Myndigheten för samhällsskydd och beredskap

Riskbedömning av naturliga omgivningsfaktorer

Vägledning och metodstöd för verksamheter som hanterar farliga ämnen

MSB:s kontaktperson:
Helena Håkanson
Helena Fridh
Joel Brask
Peter Albertsson

Publikationsnummer MSB998 – november 2016
ISBN 978-91-7383-661-6

Förord

Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, MSB, har uppdragit åt WSP att genomföra en studie av hur naturliga omgivningsfaktorer kan påverka säkerheten vid verksamheter som hanterar stora mängder farliga ämnen, s.k. Sevesoverksamheter.

Studien ligger till grund för denna publikation som tagits fram för att underlätta för verksamhetsutövare och myndigheter att få en övergripande bild av problematiken. Riskbilden vid verksamheter med storskalig kemikaliehantering är ofta omfattande och komplex. MSB:s ambition är att vägledningen ska bidra till att naturliga omgivningsfaktorer kan beaktas på ett mer ändamålsenligt sätt i riskbedömningar som görs vid verksamheter som hanterar farliga ämnen.

Enligt Sevesolagstiftningen[1] ska riskerna för allvarliga kemikalieolyckor vid berörda verksamheter kartläggas och nödvändiga åtgärder ska vidtas för att förebygga och begränsa konsekvenserna av sådana olyckor. Av Sevesoförordningen framgår att den detaljerade beskrivningen av möjliga scenarier och riskbedömningar utöver driftrelaterade orsaker och andra yttre orsaker även ska omfatta naturliga orsaker. Detta är en förändring som genomfördes i samband med att Seveso III-direktivet genomfördes i Sevesolagstiftningen.

Riskbedömningar ska genomföras för att klarlägga vilka risker som finns vid just den specifika verksamheten. Syftet med att göra riskbedömningar är att i ett tidigt skede identifiera de faror, riskobjekt och riskkällor som finns vid verksamheten för att få en samlad riskbild. Avsikten är att den samlade riskbilden ska ligga till grund för förebyggande och skadebegränsande åtgärder. Den samlade riskbilden och riskbedömningen ska ingå som en del i verksamhetens säkerhetsrapport.

Faror, riskobjekt och riskkällor kan vara av olika slag. Det kan vara driftrelaterade orsaker som skulle kunna initiera eller utlösa en allvarlig kemikalieolycka. Det kan även vara yttre orsaker som har anknytning till andra verksamheter och verksamhetsplatser eller orsaker som uppkommer till följd av olika naturhändelser. I denna publikation är fokus riktat på riskbedömningar av naturliga omgivningsfaktorer och faror som kan påverka verksamheter som hanterar farliga ämnen och utlösa allvarliga kemikalieolyckor.

Studien *Riskbedömning av naturliga omgivningsfaktorer* har genomförts av WSP på uppdrag av MSB och består av två delar;
Del 1 – Vägledning och metodstöd för verksamheter som hanterar farliga ämnen
Del 2 – Natech Hazard Map, Användarmanual

Författarna svarar för sakinnehållet i rapporten.

---

[1] Lag (1999:381) om åtgärder för att förebygga och begränsa följderna av allvarliga kemikalieolyckor
Förordning (2015:236) om åtgärder för att förebygga och begränsa följderna av allvarliga kemikalieolyckor
Myndigheten för samhällsskydd och beredskaps föreskrifter om åtgärder för att förebygga och begränsa följderna av allvarliga kemikalieolyckor (MSBFS 2015:8)

Innehållsförteckning

1. Inledning 9
1.1 Bakgrund 9
1.2 Mål och syfte 10
1.3 Omfattning och avgränsning 10
1.4 Begrepp och definitioner 11
1.5 Genomförande 13
1.6 Referensgrupp 13
2. Naturliga omgivningsfaktorer 14
2.1 Inledning 14
2.2 Höga vattennivåer 14
2.2.1 Allmänt om höga vattennivåer 14
2.2.2 Skyfall 15
2.2.3 Sjöar och vattendrag 16
2.2.4 Hav 16
2.2.5 Höga vattennivåer inom en industri 17
2.3 Ras, skred och erosion 19
2.4 Blixt- och åskoväder 21
2.5 Hög vindstyrka (storm) 25
2.6 Olycksexempel Natech 26
3. Kartläggningar av naturliga omgivningsfaktorer 29
3.1 Inledning 29
3.2 Genomförda arbeten 30
3.2.1 Myndigheten för samhällsskydd och beredskap 30
3.2.2 Länsstyrelserna 30
3.2.3 Kommunerna 31
3.2.4 SMHI 31
3.2.5 SGU och SGI 32
3.2.6 Internationellt arbete 32
3.3 Visningstjänster som beskriver omgivningsfaktorer 34
3.3.1 Höga vattennivåer (översvämning och skyfall) 34
3.3.2 Erosion, ras och skred 37
3.3.3 Blixt- och åskoväder 41
3.3.4 Snödjup (SMHI) 41
3.4 Andra källor till geografisk information 42
3.4.1 Meteorologiska observationer 42
3.4.2 Utredningar: Naturolyckor, klimat och sårbarhet (SGI) 45
3.4.3 Varningsinformation 45
3.4.4 Naturolycksdatabas (MSB) 48
3.4.5 Sevesoverksamheter 49

3.5 Sammanställning Natech hazard map 50
3.6 Diskussion kring visningstjänst m.m. 51
4. Regelverk och andra krav 53
4.1 Sevesolagstiftningen 53
4.2 Övrig lagstiftning 54
4.3 Myndighetsvägledning och riktlinjer 55
4.4 OECD Guiding Principles 55
4.5 Frivilliga initiativ 57
5. Riskhantering avseende naturliga omgivningsfaktorer 58
5.1 Inledning 58
5.2 Riskhanteringsprocessen 58
5.3 Faktainsamling naturliga omgivningsfaktorer 60
5.4 Riskaspekter att beakta kring Natech 61
5.4.1 Direkt orsak till olyckor 61
5.4.2 Indirekt orsak till olyckor 62
5.4.3 Samtidiga olyckor orsakade av Natech 62
5.4.4 Bidragande faktor till att öka konsekvensen av olyckor 62
5.4.5 Bidragande faktor till att försvaga barriärer 62
5.4.6 Bidragande faktor till att försvåra räddningsinsatser 63
5.4.7 Bidragande faktor till dominoeffekter 63
5.4.8 Tillförlitlighet och osäkerhet med hänsyn till Natech 64
5.5 Kumulativa effekter 65
5.6 Yttre förhållanden av särskild betydelse för Natech 67
5.6.1 Lokalisering 67
5.6.2 Topografi 67
5.6.3 Transporter och kommunikationer 68
5.7 Verksamhetsförhållanden av särskild betydelse för Natech 68
5.7.1 Anläggningar, processer och system 69
5.7.2 Rörledningar 69
5.7.3 Farliga ämnen 70
5.8 Riskreducerande åtgärder 71
5.8.1 Olycksförebyggande och skadebegränsande åtgärder 71
5.8.2 Organisatoriska riskreducerande åtgärder 71
5.8.3 Tekniska riskreducerande åtgärder 75
5.8.4 Barriäranalys med hänsyn till Natech 75
5.9 Helhetssyn och lärande 77
6. Metodstöd för riskbedömningar 79
6.1 Metodstödets syfte och uppbyggnad 79
6.2 Höga vattennivåer 80
6.3 Ras, skred och erosion 82
6.4 Blixt- och åskoväder 84
6.5 Hög vindstyrka (storm) 85
7. Referenser 87
Bilaga 1 – Natechs i OECD Guiding Principles 90

Bilaga 2 – Översvämningars påverkan på olika industrier 96
Bilaga 3 – Litteratur och lästips 99

Sammanfattning

Naturolyckor och andra naturfenomen kan orsaka, utlösa eller förvärra kemikalieolyckor och andra tekniska olyckor. Naturfenomenet kan ha förmågan att ge följdeffekter i någon typ av verksamhet, anläggning eller tekniskt system vilket på olika sätt kan påverka säkerheten. Detta kan bidra till olyckor som kan leda till allvarliga konsekvenser för människors hälsa eller omgivande miljön och förtjänar därför särskild uppmärksamhet. I denna rapport betecknas sådana naturolyckor och naturfenomen som naturliga omgivningsfaktorer.

Rapporten innehåller en översiktlig kunskapssammanställning över naturliga omgivningsfaktorer samt en redovisning av genomförda karteringar, studier och faktaunderlag. Vissa delar har sammanställts och presenterats i en GIS-applikation, en Natech hazard map. Rapporten innehåller en vägledning med metodstöd som beskriver tillvägagångsätt vid genomförandet av riskbedömningar avseende naturliga omgivningsfaktorer. Där beskrivs allmänna aspekter, egenskaper och risker kring naturliga omgivningsfaktorer. Vägledningen innehåller även några generella råd kring riskhantering med fokus på naturliga omgivningsfaktorer.

Specifikt metodstöd har tagits fram för riskbedömning avseende följande faktorer:

- Höga vattennivåer (översvämning och skyfall)
- Erosion, ras och skred
- Blixt- och åskoväder
- Höga vindstyrkor (stormar)

Naturliga omgivningsfaktorer har alltid påverkat säkerheten vid verksamheter med farliga ämnen. Uppmärksamheten har dock i många fall inte varit så stor kring hur dessa kan påverka säkerheten och på vilket sätt detta bör beaktas i riskbedömningar.

1. Inledning

1.1 Bakgrund

Naturolyckor och andra naturfenomen kan orsaka, utlösa eller förvärra tekniska olyckor. Dessa har inte varit så vanliga i Sverige, men brukar internationellt kallas Natech (Natural Hazard Triggering Technological Disasters). Det kan exempelvis vara en omfattande översvämning eller skred som skadar en anläggning och orsakar en kemikalieolycka med stora utsläpp. I Sverige handlar det främst om skyfall, översvämningar från hav, sjöar och vattendrag, stormar samt jordrörelser i form av erosion, skred eller ras. Andra naturhändelser som också skulle kunna orsaka kemikalieolyckor är exempelvis åska, snöoväder, omfattande skogsbrand eller långvarig värmebölja. Dessa riskfaktorer bör naturligtvis finnas med i en riskanalys för verksamheten och är en planeringsförutsättning som kommunen ska beakta både i översiktsplaner och i detaljplaner. (MSB, 2015)

Seveso III-direktivet har implementerats i svensk lagstiftning genom den nya Sevesolagstiftningen som började gälla 1 juni 2015. I Sevesoförordningens bilaga 3 anges det minimum av uppgifter och information som ska beaktas i den säkerhetsrapport som avses i 10 § Sevesolagen och 9 § Sevesoförordningen. I bilagans punkt 4 anges den information som ska beaktas och beskrivas med avseende på identifiering och analys av olycksrisker samt förebyggande åtgärder. Verksamhetsutövaren ska redovisa de olycksrisker som identifierats och analyserats vid verksamheten samt de förebyggande åtgärder som vidtagits för att garantera verksamhetens säkerhet.

