan vara väldigt komplex. Det finns dock inga krav på ett solidariskt ansvar eller att någon av verksamhetsutövarna ska ha ett övergripande ansvar att ta fram en helhetsbild av riskerna för en industripark med många olika verksamheter.

Ytterligare en försvårande faktor är att det saknas en gemensam definition för hur dominoeffekter eller kumulativa/överlagrade risker ska beskrivas och hanteras. Detta medför att det är svårt att sammanställa den totala riskbilden om man inte har en gemensam grund och gemensamma mål inom industriparken.

För vissa komplexa industriparkar behöver det finnas en koordinering mellan verksamheterna. Detta hade underlättats av om det fanns vissa gemensamma grunder i riskhanteringen, begrepp och målbilder i syfte att få fram en tydlig och transparent helhetsbild av riskerna för industriparken.

Syftet med detta dokument är att underlätta för verksamhetsutövare och myndigheter att ta fram den övergripande riskbilden – ”helheten” – inom industriparkar där det finns flera olika verksamhetsutövare med farliga ämnen eller farliga processer som kan innebära svåra konsekvenser för hälsa och miljö i händelse av en olycka. Helhetsbilden behövs oavsett om det är fråga om Sevesoverksamheter eller andra typer av storskaliga industrier och verksamheter som utgör risker för omgivningen.

Studien har genomförts av WSP på uppdrag av MSB och består av två delar, Del 1 – Dominoeffekter och kumulativ risk 1 och Del 2 - Metodstöd. Författarna svarar för sakinnehållet i rapporten.

Innehållsförteckning

1. Inledning	7
1.1 Bakgrund	7
1.2 Syfte.....	7
1.3 Mål	7
1.4 Avgränsningar.....	8
1.5 Styrande dokument	8
1.6 Begrepp och definitioner.....	8
1.7 Referensgrupp	10
1.8 Internkontroll.....	11
2. Bakgrund	12
3. Metod	13
3.1 Litteraturstudie	13
3.2 Enkätstudie	14
3.3 Referensgrupp	14
4. Studie	15
4.1 Referenslitteratur från MSB.....	15
4.1.1 Seveso Inspection Series Volume 5	15
4.1.2 Seveso Inspection Series Volume 5 Short report.....	16
4.1.3 Håndtering af dominoeffekter i erhvervsområder	17
4.1.4 Domino effect in process-industry accidents	18
4.1.5 Process Safety and Environmental Protection	20
4.1.6 Dominoeffekter i Göteborgs Oljehamn.....	20
4.1.7 Säkerhetsstudie Stenugnsund	21
4.1.8 Tukes studie om Kilpilahti industriområde.....	21
4.1.9 Tillägg till översiktsplan Norrköpings kommun.....	22
4.1.10 QRA Göteborg LNG Terminal.....	23
4.1.11 Major accidents commission	24
4.2 Övrig referenslitteratur.....	24
4.3 Enkätstudie	28
4.3.1 Svensk enkätstudie.....	28
4.3.2 Internationell enkätstudie	31
4.4 Referensgrupp	35
5. Dominoeffekt	36
5.1 Litteraturstudie	36
5.2 Enkätstudie	37
5.3 Diskussion	37
5.4 Definition	38
6. Kumulativ risk	40
6.1 Kumulativ effekt.....	40

6.2 Kumulativ riskpåverkan.....	41
6.2.1 Olycksrisk och miljöpåverkan	41
6.2.2 Kumulativ riskpåverkan som miljö- och hälsoeffekt	42
6.2.3 Additiv riskpåverkan.....	42
6.2.4 Synergistisk riskpåverkan.....	43
6.3 Sammanfattning kumulativ riskpåverkan.....	43
7. Diskussion	44
7.1 Inledning.....	44
7.2 Lagstiftning	45
7.3 Skapa helhetsbild av riskpåverkan.....	45
7.4 Enkelt i teorin – svårt i praktiken?	46
7.5 Förslag till definitioner.....	47
7.5.1 Definition av dominoeffekt.....	47
7.5.2 Definition av kumulativ riskpåverkan	47
8. Slutsats	48
Bilaga 1: Enkätstudie.....	49
Bilaga 2: Definitioner av dominoeffekt	51
Bilaga 3: Referenslista.....	57

Sammanfattning

MSB:s erfarenhet indikerar att förståelsen för och tolkningen av begreppen *dominoeffekt* respektive *kumulativ risk* är ytterst varierande idag, hos både företag och myndigheter. MSB har således initierat denna studie för att utreda och definiera dessa begrepp. Detta dels för att erhålla en vidare definition av begreppet dominoeffekt än det som i dagsläget avses i Sevesodirektivet och dels för att ta fram ett förslag på definition av begreppet kumulativ risk/kumulativ riskpåverkan.

Föreslagna definitioner grundar sig på följande underlag:

Litteraturstudie: Litteraturstudien omfattade nationella och internationella publikationer, forskningsrapporter, myndighetsutlåtande med mera.

Enkätstudie: Enkätstudien omfattade personer, inom eller i kontakt med WSP, som genom sin tjänst bedömts besitta relevant kunskap i ämnet. Enkäten skickades till personer i både Sverige och internationellt.

Referensgrupp: Referensgruppen har valts ut för att representera samtliga berörda parter vid riskhantering inom industriparker. Deltagarna representerar således myndigheter, verksamhetsutövare och markägare.

Här kan konstateras att dominoeffekt är ett välkänt begrepp som återfinns inom litteraturen och där vald definition utgjorde en av flera definitioner, medan begreppet kumulativ riskpåverkan är en direkt härledning från begreppet kumulativ effekt.

Resultatet av denna studie medför att följande definition av dominoeffekt bedöms vara mest heltäckande utifrån studiens bakgrund:

”En händelsekedja där en primär olycka fortplantas till närliggande system eller verksamheter och därigenom orsakar en eller flera sekundära händelser vars effekter förvärrar de totala konsekvenserna av den ursprungliga olyckan.”

Definition av begreppet kumulativ riskpåverkan som bäst bedöms uppfylla syftet med studien är:

”Med kumulativ riskpåverkan avses de miljö- och hälsoeffekter som olycksrisker vid en verksamhet tillsammans med andra pågående, tidigare och framtida verksamheter kan ge upphov till.

Kumulativ riskpåverkan kan delas in i additiv riskpåverkan och synergistisk riskpåverkan.”

1. Inledning

WSP har fått i uppdrag av Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB) att genomföra en studie kring helhetsbilden av risk inom industriparcker, med särskilt fokus på begreppen *dominoeffekt* respektive *kumulativ risk*.

1.1 Bakgrund

MSB:s erfarenhet indikerar att förståelsen för och tolkningen av begreppen *dominoeffekt* respektive *kumulativ risk* är ytterst varierande idag, hos både företag och myndigheter. MSB har således initierat denna studie för att utreda och definiera dessa begrepp. Detta dels för att erhålla en vidare definition av begreppet dominoeffekt än det som i dagsläget avses i Sevesodirektivet och dels för att ta fram ett förslag på definition av begreppet kumulativ risk.

Båda dessa begrepp bedöms vara centrala vid hantering av riskbilden inom industriparcker utifrån ett helhetsperspektiv. Helhetsbilden är viktig oavsett om det rör sig om Sevesoverksamheter eller andra typer av storskaliga industrier/verksamheter som utgör en fara för omgivningen. Genom att skaffa en helhetsbild av riskerna underlättas kontrollen över den sammanlagda riskbilden. Ett stöd inom metodiken för att få fram helhetsbilden är en tydlig och transparent behandling av dominoeffekter, samt att kumulativ risk används för att få ett bättre beslutsunderlag vid förändring eller nyetablering både inom och/eller utanför industriparcker.

1.2 Syfte

Studien syftar till att underlätta för verksamhetsutövare och myndigheter att få fram den övergripande riskbilden (helheten) inom industriparcker där det finns flera olika verksamhetsutövare som hanterar farliga ämnen och/eller processer som kan innebära svåra konsekvenser i händelse av olycka. Syftet är att definiera hur industriparcker kan använda båda begreppen dominoeffekt respektive kumulativ risk för att kunna avgöra antingen när det föreligger ett behov av att reducera befintliga risker, alternativt när en förändring innebär att den samlade risknivån blir för hög.

1.3 Mål

Målet med studien är att den ska resultera i en vägledning för både verksamhetsutövare inom industriparcker och myndigheter så att de på ett bättre sätt kan skapa förutsättningar för att få en helhetsbild av riskerna inom industriparcker. Då Sverige saknar nationella acceptanskriterier för tolerabel risk presenteras slutresultatet av utredningen utifrån miljöbalkens övergripande mål och hänsynsregler.

1.4 Avgränsningar

Studien består av två delar och genomförs i följande steg:

- Del 1: Samanställning och utveckling av befintligt material rörande dominoeffekt och kumulativ risk.
- Del 2: Utveckling och tillämpning av ett metodstöd för verksamhetsutövare och myndigheter.

Denna rapport behandlar endast Del 1 (enligt ovan). Del 2 redovisas separat.

Studien inom Del 1 avgränsas till att omfatta följande delar:

Litteraturstudie: Litteraturstudien avgränsas i inledningsskedet till att omfatta den litteratur som MSB listade i förfrågningsunderlaget för detta projekt. Därefter utökas studien till att omfatta ytterligare ett antal källor för att säkerställa att underlaget är brett (med källor från både forskningsrapporter, myndigheter och företag) och internationellt (med källor från både Sverige och andra delar av världen).

Enkätstudie: Enkätstudien avgränsas till att omfatta personer, inom eller i kontakt med WSP, som genom sin tjänst bedöms kunna besitta relevant kunskap i ämnet. Enkäten skickas till personer i både Sverige och internationellt.

Referensgrupp: Referensgruppen väljs ut för att representera samtliga berörda parter vid riskhantering inom industriparker. Deltagarna representerar således myndigheter, verksamhetsutövare och markägare.

1.5 Styrande dokument

Följande styrande dokument har legat till grund för denna studie:

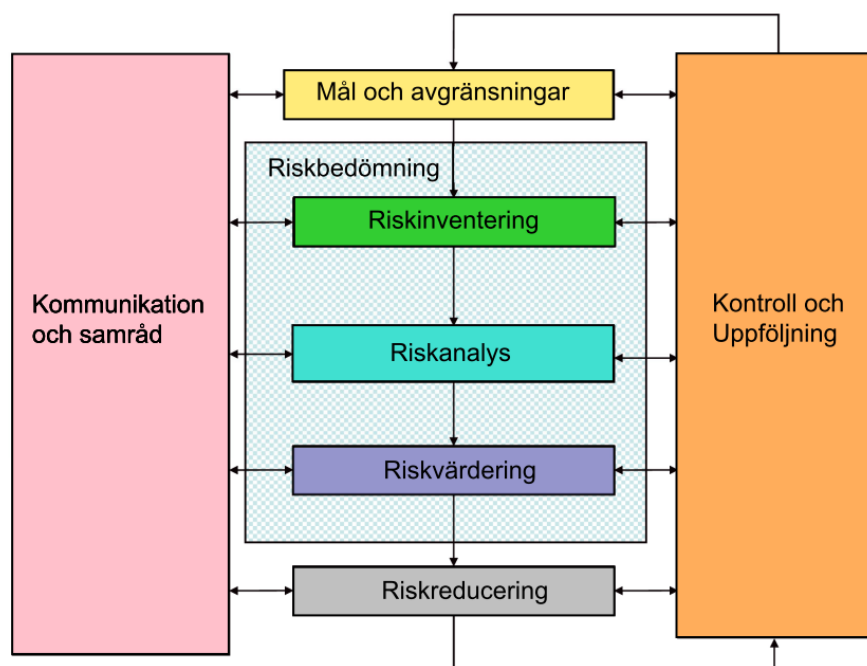
- Lag (1999:381) om åtgärder för att förebygga och begränsa följderna av allvarliga kemikalieolyckor
- Förordning (1999:382) om åtgärder för att förebygga och begränsa följderna av allvarliga kemikalieolyckor
- Statens räddningsverks föreskrifter (SRVFS 2005:2) om åtgärder för att förebygga och begränsa följderna av allvarliga kemikalieolyckor
- Miljöbalken (1998:808)
- Förordning (1998:905) om miljökonsekvensbeskrivningar
- Förordning (1998:901) om verksamhetsutövares egenkontroll
- Lag (2003:778) om skydd mot olyckor

1.6 Begrepp och definitioner

Denna studie innehåller många miljö- och riskbegrepp och i studien redogörs för kopplingar mellan begreppen. Flertalet av begreppen är inte entydigt definierade, varför det är viktigt att tidigt i studien definiera använda begrepp och beskriva deras kopplingar sinsemellan.

I samband med hantering av risker används en rad olika begrepp (se beskrivningar nedan) utifrån den s.k. riskhanteringsprocessen (1) (2). Då begreppen i denna process skiljer sig något från de begrepp som brukas i MKB (Miljökonsekvensbeskrivning)-sammanhang och som är av relevans i denna studie, beskrivs även kopplingen till de miljöbalksrelaterade begreppen scoping, miljöeffekt, miljöpåverkan och miljökonsekvens.

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. Konsekvens anger möjlig negativ påverkan på människa och miljö. Riskpåverkan är det som i en MKB innebär påverkan till följd av olyckshändelser.



Figur 1. Riskhanteringsprocessen.

Riskinventering utgör en delmängd av det som avses med riskanalys. Riskinventeringen omfattar en inventering av riskobjekt samt en identifiering av scenarier som kan medföra oönskade konsekvenser för det som definierats som skyddsvärt, d.v.s. det som påverkas. Identifieringen visar vad som är av betydelse att behandla i exempelvis miljökonsekvensbeskrivningen ur riskhänseende och fungerar således som ett sällningsverktyg (jmf scoping) för att avgöra vad som genererar betydande påverkan. Identifieringen kan avse riskkällor, men kan även belysa orsakssamband som kan identifieras och händelsekedjor som kan medföra en riskpåverkan.