Utöver driftrelaterade orsaker och andra yttre orsaker som kan utlösa en allvarlig olyckshändelse utpekas särskilt naturliga orsaker med översvämningar som ett exempel. Naturliga orsaker/risker såsom höga vattennivåer på grund av översvämning, skyfall samt blixt- och åskoväder kan påverka kemiska industrier och processanläggningar och utlösa en allvarlig kemikalieolycka. Dessa risker förtjänar särskild uppmärksamhet eftersom de i sin tur kan orsaka utsläpp av farliga ämnen, explosioner och bränder som kan leda till allvarliga konsekvenser för människors hälsa och omgivande miljön, dvs. Natecholyckor.

Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, MSB, har mot denna bakgrund beställt en studie om riskbedömning av naturliga omgivningsfaktorer vid verksamheter som hanterar farliga ämnen, s.k. Sevesoverksamheter.

1.2 Mål och syfte

Målet med denna studie har varit att underlätta för verksamhetsutövare och myndigheter att få en övergripande bild av hur naturliga omgivningsfaktorer kan påverka säkerheten vid verksamheter som hanterar farliga ämnen i stora kvantiteter.

Studien ska resultera i en vägledning med metodik och metodstöd som beskriver tillvägagångsätt vid genomförandet av riskbedömningar avseende naturliga omgivningsfaktorer som kan orsaka påverkan på verksamheter som hanterar farliga ämnen.

Målgruppen är främst verksamhetsutövare som hanterar stora mängder farliga ämnen, men även myndigheter och andra som därmed ges bättre förutsättningar för att bedöma betydelsen och hanteringen av naturliga omgivningsfaktorer.

1.3 Omfattning och avgränsning

Studien har bestått av två delar och har genomförts i följande steg:

Del A: Kartläggning och beskrivning av befintligt material rörande naturliga omgivningsfaktorer och genomförda karteringar samt utveckling av en GIS-applikation med en Natech hazard map avseende tillgängliga karteringar.

Del B: Framtagande av en vägledning och ett metodstöd för verksamhetsutövare med beskrivning av tillvägagångsätt vid genomförandet av riskbedömningar av naturliga omgivningsfaktorer.

Studien inom Del A har i huvudsak avgränsats till att omfatta följande:

En kartläggning som har avgränsats till att omfatta genomförda karteringar i Sverige samt ytterligare ett antal källor för att belysa hur naturliga omgivnings-faktorer kan påverka risken för allvarliga kemikalieolyckor. Dessa källor har utgjorts av underlag från forskare, myndigheter och företag i främst Sverige men även vissa internationella underlag.

Studien inom Del B har i huvudsak avgränsats till att omfatta följande:

En vägledning som belyser generella aspekter, egenskaper och risker kring naturliga omgivningsfaktorer. Specifikt metodstöd har avgränsats till följande faktorer:

- Höga vattennivåer (översvämning och skyfall)
- Erosion, ras och skred
- Blixt- och åskoväder
- Höga vindstyrkor (stormar)

Vägledningen innehåller också en del generella delar kring riskhantering med fokus på naturliga omgivningsfaktorer.

1.4 Begrepp och definitioner

Dimma	En ansamling av mycket små vattendroppar som begränsar sikten till under 1 km.
Erosion	En process där material bryts ned och förs bort av olika naturliga eller mänskligt orsakade processer. Erosion kan på så sätt underminera delar av en anläggning vilket kan leda till sättningar och sprickbildning i anläggningsdelar, men även brott och större skador beroende av erosionens omfattning.
Högt vattenstånd i havet	Fenomen som uppkommer framförallt vid lågtryck. Kan vid kustlinjen höjas ytterligare av att ytvatten samtidigt blåses in. Höga vattennivåer är också en effekt som kommer att uppkomma i takt med klimatförändringar.
Hög vindstyrka	Hög vindstyrka är i detta sammanhang så kraftiga vindar att direkta eller indirekta skador kan uppkomma på anläggningar eller utrustningar. Inom svensk meteorologi avses med storm att medelvindhastigheten varit minst 24,5 m/s och med orkan att medelvindhastigheten varit minst 32,7 m/s.
Isbildning	Regn som följs av snabbt fallande temperatur till 0˚C eller underkylt regn. Ger svår halka samt nedisning på byggnader, master, konstruktioner och utrustningar.
Kyla - låg temperatur	Låg eller extremt låg temperatur som kan medföra frostskador, isbildning, igensättningar m.m.
Natech	Natural Hazard Triggering Technological Disasters
Natecholycka	Olycka orsakad av en naturlig omgivningsfaktor.
Natechrisk	Risker som kan bidra till en Natecholycka.
Naturliga omgivningsfaktorer	Faktorer orsakade av den yttre miljön såsom höga vattennivåer, jordrörelser, höga vindstyrkor, åska m.m.
Ras	Material, i denna studie främst jordmassor, som faller eller snabbt förflyttar sig i ett oordnat förlopp. Möjliga skadehändelser liknar dem som beskrivs under begreppet ”skred” nedan.
Seveso III-direktivet	Europaparlamentets och rådets direktiv 2012/18/EU om åtgärder för att förebygga och begränsa faran för allvarliga olyckshändelser där farliga ämnen ingår.
Sevesolagen	Lag (1999:381) om åtgärder för att förebygga och begränsa följderna av allvarliga kemikalieolyckor samt lag (2015:233) om ändring i lag (1999:381) om åtgärder för att förebygga och begränsa följderna av allvarliga kemikalieolyckor.

Sevesoförordningen	Förordning (2015:236) om åtgärder för att förebygga och begränsa följderna av allvarliga kemikalieolyckor.
Sevesoföreskriften	Myndigheten för samhällsskydd och beredskaps föreskrifter (2015:8) om åtgärder för att förebygga och begränsa följderna av allvarliga kemikalieolyckor.
Skogs- och gräsbrand	Okontrollerad brand i skog och mark.
Snöstorm och snödrev	Snöstorm innebär storm eller kraftig vind i kombination med snöfall. Snödrev innebär att snö från marken lyfts upp av vind och driver med luftströmmen. I extrema fall kan stora mängder snö flyttas och ansamlas i samband med snödrev.
Skred	Snabb massrörelse där större mängder jord förflyttas. Jordmassorna i ytligare lager glider utmed glidytor i förhållande till underliggande massor. Skred kan orsaka skada genom att eventuella byggnader eller anläggningar i det berörda området sveps med av skredet. Dessutom kan byggnader eller anläggningar som ligger nedanför skredet skadas av de invällande jordmassorna. Skred kan också vara bakåtgripande, så att ett nytt skred uppstår i bakre kanten av ett tidigare skred där markens mothåll reducerats.
Skyfall, extrem nederbörd	Extremt häftigt regn, i regel intensivare än 1 mm per minut eller 50 mm på en timme, nästan undantagslöst i form av skurar och i samband med bymoln. Extrem nederbörd kan också innefatta andra kraftiga regn som på kort tid ger stora nederbördsmängder.
Slukhål	Uppstår vanligen då jordmassor spolas bort av ett vattenflöde under markytan. Vattenflödet kan uppstå såväl genom naturliga vattenförande lager som genom brustna eller läckande markförlagda ledningar. I takt med att jordmassorna spolas bort uppstår ett tomrum eller slukhål i marken.
Solstorm	Solstormar orsakas av mycket kraftiga energiutbrott på solen och består av strålning eller laddade partiklar. Solstormar kan påverka jonosfären och störa ut de radiovågor och satellitsignaler som antingen ska studsa mot jonosfären eller passera igenom. Solstormar kan även framkalla elektriska fält i jordytan. Strömmarna kan orsaka störningar i el- och telenät, signalsystem, satellitkommunikation, GPS, radiokommunikation och eldistribution.

Värme - hög temperatur	SMHI utfärdar varning klass 1 när maximala dygnstemperaturen > 30 ˚C tre dagar i följd och klass 2 när maximala dygnstemperaturen > 30 ˚C fem dagar i följd eller > 33 ˚C tre dagar i följd.
Åska och blixtnedslag	Elektriska urladdningar i atmosfären som yttrar sig i blixtar mot jorden (utöver blixtar mellan moln, molnblixtar).
Översvämning av sjöar och vattendrag	Uppkommer främst på grund av höga flöden orsakade av långvarigt regn eller påverkan av vårflod. Med översvämning menas att vatten täcker land utanför gränsen för sjö, vattendrag eller hav.

Jordbävning, vulkanutbrott, flodvåg (tsunami) och lavin är andra typer av naturliga omgivningsfaktorer men som inte tas upp i denna vägledning.

1.5 Genomförande

Denna rapport är framtagen av WSP på uppdrag av Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB). Projektledare hos MSB har varit Helena Håkanson. I MSB:s arbetsgrupp har därutöver ingått Helena Fridh, Joel Brask och Peter Albertsson.

Rapporten är upprättad av Jan-Ove Ragnarsson (Kemiingenjör), Maria Persson (Kemiingenjör), Duncan McConnachie (Miljövetare och GIS-specialist) och Anders Högström (Ekoingenjör). I enlighet med WSPs 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 Henrik Selin (Civilingenjör ekosystemteknik och riskhantering).

1.6 Referensgrupp

En referensgrupp har erbjudits att lämna förslag på insatser och olycksexempel i studien samt att lämna synpunkter på utkast till rapporten. Följande personer har ingått i referensgruppen:

- Bo Olsson, IKEM
- Per Brännström, SPBI
- Blenda Weibull, IPS
- Anna Grunewald Thoor, Preem AB
- Marie Broström/Mickael Toivola, Akzo Nobel Functional Chemicals AB
- Kajsa Gustavsson/Jo-Anne Norén, Cambrex AB
- Marie-Louise Johansson, Borealis
- Sara Edlund Fredholm, Länsstyrelsen Skåne

Referensgruppens synpunkter har varit rådgivande och författarna svarar ensamma för rapportens innehåll.

2. Naturliga omgivningsfaktorer

2.1 Inledning

Naturolyckor och naturkatastrofer avser vanligen olika typer av händelser som sammanhänger med naturfenomen till skillnad från mänskliga aktiviteter. Naturolyckor kan ha geologiska, hydrologiska, meteorologiska eller andra orsaker.

Naturolyckor kan också orsaka, utlösa eller förvärra tekniska olyckor. Naturolyckan kan vara liten eller stor men det betydelsefulla är just att den kan ha förmågan att ge följdeffekter i någon typ av verksamhet, anläggning eller tekniskt system. I denna rapport betecknas detta som naturliga omgivningsfaktorer och avser då enbart påverkan på just verksamhet, anläggning eller tekniskt system. I rapporten används också det internationella uttrycket Natech (Natural Hazard Triggering Technological Disasters).

Naturliga omgivningsfaktorer sammanhänger främst med förhållanden avseende vatten, vind, jord, temperatur, nederbörd och åska. Typiska exempel kan vara höga vattennivåer, stormar eller skred som skadar tekniska anläggningar och orsakar en kemikalieolycka med stora utsläpp. I Sverige handlar det främst om olika typer av översvämningar eller jordrörelser som skulle kunna orsaka sådana olyckor: Översvämningar från hav, sjöar och vattendrag, skyfall, jordrörelser i form av erosion, skred eller ras. Andra naturhändelser som också skulle kunna orsaka olyckor är exempelvis höga vindstyrkor, åska, solstorm, snöstorm, lavin, dimma, isbildning, gräs- och skogsbrand eller extrema temperaturer.