Riskuppskattning ingår också som en del i en riskanalys och utgör en kvalitativ eller kvantitativ uppskattning av sannolikhet och konsekvens för respektive scenario. Den risknivå som uppskattas motsvarar det som i MKB-sammanhang ofta benämns som miljöeffekt, d.v.s. storleken av identifierad påverkan.

Riskvärdering ingår tillsammans med riskanalysen i det som kallas *riskbedömning*. Riskvärderingen innebär att avgöra om uppskattade risker kan accepteras, om det finns behov av riskreducerande åtgärder samt att verifiera olika alternativ. Exempel på bedömningsgrund kan vara acceptanskriterier för individ- och samhällsrisk eller hänsynsreglerna i Miljöbalken. Utfallet av en riskvärdering är att likställa med den miljökonsekvens som plötsligt inträffade olyckor kan medföra för respektive skyddsvärt objekt som beaktats. Här kan en begreppsförvirring uppstå eftersom miljökonsekvens och olyckskonsekvens är två skilda, men snarlika begrepp. Som nämnts tidigare utgör konsekvensen av en olycka en delmängd av begreppet risk. Miljökonsekvens hänger istället samman med riskpåverkan, dvs. om miljökonsekvensen avseende riskpåverkan är acceptabel eller oacceptabelt hög.

Riskreducering/kontroll utgör tillsammans med riskbedömningen det som avses med *riskhantering*. Riskreducering/kontroll innebär att utifrån riskvärderingen fatta beslut kring riskreducerande åtgärder och kontrollera att de genomförs och följs upp. Dessutom ingår att bevaka eventuella förändringar i systemet som kan föranleda behov av ny riskanalys. Riskreducering/kontroll motsvarar de krav på uppföljning som ställs i MKB-sammanhang. Detta utgör, precis som övriga delar av riskhanteringsprocessen, en metodik för att i MKB-processen identifiera, bedöma, värdera och följa upp de miljökonsekvenser som genereras av olyckshändelser.

Kumulativ effekt avser hur en verksamhet eller åtgärd tillsammans med andra pågående, tidigare och framtida verksamheter/åtgärder påverkar miljön i ett område.

Miljö, med begreppet miljö avses i denna rapport det vidare begreppet som används i Miljöbalken. Med miljö menas till exempel djur, växter, mark, vatten, luft, klimat, landskap, egendom och kulturmiljö. För att uppfylla miljöbalkens mål ska även den biologiska mångfalden bevaras, en god hushållning av mark, vatten och fysisk miljö i övrigt tryggas och hushållning med material, råvaror och energi främjas.

1.7 Referensgrupp

Följande personer ingår i referensgruppen:

- Jens Hagberg, MSB, Karlstad
- Samuel Andersson, Räddningstjänsten Östra Götaland
- Joar Hjertberg, Räddningstjänsten Östra Götaland
- Kristina Appleby, Tekniska Verken, Linköping
- Anders Romlin, Lantmännen Agroetanol, Norrköping
- Daniel Andersson, Siemens Industrial Turbomachinery, Finspång

1.8 Internkontroll

Rapporten är utförd av Emelie Laurin (Brandingenjör och Civilingenjör Riskhantering) och Henrik Selin (Civilingenjör Riskhantering och Ekosystemteknik). 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 Johan Lundin (Tekn. Dr.).

2. Bakgrund

Riskbilden för en industripark med flera olika verksamheter som hanterar farliga ämnen och/eller farliga processer kan vara väldigt komplex. Det finns dock inga krav på ett solidariskt ansvar eller att någon av verksamhetsutövarna ska ha ett övergripande ansvar att ta fram en helhetsbild över riskerna för en industripark med många olika verksamheter.

Ytterligare en försvårande faktor är att det saknas en gemensam definition av hur dominoeffekter eller kumulativa/överlagrade risker ska beskrivas och hanteras, vilket gör det svårt att sammanställa informationen om man inte har en gemensam grund och gemensamma mål inom industriparken. För komplexa industriparker behöver det finnas en koordinering mellan verksamheterna och detta hade underlättats av om det fanns vissa gemensamma begrepp, målbilder och grunder i riskhanteringen, i syfte att få fram en tydlig och transparent helhetsbild av riskerna.

3. Metod

Detta kapitel innehåller en beskrivning av arbetsgången i projektet samt de metoder som använts för respektive del i studien.

3.1 Litteraturstudie

Inom ramen för litteraturstudien studerades inledningsvis ett antal dokument, artiklar och rapporter som MSB listat som intressanta i förfrågningsunderlaget för detta projekt. Litteraturen har dels tillhandahållits av MSB, dels hämtats från webben. I samband med studien (exempelvis via listade källors referenslistor, via övriga träffar vid användning av sökmotorer eller genom rekommendationer från enkätstudiens respondenter) identifierades ytterligare ett antal källor som bedömdes ha relevans för uppdraget. Litteraturlistan utökades därför efterhand och källorna valdes ut för att få en så stor spridning som möjligt med avseende på både ursprung och geografi.

Det inledande skedet av en litteraturstudie är avgörande, eftersom relevant litteratur här ska sällas bort från icke-relevant litteratur. Likaså måste rätt praktisk erfarenhet ligga till grund för de definitioner som ska föreslås. Sammanställningen av litteraturlistan genomförs därför strukturerat och med tydliga motiveringar till varför litteratur sorteras som den görs. Fokus ligger på att sammanställningen sker transparent så att utomstående i framtida arbeten enkelt kan ta del av materialet och dra ifrån eller komplettera med relevant litteratur utifrån egna syften.

Med andra ord upprättas sammanfattningen av litteraturen så att den kan återanvändas i andra sammanhang. Sådana sammanhang kan till exempel vara tillsyn av Sevesoverksamhet och/eller hantering av dominoeffekter eller kumulativ risk i samhällsplaneringen. Genom att upprätta en noggrann och tydlig sammanställning av relevant litteratur kommer sammanfattningen kunna vara gångbar både på lång sikt och i ett bredare perspektiv eftersom den kan nyttjas för flera syften.

Litteraturstudien delades således in i följande moment:

1. Översiktlig inventering av aktuell litteratur med avseende på innehåll och relevans samt med utgångspunkt i att definiera begreppen dominoeffekter och kumulativ risk.
2. Registrering av inventerade källor i excelbaserat sammanhållande dokument.
3. Djupare studie av de källor som bedömts relevanta enligt punkt 1.
4. Sammanfattning och redovisning av resultatet i detta dokument.

3.2 Enkätstudie

Enkäten som ligger till grund för studien har utformats av projektets medlemmar med utgångspunkt i studiens frågeställning. Syftet med enkäten är att skicka den till personer inom eller i kontakt med WSP i Sverige och internationellt som genom sitt arbete kan känna till dominoeffekter, kumulativa risker och/eller har erfarenhet av riskanalyser eller tillståndshantering vid industrier som antingen omfattas av Sevesodirektivet eller liknande lagstiftning.

Enkätmottagarna inom WSP Sverige har identifierats via interna kontakter och nätverk. Enkätmottagarna utanför Sverige har identifierats med hjälp av huvudansvarig för WSP-Environmental Planning. Enkäten skickas till samtliga namn som framkommit under identifieringsprocessen för att borga för största möjliga svarsmängd. Efter det att enkäten skickats ut en första omgång skickas påminnelser ut i två omgångar. Svarsfrekvensen blev enligt följande:

Sverige

Antal tillfrågade:	7
Antal inkomna svar:	6

Internationellt

Antal tillfrågade:	13
Antal inkomna svar:	6

3.3 Referensgrupp

För att bedöma förståelsen för begreppen dominoeffekt respektive kumulativ risk och för att skapa relevanta definitioner som sedan kan ligga till grund för Del 2 av studien bedöms det viktigt att målgruppen för hela uppdraget ges möjlighet att lämna synpunkter. WSP har därför skapat en referensgrupp. Tanken är att referensgruppens synpunkter, kombinerat med WSP:s erfarenheter inom området ska borga för en bred genomlysning av begreppen.

4. Studie

I detta kapitel presenteras resultaten från respektive delstudie som ligger till grund för huvudfrågeställningen i Del 1, dvs. att definiera begreppen dominoeffekt respektive kumulativ risk.

4.1 Referenslitteratur från MSB

I detta avsnitt redovisas en sammanfattning av referenslitteraturen som tillhandahölls av MSB i studiens förfrågningsunderlag. För varje källa anges titel, författare/utgivare samt en sammanfattning av innehållet i allmänhet och innehåll med avseende på dominoeffekt respektive kumulativ risk i synnerhet.

Kategorin *bedömd relevans* graderar källans relevans för studien på en femgradig skala enligt följande:

1. Ej relevant (innehåller inget av begreppen dominoeffekt eller kumulativ risk)
2. Möjligtvis relevant (nämner något av begreppen dominoeffekt eller kumulativ risk, dock endast kortfattat eller i ett annat sammanhang än vad som avses i denna studie)
3. Något relevant (beskriver/definierar något av begreppen dominoeffekt eller kumulativ risk, dock endast kortfattat)
4. Relevant (presenterar en definition av något av begreppen dominoeffekt eller kumulativ risk)
5. Mycket relevant (diskuterar något av begreppen dominoeffekt eller kumulativ risk ingående och med olika infallsvinklar)

Rubrikerna i följande stycken motsvarar titeln på respektive källa.

4.1.1 Seveso Inspection Series Volume 5

Titel:	Seveso Inspection Series Volume 5: Chemical Hazards Risk Management in Industrial Parks and Domino Effect Establishment - Key points and conclusions for Seveso Directive enforcement and implementation (3)
Utgivare/författare:	European Commission - Major Accident Hazards Bureau Security Technology Assessment Unit
Sammanfattning:	Se stycke 4.1.2
Dominoeffekt:	Se stycke 4.1.2
Kumulativ risk:	Rapporten listar verktyg och metoder som används i en rad europeiska länder för att hantera dominoeffekter. Här nämns bland annat att Irland använder en mjukvara för att bedöma kumulativ risk.

Bedömd relevans:	4
Kommentar:	Detta dokument är mycket omfattande, men sammanfattas i en kortare rapport enligt stycke 4.1.2 nedan.

4.1.2 Seveso Inspection Series Volume 5 Short report

Titel:	Seveso Inspection Series Volume 5 (short report): Chemical Hazards Risk Management in Industrial Parks and Domino Effect Establishment - Key points and conclusions for Seveso Directive enforcement and implementation (4)
Utgivare/författare:	European Commission - Major Accident Hazards Bureau Security Technology Assessment Unit
Sammanfattning:	<p>Denna rapport är en kortare version av huvudrapporten med samma titel (se stycke 4.1.1). Seveso Inspection Series Volume 5 sammanfattar resultatet av en workshop på temat <i>Dominoeffekter och industriparter</i> som hölls 2009 i Norge med deltagare från 19 länder.</p> <p>I rapporten diskuteras utmaningar, metoder och ”best practice” när det handlar om inspektion av industriparter där dominoeffekter är aktuella. Problematiken med avsaknad av tydliga lagkrav för gemensamt ansvar för gemensamma risker är central.</p> <p>På grund av de potentiella totala riskerna med industriområden eller områden med tänkbara dominoeffekter är det av stor vikt att ansvar när det gäller säkerhet och beredskap är tydligt definierade och att faktorer som skulle kunna leda till en upptrappning av olyckor mellan verksamheter identifieras och behandlas på rätt sätt för att minimera eventuella dominoeffekter. Brist på tydlighet avseende gemensamma risker och åtföljande ansvar kan leda till att vissa olycksrisker förbises eller behandlas bristfälligt. Samarbete och erfarenhetsåterföring mellan såväl myndigheter som länder måste förbättras.</p>
Dominoeffekt:	En dominoeffekt är den kumulativa verkan som blir resultatet av en händelse som sätter igång en kedja av liknande händelser på andra håll. Med andra ord kan processer inom verksamheter som fysiskt är helt åtskilda ha ett ömsesidigt beroende baserat på ett olycksscenario.
Kumulativ risk:	Kumulativ risk diskuteras inte som ett separat begrepp i denna rapport. Diskussionerna kretsar dock huvudsakligen kring den övergripande risknivån inom

industriparker samt att detta måste beaktas vid samhällsplanering.

Bedömd relevans: 4

Kommentar: Det bör särskilt noteras att detta dokument diskuterar både problematiken med avsaknad av tydliga lagkrav samt behovet av metodstöd för att genomföra Seveso-inspektioner.

4.1.3 Håndtering af dominoeffekter i erhvervsområder

Titel: Håndtering af dominoeffekter i erhvervsområder (Hantering av dominoeffekter i industriområden) (5)

Utgivare/författare: Miljöstyrelsen i Danmark i samarbejde med Beredskapsstyrelsen og Århus brandkår.

Sammanfattning: Rapporten är ett utkast till riktlinjer för hantering av dominoeffekter i industriområden och hanterar endast externa dominoeffekter (där olyckan sprider sig utanför den verksamhet där den startade).

Rapporten är indelad i fyra huvudkapitel: definition av dominoeffekt (se nedan), genomgång av lagrummet, hantering av dominoeffekter samt exempel.

Beredskapslagen: Anger att innan nya verksamheter eller större förändringar på befintliga verksamheter kan godkännas ska risken för dominoeffekter utredas. Restriktioner i markanvändning kan införas kring både Sevesoverksamheter och övriga farliga verksamheter.