Denna vägledning omfattar i första hand vägledning avseende olyckor som orsakas av höga vattennivåer, ras, skred, erosion, åska och höga vindstyrkor. Urvalet har gjorts för att få en anpassad vägledning för svenska förhållanden med fokus på naturliga omgivningsfaktorer som mer påtagligt kan påverka risken för kemikalieolyckor vid s.k. Sevesoverksamheter. Dessa utvalda faktorer beskrivs närmare nedan. För övriga naturliga omgivningsfaktorer innehåller vägledningen endast generella resonemang.

2.2 Höga vattennivåer

2.2.1 Allmänt om höga vattennivåer

Höga vattennivåer delas i denna rapport in i tre undergrupper, enligt nedan.

Figur 1. Generell indelning av höga vattennivåer

Skyfall sammanhänger direkt med kraftig nederbörd medan översvämningar är en kombination av faktorer som nederbörd, snösmältning, avrinningsförhållanden, grundvattennivå m.m. Högt vattenstånd i havet är en följd av lågtryck, vilket även får grundvattennivån att stiga. En stigande grundvattennivå riskerar underminera marken. Beroende på jordmån kan grundvattenstigningen få effekt ovan mark.

Om det vid ett lågtryck bildas en storm, kan denna göra att stora mängder ytvatten blåses in och ytterligare höjer vattennivån, en så kallad vinduppstuvningseffekt. Det är särskilt vanligt i vikar och bukter, där en naturlig inramning finns, men kan även förekomma innanför pirer och vågbrytare.

En så kallad återkomsttid beskriver hur vanlig eller ovanlig en händelse med höga vattenflöden eller kraftig nederbörd är. Med återkomsttid menas att en specifik händelse i genomsnitt inträffar eller överträffas en gång under den angivna tidsperioden.

Tabell 1. SMHI:s vädervarningsklassificeringar av höga flöden

Vädervarning klass	Vattenföring med återkomsttid	Kan medföra
1 Högt flöde	2-10 år	översvämningsproblem på utsatta ställen
2 Mycket högt flöde	10-50 år	allvarliga översvämningsproblem på utsatta ställen
3 Extremt högt flöde	>50 år	mycket allvarliga översvämningsproblem på utsatta ställen

Eftersom klimatet är i förändring görs klimatanpassade flödesberäkningar för att bedöma återkomsttider i framtiden. Detta görs genom användning av historiska mätdata som sedan används i analyser av klimatscenarier som beskriver det framtida klimatet. (SMHI, 2015)

2.2.2 Skyfall

Med kraftig eller extrem nederbörd avses mängder som väsentligt överstiger de normala, till exempel under en månad, en dag eller en timme. Extrem nederbörd kan leda till höga flöden i vattendrag, men detta är starkt beroende av hur mycket vatten som finns i mark, vattendrag och sjöar innan regnet faller.

En viss mängd nederbörd kan komma på mindre än en timme eller utspritt under ett dygn. Om en större mängd faller på kort tid används ibland uttrycket skyfall då det upplevs som häftigt och kraftigt. SMHI:s definition av skyfall är minst 50 mm regn på en timme eller minst 1 mm på en minut. (SMHI, 2015)

Klimatscenarier pekar på att skyfallen i Sverige kan bli allt vanligare i ett varmare klimat. Vi kan förvänta oss att skyfallen kommer att inträffa oftare och att intensiteten kommer att öka. Det är stora lokala och regionala skillnader i hur frekvensen av tillfällen med kraftig nederbörd förändras i landet.

Intensiteten hos kraftiga regn sommartid beräknas generellt öka med 10-15% i Sverige fram mot slutet av sekelskiftet. Spridningen mellan olika scenarier är dock mycket stor (från oförändrad regnintensitet till en ökning med mer än 40%).

Regnintensiteten för så kallade 10-årsregn med varaktigheten 10 min, 1 timme och 1 dygn tros öka med omkring 10%. I linje med detta förväntas återkomsttiden för ett 20-årsregn i Sverige under sommaren bara bli 6-10 år och för vintern endast 2-4 år. Då jämförs perioden 1961-1990 med ett framtida förhållande 2071-2100. (SMHI, 2014).

2.2.3 Sjöar och vattendrag

Sjöar och vattendrag såsom åar och älvar svämmar i allmänhet över efter långa perioder med regn eller snösmältning. Höga flöden kan betraktas ur ett årsbundet perspektiv, den naturliga årstidsväxlingen gör att höga vattenflöden och mindre översvämningar återkommer regelbundet. Översvämningar orsakas då oftast av att rikligt med regnvatten eller smältvatten rinner till sjöar och vattendrag. I norra Sverige är det främst vårfloden som orsakar översvämningar, men även stora regnmängder under sommar och höst. I södra Sverige kan översvämningar inträffa under alla årstider och ofta vid höststormarna.

En snörik vinter ger vanligtvis en kraftig vårflod men det innebär inte nödvändigtvis att vårfloden kommer momentant. Det är helt väderberoende om snösmältningen sker långsamt på grund av att vädret växlar mellan plus- och minusgrader eller sker snabbt på grund av att det är en sammanhängande period av plusgrader och solsken. Om det regnar i samband med plusgrader och solsken kommer snösmältningen att påskyndas ytterligare.

Det konstanta inflödet av vatten gör marken mättad och avrinningen förmår inte leda undan vatten i snabbare takt än vad inflödet sker. Översvämningen kommer då breda ut sig på den yta som finns tillgänglig. Lågpunkter kommer att vara extra utsatta, medan höjder kommer att klara sig lindrigare undan.

Vattennivån kan höjas snabbt vid höga vindstyrkor. I Karlstad Universitets rapport ”Tidsserieanalys av data från Sjöfartsverkets mätstationer i Vänern - En förstudie om seicher och uppstuvning i Vänersborgsviken” beskrivs att vid ett tillfälle under våren 2012 ändrades nivån 75 cm på mindre än 6 timmar vid vindstyrkor på 13 m/s, d.v.s. utan att vädret var extremt.

2.2.4 Hav

Den totala volymen vatten i världens hav påverkar vattenståndet i haven kring Sverige. Världshavens volym bestäms i sin tur av bl.a. havsvattnets temperatur och hur mycket vatten som finns i form av stora havsisar och glaciärer, främst land-isarna på Antarktis och Grönland.

Havsytans nivå är i ständig förändring i takt med att högtryck eller lågtryck råder. Havsnivån stiger vid lågtryck och kan stiga ytterligare lokalt om pålandsvind råder, som blåser in ytvatten mot ett område.

Klimatförändringar kommer under lång tid att leda till en mer permanent havsnivåhöjning p.g.a. smältning av polarisarna och vattnets ökade volym vid högre temperatur.

2.2.5 Höga vattennivåer inom en industri

Hårdgjorda ytor
På samma sätt som för samhället i stort kan även verksamheter som hanterar farliga ämnen påverkas negativt av höga vattennivåer. Hårdgjorda ytor som vägar och parkeringar blir allt fler i takt med att städer växer och samhället förtätas.

En industris närområde kan historiskt sett ha bestått av vägar med lågintensiv trafik, parkmark och småindustri, för att vid en stadsombildning istället bestå av vägar med medelhög till högintensiv trafik, caféer och flerbostadshus.

Hårdgjorda ytor behöver inte innebära enbart negativa effekter för industrin, men marklutningen till eller från industrin har betydelse när höga flöden ska studeras. Med en ökad andel hårdgjorda ytor runt en industri eller ett industriområde kan vattnet söka nya vägar att rinna och på så sätt sprida en översvämning in på ett verksamhetsområde, där det tidigare kan ha varit ovanligt med höga vattennivåer.

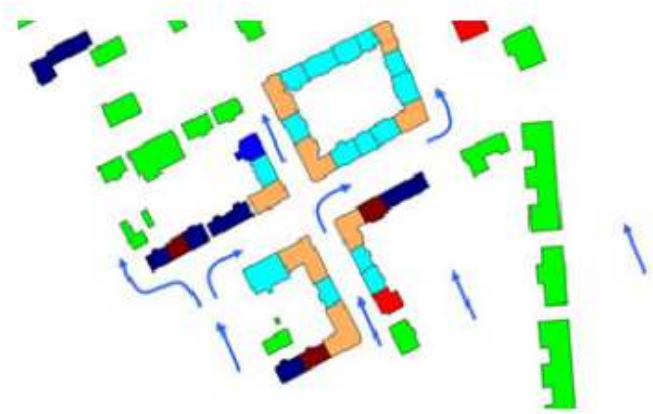
Hårdgjorda ytor skapar alltså färre ytor där vatten kan infiltreras i marken och det ställer i sin tur krav på att dagvattensystemet kan omhänderta ökade vattenmängder. Kommunala VA-nät projekteras enligt praxis, att nätet ska ha kapacitet för ett 10-årsregn och många mindre verksamheter är anslutna till kommunala VA-nät. Inom ett större industriområde är det däremot vanligt med interna dagvattensystem. De interna dagvattensystem omfattas inte av samma krav som de kommunala, men kan vanligen antas ha liknande kapacitet. Många verksamheter med storskalig kemikaliehantering finns på gamla industriområden där dagvattensystemen dock kan ha varierande kapacitet och status. Successiva utvidgningar och förtätningar av industriområdet, sättningar, avlagringar och inläckage kan påverka den faktiska kapaciteten.

Vattenföring
Vattenföring, även kallat vattenflöde, är ett begrepp som beskriver mängden vatten som strömmar fram per tidsenhet. Vid höga flöden är det relevant att diskutera vattenföring och framförallt vattenhastigheten, i synnerhet vid skyfall.

Den totala tiden för det höga flödet är också en viktig parameter. Det kan hålla i sig en kort tid, t.ex. under ett dygn, eller under en längre tid, som kan innebära några dagar till några veckors höga flöden. En långsamt stigande vattennivå medger mer tid till riskreducerande åtgärder mot översvämningen än om vattennivån stiger hastigt. Både den totala tiden för det höga flödet och hur stigningen av vattennivån sker är av betydelse när en verksamhetsutövare riskbedömer sin verksamhet. Det kan finnas skillnader i påverkan på källare, grundläggning och ovanmarksplan eller installationer ovan och under mark. Exempelvis kan en källare bli vattenfylld och otillgänglig, medan en installation ovan mark kan skadas av vattenmassornas inneboende kraft.

Höga flöden kan medföra betydande påverkan på människor och byggnader. Vattendjup och hastighet påverkar en verksamhet på olika sätt. Vattendjupet beror på den regnmängd som fallit, medan hastigheten är starkt beroende av markens lutning. Starka vindar med påföljande svallvågor kan bidra till att konsekvenserna av vattenföringen ökar.

Påverkan på en anläggnings byggnader kan ske på olika sätt beroende på hur byggnaderna är placerade. Detta kan vara av särskilt betydelse då hög vattennivå råder och vattenmassan rör sig med en viss hastighet. Flödet kan vara direkt riktat mot byggnadens gavel, flyta runt hela eller del av en byggnad, flyta runt hörnet på en byggnad eller enbart tangera en byggnad. Dessa olika flödesmönster ger olika mycket kraft och påverkan på en konstruktion. Detta illustreras mycket översiktligt i Figur 2.