Planlagen: Risk skall beaktas vid detaljplanering inom 500 meter från ”riskverksamhet”. En bedömning av riskverksamheter omfattar även externa risker och dominoeffekter. Det är upp till myndigheter att tillse att samtliga berörda verksamheter förses med relevant information från angränsande verksamheter.

Sevesolagstiftningen: Även i denna lag nämns att myndigheter ska förse dominoverksamhet med uppgifter som gör det möjligt att bedöma den totala risken för större haveri i verksamheten.

Hantering av dominoeffekter: Rapporten beskriver identifiering och bedömning av dominoeffekter, respektive hur dominoverksamheter skall inspekteras och åtgärder vidtas.

Dominoeffekt:	En olycka med farliga ämnen som sprider sig till andra verksamheter och därigenom orsakar en olycka som förstärker effekterna av den ursprungliga olyckan (extern dominoeffekt).
Kumulativ risk:	-
Bedömd relevans:	5

4.1.4 Domino effect in process-industry accidents

Titel:	Domino effect in process-industry accidents - An inventory of past events and identification of some patterns (6)
Utgivare/författare:	Journal of Loss Prevention in the Process Industries Abdolhamidzadeh et.al.
Sammanfattning:	Rapporten presenterar en mycket omfattande inventering av inträffade olyckor (224 stycken under åren 1917-2009) inom processindustrin som har involverat dominoeffekter. Inventeringen omfattar bland annat händelseförloppen som ledde till dominoeffekter. Informationen har analyserats för att identifiera mönster som kan studeras för att förstå dominoeffekter och minska sannolikheten för dess förekomst i framtiden. Rapporten introducerar även begreppet "lokal dominoeffekt".
Dominoeffekt:	<p>Rapporten går igenom olika definitioner av dominoeffekt och jämför hur begreppet används på olika håll i världen, samt konstaterar att det inte finns någon universell definition:</p> <p><u>Europeiska unionen:</u> Begreppet dominoeffekt används på ett mer restriktivt sätt och då endast för situationer där en olycka innebär att en inneslutning av något slag fallerar inom en anläggning och blir orsaken till en olycka som innebär att en inneslutning av något slag fallerar inom en annan anläggning. Begreppet syftar alltså på situationer där en olycka på en anläggning inträffar på grund av en olycka på en annan anläggning.</p> <p><u>American Institute of Chemical Engineers:</u> En händelse som startar i ett objekt och kan påverka närliggande objekt (t.ex. behållare som innehåller farliga ämnen) genom värmestrålning, explosion, eller splitter.</p> <p><u>Lees:</u> Fara som kan uppstå om läckage av farligt gods kan leda till en upptrappning av olyckan, t.ex. en liten läcka som antänds och där lågan påverkar större rör eller kärl med efterföljande spill av farliga ämnen.</p>

Bagster & Pitblado: Dominoolycka (knock-on accident) är händelse med två distinkta processenheter (som kan men inte behöver vara en del av samma anläggning).

Ekonomiskt/politiskt perspektiv: En händelse, oftast en otrevlig sådan, som orsakar andra liknande händelser.

Cozzani: Olycka där en primär händelse fortplantas till närliggande utrustning och utlöser en eller flera sekundära händelser.

Ett fenomen som innebär en kedja av olyckor där följderna av en tidigare olycka ökas med följande olyckor, rumsligt och tidsmässigt.

En händelsekedja i vilken konsekvenserna av inledande olyckor ökar med effekterna av efterföljande olyckor, vilket leder till en stor olycka.

Följande definition av dominoolycka anses gälla överlag utanför EU:

Dominoolyckor innebär att en processenhet äventyrar säkerheten hos en annan processenhet. Effekten kännetecknas av följande sekvens:

1. En primär olyckshändelse initierar dominoolyckans händelsekedja
2. Den primära händelsen sprids på grund av en eskaleringsfaktor som alstras genom de fysiska effekterna av det primära scenariot och som resulterar i skada på åtminstone en sekundär utrustning
3. En eller flera sekundära händelser (t.ex. brand, explosion och giftigt utsläpp) som omfattar de skadade utrustningarna uppstår (antalet sekundära händelser är oftast densamma som antalet skadade processdelar).

Lokala dominoeffekter: syftar på följd effekter inom en och samma anläggning, men där tiden mellan varje ny händelse är så pass stor att räddningsinsats borde kunna insättas.

Kumulativ risk: -
Bedömd relevans: 5

4.1.5 Process Safety and Environmental Protection

Titel:	Anatomy of a domino accident: Roots, triggers and lessons learnt (7)
Utgivare/författare:	Process Safety and Environmental Protection Abdolhamidzadeh et.al.
Sammanfattning:	Denna rapport analyserar främst händelsekedjan i en känd dominoolycka som ödelade stora delar av ett oljeraffinaderi på Kharg Island i Iran 2010. Statistik visar att antalet dominoolyckor respektive antalet omkomna i samband med dominoolyckor minskar i industriländerna, men att båda dessa siffror ökar globalt. Statistik visar också att LPG (kondenserade brandfarliga gaser) står för den största andelen (26,7 %) av alla ämnen som är inblandade i dominoolyckor. Huvudsakliga rötter och orsaker till dominoolyckor kan delas in i två huvudkategorier: utrustning och ledning.
Dominoeffekt:	En initial olycka som utlöser fler och fler olyckor som gör de totala konsekvenserna värre.
Kumulativ risk:	-
Bedömd relevans:	4

4.1.6 Dominoeffekter i Göteborgs Oljehamn

Titel:	Dominoeffekter – beskrivning av verksamheters effekter på intilliggande verksamheter i Göteborgs Oljehamn, reviderad version med LNG-terminal (8)
Utgivare/författare:	Rockstore engineering AB för Göteborgs Hamn AB
Sammanfattning:	Beskrivning av hur verksamheter i Göteborgs oljehamn påverkas av intilliggande verksamheter och hur verksamheterna påverkar sin omgivning genom systematisk genomgång av inblandade verksamheters riskbedömningar. I slutsatsen nämns att säkerhetskultur, säkerhetstänk och metoder för riskbedömning varierar stort mellan inblandade verksamheter. De tillbud som är mest frekvent förekommande beror på mänskligt felhandlande.
Dominoeffekt:	”Istället för dominoeffekt används i svensk lagstiftning begreppet <i>extern påverkan</i> , det vill säga påverkan på omgivningen.” Med extern påverkan avses att en olycka vid en anläggning inom oljehamnen leder till påverkan på omgivningen.

Kumulativ risk: -
 Bedömd relevans: 3

4.1.7 Säkerhetsstudie Stenungsund

Titel: Säkerhetsstudie Stenungsund (9)

Utgivare/författare: ÖSA

Sammanfattning: Kvantitativ riskanalys för Stenungsund med avseende på kemiska industrier, järnvägs-, väg- och sjötransporter. Datorprogrammet SAVE används för att beräkna individrisk och samhällsrisk. Svårt att ta till sig resultatet då flera bilagor saknas i underlaget samt att graferna är relativt otydliga.

Dominoeffekt: Behandlas endast i mycket begränsad omfattning då sannolikheten för dominoeffekter bedöms vara mycket låg

Kumulativ risk: Målet med studien är att få en total kartläggning av riskerna i Stenungsund. Både den sammanlagda risknivån respektive de enskilda risknivåerna för varje specifik riskkälla redovisas.

Bedömd relevans: 2.

Kommentar: Datorprogrammet SAVE ger möjlighet att lägga samman risknivåer från flera källor.

4.1.8 Tukes studie om Kilpilahti industriområde

Titel: Översättning: Beaktande av katastrofrisker vid planering för markanvändning på Kilpilahti industriområde (10)

Utgivare/författare: Gaia Consulting Oy

Sammanfattning: Rapporten finns endast på finska, men har en tillhörande presentation på engelska. Denna sammanfattning baseras således på presentationen, samt till viss del på översättningar genom Google translate och med hjälp av finsktalande kollega.

Rapporten tar fram kriterier för planläggning av mark invid Sevesoverksamheter och där det finns risk för större industriolycka, samt tar fram ett verktyg som dels är enkelt för verksamheterna att använda och dels innehåller enkel/rätt information för planläggarna att ta ställning till. Verktöget presenterar tydliga kartor med risknivåer, dock bygger resultatet på vad verksamheterna lämnar för indata.

I rapporten diskuteras bland annat problematiken med att industrierna vill uppfattas som säkra av allmänheten, samtidigt som man vill hålla omvärlden på ett visst avstånd för att kunna genomföra utökningar eller ändringar av processerna. Problematiken med farliga verksamheter som ”var där först” diskuteras också.

Dominoeffekt: Då en olycka på en verksamhet orsakar en olycka på en annan verksamhet.

Kumulativ risk: Verktuget lägger samman risknivåer från flertalet olika verksamheter till sammanlagda zoner.

Bedömd relevans: 4

4.1.9 Tillägg till översiktsplan Norrköpings kommun

Titel: Miljö- och riskfaktorer: tillägg till översiktsplanen för Norrköpings kommun (11)(obs: samrådshandling som ej antagits ännu)

Utgivare/författare: Stadsbyggnadskontoret, fysisk planering i Norrköpings kommun.

Sammanfattning: Dokumentet tar upp 12 ämnesområden (bland annat buller, farliga verksamheter, farligt gods, översvämningar och flygverksamhet) som berör miljö- och riskfaktorer i kommunen. För områdena föreslås en eller flera inriktningar som utgör kommunens ställningstagande till hur miljö- och riskfaktorer ska hanteras.

Syftet med inriktningarna är att vara vägledande för kommunen i arbetet med fysisk planering, tillsyns- och tillståndsärenden som exempelvis bygglov. Vid flera av inriktningarna möjliggörs undantag och det anges vilka villkor som gäller för att tillämpa dessa.

Dominoeffekt: Risken för dominoeffekter vid en olycka skall utredas i samband med placering av omlokaliserade och nya farliga verksamheter, som exempelvis Sevesoanläggningar.

Kumulativ risk: -

Bedömd relevans: 2

4.1.10 QRA Göteborg LNG Terminal

Titel: QRA Göteborg GO 4 LNG Terminal projekt (12)

Utgivare/författare: DNV

Sammanfattning: Rapporten är i huvudsak en QRA som tar fram individrisk och samhällsrisk utifrån den nya LNG-terminalen.

I rapporten diskuteras olika typer av dominoscenarier och vad som orsakar dem. Det genomförs även en eskaleringsriskanalys som är en riskbaserad "dominoeffektstudie" som utgår från den enskilda sannolikheten för olika scenarier som kan orsaka dominoeffekter (dvs. dominoeffekten gånger sannolikheten för händelser som orsakar denna = eskaleringsrisk). Eskaleringsstudien tar hänsyn till *känslighetskriterier* hos de olika verksamheterna.

I rapporten används kriterier för tolerabel risk från Storbritannien och Holland. I beslutet framkommer det dock att Preem anser att kriterier som har tagits fram av Intressentföreningen för Processäkerhet (IPS), bör tillämpas i Sverige.

Dominoeffekt: Följande dominoeffekter särskiljs:

Interna dominoeffekter (riskscenarier på platsen orsakar en katastrofal händelse hos annan (närliggande) utrustning inom området),

Dominoeffekter inom området till följd av riskscenarier utanför terminalens gräns,

Dominoeffekter utanför terminalgränsen orsakade av riskscenarier som utspelar sig inom terminalens område.

Kumulativ risk: Möjligtvis, se kommentar nedan.

Bedömd relevans: 4

Kommentar: Ingående diskussioner kring riskacceptanskriterier samt metod för riskeskaleringsstudie i samband med dominoeffekt.

4.1.11 Major accidents commission

Titel:	Guidance on the application of the major accidents ordinance to industrial estates (översättning av tysk rapport) (13)
Utgivare/författare:	Major accidents commission, at the federal ministry for the environment, nature conservation and nuclear safety.
Sammanfattning:	Rapporten behandlar industriparker i Tyskland och svårigheter med att applicera <i>the major accidents ordinance</i> när det inte rör sig om en ensam verksamhet samt när verksamheterna faller under olika lagstiftningar. Lösningarna baseras på att upprätta kontrakt mellan angränsande verksamheter och möjliggöra för myndigheter att inspektera ur ett Sevesoperspektiv.
Dominoeffekt:	Ömsesidig påverkan mellan anläggningar eller deras installationer med utgångspunkt i stora olyckor (så som de definieras i the Major accidents ordinance). Installationer/verksamheter där risken har sitt ursprung kallas för donatorer och omgivande installationer/verksamheter kallas för mottagare.
Kumulativ risk:	-
Bedömd relevans:	2

4.2 Övrig referenslitteratur

I detta avsnitt listas övriga källor som identifierats som relevanta med utgångspunkt i litteraturstudien samt i enkätstudien. Denna genomgång är dock betydligt mer övergripande än i föregående stycke och redovisas främst för att skapa en referenslista inför kommande skeden av projektet samt för framtida projekt.

Titel:	Investigation and analysis of historical Domino effects statistics (14)
Utgivare/författare:	2012 International Symposium on Safety Science and Technology – Chen et.al.
Sammanfattning:	Sammanställning och analys av 318 dominoolyckor med avseende på geografi, orsaker, inblandade ämnen och händelseförlopp.

Titel:	Application of a multi-plant QRA: A case study investigating the risk impact of the construction of a new plant on an existing chemical plant's risk levels (15)
Utgivare/författare:	Journal of Loss Prevention in the Process Industries Abdolhamidzadeh et.al.
Sammanfattning:	I rapporten genomförs en QRA och används sedan som beslutsunderlag vid bedömning av om det är godtagbart att uppföra en ny kemisk industri i anslutning till en befintlig kemisk industri.

Titel:	Värdering av risk (16)
Utgivare/författare:	FoU – Räddningsverket – DNV
Sammanfattning:	Sammanställning av tillgängliga kunskaper och erfarenheter när det gäller metoder för riskvärdering.

Titel:	Olycksrisker och MKB. Att integrera risk- och säkerhetsfrågor i MKB-processen (17)
Utgivare/författare:	MSB
Sammanfattning:	MSB:s syn på hur olycksrisker bör hanteras i miljökonsekvensbeskrivningar enligt miljöbalken, plan- och bygglagen samt lag om byggande av järnväg och väglagen.

Titel:	Fire Risk Assessment (3 rapporter)
Utgivare/författare:	WSP UK
Sammanfattning:	Brandriskanalys av byggnad/verksamhet enligt checklistmodell.

Titel:	Fire Safety Design Review
Utgivare/författare:	WSP UK
Sammanfattning:	Brandriskanalys av byggnad/verksamhet enligt grafisk checklistmodell.

Titel:	Detailed Fire Strategy
Utgivare/författare:	WSP UK
Sammanfattning:	Brandriskanalys av byggnad/verksamhet i rapportformat.

Titel:	Cumulative Effects in Swedish Impact Assessment Practice (18)
Utgivare/författare:	SLU – Antoinette Wärnbäck
Sammanfattning:	Licentiatavhandling gällande hantering av kumulativa effekter inom svensk lagstiftning. Berör främst miljöeffekter.

Titel:	Arbetsmetodik för samordnad riskhantering inom processindustri med avseende på säkerhet, hälsa och miljö (19)
Utgivare/författare:	LTH – Hultqvist och Näslund
Sammanfattning:	Examensarbete om en arbetsmetodik för processindustri- och liknande för att samordna och förenkla arbetet med riskhantering inom säkerhet, hälsa och miljö. Metoder för riskhantering på industrier.

Titel:	Approach for domino effects on quantitative risk analysis (20)
Utgivare/författare:	Bahadian Bardy et.al.
Sammanfattning:	Rapporten presenterar en metod för att beräkna dominoeffekter och visar resultatet i form av individrisk och samhällsrisk. Diskussion kring definitioner av dominoeffekt. Använder Phast risk software.

Titel:	Historical analysis of accidents involving domino effects (21)
Utgivare/författare:	Clini et.al
Sammanfattning:	En studie av 261 dominoolyckor med fokus på ursprung, bakomliggande orsaker, konsekvenser och vanliga händelseförlopp.

Titel:	Handledning om riskkriterier (22)
Utgivare/författare:	IPS - Liane Haeffler och Ivan Mares
Sammanfattning:	En vägledning för val av toleranskriterier för riskbedömning i samband med hantering av kemikalier. Definierar dominoeffekt som <i>Spridning av konsekvenser av en önskad händelse från dess ursprungspunkt till en annan vilket i vissa fall kan medföra värre konsekvenser.</i>

Titel:	Domino effect analysis and assessment of industrial sites: A review of methodologies and software tools (23)
Utgivare/författare:	International journal of computers and distributed systems - Kadri et.al
Sammanfattning:	Artikel som redogör för de huvudsakliga tillgängliga metoderna och programvarorna för att analysera och modellera dominoeffekter.

Titel:	Domino effects within a chemical cluster: an evolutionary game approach (24)
Utgivare/författare:	Beijing university of chemical technology – Wu et.al
Sammanfattning:	Rapport som analyserar dominoeffekter som ett strategispel

Titel:	Safety risk aggregation: The bigger picture (25)
Utgivare/författare:	David Rhys
Sammanfattning:	Rapporten avhandlar riskaggregering med utgångspunkt i risk- och säkerhetshantering genom att definiera sex olika typer av riskaggregering. Begreppet kumulativ risk ingår i detta.

Titel:	A new method for assessing domino effect in chemical process industry (26)
Utgivare/författare:	Journal of hazardous materials – Abdolhamidzadeh et.al.
Sammanfattning:	En ny metod presenteras för att förutse och bedöma troliga effekter av en olycka i en processenhet på andra processenheter. Metodiken bygger på Monte Carlo-simulering.

Titel:	Pipeline risk assessment and risk acceptance criteria in the State of São Paulo, Brazil (27)
Utgivare/författare:	Denis Kirchhoff and Brent Doberstein
Sammanfattning:	Denna rapport diskuterar och sammanställer acceptanskriterier vid riskbedömningar från Nederländerna, Venezuela, Storbritannien, Australien, Hong Kong och Brasilien.

4.3 Enkätstudie

I detta avsnitt redovisas en sammanfattning av resultatet av enkätstudien. Resultatet presenteras fördelat på svenska respektive utländska respondenter.

4.3.1 Svensk enkätstudie

Nedan presenteras resultatet av den svenska enkätstudien fördelat på de frågor som ställdes. Se bilaga 1 för den fullständiga enkäten. Av sju tillfrågade personer baseras resultatet nedan på inkomna svar från sex olika respondenter.

Definiera begreppet dominoeffekt

Samtliga respondenter lämnade ett svar på denna fråga och definitionerna av begreppet dominoeffekt är enligt följande:

- När en olycka vid en anläggning medför en annan olycka vid en närliggande anläggning.
- Dominoeffekt är bara aktuell när flera riskfyllda aktiviteter/händelser sker/utförs inom ett närliggande område som gör att en händelse kan starta en annan.
- När en oönskad händelse påverkar intilliggande verksamheter/ anläggningar och bidrar/accelererar igång en ännu större/värre oönskad händelse
- Olycka eller oönskad händelse som leder till en värre olycka genom att fortplanta sig och/eller expandera till närliggande verksamhet/område.
- En skadehändelse (risk) som utlöser en helt annan olycka (eller risk som kan utlösa en helt annan olycka). Olyckor kan ha många olika konsekvenser. Dominoeffekt är ett specialfall där det uppstår en ny olycka med en annan riskkälla.
- En verksamhets möjlighet att påverka andra verksamheter eller andra riskkällor (och tvärtom) vid en olycka (ex. brand, explosion osv.) och som i sin tur kan leda till följdolyckor vid denna verksamhet/riskkälla.

Svaren ovan indikerar att den allmänna uppfattningen av begreppet dominoeffekter kan sammanfattas som en händelse där en olycka av något slag på en anläggning/verksamhet påverkar en annan anläggning/verksamhet och ger negativa följd effekter på denna. Flera av respondenterna nämner också att den initiala olyckshändelsen förvärras eller accelererar genom dominoeffekterna.

Definiera begreppet kumulativ risk

Endast hälften av respondenterna angav att de hade någon uppfattning kring begreppet kumulativ risk. Bland de som angav en definition var svaren enligt följande:

- Exempelvis överlagrade risker som ger en total risknivå som ökar i effekt för varje adderad risk.
- En sammanvägd risknivå där flera olika risker vägts samman. Vanliga mått på kvantitativ risknivå är individrisk och samhällsrisk (som egentligen är kumulativ olycksfrekvens för olika skadenivåer).
- En ökande, växande risk som uppstår när olika händelser sker samtidigt och som tillsammans åstadkommer en större effekt än varje händelse var för sig.

Som framgår ovan så anser två av respondenterna att kumulativ risk kan liknas vid summan av den totala risknivån när flera olika risker adderas eller vägs samman. Den tredje definitionen som lämnades påminner till stor del om ett sätt att beskriva dominoeffekter som påträffats under litteraturstudien.

Andra kända definitioner än de som respondenten själv använder

På denna fråga svarade samtliga respondenter utom en att de inte känner till några andra definitioner av dominoeffekter och/eller kumulativ risk än de som de själva angivit i svaren ovan.

Den respondent som svarade annorlunda angav att det ibland görs skillnad mellan interna och externa dominoeffekter samt att kumulativa risker vanligen kan avse inom den egna verksamheten, men inte nödvändigtvis kumulativt avseende externa risker.

Exempel på projekt där dominoeffekter och/eller kumulativa risker beaktats

Samtliga respondenter utom en har deltagit i projekt där dominoeffekter och/eller kumulativa risker beaktats. Bland exempelprojekten nämns säkerhetsrapporter för Sevesoverksamheter, riskstudier för samhällen, industriparkeer, enskilda farliga verksamheter samt bergtäkter.

Metoder för att hantera dominoeffekter och/eller kumulativa risker

Hälften av respondenterna angav att de kände till och/eller hade tillämpad några metoder för att hantera dominoeffekter och/eller kumulativa risker. Följande metoder nämns:

- What if-analys
- Grovrisk-analys
- HazOp
- PSA-analys
- QRA
- Övriga/andra kvantitativa metoder för att beräkna individrisk och samhällsrisk

Lämplig referenslitteratur

På frågan om respondenterna kände till någon lämplig referenslitteratur gällande dominoeffekter och/eller kumulativa risker var det endast en person som angav detta och bifogade två källor. Dessa har infogats i litteraturlistan.

Erfarenheter av riskarbete i uppdrag som inkluderat industriparker

Hälften av respondenterna angav att de har erfarenheter av riskarbete i uppdrag som inkluderat industriparker. Följande metoder har då nyttjats inom projekten:

- Riskhanteringsprocessen enligt IEC.
- Checklistor.
- Grovriskanalys, What if och QRA.

Relevanta lagar/direktiv/förordningar i samband med uppdrag inom industriparker

Hälften av respondenterna angav att de kände till relevanta lagar/direktiv/förordningar i samband med uppdrag inom industriparker och följande exempel lämnades:

- Cisternanvisningar (CA1)
- MSB:s riktlinjer
- AFS rörande tryckkärl och rörledningar
- Sevesolagstiftningen
- Förordningen om verksamhetsutövarens egenkontroll.
- Miljöbalken
- Lag om skydd mot olyckor (LSO)
- Lag om brandfarliga och explosiva varor (LBE)
- ATEX-föreskrifterna
- Arbetsmiljöföreskrifter kring heta arbeten, trycksatta anordningar etc.

Relevanta lagar/direktiv/förordningar i samband med tillståndshantering vid industrier/industriparker som påverkas av Sevesodirektivet

Hälften av respondenterna angav att de kände till relevanta lagar/direktiv/förordningar i samband med tillståndshantering inom industriparker som påverkas av Sevesodirektivet och följande exempel lämnades:

- Sevesodirektivet med tillhörande svensk lagstiftning
- LBE
- Miljöbalken
- LSO
- Förordningen (SFS 1998:899) om miljöfarlig verksamhet och hälsoskydd
- Förordningen (SFS 1998:900) om tillsyn enligt miljöbalken
- Förordningen (SFS 1998:901) om verksamhetsutövarens egenkontroll
- Förordningen (SFS 1998:905) om miljökonsekvensbeskrivningar
- Naturvårdsverkets föreskrifter (NFS 2006:9) om miljörapport för miljöfarliga verksamheter
- Kemikalieinspektionens föreskrifter (KIFS 2005:7) om klassificering och märkning av produkter
- Lag (1999:381) om åtgärder för att förebygga och begränsa följderna av allvarliga kemikalieolyckor
- Förordningen (1999:382) om åtgärder för att förebygga och begränsa följderna av allvarliga kemikalieolyckor
- Statens räddningsverks föreskrifter (SRVFS 2005:2) om åtgärder för att förebygga och begränsa följderna av allvarliga kemikalieolyckor
- Arbetsmiljöverkets författningssamling (AFS 2005:19) om förebyggande av allvarliga kemikalieolyckor

Övriga erfarenheter och tips

De övriga erfarenheter och tips med relevans för projektet som nämndes var att titta på hur man gör utomlands där det finns stora industriparkeer samt att myndighetsvägledningen kunde vara bättre och mer utförlig (exempelvis på Sevesoportalen www.seveso.se och i vägledningsdokument).

4.3.2 Internationell enkätstudie

Nedan presenteras resultatet av den internationella enkätstudien fördelat på de frågor som ställdes. Se bilaga 1 för den fullständiga enkäten (på svenska). Av tretton tillfrågade personer baseras resultatet nedan på inkomna svar från sex olika respondenter (från Finland, Kanada, Storbritannien, Frankrike, USA och Sydafrika). Den franska och den brittiska respondenter har i huvudsak lämnat ett gemensamt svar. Den sydafrikanska respondenter är den enda deltagaren som inte är anställd på WSP. Svaren har översatts till svenska för att lättare kunna jämföras med litteraturstudien och de inkomna svaren från den svenska enkätstudien.