Figur 2. Exempel på hur vattenflödet (blå pilar) kan påverka byggnader. (Maiwald & Schwarz, 2012)

En byggnads konstruktion är därmed också en viktig komponent när vattenföringens påverkan på byggnader analyseras. På framförallt äldre industriområden är det inte ovanligt att träbyggnader eller andra enklare byggnadskonstruktioner förekommer. Skillnader i konstruktionen medför också skillnader i hållfasthet och robusthet. Olika byggnadstyper måste därför beaktas:

- Prefabricerade byggnader, lättväggskonstruktioner
- Trähus med trästomme
- Tegelbyggnader
- Byggnader i armerad betong
- Byggnader med stålstomme

Det finns riktlinjer (RIDAS, 2011) för vad som kan anses vara en kritisk vattenhastighet för människor vid ett visst vattendjup. Detta är information som ofta används vid konsekvensbeskrivningar för dammbrott, då risken för människors liv och hälsa beaktas. Vattnet kan i sin tur leda till erosion, som sker om markens beskaffenhet och byggnaders grundläggning medger det, detta belyses mer i avsnittet nedan om ras, skred och erosion.

Exempel på viktiga aspekter kring höga vattennivåer

- Vattennivån beror bl.a. på markens mättnad, vattenhastighet, vattendjup och markens lutning.
- Höga vattennivåer innefattar såväl långsamma som mycket snabba förlopp.
- Landskapsomvandlingar kan skapa mer hårdgjorda ytor och därmed ändrade vattenvägar.
- Vi kan i framtiden förvänta oss att skyfall kommer att inträffa oftare och att intensiteten kommer att öka.
- Konstruktion av byggnader och anläggningar har stor betydelse för vattenföringens påverkan.
- Höga vattennivåer kan medföra yttre påverkan på säkerhetskritisk utrustning samt orsaka felfunktion, blockering av utrustning m.m.

2.3 Ras, skred och erosion

Ras, skred och erosion utgör alla företeelser där marken, eller någon annan form av material, ger vika och förflyttas. Processerna kan orsakas helt av naturliga händelser, men de kan också utlösas eller förvärras av en mänsklig aktivitet. Schaktning samtidigt med ett kraftigt regn kan utlösa ett ras eller skred, som inte hade inträffat enbart på grund av regnet.

Ras och skred kan orsaka skada genom att marken under kritiska anläggningsdelar snabbt kan sjunka undan eller glida iväg. Risk finns då att även kraftiga strukturer brister eller deformeras så att exempelvis farliga ämnen släpps ut. En anläggning som ligger lägre än raset eller skredet kan bli utsatt för invällande jordmassor, som även kan vara uppblandade med större block. En sådan händelse kan orsaka mycket stor skada på en anläggning.

Erosion kan föra bort material och på så sätt underminera delar av anläggningen. Detta kan leda till sättningar och sprickbildning i anläggningsdelar, men även brott och större skador beroende av erosionens omfattning.

Det finns ett antal olika sorters jord, eller jordarter. De karaktäriseras dels av hur stora de ingående partiklarna är och dels av vilket material partiklarna består av. Dessutom kan jordarterna vara olika väl sorterade och partiklarna kan vara olika väl sammanfogade. Olika jordarter kan förekomma även inom ett litet område och dessutom är de ofta lagrade på varandra, så att en jordart vid jordytan ersätts av en annan på större djup. Alla dessa parametrar har betydelse för jordens, eller markens, hållfasthet och därmed dess förmåga att stå emot rörelser som ras, skred eller erosion. (Arbetsmiljöverket, 2011)

Sand och grus
Som sand räknas partiklar med en diameter av 0,06 till 2 mm. Som grus räknas partiklar med en diameter av 2 till 60 mm. Sand och grus förekommer ofta blandade med varandra och ofta även med mer finkorniga fraktioner. Sand- och

grusjordar hålls samman av friktionen mellan partiklarna. Friktionskraften ökar när trycket mellan partiklarna ökar, vilket alltså ger en högre hållfasthet. Sand- och grusjordar kan dock rasa om de förekommer i alltför stor lutning.

Den största lutning som en sand- eller grusjord kan ha utan att rasa kallas rasvinkel, eller friktionsvinkel. Om lutningen blir större kommer således jordmassorna att rasa utför slänten.

Friktionsvinkeln kan också påverkas av mekaniska störningar genom vibrationer. Detta beror på att friktionen mellan partiklar som rör sig i förhållande till varandra är mindre än vilofriktionen när partiklarna ligger stilla.

Friktionsvinkeln i en sand- eller grusjord är som störst i fuktig jord. Om jorden blir våt eller helt sätts under vatten kommer vattnet mellan partiklarna att minska trycket mellan dem. Därigenom minskar friktionskrafterna och hållfastheten sjunker. På så sätt kan en jord som inte varit benägen att rasa plötsligt rasa till följd av att grundvattenytan stiger eller att en översvämning inträffar. Friktionskrafterna och hållfastheten kan även minska då en fuktig jordmassa torkar ut. (Arbetsmiljöverket, 2011)

Silt
Silt består av partiklar med en diameter av 0,002 till 0,06 mm. Partiklarna är därmed så små att de inte kan urskiljas med ögat. Silt är betydligt känsligare än sand- och grusjordar för variationer i vatteninnehåll. Helt torr silt faller lätt sönder, men vid låg fuktighet är en siltjord hård och har relativt hög hållfasthet. Vid stigande halt av vatten kommer jorden att bli mjuk och om den dessutom påverkas mekaniskt genom vibrationer kan den bli närmast vällingliknande och i princip helt förlora sin hållfasthet. (Arbetsmiljöverket, 2011)

Lera
En lera består av partiklar som är mindre än 0,002 mm i diameter. I en fuktig lera binds vattnet relativt hårt till de små lerpartiklarna så att det inte kan skakas fram som i silt. Ett lerprov som torkas blir hårt och svårt att smula sönder.

Lera har relativt låg hållfasthet och om den överbelastas kommer den att brista längs glidytor och orsaka skred, där större eller mindre jordmassor sätts i rörelse. Överbelastning kan exempelvis uppstå om byggnader eller anläggningar uppförs och därigenom skapar en alltför stor punktlast. Även schaktmassor eller tunga maskiner kan utlösa skred.

Är leran högsensitiv är den även känslig för kraftiga vibrationer, exempelvis vid sprängning, och kan då bli flytande. Känsligheten innebär att ett inledande skred kan utlösa fler, bakåtgripande skred, vilka slutligen kan påverka stora områden. (Arbetsmiljöverket, 2011)

Blandade jordar
Jordarterna som beskrivs ovan kan också förekomma mer eller mindre blandade. Sandjord kan exempelvis innehålla en mindre andel silt eller lera. Ett specialfall är morän, som är en jordart som uppstått genom inlandsisens verkan. Morän innehåller en blandning av fina partiklar upp till större block. Blandade jordar har ofta en högre hållfasthet än rena jordar, beroende på att partiklar av olika storlek låser varandra. Om halten av fina partiklar, som lera eller silt, blir hög kommer de

emellertid att göra att de grövre partiklarna inte längre har kontakt med varandra. Jorden kommer då att uppföra sig som en silt eller en lera trots att den innehåller en andel grövre partiklar.

En effekt som kan uppstå i jordarter som innehåller silt är så kallad piping (rörbildning). Piping inträffar om ett vattenflöde uppstår genom jorden, vanligen vid schaktning under grundvattenytan. Vattenflödet kommer då att spola med silt ut ur jordmassan, vilket får till följd att fina rör uppstår i jordmassan. I takt med att material spolas ut ur jorden försämras dess hållfasthet radikalt. (Arbetsmiljöverket, 2011)

Exempel på viktiga aspekter kring ras, skred och erosion

- Ras, skred och erosion utgör alla företeelser där marken, eller någon annan form av material, ger vika och förflyttas.
- Typ av jordart samt hur dessa är sorterade och sammanfogade har stor betydelse för jordens eller markens hållfasthet och därmed dess förmåga att stå emot rörelser som ras, skred eller erosion.
- Vid händelser med ras, skred eller erosion finns risk att även kraftiga strukturer brister eller deformeras så att farliga ämnen släpps ut.

2.4 Blixt- och åskoväder

Åska uppträder oftast i kraftiga bymoln där det råder starka uppvindar. Efterhand som molnet växer till sker en separation av elektriska laddningar så att den nedre delen av molnet blir mest negativt laddad och den övre delen positivt laddad. När spänningsskillnaden blir tillräckligt stor sker en urladdning. Urladdningar kan ske som blixtnedslag mellan mark och moln men också inom eller mellan moln.

Blixtnedslag är vanligast vid master, skorstenar, torn, byggnadsställningar, elektriska ledningar, metallstängsel, berg, kullar, större öppna platser, höga träd, skogsbryn och dylikt.

Sannolikheten för att en byggnad träffas direkt av blixten beror av flera faktorer som till exempel byggnadens planyta och höjd samt dess läge i terrängen. Betydligt vanligare än en direkt träff av blixten är att störningen kommer in i byggnaden via ledningar (el, telefon, datakommunikation, yttre antenner m.m.). Denna indirekta blixtskada är den klart vanligaste orsaken till skada på el- och teleutrustning.

Hettan i en blixt är våldsam och kan sätta en byggnad i brand. På några miljondels sekunder stiger temperaturen till omkring 30 000-50 000 °C, vilket är fem gånger högre än på solens yta. (SMHI Blixtar, 2015)

Blixtnedslag kan i huvudsak orsaka skador på tekniska anläggningar på tre olika sätt:

- Elektriska skador
  Vid direkta blixtnedslag eller vid blixtnedslag nära en byggnad kan blixten genom induktion eller annan form av koppling orsaka höga

överspänningar i och mellan elektriska installationer och apparater. Skador orsakas av direkta blixtnedslag men även av nedslag i omgivningen eller vid blixtar mellan moln. Överspänningar kan uppstå på betydande avstånd från blixtnedslaget. Olika typer av elektrisk och elektronisk utrustning är särskilt känslig.

Dessutom kan gnistor mellan föremål intill blixtbanan orsaka brand. Det finns även en risk att elektriska fel orsakade av blixturladdningar orsakar brand en viss tid efter blixtnedslaget.

- Termiska skador
  Blixtnedslag kan orsaka kraftig uppvärmning av ledande föremål och medföra att det smälter eller att det bildas hål m.m. När metallen smälter finns risken att anslutande brännbart material antänds.

- Mekaniska skador
  En blixt som passerar genom oledande material ger splitterverkan och en därtill hörande antändningsrisk. Samma typ av skador kan uppkomma i ledande material med liten genomskärningsyta. Splitterverkan kan få till konsekvens att byggnader totalförstörs.

  Om en blixt leds in i en tunn eller svag ledare, såsom elektriska antennkablar eller svagströmsledningar, riskerar denna att sprängas till följd av värmeutvecklingen. När något sådant inträffar kan väggar splittras och ge upphov till projektilverkan med personskador eller skador på konstruktioner.

  En blixt som rör sig genom luften kan genom värmeutveckling nå upp till ett tryck på upp till omkring 50 hPa. Det uppstår då en tryckvåg från blixten som därmed kan vara så pass stark att den spränger fönsterrutor på upp till 100 meters avstånd från själva blixten. En tryckvåg av sådant slag skadar dock sällan byggnadskonstruktioner.

Vid blixtnedslag är brand den vanligaste konsekvensen. Särskilda risker med blixtnedslag föreligger med brandfarliga vätskor och gaser samt brännbart material. Blixtnedslag är till exempel en vanlig orsak till cisternbränder och andra olyckor med kemikalier. För att förhindra eller begränsa spridning av brand, måste den elektriska brandskyddsutrustningen skyddas mot effekterna av blixtnedslag och från elavbrott under åskväder. Utsläpp av farliga ämnen eller föroreningar är också typiska konsekvenser av direkta eller indirekta effekter av blixtnedslag.

Blixtnedslag kan också orsaka elektriska, termiska eller mekaniska skador på utrustningar, avbrott i elförsörjning inkl. reserv- och nödelsystem samt felfunktioner i styr-, regler- och övervakningssystem. Även om blixten är den externa utlösande faktorn för olyckor i en industrianläggning, är brister i utformningen eller driften av verksamheten, brist på skydd eller dålig säkerhetshantering av elektrisk utrustning och elektriska nät ofta de bakomliggande orsakerna till tillbud eller olyckor.

Det finns alltid en risk att människor i blixtnedslagets närhet utsätts för chock, oavsett om personen i fråga befinner sig inuti eller utanför en byggnad. Effekter som kan uppstå är exempelvis bländning, omkullkastning, förlamning eller medvetslöshet. Riskerna för chockverkan är större för de som vistas högt upp i byggnader eller där sidourladdningar tenderar att uppstå. Chockverkan kan leda till felhandlingar eller inaktivitet som indirekt kan orsaka skador på anläggningar eller försvåra insatser m.m.

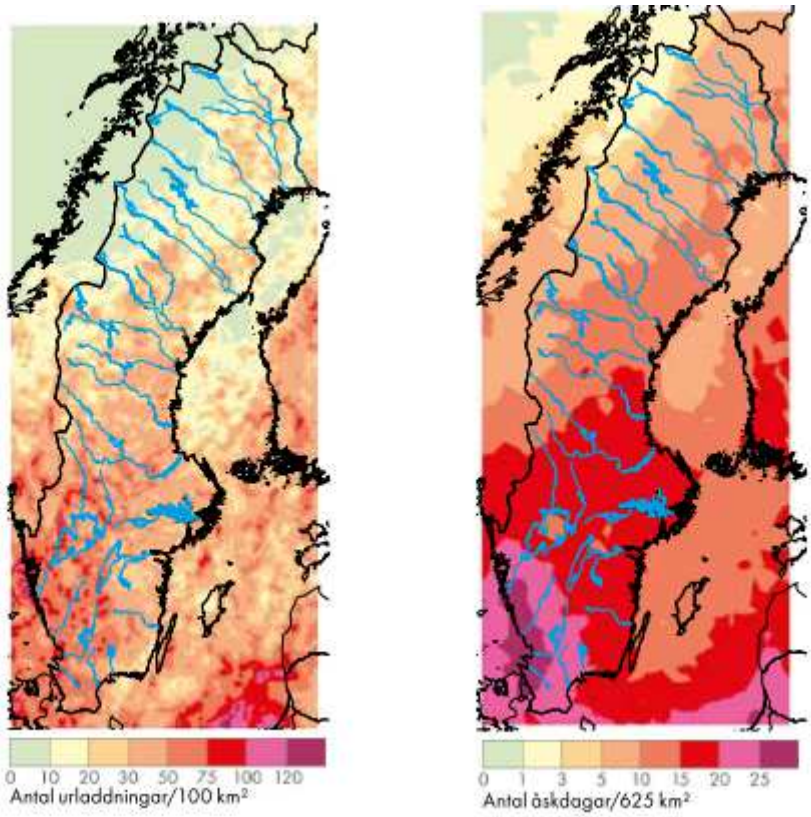
Det finns fem sätt för människan att skadas av blixten (Uppsala Universitet, 2013):

- Genom en direktträff av blixten.
- Genom att utsättas för sidourladdningar.
- Genom beröringsspänning.
- Genom en stegspänning.
- Indirekt från utrustning som spänningssatts av blixten.

Direktträff av blixtnedslag anses vara farligast. Även de skador som kan uppkomma till följd av sidourladdningar och beröringsspänningar kan vara lika allvarliga. Människor riskerar också dödliga skador av elektriska stötar vid hantering av elektrisk utrustning under åskväder. Vanligen är stötarna som orsakas av en stegspänning små, men ibland kan små brännskador inträffa och i värsta fall ge upphov till problem med kroppsmotoriken genom att nerver skadats.

SMHI gör sedan 1986 automatiska blixtregistreringar och sedan 2002 används ett noggrant blixtlokaliseringssystem med sensorer utspridda på nio platser i Sverige. Sensorerna registrerar urladdningar och ger information om tidpunkt, position, strömstyrka och polaritet.

Antalet blixtar är inte jämnt fördelat över landet utan uppvisar en tydlig geografisk spridning. Detta illustreras av nedanstående figurer för perioden 2002-2009. Figuren till vänster visar antal urladdningar per år och figuren till höger visar antal åskdagar per år. (Källa SMHI faktablad nr 48 – 2011).



Figur 3. Antal urladdningar per år samt antal åskdagar per år under 2002-2009.

Den geografiska fördelningen av blixtnedslag uppvisar stora variationer över tid. Det kan även vara stora variationer lokalt där klimat, topografi och andra faktorer påverkar var blixtnedslag uppkommer.

Mätningarna visar att urladdningar förekommer under alla månader men flertalet sker i maj-september. Det kan ske blixturladdningar när som helst under dygnet men är vanligast på eftermiddagen.

Exempel på viktiga aspekter kring blixtnedslag

- Blixtnedslag är vanligast vid master, skorstenar, torn, byggnadsställningar, elektriska ledningar, metallstängsel, berg, kullar, större öppna platser, höga träd, skogsbryn och dylikt.
- Blixtnedslag kan orsaka elektriska skador, termiska skador och mekaniska skador på tekniska anläggningar
- Blixtnedslag kan medföra brand, skador på utrustningar, avbrott i elförsörjning (inkl. reserv- och nödelsystem) samt felfunktioner i styr-, regler- och övervakningssystem.
- Människor kan drabbas av chock, bländning, omkullkastning, förlamning eller medvetslöshet vilket indirekt kan leda till felhandlingar eller inaktivitet som kan orsaka skador på anläggningar eller försvåra insatser.

2.5 Hög vindstyrka (storm)

Vind uppstår av tryckskillnader i atmosfären. Luften rör sig från ställen med högt tryck mot ställen med lågt tryck. Ju större skillnad det är i lufttrycket, desto kraftigare blir vinden. I Sverige är de blåsigaste månaderna vanligen oktober-mars och de minst blåsiga maj-augusti. Höst- och vinterstormar uppstår särskilt vid temperaturkontraster mellan norr och söder. Kontrasten är som störst vid den så kallade polarfronten, som markerar gränsen mellan kallare luft i norr och mildare i söder. Under höst och vinter brukar den sträcka sig över södra Sverige.

Höga vindstyrkor ger upphov till mycket kraftiga belastningar på byggnader, konstruktioner, träd m.m. vilket kan leda till att dessa knäcks eller att föremål slits loss. Höga vindstyrkor kan också medföra höga vågor och höga vattenstånd. Det är inte ovanligt att kraftig vind sammanfaller med regn eller åska vilket kan leda till samverkande effekter.

Många indirekta skador kan hänföras till följdeffekter av höga vindstyrkor. Vägar, telekommunikation, elförsörjning och annan infrastruktur samt olika samhällsfunktioner kan utsättas för påfrestningar eller avbrott.

Enligt utförda studier är vindbelastningen på byggnader under en storm vanligtvis störst på takkonstruktionen. Tillfälliga konstruktioner, baracker, byggnadsställningar, pågående bygg- och anläggningsprojekt, tillfälliga uppställningsplatser är exempel på förhållanden där höga vindstyrkor kan orsaka skador som kan leda till en kemikalieolycka.

Det finns olika beteckningar för höga vindstyrkor. Flertalet av dessa baseras på Beauforts skala som är en internationell standard indelad i Beaufort 0-12 (, se http://www.smhi.se/kunskapsbanken/meteorologi/skalor-for-vindhastighet-1.252).

SMHI tillämpar numera beteckningarna hård vind, storm och orkan för höga vindstyrkor. Hård vind avser en medelvindhastighet på minst 13,9 m/s, storm minst 24,5 m/s och orkan en medelvindhastighet på minst 32,7 m/s. Varningar för höga vindstyrkor utfärdas av SMHI samt EUMETNET, (se avsnitt 3.4.3).

Fler och kraftigare stormar kan förväntas i framtiden. Även mildare och blötare vintrar förväntas bli vanligare i ett framtida klimat vilket bl.a. påverkar tjälförhållandena. Bristen på tjäle och att marken är blöt kan bidra till fler stormskador.

Vid en storm måste också effekten av vågor beaktas eftersom vågornas kraft kan påverka installationer och verksamheter på land. Vågorna påverkar en anläggningsdel våldsamt, men kortvarigt och frekvent, jämfört med ett lågtryck, som snarare har långvarig men mindre våldsam påverkan.

Exempel på viktiga aspekter kring höga vindstyrkor

- Höga vindstyrkor orsakar belastningar på byggnader, anläggningar och konstruktioner.
- Vindbelastningen är vanligtvis störst på takkonstruktionen.
- Höga vindstyrkor kan särskilt orsaka skada på tillfälliga konstruktioner, baracker, byggnads-ställningar, pågående bygg- och anläggningsprojekt, tillfälliga uppställningsplatser m.m.
- Många indirekta skador uppstår p.g.a. följdeffekter av stormar. Vägar, telekommunikation, elförsörjning och annan infrastruktur samt olika samhällsfunktioner kan utsättas för påfrestningar eller avbrott.
- Kraftig vind sammanfaller ofta med regn eller åska.

2.6 Olycksexempel Natech

För att visa hur Natech kan få stor påverkan på kemikaliehanterande industrier ges nedan några exempel på Natecholyckor.

Blixtnedslag i tank
Den 24 juli 2000 observerades åskoväder i närheten av ett sockerbruk. Detta fick verksamhetsutövaren att stoppa lastningen av lastbilar. Omkring klockan halv fem på eftermiddagen, stängde en driftchef bottenventilen på tanken som användes för pålastning. Cirka tio minuter senare slog blixten ner i taket på en av tankarna för alkohollagring och orsakade en explosion. Taket på tanken flög i luften och föll tillbaka i tanken vilket fick en brand att uppstå. Branden spred sig inte bortom tanken och tankens hölje förblev intakt, men sprickor skapades i tankens botten-ventil. Ingen skadades i olyckan, men de skador som orsakats till följd av branden uppskattades till mer än 2,3 miljoner euro.