Definiera begreppet dominoeffekt

Samtliga respondenter lämnade ett svar på denna fråga och definitionerna av begreppet dominoeffekt är enligt följande:

- Dominoeffekter kan uppkomma där anläggningar är belägna på ett sådant sätt eller så nära varandra så att detta ökar sannolikheten och möjligheten för allvarliga olyckshändelser eller att det förvärrar följderna av dem (96/82/EG). – Finland
- Dominoeffekter är risken för att en händelse i en process har potential att inleda en händelse i angränsande processer på grund av närheten dem emellan. – Kanada
- Dominoeffekt kan härledas till en olycka vars konsekvenser påverkar eller förvärrar konsekvenserna av den totala händelsen som olyckan orsakat. – Frankrike
- (fortsättning från ovan) Nyckelfrågan är att identifiera alla potentiella källor som skulle kunna initiera en dominoeffekt. I vissa fall förbises potentiella källor eftersom de individuellt anses obetydliga. När alla källor identifieras måste vidare alla katalysatorer identifieras. – Storbritannien
- Dominoeffekter definieras i allmänhet som utbredningen av en olycka som har sitt ursprung i en viss utrustning till intilliggande utrustning på eller utanför ett industriområde. – USA
- Dominoeffekter indikerar potentiella skador från utrustning till annan utrustning, baserad på enbart konsekvenser i form av skador. – Sydafrika

Definiera begreppet kumulativ risk

De flesta av respondenterna hade en uppfattning kring kumulativ risk och lämnar definitioner och/eller kommentarer enligt följande:

- Sannolikheten för att en viss effekt skall uppträda under en viss period eller under vissa förhållanden. – Finland
- Den totala risken i ett system, som omfattar alla individuella risker hos ingående komponenter/system. – Kanada
- Vi känner inte till begreppet kumulativ risk. När vi utvärderar effekterna av en olycka, lägger vi inte ihop riskerna. Kumulativ risk tillämpas vanligen av våra kunder efter det att vi har definierat alla tekniska risker. Vi tenderar att skygga från att definiera kumulativ risk eftersom det vanligtvis är ett subjektivt begrepp inom vårt verksamhetsområde. – Frankrike och Storbritannien

- Definitionen av kumulativa risker vid genomförandet av en riskbedömning utifrån klimateffekter skiljer sig markant från den traditionella definitionen av kumulativa risker (med flera exponeringar mot ett giftigt ämne alternativt en exponering mot flera olika giftiga ämnen). Vid genomförande av riskbedömning av klimateffekter handlar den kumulativa risken snarare om när flera anläggningar är beroende av samma infrastruktur. – USA

Ingen av respondenterna lämnar ett svar som är helt i linje med projektets inriktning. Möjliga anledningar till detta kan vara att andra termer används utanför Sverige, alternativt att respondenterna inte kommit i kontakt med begreppet i samband med riskhantering kring verksamheter och vid fysisk planering.

Andra kända definitioner än de som respondenten själv använder

På denna fråga svarade samtliga respondenter utom en att de inte känner till några andra definitioner av dominoeffekter och/eller kumulativ risk än de som de själva angivit i svaren ovan.

Den respondent som svarade annorlunda angav att såvitt han vet finns det ingen officiell/lagstadgad definition av kumulativa risker. De franska föreskrifterna gällande utvärdering av sannolikhet, intensitet och svårighetsgrad av olyckor definierar dock dominoeffekt som verkan av en olycka som påverkar en eller flera utrustningar/system på en anläggning och som skulle kunna utlösa ett fenomen på en annan anläggning eller en grannfastighet, vilket leder till förvärrade effekter av den första olyckan.

Exempel på projekt där dominoeffekter och/eller kumulativa risker beaktats

Endast en respondent hade den efterfrågade erfarenheten och hade då tagit hänsyn till interna och externa dominoeffekter i samband med uppförandet av ett nytt målarrum.

Metoder för att hantera dominoeffekter och/eller kumulativa risker

Cirka hälften av respondenterna angav att man inte kände till några metoder för att hantera dominoeffekter och/eller kumulativa risker. Övriga respondenter lämnade följande svar:

- Så vitt vi vet finns det inga metoder, indikatorer eller checklistor för att undersöka dominoeffekter utifrån fransk eller brittisk lagstiftning. I våra studier karaktäriseras effektzoner förknippade med olyckor och vi undersöker om intensiteten i förloppet är tillräcklig för att orsaka en dominoeffekt. Om så är fallet, utvärderas sannolikheten för och svårighetsgraden av den dominoeffekt som förväntas uppkomma.
- UK PADHI tabeller används för att bestämma tillåten markanvändning vid planarbete.

Lämplig referenslitteratur

Till skillnad från den svenska studien gav den internationella enkäten förslag på tio olika källor som infogats i litteraturlistan.

Erfarenheter av riskarbete i uppdrag som inkluderat industriparker

Två respondenter (Frankrike och Storbritannien) listar följande uppdrag:

- STTS to obtain the permission to operate a new painting room for Airbus planes (A350 et A380)
- AIRBUS Helicopters to obtain the permission to operate a new blade plant (2012-2013),
- Air France to obtain the permission to operate a new maintenance plant (in progress)
- Global Switch in Paris to obtain environmental permitting for a 48MW data centre campus in Paris
- Bouygues Construction to to obtain environmental permitting for a 120MW data centre campus in Marne-la-Valée
- Bouygues Construction to to obtain environmental permitting for a 24MW data centre campus in Reims

Relevanta lagar/direktiv/förordningar i samband med uppdrag inom industriparker

En respondent nämner franska föreskrifter för att bedöma säkerhetsavstånd kring industrier (Ministerial Order 29/09/2005).

Relevanta lagar/direktiv/förordningar i samband med tillståndshantering vid industrier/industriparker som påverkas av Sevesodirektivet

Ingen respondent svarade jakande på denna fråga. De bägge respondenter som listade relevanta projekt för industriparker lämnar dock följande svar:

- Projekten påverkas inte av Seveso-direktivet men kräver ett godkännandetillstånd. Detta tillstånd kräver en riskanalys som är baserad på Sevesolagstiftningen, förutom att det inte är nödvändigt att använda en kvantitativ bedömning för fastställande av sannolikheten. De relevanta föreskrifterna är:
- Ministerial Order about 29/09/2005
- Ministerial Order about 10/05/2000 (transposition from SEVESO directive)
- Vi har inte arbetat med några projekt som omfattas av Sevesodirektiven, men identifieringen av närheten till sådana anläggningar är en viktig del av vårt miljölicensarbete.

4.4 Referensgrupp

Deltagarna i referensgruppen har läst rapporten och bidragit med värdefull återkoppling avseende läsbarhet och förståelse. Vidare har referensgruppen uttalat sig om de definitioner som föreslås i kapitel 5 och framåt, samt med sin erfarenhet bidragit till att kvalitetssäkra de definitioner som slutligen har valts i denna rapport.

5. Dominoeffekt

I detta kapitel sammanfattas resultatet av litteraturstudien samt de båda enkätstudierna med avseende på definition av begreppet dominoeffekt. Målet är att detta ska resultera i en definition av begreppet som präglas av användbarhet. Vidare önskar MSB en definition som är vidare än den definition som avses i Sevesodirektivet. Utgångspunkten är att definitionen av dominoeffekt ska kunna appliceras vid riskbedömningar av Sevesoverksamheter, farliga verksamheter och industriparker för att kunna bedöma risk ur ett helhetsperspektiv. Viktigt att notera är att detta inte enbart omfattas av ett Sevesoperspektiv utan även av ett samhällsplaneringsperspektiv. Då samhället utvecklas i en alltmer komplex riktning kommer dominoeffekter definitivt att öka och därmed ökar även behovet av förståelse för detta begrepp.

5.1 Litteraturstudie

Som beskrivits i avsnitt 4.1 och 4.2 har det inom ramen för detta projekt genomförts en litteraturstudie gällande dominoeffekt (och kumulativ risk). Resultatet av denna sammanfattas i följande punkter:

- Av 11 källor listade av MSB bedömdes 7 stycken vara relevanta eller mycket relevanta för studien medan 4 stycken bedömdes vara något eller möjligtvis relevanta. Se avsnitt 4.1. Av de 11 källorna lämnar samtliga en definition av begreppet dominoeffekt. Omfattningen av definitionen med avseende på infallsvinkel, referenser och innehåll skiljer sig dock åt betydligt. 7 av källorna har ett annat ursprungsland än Sverige.
- Utöver den ovan listade litteraturen har ytterligare 17 källor registrerats och inventerats inför kommande skeden av projektet samt för framtida projekt. Se avsnitt 4.2.
- Tabell i bilaga 2 redovisar inventerade definitioner av begreppet dominoeffekt kategoriserat efter ursprungsland.
- De båda svenska källorna lägger in olika omfattning i begreppet dominoeffekt. Den ena källan anger att det rör sig om olyckor inom en anläggning som har påverkan på omgivningen. Den andra källan gör skillnad på interna och externa dominoeffekter där de externa effekterna delas upp i påverkan inifrån och ut respektive utifrån och in med utgångspunkt i en verksamhet.
- En majoritet av de internationella källorna anger att dominoeffekter kan uppkomma både inom och mellan anläggningar. Flertalet definitioner väger också in att händelseförloppet är eskalerande och trappas upp/förvärras efterhand i samband med att fler processer/enheter involveras.

5.2 Enkätstudie

Som beskrivits i avsnitt 4.3 har det inom ramen för detta projekt genomförts en enkätstudie gällande dominoeffekt och kumulativ risk. Resultatet av denna baseras på svar från sex svenska och sex internationella respondenter och sammanfattas i följande punkter:

- Tabell i bilaga 2 redovisar inventerade definitioner av begreppet dominoeffekt kategoriserat efter ursprungsland.
- Samtliga internationella respondenter utom en anger att dominoeffekter kan uppkomma både inom och mellan anläggningar. För de svenska respondenterna är förhållandet i det närmaste motsatt och definitionerna utgår främst från när en olycka inom en verksamhet sprider sig till en annan verksamhet.
- Endast ett fåtal av samtliga respondenter väger in att händelseförloppet är eskalerande och trappas upp/förvärras efterhand i samband med att fler processer/enheter involveras.

5.3 Diskussion

I nedanstående punkter diskuteras det sammanvägda resultatet ur litteraturstudien och enkätstudien:

- Det konstateras på flera håll i både litteratur och genom enkätsvaren att det inte finns någon universell definition av begreppet dominoeffekt. Det går dock att urskilja ett mönster i att begreppet tenderar till att användas på olika sätt i olika delar av världen. I exempelvis *Domino effect in process-industry accidents* anges att begreppet används på ett annat sätt inom Europa jämfört med övriga världen (i Europa syftar dominoeffekter på påverkan mellan anläggningar medan användningen av begreppet dominoeffekter utanför Europa också väger in påverkan mellan system inom samma verksamhet).
- Ovanstående stöds delvis av litteraturstudien och enkätstudien, men inte fullt ut. Jämfört med den svenska enkätstudien är exempelvis de internationella respondenterna mer benägna att se dominoeffekter redan vid spridning av en olycka inom en och samma verksamhet.
- I litteratur och enkätsvar från flera av de europeiska länderna nämns dock interna dominoeffekter som en del av det totala begreppet dominoeffekt. Det förekommer även att man delar upp begreppet i olika subdefinitioner. En källa definierar lokal dominoeffekt som en händelsekedja inom en och samma verksamhet, men där tiden fram till varje nytt involverat system eller enhet är tillräcklig för att vidta räddningsåtgärder. Risken med att inte beakta interna dominoeffekter är att dessa förbises.

- Bland både respondenter och i litteraturen är upptrappning/eskalering av händelseförloppet en del av definitionen av begreppet dominoeffekt. I vissa fall handlar det om att effekterna av den totala olyckan helt enkelt blir större ju längre den fortplantar sig (ju fler system/verksamheter som involveras). Men det beskrivs också som en kedja av olyckor där följderna av en tidigare olycka ökas med efterföljande olyckor, rumsligt och tidsmässigt.

5.4 Definition

Utifrån litteraturstudien och enkätstudien bedöms följande punkter vara centrala att beakta vid definitionen av dominoeffekter med utgångspunkt i olyckor på industrier, Sevesoanläggningar, industriparkar samt övriga farliga verksamheter eller verksamheter som hanterar farliga ämnen:

- Starthändelse (olycka eller oönskad händelse).
- Intern/lokal spridning till ett eller flera system inom samma anläggning och/eller extern spridning till angränsande anläggning(ar).
- Separata händelser: en starthändelse medför att det uppstår en ny olycka med en annan riskkälla och/eller eskalerande händelseförlopp (en olycka som förvärras och blir större/värre ju fler system som involveras när starthändelsen fortplantar sig och/eller expanderar).
- Utbredning i tid, rum och omfattade enheter.
- Totala konsekvenser större än den ursprungliga olyckan.

Nedan listas fyra alternativa definitioner av begreppet dominoeffekt. Dessa definitioner är framtagna dels för att spegla resultatet av litteraturstudien och enkätstudien, dels för att visa på att det finns en stor bredd bland de tillgängliga definitionerna. Exempelen nedan utgår från befintliga definitioner ur inventeringen (se bilaga 2) men har justerats för att bli distinkt olika utifrån punkterna ovan.

1.

En olycka där en primär händelse fortplantas till närliggande utrustning och/eller till närliggande men extern anläggning och där utlöser en eller flera sekundära händelser.

Kommentar: Denna definition presenteras för att den är kort och koncis. Definitionen tar hänsyn till att en grundhändelse ger upphov till efterföljande händelser men gör ingen skillnad mellan om det är inom eller mellan anläggningar. Definitionen tar ingen hänsyn till om händelseförloppet är eskalerande.

2.

Dominoeffekter beaktas enligt följande:

Interna dominoeffekter (olycka eller oönskad händelse påverkar angränsande utrustning och medför en eller flera nya olyckor inom samma verksamhet).

Externa dominoeffekter inom en verksamhet till följd av olycka eller oönskad händelse utanför verksamhetens gräns, alternativt externa dominoeffekter utanför verksamhetens gräns till följd av olycka eller oönskad händelse inom verksamheten.

Kommentar: Skillnaden mellan denna definition och föregående definition är att det här görs en distinkt skillnad mellan interna och externa dominoeffekter. Ur litteraturstudien och enkätstudien kan konstateras att de vanligaste angreppssätten är att antingen göra denna skillnad, alternativt att definitionen gäller alla typer av dominoeffekter oavsett hur stort påverkansområdet är. Att enbart inkludera dominoeffekter som kan uppkomma mellan olika verksamheter/anläggningar förekommer men har inte ett lika stort stöd i litteraturen.

3.

En dominoeffekt är den totala verkan som blir resultatet av en händelse som sätter igång en eller flera liknande händelser på andra håll. Detta innebär att processer inom verksamheter som fysiskt är helt åtskilda kan ha ett ömsesidigt beroende baserat på ett olycksscenario.