Tanken var inte försedd med flamskydd på ventilerna trots att en blixtriskutvär-deringsstudie, som hade utförts 18 månader före olyckan, hade rekommenderat installation av flamskydd på tankens ventiler och liknande delar.

Direkta skyddsanordningar mot blixtnedslag (åskledare) hade installerats för att skydda specifika platser i området, men det är möjligt att det ledningssystem som var utformat för att bära strömmarna som härrör från blixtar var otillräckligt.

Blixtnedslag är en vanlig risk för lagringstankar ovan mark och bör behandlas i säkerhetsrapporten.

Lämplig skyddsutrustning, såsom flamskydd, bör finnas på plats, särskilt efter att sådana rekommendationer framkommit av genomförda riskbedömningar. (MAHBulletin, 2014)

Översvämmat läkemedelsföretag
Efter en period av skyfall (ca 300 mm från 31 oktober till den 2 november med framför allt en tre timmar långt extremt regnfall), uppstod kraftiga översvämningar orsakade av otillräcklig dränering av vatten inom ett industriområde. Industriområdet låg i en naturlig sänka och plattformen för industribyggnaderna

hade vi byggnationen höjts från 0,8 till 1,5 meter. Trots detta nådde vattennivån på siten mellan 20 cm upp till 1 meter. Eftersom tillverkning pågick satte personalen igång larmet redan innan en höjning av vattennivån i anläggningen kunde observeras. På söndagen den 2 november runt kl. 16.00 iscensatte driftchefen den interna planen för räddningsinsatser och inrättade en krishanteringsdivision bestående av 6 enheter (intervention, kommunikation, teknik, information, drift och logistik). Driftchefen frisatte betydande resurser för att höja eller evakuera utrustning och material, hålla de viktigaste kemikalierna (ur säkerhetssynpunkt och ekonomisk synpunkt) borta från vatten, stoppa tillverkningsprocesser och aktivera skadeförebyggande åtgärder (säkerhetsrelaterade stand-by faser som identifierats i säkerhetssyfte vid fall av kemiska reaktioner) samt utföra planerade strömavbrott innan översvämningen nådde känslig utrustning. Den kemiska fabriken var helt översvämmad och vattennivån nådde upp till 1 meter. Skadorna inom anläggningen blev relativt begränsade tack vare de omedelbara åtgärder som vidtogs av verksamhetsutövaren. Översvämningarna resulterade dock i betydande vattenskador i diverse utrustningar och lokaler. (MAHBulletin, 2014)

Explosion på grund av skred
I början av maj 2015 inträffade ett jordskred på centrala Java i Indonesien. Enligt nyhetsbyrån AFP omkom minst fyra människor och ytterligare nio rapporterades saknade. Åtta bostadshus förstördes i skredet. Händelsen utlöstes av flera dagars ihållande regn, som orsakade ett mindre skred. Detta mindre skred skadade en rörledning i anslutning till ett kraftverk för geotermisk energi. Skadan på ledningen ledde till en explosion, som i sin tur utlöste det större skredet. (MAHBulletin, 2014)

Underminerad cistern
I februari 2005 rämnade en cistern, innehållande 16 300 ton svavelsyra (96 %), vid en anläggning i Helsingborg. Händelsen initierades av att ett markförlagt betongrör för kylvatten brast. Vattenflödet från det skadade röret gjorde att den silthaltiga sanden som omgav röret snabbt förlorade sin bärighet och övergick till en vällingliknande blandning av sand och vatten. Den drabbade cisternen var placerad tillsammans med andra cisterner i en invallning ovanpå betongröret. När bärigheten under invallning och cistern kraftigt reducerades bröts till slut såväl invallning som cistern sönder. När svavelsyran strömmade ut uppstod en sju meter djup krater i de lösa jordmassorna. (Carin Hellner, 2008)

Händelsen orsakades alltså av vattenflödet från den markförlagda ledningen, men en liknande händelse skulle även kunna inträffa exempelvis genom erosion orsakat av flödet i ett naturligt vattendrag.

Stormen Gudrun
Stormen Gudrun 2005 har av Energimyndigheten klassats som den allvarligaste naturkatastrofen som drabbat Sverige i modern tid. Utöver dödsfall och olyckor skadades skog, byggnader, infrastuktur och egendom. Skadorna gav i sin tur upphov till ytterligare effekter.

Många funktioner i samhället påverkades av de omfattande skadorna på skog. Under lång tid påverkades framkomligheten eftersom vägar blockerades av fallna träd. Andra exempel är att skadorna på strukturer för elförsörjning gav upphov till elavbrott som gjorde att viktig utrustning, uppvärmning av bostäder och närings-

verksamhet under lång tid inte fungerade samtidigt som transportvägar blockerades och strukturer för telekommunikationer inte fungerade.

Uppemot 30 000 km elledning skadades i samband med stormen Gudrun. Det nedgrävda ledningsnätet klarade sig bra medan luftledningar i hög grad skadades genom att de inte var säkrade för fallande träd. Motsvarande gällde telenätet där särskilt det så kallade accessnätet skadades mycket allvarligt.

Även om stormen Gudrun inte orsakade någon allvarlig kemikalieolycka är de direkta och indirekta effekterna av stormen exempel på faktorer som kan orsaka eller bidra till en kemikalieolycka. (KBM, 2005) (FMV, 2006)

Inrapporterade exempel på naturliga olycksorsaker
MSB sammanställer regelbundet utdrag ur de händelserapporter som skickas in enligt förordningen (2003:789) om skydd mot olyckor. Nedan ges några exempel där naturliga omgivningsfaktorer har kommenterats som möjlig orsak till händelsen.

Några exempel på naturliga olycksorsaker sammanställda i rapporten Händelser med farliga ämnen 2006-2010 (MSB, 2012)

- *Vädret, med starka vindar parallellt med byggnaden, kan ha åstadkommit ett undertryck i elrummet i förhållande till kondensatbrunnen.*
- *Ett blixtnedslag antände explosiv atmosfär i dieselfacket i cisternen. Blixtnedslaget kan ha skett antingen i avluftningsröret eller i en närbelägen hög kommunikationsmast.*
- *Troligen vattenflöde under cisterner som spolat bort fint material viket lett till markförändringar. Troligen högt vattenflöde i mark.*
- *Ett kraftigt regn gjorde att stora mängder vatten rann ner i grävschaktet och spolade med sig de lösare massorna. Slänten runt naturgasledningen rasar och ledningen friläggs.*
- *Troligen hade en ispropp bildats i skärmunstycket. Isproppen medförde troligen att syrgasen inte kunde strömma ut genom munstycket utan trycktes in i gasolslangen och ner i gasolbehållaren eftersom backventilen var defekt.*

3. Kartläggningar av naturliga omgivningsfaktorer

3.1 Inledning

Det har tidigare genomförts ett flertal utredningar, t.ex. klimat- och sårbarhetsutredningar och karteringar av olika typer av naturliga omgivningsfaktorer. Detta arbete pågår fortlöpande i Sverige. Dessa utredningar och karteringar har haft olika förutsättningar och syften. De är redovisade på lite olika sätt och finns spridda hos flera olika aktörer och är sällan sökbara med några generella verktyg i t.ex. en gemensam databas.

Denna studie har haft som uppdrag att identifiera, kartlägga och sammanställa information och kunskap som finns om naturliga omgivningsfaktorer. I första hand har följande naturliga omgivningsfaktorer beaktats:

- Höga vattennivåer (översvämning och skyfall)
- Erosion, ras och skred
- Blixt- och åskoväder
- Höga vindstyrkor (stormar)

Dessa faktorer kan påverka den samlade riskbilden vid verksamheter som hanterar farliga ämnen i stora kvantiteter. Riskbilden kan vara väldigt komplex för en industri eller en industripark med flera olika verksamheter som hanterar farliga ämnen eller innefattar farliga processer. Sevesolagstiftningen pekar på att riskbedömningar och beskrivningar av olycksscenarier ska beakta även orsaker i form av naturliga omgivningsfaktorer. Däremot ges inga förslag på hur, till vilken grad eller med vilka acceptanskriterier en sådan riskbedömning för naturliga omgivningsfaktorer ska göras.

Naturliga omgivningsfaktorer kan ha mycket varierande inverkan för olika verksamheter. En industriell verksamhet med en given lokalisering kan innebära en viss risknivå, sett utifrån de naturliga omgivningsfaktorerna. En annan industri med liknande verksamhet men annorlunda lokalisering kan ha en helt annan risknivå. På motsvarande sätt kan samma naturliga omgivningsfaktor ha helt olika förutsättningar för att orsaka en kemikalieolycka beroende på förhållandena vid den industriella verksamheten.

Det finns därför ett behov av att beskriva mekanismer kring naturliga omgivningsfaktorer i syfte att få fram en tydlig och transparent helhetsbild av riskerna vid en verksamhet med storskalig kemikaliehantering. Här ingår att tydliggöra vad som kan innebära risk för verksamheter med olika lokaliseringar och vilka grunder riskhanteringen för naturliga omgivningsfaktorer vilar på.

3.2 Genomförda arbeten

Nedan presenteras en översiktlig kartläggning av det material och den kunskap som finns framtagen nationellt och internationellt kring naturliga omgivningsfaktorer.

3.2.1 Myndigheten för samhällsskydd och beredskap

Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, MSB, är ansvarig myndighet för översvämningsdirektivets genomförande i Sverige. MSB uppdrag är bl.a. med att förebygga och mildra effekterna av naturhändelser, främst jordskred, ras i jord och berg, skogsbrand, storm och översvämning samt att anpassa samhället till ett förändrat klimat.

MSB medverkar i olika typer av utredningar kring naturolyckor och publicerar rapporter och webbaserad information inom området. MSB sammanställer information om naturolyckor i en naturolycksdatabas, se närmare beskrivning i avsnitt 3.4.4.

MSB deltar i flera internationella aktiviteter och är nationell samordnare för det internationella ramverket Sendai Framework for Disaster Risk Reduction.

Ett antal myndigheter och organisationer samverkar i Nationell plattform för arbete med naturolyckor. Syftet är att öka samhällets förmåga att förebygga och hantera negativa konsekvenser av naturolyckor. Sekretariatet vid MSB ansvarar för koordinering, kommunikation och administration av plattformens arbete. Nationell plattform kommer inom kort att ersättas och istället ingå i samverkansområdena varvid frågor om naturolyckor kommer att flyttas till de samverkansområden som berörs av frågorna.

3.2.2 Länsstyrelserna

Sveriges länsstyrelser har tillsynsansvar över Sevesoverksamheter och eftersträvar samsyn i utförandet av tillsynen. Länsstyrelsernas skrift Miljösamverkan (Länsstyrelserna, 2012) ger ett praktiskt stöd för tillsyn av riskhantering hos olika verksamheter. En typ av händelse som ska beaktas vid tillsyn är just effekter av extremt väder eller seismiska händelser. Där återfinns en kort beskrivning av att naturliga omgivningsfaktorer måste beaktas, men ger ingen vidare information kring hur en riskbedömning för naturliga omgivningsfaktorer lämpligen bör utföras i praktiken.

Även lokalt hos enskilda länsstyrelser finns exempel på hur arbetet med klimatrelaterade frågor fortgår. Länsstyrelsen i Västernorrland har låtit SGI och SMHI göra en klimat- och sårbarhetsanalys (SGI, 2010). Den har använts som ett underlag för länsstyrelsens regionala klimatanpassningsarbete och vid kommunernas arbete med risk- och sårbarhetsanalyser och fysiska planering. Analysen identifierade just naturolyckor och tog upp länets tillståndspliktiga verksamheter enligt miljöbalken och Sevesoverksamheter som bedömdes ligga inom ett riskområde.

I Skåne finns ett länsspecifikt miljömål om klimatanpassning som innebär att alla kommuner i Skåne senast år 2015 ska ha identifierat och analyserat risker för översvämningar, ras, skred och erosion. Kommunerna ska beakta riskerna i sin

fysiska planering och ta fram förslag på åtgärder för anpassning av befintlig miljö. (Länsstyrelsen Skåne, 2012) Länsstyrelsen skriver vidare att klimatförändringar också ska beaktas vid aktualisering av kommunernas översiktsplaner.

De klimat- och sårbarhetsutredningar som genomförts runt om i landet får anses vara av översiktlig karaktär, men ger ändå en viss indikation på att länsstyrelsernas är måna om att mer och mer göra klimatanpassning med tillhörande naturolyckor som en given del i samhällsplaneringen, även om kemikaliehanterande industrier inte lyfts fram specifikt. Länsstyrelsernas underlag kan sedan ligga till grund för kommunernas arbete för att närmare klargöra risker inom identifierade områden samt utgöra en grund för verksamheters egna riskbedömningar för naturliga omgivningsfaktorer.

3.2.3 Kommunerna

Flera av landets kommuner har i samband med antingen risk- och sårbarhetsanalyser eller klimatutredningar belyst frågan om klimatförändring och naturolyckor. Dessa lyfts inte specifikt i denna studie, då det inte finns en sammanhållen bild av vilka kommuner som arbetat med frågan, hur man utfört sina utredningar och till vilken grad man har vävt in frågan om riskbedömningar för naturliga omgivningsfaktorer. I ett nyligen genomfört examensarbete (Johansson & Wallin, 2015) bad författarna 15 kommuner om mer information om kommunens framtidsperspektiv gällande klimatförändringar i sina risk- och sårbarhetsanalyser. Flertalet av kommunernas risk- och sårbarhetsanalyser tar inte upp klimatförändringar i sig, men däremot tas risker upp som kan påverkas av ett förändrat klimat. Dessa risker berör i huvudsak kommunens förmåga att agera vid olika händelser och inte hur industrier i en kommun ska vägledas till att arbeta med frågor kring riskbedömning av naturliga omgivningsfaktorer.

Kommuner som har genomfört klimat- och sårbarhetsanalyser belyser att arbetet med att klimatanpassa sin kommun är långsiktigt och att klimatfrågan i stort ska inarbetas i planarbetet. Detta innebär att ta hänsyn till klimatförändringar i översikts- och detaljplaner samt bygglovsutredningar, samtidigt som boende och verksamheter måste informeras. Vanligt förekommande är också uppmaningar om att utföra ras- och skredkarteringar i hela eller delar av kommunen samt att inte tillåta bebyggelse lägre än en viss höjd över havet.

Generellt så finns det mycket information i genomförda regionala och lokala risk- och sårbarhetsanalyser. Dessa kan förse verksamhetsutövarna med värdefulla underlag och vissa grundscenarier i arbetet med egna riskbedömningar.

3.2.4 SMHI

Under våren 2015 kom SMHI med sin rapport Klimatstation 2015. Här beskrivs att klimatanpassningsarbetet i Sverige har gått framåt under de senaste åren. Några exempel på myndighetsuppdrag är Nationell höjddatabas, Ras- och skredkarteringen av Göta älvdalen, länsstyrelsernas regionala handlingsplaner för klimatanpassning, samt inrättandet av Nationellt kunskapscentrum för klimatanpassning. Det återstår dock att komma vidare i arbetet på en lokal nivå och SMHI föreslår följande insatser:

- Regelverk behöver anpassas, roller och ansvar samt strategier och mål måste tydliggöras.
- Prioriterade forsknings- och utvecklingsinsatser, som fyller identifierade kunskapsbehov inklusive långtidsövervakning, behöver finansieras.
- Kunskap, beslutstöd och prognos- och varningssystem behöver göras mer tillgängliga.

Denna studie kan därmed ses som en del i att fylla de kunskapsluckor som finns och dessutom utgöra beslutsstöd i frågor om naturliga omgivningsfaktorer.

SMHI studerade bland annat vad Sverige kan lära från andra länder och valet föll på delstaten Sachsen i Tyskland, provinsen Quebec i Canada samt Danmark. En tydlig lärdom från samtliga tre regioner och länder är att klimatanpassningsarbete på den lokala nivån kräver detaljerad kunskap, om sårbarhet och utsatthet för klimatrelaterade risker, för att kunna prioritera mellan olika anpassningsåtgärder. Många små kommuner saknar resurser, personal med spetskompetens och ekonomiska incitament, för att genomföra omfattande planering av klimat-anpassning, och behöver därför stöd. (SMHI, 2015) Detta emotsägs inte av den information som presenteras i avsnitt 3.2.3 ovan, då kommunerna till övervägande del just nu står inför att konkretisera sina tidigare genomförda klimat- och sårbarhetsanalyser.

3.2.5 SGU och SGI

Sveriges geologiska undersökning, SGU, och Statens geotekniska institut, SGI, är myndigheter som arbetar med att tillhandahålla information om Sveriges geologi samt att minska riskerna inom det geotekniska området.

Geologisk information används för att förebygga, förhindra och minimera effekterna av olika händelser, såsom ras, skred och erosion. SGU:s jordarts-geologiska databaser kan användas tillsammans med information om terräng och vattenflöden för att bedöma ras- och skredrisk.

SGI är både en myndighet och ett forskningsinstitut. De har ett övergripande ansvar för de geotekniska och miljögeotekniska frågorna i Sverige och de arbetar bland annat med att minska riskerna för ras, skred och stranderosion. Deras roll är också att stötta andra myndigheter, kommuner och länsstyrelser i hela landet för att förebygga naturolyckor. Detta arbete utförs bl.a. genom att granska geo-tekniska säkerhetsfrågor i planprocessen, ge stöd till MSB när de prövar och ger tillstånd till statliga medel för förebyggande stabilitetsåtgärder samt genom att ta fram, utveckla och förmedla kunskap på området.

3.2.6 Internationellt arbete

Internationellt har bl.a. OECD lyft frågan om Natechrisker och hur dessa i framtiden kan påverkas av ett förändrat klimat och hur dessa bör hanteras.

OECD har genomfört ett antal arbeten, workshops (OECD, 2011) och under-sökningar (OECD, 2012) där frågor om Natechs har diskuterats för att öka kunskapsspridningen mellan länder om inträffade olyckor, men också hur man bör arbeta med dessa frågor. Exempel på diskussionspunkter inom ramen för OECD har varit:

- Naturliga omgivningsfaktorer, deras risker och varningssystem.
- Riskhantering för Natech och nödlägesberedskap, goda exempel från industri och myndigheter.
- Att beakta klimatförändringar inom riskhanteringen.
- Att applicera polluter-pays-principle till Natecholyckor.
- Internationell samverkan kring riskhantering för Natech.

Det har även specifikt lyfts frågor riktat mot myndigheter om vilken typ av vägledningar som ska utvecklas och också frågor om industrins behov av att utveckla egna guidelines och särskilda tekniska standarder för att kunna arbeta med riskbedömningar för Natechs (OECD, 2011). OECD Guiding principles har 2015 kompletterats avseende Natech, se kapitel 4.4.

Den undersökning som gjordes bland 20 medlemsländer inom OECD visade att det fanns en tydlig tendens att erkänna naturliga omgivningsfaktorer som en viktig extern risk för kemikaliehanterande industrier. Man belyser vidare att de studerade länderna visserligen har lagstiftning i frågan, men att verkan av denna riskreducerande lagstiftning till stor del är ofullständig och att det behövs mer specifika guidelines för riskhantering av Natechs som komplement till lagstiftningen. Undersökningen påpekar också att Sevesodirektivet inte ger vägledning till en verksamhet om hur riskbedömningar för Natech ska utföras, inte heller till den myndighet som ska utvärdera att risknivån är så pass låg som lagstiftningen kräver och att denna fråga måste arbetas vidare med. (OECD, 2012)

EU-kommissionen har i en kartläggning (Europeiska kommissionen, 2004) gått igenom olika länders arbete med Natech. Här beskrivs att Sverige tillämpar en översiktlig riskstrategi för riskhantering och planering för nödlägen, men att ingen särskild metod används för riskhantering avseende Natech. Svenska riskhanteringsstrategier hanteras på lokal nivå och kommunerna har ett ansvar för många aspekter av den allmänna säkerheten, vilket inkluderar Natechincidenter. Man skriver vidare att det finns lite information om faktiska risker med Natech och vad lokala myndigheter och organisationer gör för att förbereda sig för denna typ av händelser samt att bristen på underlag också kan härledas till att Natech-olyckor har varit ovanliga.

I Kaliforniens delstatslagstiftning återfinns krav på att specifika naturliga omgivningsfaktorer ska beaktas vid riskbedömningar. Givet delstatens känsliga läge vid två tektoniska plattor ställs krav på att seismisk aktivitet ska belysas när riskerna gås igenom - ”The hazard review shall include the consideration of applicable external events, including seismic events.” (CalARP, 2015). Detta är av naturliga skäl mycket tydligt utpekat som riskfaktor i Kalifornien och är ett av de få exempel på att en viss typ av naturlig omgivningsfaktor skall beaktas. För övriga länder som har kartlagts i denna studie talar man snarare om att naturliga omgivningsfaktorer i gemen ska beaktas, men ingen sådan pekas ut särskilt, utan de geografiska, geologiska, meterologiska och hydrologiska förutsättningarna ska styra.