Denna definition inkluderar istället enbart dominoeffekter som kan uppkomma mellan olika verksamheter/anläggningar (begreppet syftar alltså på situationer där en olycka på en anläggning inträffar som resultat av en olycka på en annan anläggning på grund av närheten dem emellan).

4.

En händelsekedja där en primär olycka fortplantas till närliggande system eller verksamheter och därigenom orsakar en eller flera sekundära händelser vars effekter förvärrar de totala konsekvenserna av den ursprungliga olyckan.

Kommentar: Denna definition tar hänsyn till den vanligt förekommande faktorn när man talar om dominoeffekter att dessa medför att den totala konsekvensen av olyckan blir större än om varje olycka som är del i händelsekedjan hade skett var för sig. Denna definition tar även hänsyn till att det kan röra sig om ett eskalerande händelseförlopp (en olycka som förvärras och blir större/varre ju fler system som involveras när starthändelsen fortplantar sig och/eller expanderar). Närliggande system kan syfta både på egen eller annans verksamhet.

6. Kumulativ risk

Via förarbeten till miljöbalken (28) och i allmänna råd utgivna av Naturvårdsverket rörande planer och program (29) ställs krav på att beakta kumulativa effekter vid bedömning av miljöpåverkan. Detta krav omfattar även miljöpåverkan i form av riskpåverkan. I detta kapitel ges en allmän beskrivning av begreppet kumulativ och hur kumulativ effekt kan definieras, samt hur dess olika aspekter kan beskrivas. Vidare redogörs för hur effekten av riskpåverkan kan vara kumulativ i flera avseenden. Detta samband mellan kumulativ effekt och riskpåverkan möjliggör för en definition av kumulativ risk eller snarare av kumulativ riskpåverkan, eftersom riskpåverkan ingår som en av flera miljöeffekter i begreppet kumulativ effekt.

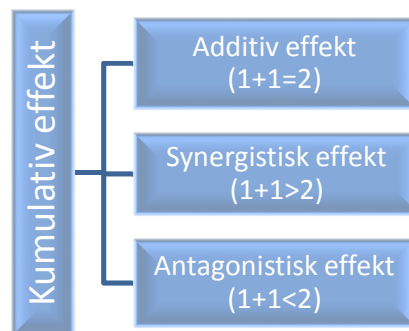
Slutligen tydliggörs hur begreppet dominoeffekt kan ingå i det vidare begreppet kumulativ riskpåverkan.

6.1 Kumulativ effekt

Begreppet kumulativ är dåligt förankrat i svenskt språkbruk, vilket även medför vissa problem då innebörden inte är allmänt känd. Kumulativ kommer av latinets ”cumulare” (hopa) och används i vissa fall synonymt med ackumulera. Begreppet har flera definitioner (30) vilket medför ett behov av att redogöra för vald definition för att minimera risken för missförstånd. I denna studie har följande definition av kumulativ effekt valts: *Med kumulativ effekt avses hur en verksamhet eller åtgärd tillsammans med andra pågående, tidigare och framtida verksamheter/åtgärder påverkar miljön i ett område.*

Exempel på kumulativ effekt är skador på träd eller gröda som kan orsakas av en kombination av luftföroreningar, torka och skadeinsekter. En vanlig typ av kumulativ effekt i plansammanhang är att genom återkommande små exploateringar minska värdet på ett tätortsnära rekreationsområde. Växthuseffekten är i sig en kumulativ effekt orsakad bl.a. av förbränning av fossila bränslen från många utsläppskällor.

Ovanstående tämligen vida definition är vanlig när kumulativ effekt beskrivs med miljöbalken som referensram, exempelvis i samband med upprättande av miljökonsekvensbeskrivningar. I dessa sammanhang eftersträvas även en belysning av synergieffekter och samverkande faktorer. I Naturvårdsverkets *Handbok med allmänna råd om miljöbedömning av plan och program* (29) anges att kumulativa effekter kan vara additiva, vilket innebär att varje påverkan kan summeras till en effekt ($1+1 = 2$). En annan typ av kumulativ effekt är synergistisk eller förstärkande, vilket innebär att påverkan från fler än en aktivitet är större än summan av påverkan från var och en ($1+1 > 2$). En tredje typ av kumulativ effekt är motverkande eller antagonistisk, vilket innebär att påverkan från fler än en aktivitet är mindre än summan av påverkan från var och en ($1+1 < 2$), se figur 2.



Figur 2. Sammanställning av de tre typerna av kumulativ effekt.

Begreppet kumulativ effekt kan alltså delas in olika typer, varav figur 2 beskriver den indelning som Naturvårdsverket (29) har valt. Vidare kan begreppet beskrivas med olika exempel så som växthuseffekten. Med stöd av detta beskrivs nu hur begreppet kumulativ riskpåverkan kan härledas.

6.2 Kumulativ riskpåverkan

Med en tydlig definition av kumulativ effekt finns det inget behov av en egen definition utav kumulativ riskpåverkan. Först måste dock kopplingen mellan olycksrisk och miljöpåverkan förtydligas.

6.2.1 Olycksrisk och miljöpåverkan

Riskpåverkan på omgivningen från en eller flera verksamheter utgör en påverkan enligt miljöbalken. Detta bekräftar bland annat genom:

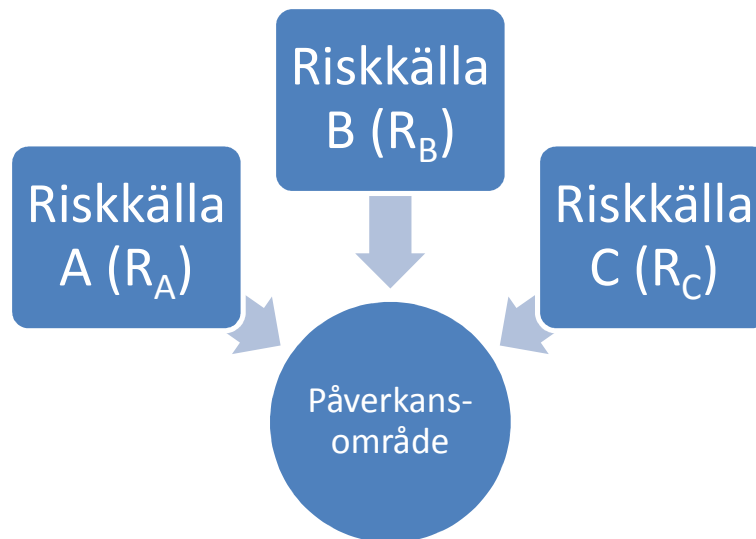
- Olycksrisk kan vara en miljökonsekvens, vars effekt ska beaktas vid upprättande av miljökonsekvensbeskrivningar. Exempelvis kan påverkan av en olycksrisk vara det enda kriteriet vid bedömningen om betydande miljöpåverkan och därmed orsaken till att en miljökonsekvensbeskrivning ska upprättas.¹
- Vidare är MSB:s uppfattning att verksamheter som omfattas av kraven i Sevesolagstiftningen i de flesta fall medför betydande miljöpåverkan, till följd av riskpåverkan.
- MSB:s syn på hur olycksrisker bör hanteras i miljökonsekvensbeskrivningar och varför olycksrisk kan utgöra en betydande miljöpåverkan klargörs i publikationen *Olycksrisker och MKB* (31) i vilken även en tydlig koppling mellan riskhanteringsprocessen och MKB-processen redovisas.

¹ Att olycksrisk kan medföra en betydande miljöpåverkan anges i bilaga 2 i *Förordning (1998:905) om miljökonsekvensbeskrivningar*.

I och med att olycksrisk är att betrakta som en miljökonsekvens består miljö- och hälsoeffekten av den risknivå som olycksrisken medför. Därmed kan även olycksrisk och dess påverkan på omgivningen beaktas kumulativt.

6.2.2 Kumulativ riskpåverkan som miljö- och hälsoeffekt

Som definieras i avsnitt 6.1 beskriver kumulativ effekt hur en verksamhet eller åtgärd tillsammans med andra pågående, tidigare och framtida verksamheter/åtgärder påverkar miljön i ett område. Om denna definition används analogt avseende riskpåverkan så är kumulativ riskpåverkan den påverkan som en olycksrisk har på hälsa och miljö vid ett visst område över tid, tillsammans med övriga olycksrisker som påverkar samma område. Mot bakgrund av detta kan den samlade miljö- och hälsoeffekten beskrivas som kumulativ riskpåverkan. Detta kan illustreras med följande exempel. Ett påverkansområde, t.ex. ett bostadshus, utsätts över tid av riskpåverkan från riskkälla A (t.ex. en industri), riskkälla B (t.ex. en farligt gods-led), riskkälla C (t.ex. översvämning), se figur nedan. Den kumulativa riskpåverkan avseende påverkansområdet är den totala påverkan från riskkälla A, B och C. Resonemanget kan jämföras med växthuseffekten, där respektive riskkälla istället utgör en källa för koldioxidutsläpp och påverkansområdet är jorden.



Figur 3. Exempel på kumulativ riskpåverkan.

Då kumulativ effekt delas in i flera typer enligt avsnitt 6.1 görs nedan samma indelning av kumulativ riskpåverkan, för att på så vis skapa en tydlig analogi. Dock saknar den antagonistiska effekten relevans avseende riskpåverkan, varför denna typ av effekt utelämnas.

6.2.3 Additiv riskpåverkan

Additiv riskpåverkan utgör ett exempel på en kumulativ effekt ur riskhänseende. Vid beaktande av riskpåverkan i fysisk planering eller vid en industrianläggning upprättas i många fall kvantitativa riskbedömningar. Resultatet av dessa riskbedömningar kan redovisas i form av riskmåttan individ- och samhällsrisk. För att beräkna individ- och samhällsrisk adderas flera risker med varandra, exempelvis adderas farligt gods-olycka med utsläpp

av brandfarlig vätska och med urspårningsolycka. På så vis kan flera hundra risker adderas till varandra för att beräkna additiv riskpåverkan genom riskmåten individ- och samhällsrisk.

Additiv riskpåverkan kan även beaktas kvalitativt genom att flera risker adderas till varandra och summeras till ett riskmått, figur 3 ovan exemplifierar hur flera risker påverkar ett påverkansområde. Den additiva riskpåverkan utgörs av den totala påverkan från riskkällorna, dvs.

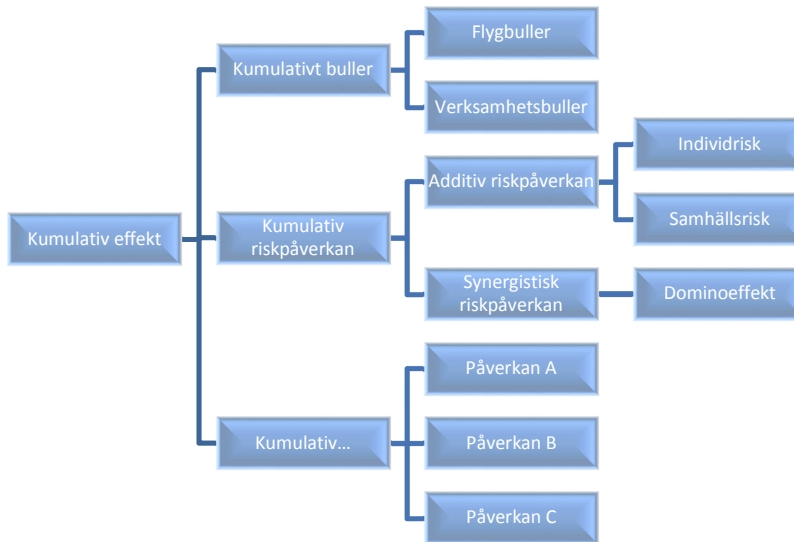
$$\text{Additiv riskpåverkan} = R_A + R_B + R_C$$

6.2.4 Synergistisk riskpåverkan

En synergistisk effekt innebär en förstärkt effekt och ur riskhänseende kan det till exempel innebära att två olyckor som inträffar till följd av varandra ger en större konsekvens än om respektive olycka hade inträffat var för sig. Gällande riskpåverkan kan dominoeffekt vara ett exempel på en synergistisk riskpåverkan. Som visas i kapitel 5 kan dominoeffekt definieras på olika sätt. En återkommande faktor i definitionerna är att förloppet är eskalerande, dvs förstärkande.

6.3 Sammanfattning kumulativ riskpåverkan

Kapitel 6 summeras i nedanstående schematiska figur, som utgör en illustration av hur begreppen kumulativ effekt, kumulativ riskpåverkan respektive additiv och synergistisk riskpåverkan hänger samman.



Figur 4. Schematisk beskrivning av hur begreppen i kapitel 6 hänger samman.

7. Diskussion

I följande kapitel diskuteras begreppen kumulativ riskpåverkan och dominoeffekt. Vidare kopplas begreppen till hur nuvarande lagstiftning tar hänsyn till begreppen och slutligen motiveras författarnas val av definitioner.

7.1 Inledning

Dominoeffekt är ett mer välkänt begrepp än kumulativ risk och kumulativ riskpåverkan. Detta tydliggörs i såväl litteraturstudien, som i enkätundersökningen och vid diskussioner med verksamheter och myndigheter. Detta faktum har medfört ett antal förutsättningar för denna studie och dess utformning:

- Avseende dominoeffekt måste en av flera befintliga definitioner väljas och valet bör motiveras.
- Avseende kumulativ riskpåverkan måste en definition skapas som både är relevant och som bidrar till att helhetsbilden avseende riskpåverkan från såväl enskilda industrier som industriparker beaktas.
- Begreppen kumulativ riskpåverkan och dominoeffekt bör kunna kopplas till varandra.
- Valda definitioner ska vara tydliga och lättförståeliga för att på så vis bli användbara bland verksamheter och myndigheter. Detta eftersom det i dagsläget råder osäkerhet kring begreppen och dess definitioner.

Som illustrerats tidigare kan en härledning av kumulativ riskpåverkan göras från kumulativ effekt. Dominoeffekt kan i sin tur utgöra en delmängd av begreppet kumulativ riskpåverkan. Nedanstående figur illustrerar sammanhanget.



Figur 5. Beskrivning av kopplingarna mellan kumulativ effekt, kumulativ riskpåverkan och dominoeffekt.

7.2 Lagstiftning

I kapitel 6 konstateras att kumulativ riskpåverkan kan utgöra en aspekt av begreppet kumulativ effekt. Kumulativa effekter ska beaktas enligt miljöbalken (6 kap. 3§); dessutom efterfrågas en ökad precisering av kraven avseende kumulativa effekter och detta belyses bland annat i DS 2009:65 *Enklare lagtext om miljökonsekvensbeskrivningar*.²

Genom ovanstående önskemål om precisering av kraven samt det faktum att olycksrisk och dess påverkan utgör en potentiell miljö- och hälsoeffekt skapas en tydlig koppling till miljöbalken och de krav som ställs avseende innehållet i en miljökonsekvensbeskrivning.

Begreppet dominoeffekt återfinns i Sevesodirektivet. I Seveso II-direktivet ägnas artikel 8 åt dominoeffekt och i kommande direktiv som träder i kraft 1 juni 2015 ägnas artikel 9 åt dominoeffekt. Även utifrån Sevesolagstiftningen görs kopplingar till miljöbalken och begreppet kumulativ effekt. Ett exempel på det är i SOU 2014:17 *Genomförande av Seveso III-direktivet* där kopplingen till 6 kap. 3 § Miljöbalken och kumulativ effekt görs avseende hur hanteringen av dominoeffekter ska ske.

Att begreppen kumulativ riskpåverkan och dominoeffekt relateras till varandra och i ett vidare sammanhang ökar tydligheten. Förhoppningen är att detta i första hand medför att den kumulativa riskpåverkan beaktas och i andra hand att hanteringen av kumulativ riskpåverkan sker mer enhetligt. I och med att kopplingen till miljöbalken förtydligas finns det möjlighet för tillsynsmyndigheten att ställa krav på beaktandet av kumulativ riskpåverkan, till exempel i samband med ansökan om nytt miljötillstånd. Slutligen ska här konstateras att en viktig aspekt är att den storlek på riskpåverkan som tillåts vid en verksamhet beror på hur den totala riskpåverkan på omgivningen ser ut. För att kunna avgöra den totala riskpåverkan på omgivningen krävs en helhetsbild avseende riskpåverkan.

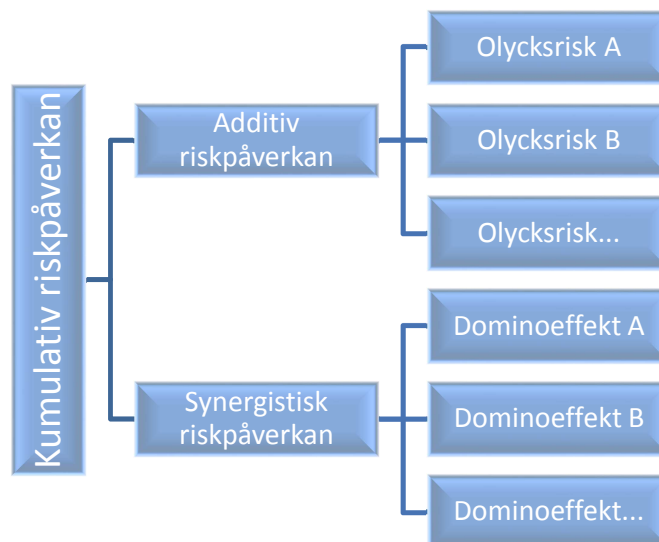
7.3 Skapa helhetsbild av riskpåverkan

Vid tillståndsgivning, kravställande på riskreducerande åtgärder med mera bör utgångspunkten alltid vara att den totala riskpåverkan som en enskild verksamhet eller ett kluster av verksamheter (industripark) ger upphov till inte blir för stor. Att vid en industripark isolerat studera riskpåverkan från en av verksamheterna på omgivningen är inte tillräckligt som beslutsunderlag. Beslutsunderlaget måste grunda sig på den totala riskpåverkan, helhetsbilden.

Vad innefattas då i begreppet helhetsbild? När det gäller riskpåverkan är det rimligt att utgå från att samtliga olycksrisker som en verksamhet eller industripark gör upphov till ska beaktas, dvs. den kumulativa riskpåverkan.

² Sida 92 i DS2009:65 ”Miljödepartementet anser därför att kravet på innehållet i miljökonsekvensbeskrivningar ska tydliggöras och preciseras ytterligare... bör det även krävas en redovisning av bl.a. kumulativa och synergistiska konsekvenser som en verksamhet eller åtgärd har på kort eller lång sikt.”

Kumulativ riskpåverkan omfattar, enligt tidigare beskrivning, additiv och synergistisk riskpåverkan, se figur 6.



Figur 6. Schematisk indelning av kumulativ riskpåverkan.

Givet en verksamhet, ett visst geografiskt område eller ett förutbestämt antal verksamheter i anslutning till varandra kan den totala riskpåverkan summeras genom att beakta den kumulativa riskpåverkan. Detta eftersom den additiva riskpåverkan kan summera alla riskkällor som utgör en påverkan oberoende av varandra och genom att komplettera den additiva riskpåverkan med de potentiella dominoeffekter som kan uppstå beaktas helhetsbilden avseende aktuell riskpåverkan. Genom att beakta kumulativ riskpåverkan kan verksamhetsutövare eller myndigheter bedöma helhetsbilden avseende risk vid ett avgränsat geografiskt område, vid en verksamhet eller vid en industripark.

7.4 Enkelt i teorin – svårt i praktiken?

Dock ska här konstateras att det som är enkelt att förorda i teorin innebär stora utmaningar i praktiken. Exempelvis kan olycksrisker ge upphov till olika typer av konsekvenser, bland annat på miljö, människors hälsa eller psykisk påfrestning till följd av exempelvis rädsla. Dessa konsekvenser kan kräva olika hantering och bedömning och kan inte adderas till varandra på ett enkelt sätt. Det krävs en nogsam och systematisk riskinventering för att inte missa riskkällor som kan ha en avgörande betydelse för den additiva riskpåverkan.

Dominoeffekter kan uppstå inom såväl som utom den egna verksamheten och informationsutbyte som bygger på frivillighet mellan verksamheter bedöms nödvändig för att kunna beakta dominoeffekter på ett effektivt och heltäckande vis. Vidare kan exempelvis naturolyckor som översvämning eller skyfall medföra dominoeffekter, precis som andra yttre faktorer i form av exempelvis farligt gods-transporter på väg och järnväg. Till följd av detta är verksamheter som avser att betrakta helhetsbilden av riskpåverkan vid sin anläggning beroende av den egna kommunens arbete med riskhantering i samhällsplaneringen och i den kommunala risk- och sårbarhetsanalysen.

Att omvandla begreppet kumulativ riskpåverkan till praktisk riskhantering som skapar en helhetsbild av riskerna vid en industripark bedöms ta tid och kräver insatser från såväl verksamheter, kommuner och statliga myndigheter. I del 2 av denna studie tas en första handledning fram som beskriver de grundläggande steg som krävs för att en verksamhet eller myndighet ska kunna bedöma helhetsbilden avseende risk vid en industripark.

7.5 Förslag till definitioner

Nedan anges de förslag till definition av dominoeffekt och kumulativ riskpåverkan som författarna till denna studie förordar.

7.5.1 Definition av dominoeffekt

Följande definition av dominoeffekt bedöms vara mest heltäckande:

”En händelsekedja där en primär olycka fortplantas till närliggande system eller verksamheter och därigenom orsakar en eller flera sekundära händelser vars effekter förvärrar de totala konsekvenserna av den ursprungliga olyckan.”

Denna definition tar hänsyn till den vanligt förekommande faktorn när man talar om dominoeffekter att dessa medför att den totala konsekvensen av olyckan blir större än om varje olycka som är del i händelsekedjan hade skett var för sig. Denna definition tar även hänsyn till att det kan röra sig om ett eskalerande händelseförlopp (en olycka som förvärras och blir större/värre ju fler system som involveras när starthändelsen fortplantar sig och/eller expanderar). Vidare möjliggör definitionen för beaktande av närliggande system så som vägnät, järnväg och naturolyckor. Slutligen är det också den definition som majoriteten i referensgruppen har förordat.

7.5.2 Definition av kumulativ riskpåverkan

Nedan ges förslag till definition av begreppet kumulativ riskpåverkan:

”Med kumulativ riskpåverkan avses de miljö- och hälsoeffekter som olycksrisker vid en verksamhet tillsammans med andra pågående, tidigare och framtida verksamheter kan ge upphov till.

Kumulativ riskpåverkan kan delas in i additiv riskpåverkan och synergistisk riskpåverkan.”

Genom ovanstående definition härleds begreppet kumulativ riskpåverkan analogt med kumulativ effekt. Vidare möjliggör definitionen för hur helhetsbilden av risker vid en industripark kan bedömas.

8. Slutsats

Resultatet av denna studie medför att följande definition av dominoeffekt bedöms vara mest heltäckande utifrån studiens bakgrund:

”En händelsekedja där en primär olycka fortplantas till närliggande system eller verksamheter och därigenom orsakar en eller flera sekundära händelser vars effekter förvärrar de totala konsekvenserna av den ursprungliga olyckan.”

Definition av begreppet kumulativ riskpåverkan som bäst bedöms uppfylla syftet med studien är:

”Med kumulativ riskpåverkan avses de miljö- och hälsoeffekter som olycksrisker vid en verksamhet tillsammans med andra pågående, tidigare och framtida verksamheter kan ge upphov till.

Kumulativ riskpåverkan kan delas in i additiv riskpåverkan och synergistisk riskpåverkan.”

Bilaga 1: Enkätstudie

ENKÄT – RISKBILDEN I INDUSTRIPARKER

Bakgrund

MSB (Myndigheten för samhällsskydd och beredskap) har initierat en studie som syftar till att underlätta för verksamhetsutövare och myndigheter att få fram och ta hänsyn till den övergripande riskbilden – ”helheten” – inom industriparker där det finns flera olika verksamhetsutövare som hanterar farliga ämnen eller farliga processer som kan innebära svåra konsekvenser i händelse av olycka. I studien ingår även att ta fram gångbara definitioner för begreppen ”riskers dominoeffekt” (exempelvis olycka eller oönskad händelse som leder till en värre olycka genom att fortplanta sig och/eller expandera till närliggande verksamhet/område) respektive ”kumulativ risk” (exempelvis överlagrade risker som ger en total risknivå som ökar i effekt för varje adderad risk).

Då WSP verkar på en global marknad och är representerade i samtliga världsdelar avser WSP utnyttja denna fördel genom att sända denna enkät till cirka 25 internationella medarbetare som arbetar med riskanalyser och/eller tillståndshantering vid industrier som antingen omfattas av Sevesodirektivet eller liknande lagstiftning.

Detta är anledningen till att du blivit utvald att delta i denna enkät och jag vill på förhand tacka dig för att du tar dig tid att svara på nedanstående frågor efter bästa förmåga, samt maila tillbaks svaren **senast 2014-08-31**. Tveka inte att ta kontakt om du har frågor eller önskar diskutera något.

1. Hur definierar du begreppet ”riskers dominoeffekt”?
2. Hur definierar du begreppet ”kumulativ risk”?
3. Har du stött på (exempelvis från kunder eller myndigheter) andra definitioner eller tolkningar avseende ”riskers dominoeffekt” och ”kumulativa risker”? Om svaret är ja, beskriv definitionerna (och/eller ge referenser till rapporter, hemsidor, etc).
4. Om möjligt, ge exempel på uppdrag där riskers dominoeffekter och kumulativa risker har ingått (namn på kund, typ av uppdrag, verksamhetsområde). Relevanta rapporter och annan dokumentation mottages även tacksamt.
5. Känner du till några indikatorer, checklistor och/eller analysmetoder för att hantera riskers dominoeffekter och/eller kumulativa risker, inklusive deras orsaker? Om svaret är ja, beskriv dessa.
6. Om möjligt, ge exempel på referenslitteratur avseende riskers dominoeffekt och kumulativa risker.

7. Har du erfarenheter av riskarbete i uppdrag som inkluderat industriparker (exempelvis hamnar)? Om svaret är ja, vilka metoder har du använt dig av i samband med riskanalyser avseende industriparker?
8. Om svaret är ja på fråga 7, ange så många som möjligt av de relevanta lagar/direktiv/förordningar som du har kommit i kontakt med i samband med uppdrag innehållande industripark.
9. Har du erfarenheter av tillståndshantering vid industrier/industriparker som påverkas av Sevesodirektivet eller liknande lagstiftning? Om svaret är ja, ange så många som möjligt av de lagar, direktiv och förordningar som du har kommit i kontakt med.
10. Har du några övriga erfarenheter och tips som kan bidra positivt i denna enkät/uppdrag?

Bilaga 2: Definitioner av dominoeffekt

I nedanstående tabell redovisas inventerade definitioner av begreppet dominoeffekt kategoriserat efter ursprungsland (observera att ursprungsland syftar på var källan publicerats och därmed representerar definitionerna nödvändigtvis inte synen inom hela det landet). Definitionerna är hämtade dels ifrån litteraturstudien och dels ifrån enkätstudien.

Sverige	
Göteborgs Oljehamn	”Istället för dominoeffekt används i svensk lagstiftning begreppet extern påverkan, det vill säga påverkan på omgivningen.” Med extern påverkan avses att en olycka vid en anläggning inom oljehamnen leder till påverkan på omgivningen. En extern påverkan kan exempelvis erhållas av ett större utsläpp, via värmestrålning, trycket från en explosion eller av splitter.
QRA Göteborg GO 4 LNG Terminal projekt	Följande dominoeffekter särskiljs: Intern dominoeffekter (riskscenarier på platsen orsakar en katastrofal händelse hos annan (närliggande) utrustning inom området), Dominoeffekter inom området till följd av riskscenarier utanför terminalens gräns, Dominoeffekter utanför terminalgränsen orsakade av riskscenarier som utspelar sig inom terminalens område
Svensk enkätstudie	När en olycka vid en anläggning medför en annan olycka vid en närliggande anläggning.
Svensk enkätstudie	Dominoeffekt är bara aktuell när flera riskfyllda aktiviteter/händelser sker/utförs inom ett närliggande område som gör att en händelse kan starta en annan.
Svensk enkätstudie	När en önskad händelse påverkar intilliggande verksamheter/anläggningar och bidrar/accelererar igång en ännu större/värre önskad händelse

Svensk enkätstudie	Olycka eller oönskad händelse som leder till en värre olycka genom att fortplanta sig och/eller expandera till närliggande verksamhet/område.
Svensk enkätstudie	En skadehändelse (risk) som utlöser en helt annan olycka. Olyckor kan ha många olika konsekvenser. Dominoeffekt är ett specialfall där det uppstår en ny olycka med en annan riskkälla.
Svensk enkätstudie	En verksamhets möjlighet att påverka andra verksamheter eller andra riskkällor (och tvärtom) vid en olycka (ex. brand, explosion osv.) och som i sin tur kan leda till följdolyckor vid denna verksamhet/riskkälla.
Europa	
Seveso Inspection Series Volume 5	En dominoeffekt är den kumulativa verkan som blir resultatet av en händelse som sätter igång en kedja av liknande händelser på andra håll. Med andra ord kan processer inom verksamheter som fysiskt är helt åtskilda ha ett ömsesidigt beroende baserat på ett olycksscenario.
Domino effect in process-industry accidents	Begreppet dominoeffekt används på ett mer restriktivt sätt i Europa och då endast för situationer där en olycka som innebär att en inneslutning av något slag fallerar inom en anläggning blir orsaken till en olycka som innebär att en inneslutning av något slag fallerar inom en annan anläggning. Begreppet syftar alltså på situationer där en olycka på en anläggning inträffar på grund av en olycka på en annan anläggning.
Finland	
Kilpilahti inustriområde	Där en olycka på en verksamhet orsakar en olycka på en annan verksamhet.

Internationell enkätstudie	Dominoeffekter kan uppkomma där anläggningar är belägna på ett sådant sätt eller så nära varandra så att detta ökar sannolikheten och möjligheten för allvarliga olyckshändelser eller att det förvärrar följderna av dem (96/82/EG).
Danmark	
Håndtering af dominoeffekter i erhvervsområder	En olycka med farliga ämnen som sprider sig till andra verksamheter och därigenom orsakar en olycka som förstärker effekterna av den ursprungliga olyckan (extern dominoeffekt).
UK	
Domino effect in process-industry accidents	Fara som kan uppstå om läckage av farligt gods kan leda till en upptrappning av olyckan, t.ex. en liten läcka som antänds och där lågan påverkar större rör eller kärl med efterföljande spill av farliga ämnen.
Internationell enkätstudie	Nyckelfrågan är att identifiera alla potentiella källor som skulle kunna initiera en dominoeffekt. I vissa fall förbises potentiella källor eftersom de individuellt anses obetydliga. När alla källor identifieras måste vidare alla katalysatorer identifieras.
Italien	
Domino effect in process-industry accidents	En olycka där en primär händelse fortplantas till närliggande utrustning och utlöser en eller flera sekundära händelser. Ett fenomen som innebär en kedja av olyckor där följderna av en tidigare olycka ökas med följande olyckor, rumsligt och tidsmässigt. En händelsekedja i vilken konsekvenserna av inledande olyckor ökar med effekterna av efterföljande olyckor, vilket leder till en stor olycka.

Tyskland	
Guidance on the application of the major accidents ordinance to industrial estates	Ömsesidig påverkan mellan anläggningar eller deras installationer med utgångspunkt i stora olyckor (så som de definieras i the major accidents ordinance). Installationer/ verksamheter där risken har sitt ursprung kallas för donatorer och omgivande installationer/verksamheter kallas för mottagare.
Frankrike	
Internationell enkätstudie	Dominoeffekt kan härledas till en olycka vars konsekvenser påverkar eller förvärrar konsekvenserna av den totala händelsen som olyckan orsakat.
Internationell enkätstudie	Verkan av en olycka som påverkar en eller flera utrustningar/system på en anläggning och som skulle kunna utlösa ett fenomen på en annan anläggning eller en grannfastighet, vilket leder till förvärrade effekter av den första olyckan.
USA	
Domino effect in process-industry accidents	En händelse som startar i ett objekt och kan påverka närliggande objekt (t.ex. behållare som innehåller farliga ämnen) genom värmestrålning, explosion, eller splitter.
Internationell enkätstudie	Dominoeffekter definieras i allmänhet som utbredningen av en olycka som har sitt ursprung i en viss utrustning till intilliggande utrustning på eller utanför ett industriområde.
Kanada	
Internationell enkätstudie	Dominoeffekter är risken för att en händelse i en process har potential att inleda en händelse i angränsande processer på grund av närheten dem emellan.

Sydafrika	
Internationell enkätstudie	Dominoeffekter indikerar potentiella skador från utrustning till annan utrustning, baserad på enbart konsekvenser i form av skador.
Övriga (okänt land eller andra infallsvinklar)	
Domino effect in process-industry accidents	Dominoolycka (knock-on accident) är händelse med två distinkta processenheter (som kan men inte behöver vara en del av samma anläggning).
Domino effect in process-industry accidents	Ekonomiskt/politiskt perspektiv: En händelse, oftast en otrevlig sådan, som orsakar andra liknande händelser.
Domino effect in process-industry accidents	Lokala dominoeffekter syftar på följd effekter inom en och samma anläggning, men där tiden mellan varje ny händelse är så pass stor att räddningsinsats borde kunna insättas.
Anatomy of a domino accident: Roots, triggers and lessons learnt	En initial olycka som utlöser fler och fler olyckor som gör de totala konsekvenserna värre.

<p>Domino effect in process-industry accidents</p>	<p>Följande definition av dominoolycka anses gälla överlag utanför EU:</p> <p>Dominoolyckor innebär att en processenhet äventyrar säkerheten hos en annan processenhet. Effekten kännetecknas av följande sekvens:</p> <ol style="list-style-type: none">1. En primär olyckshändelse initierar dominoolyckans händelsekedja2. Den primära händelsen sprids på grund av en eskaleringsfaktor som alstras av de fysiska effekterna av det primära scenariot och som resulterar i skada på åtminstone en sekundär utrustning3. En eller flera sekundära händelser (t.ex. brand, explosion och giftigt utsläpp) som omfattar de skadade utrustningarna uppstår (antalet sekundära händelser är oftast densamma som antalet skadade processdelar).
--	---

Bilaga 3: Referenslista

1. **International Electrotechnical Commission (IEC).** *International Standard 60300-3-9, Dependability management – Part 3: Application guide – Section 9: Risk analysis of technological systems.* Genève : u.n., 1995.
2. **International Organization for Standardization (ISO).** *Risk management – Vocabulary – Guidelines for use in standards. Guide 73.* Geneva : u.n., 2002.
3. **European Commission.** *Seveso Inspection Series Volume 5: Chemical Hazards Risk Management in Industrial Parks and Domino Effect Establishment - Key points and conclusions for Seveso Directive enforcement and implementation .* Luxembourg : European Commission, 2012. ISBN 978-92-79-27992-8.
4. —. *Seveso Inspection Series Volume 5 (short report): Chemical Hazards Risk Management in Industrial Parks and Domino Effect Establishment - Key points and conclusions for Seveso Directive enforcement and implementation.* u.o. : European Commission, 2013.
5. **Miljøstyrelsen i Danmark i samarbejde med Beredningsstyrelsen og Århus brandkår.** *Håndtering af dominoeffekter i erhvervsområder.* u.o. : Miljøstyrelsen i Danmark, 2011.
6. **B. Abdolhamidzadeh, T. Abbasi, D. Rashtchian, S.A. Abbasi.** *Domino effect in process-industry accidents - An inventory of past events and identification of some patterns.* u.o. : Journal of Loss Prevention in the Process Industries, 2010. doi:10.1016/j.jlp.2010.06.013.
7. **et.al, B. Abdolhamidzadeh.** *Anatomy of a domino accident: Roots, triggers and lessons learnt.* u.o. : Elsevier B.V. Process Safety and Environmental Protection, 2012.
8. **I. Grangaard, L. Granstam, B. Herlin, V. Lindblom.** *Dominoeffekter – beskrivning av verksamhetens effekter på intilliggande verksamheter i Göteborgs Oljehamn, reviderad version med LNG-terminal.* Göteborg : Rockstore engineering AB för Göteborgs Hamn AB, 2012. Uppdragsnummer 4550 (uppdatering av 4327).
9. **Öresund safety advisers.** *Säkerhetsstudie Stenungsund.* 1996.
10. **Gaia Consulting Oy.** *Beaktande av katastrofrisker vid planering för markanvändning på Kilpilahti industriområde (SUURONNETTOMUUSRISKIEN HUOMIOIMINEN MAANKÄYTÖN SUUNNITTELUSSA KILPILAHDEN TEOLLISUUSALUEELLA) .* 2007. ISBN: 978-952-5713-00-8.
11. **Stadsbyggnadskontoret fysisk planering i Norrköpings kommun.** *Miljö- och riskfaktorer, tillägg till översiktsplanen för Norrköpings kommun .* Norrköping : Norrköpings kommun, 2012. Diarienummer KS-204/2011 212.
12. **DNV.** *QRA Göteborg GO 4 LNG Terminal projekt.* u.o. : Vopac LNG holding BV, 2013. 1-74PEEF.
13. **Major accidents commission.** *Guidance on the application of the major accidents ordinance to industrial estates (översättning av tysk rapport).* Bonn : Major accidents commission, at the federal ministry for the environment, nature conservation and nuclear safety., 2005.

14. **et.al, Chen.** *2012 International Symposium on Safety Science and Technology: Investigation and analysis of historical Domino effects statistic.* Kina : Elsevier, 2012. 1877-7058 .
15. **et.al, B. Shahabaldin.** *Application of a multi-plant QRA: A case study investigating the risk impact of the construction of a new plant on an existing chemical plant's risk levels.* u.o. : Elsevier, 2012. 0950-4230/\$.
16. **G. Davidsson et.al (DNV).** *Värdering av risk.* Karlstad : Räddningsverket, 1997. ISBN 91-88890-82-1.
17. **Myndigheten för samhällsskydd och beredskap.** *Olycksrisker och MKB.* Karlstad : MSB, 2012. ISBN 978-91-7383-305-9.
18. **Wärnbäck, Antoinette.** *Cumulative Effects in Swedish Impact Assessment Practice.* Uppsala : Swedish University of Agricultural Sciences, 2007. ISBN 978-91-85735-02-0 .
19. **Näslund, Hultquist och.** *Arbetsmetodik för samordnad riskhantering inom processindustri med avseende på säkerhet, hälsa och miljö.* Lund : Lunds tekniska högskola, 2007. ISSN: 1402-3504.
20. **et.al, Bardy.** *Approach for domino effects on quantitative risk analysis .* Rio de Janeiro : DNV energy solution.
21. **et.al, F. Clini.** *Historical analysis of accidents involving domino effects .*
22. **Mares, Liane Haefler och Ivan.** *Handledning om riskkriterier.* u.o. : Intresseföreningen för processsäkerhet, 2011.
23. **F. Kadri, E. Chatelet.** *Domino effect analysis and assessment of industrial sites: A review of methodologies and software tools.* u.o. : International journal of computers and distributed systems, 2013. ISSN 2278-5183.
24. **et.al, J. Wu.** *Domino effects within a chemical cluster: an evolutionary game approach.* Peking : Domino effects within a chemical cluster: an evolutionary game approach.
25. **Ryhs, S.** *Safety risk aggregation: The bigger picture.* Surrey : u.n.
26. **et.al, Abdolhamidzadeh.** *A new method for assessing domino effect in chemical process industry.* u.o. : Journal of hazardous materials. Volume 182, Issues 1–3, 15 October 2010, Pages 416–426.
27. **Doberstein, Denis Kirchhoff and Brent.** *Pipeline risk assessment and risk acceptance criteria in the State of São Paulo, Brazil.* Surrey : Impact Assessment and Project Appraisal, 2006. Volume 24, number 3, September 2006, pages 221–234.
28. **Miljödepartementet.** *Regeringens proposition 2003/04:116.* Stockholm : Miljödepartementet, 2004.
29. **Naturvårdsverket.** *Handbok med allmänna råd om miljöbedömning av plan och program.* Stockholm : Naturvårdsverket, 2009.
30. **Wärnbäck, Antoinette.** *Cumulative effects in Swedish impact assessment practice.* Uppsala : Swedish University of Agricultural Sciences, Department of Urban and Rural Development, 2007.
31. **Myndigheten för samhällsskydd och beredskap.** *Olycksrisker och MKB.* Karlstad : Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, 2012.
32. **Davidsson, Göran, Lindgren, Mats och Mett, Liane.** *Värdering av risk. FoU rapport - DNV.* u.o. : Statens Räddningsverk, 1997.