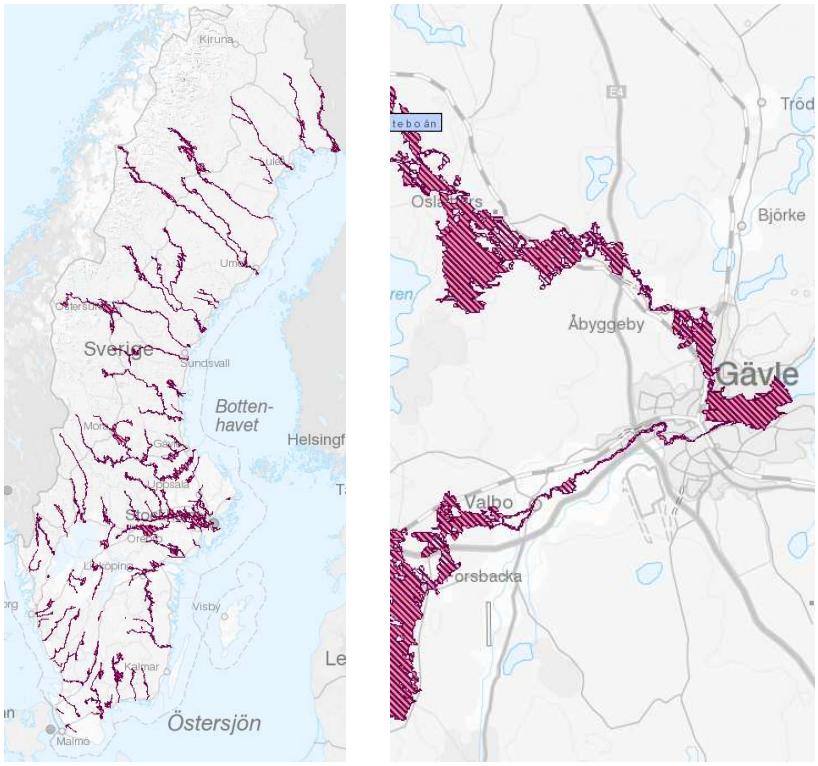
3.3 Visningstjänster som beskriver omgivningsfaktorer

Befintliga visningstjänster har sammanställts under följande rubriker: höga vattennivåer (översvämning och skyfall); erosion, ras och skred; blixt- och åskoväder; hög vindstyrka (stormar); samt övriga naturliga omgivningsfaktorer. Inom ramen för denna studie har inte identifierats någon geografisk databas som redovisar hög vindstyrka eller någon liknande parameter.

3.3.1 Höga vattennivåer (översvämning och skyfall)

Översiktliga översvämningskarteringar (MSB)
MSB har regeringens uppdrag att förse landets kommuner och länsstyrelser med översiktlig kartläggning av områden som kan översvämmas på grund av höga flöden utmed landets sjöar och vattendrag. Syftet med översvämningskarteringarna är bland annat att vara ett planeringsunderlag för kommunernas översiktliga fysiska planering och som ett underlag för arbetet med de kommunala handlingsprogrammen. Karteringarna kan även vara ett stöd i räddningstjänstens övergripande planering av insatser.

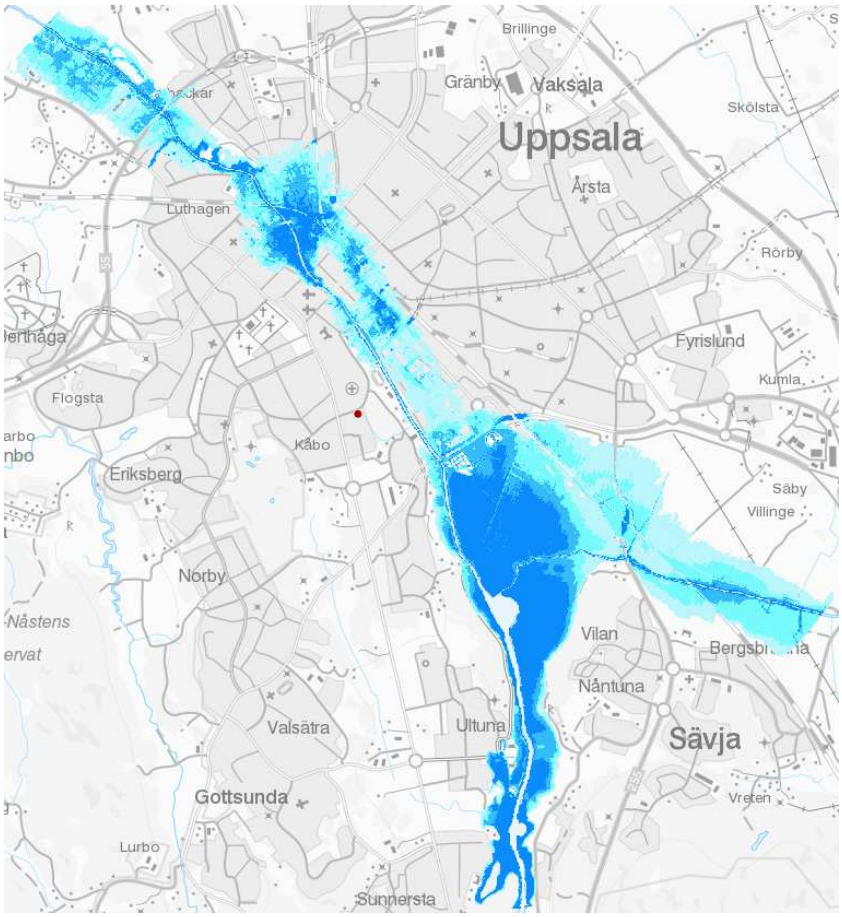
Den översiktliga översvämningskarteringen visar vattnets utbredning för två olika flöden, 100-årsflödet och det högsta beräknade flödet. Med en händelses återkomsttid menas att den inträffar eller överträffas i genomsnitt en gång under denna tid. Det innebär att sannolikheten för exempelvis ett 100-års flöde är 1 på 100 för varje enskilt år. Sannolikheten för att flödet ska inträffa 1 gång under 100-årsperioden är 63 procent och sannolikheten att det ska inträffa 2 gånger under samma period är 40 procent.



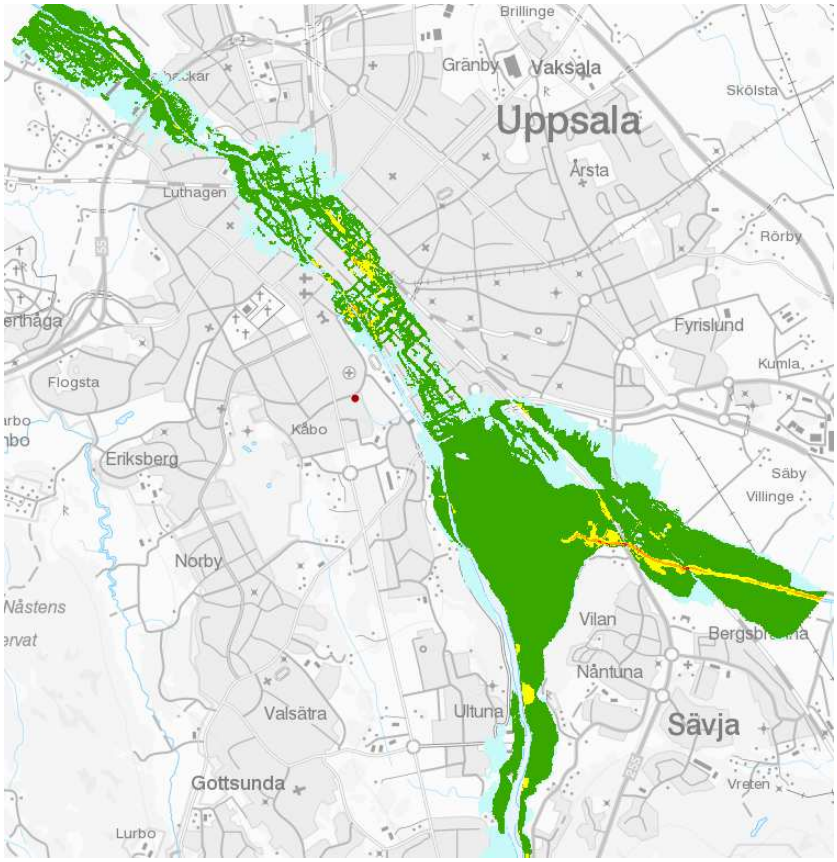
Figur 4 Översiktliga översvämningskarteringar som redovisar 100-års samt högsta beräknat flöde.

Uppdaterade översvämningskarteringar (MSB)
De uppdaterade översvämningskarteringarna visar för varje vattendrag ett utbredningsskikt som visar vilka områden som riskerar att översvämmas för tre olika flöden, det beräknade högsta flödet samt det klimatanpassade 100-års och 200-årsflödet beräknat för slutet av seklet. Även tillhörande tvärsektioner finns med där exempelvis vattennivåer finns angivna. De uppdaterade översvämningskarteringarna bygger på den nya nationella höjdmodellen från Lantmäteriet med en rumslig upplösning på 2x2 meter. Då en översiktlig översvämningskartering uppdateras så läggs den till i denna WMS och tas bort i WMS:en för översiktliga översvämningskarteringar.

Hotkartor (MSB)
Hotkartor visar vattnets djup och hastighet vid ett 50-års flöde, ett klimatanpassat 100-års och 200-års flöde beräknat för slutet av seklet samt för det beräknade högsta flödet. Hotkartor finns framtagna för, Edsbyn, Falun, Göteborg, Haparanda, Jönköping, Karlstad, Kristianstad, Kungsbacka, Lidköping, Lindesberg, Malung, Stockholm, Uppsala, Vansbro, Vännäsby, Värnamo, Älvsbyn och Örebro. De är framtagna i arbetet enligt förordningen (SFS 2009:956) om översvämningsrisker.



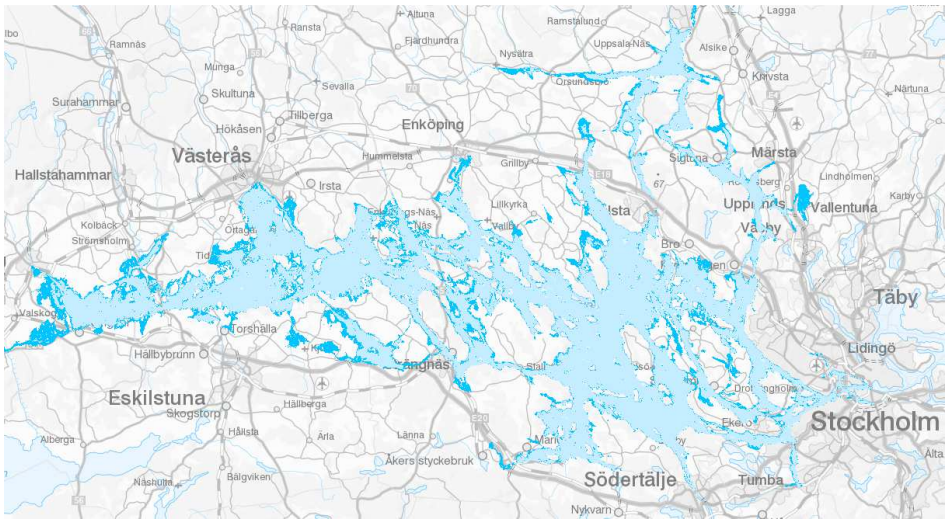
Figur 5 Exempel på hotkarta över Uppsala. Kartan ovan redovisar vattendjupet för beräknat högsta flöde.



Figur 6 Exempel på hotkarta över Uppsala. Kartan ovan redovisar vattenhastighet för beräknat högsta flöde.

Mälarkarteringen (MSB)

Karteringen visar för varje decimeter mellan Mälarens normalvattenstånd och den teoretiskt högsta vattennivån, vilka områden som kan hotas av översvämning. Karteringen togs fram inom regeringsuppdraget FÖ2010/560/SSK, Konsekvenser av en översvämning i Mälaren.



Figur 7 Översvämningskartering av Mälaren.

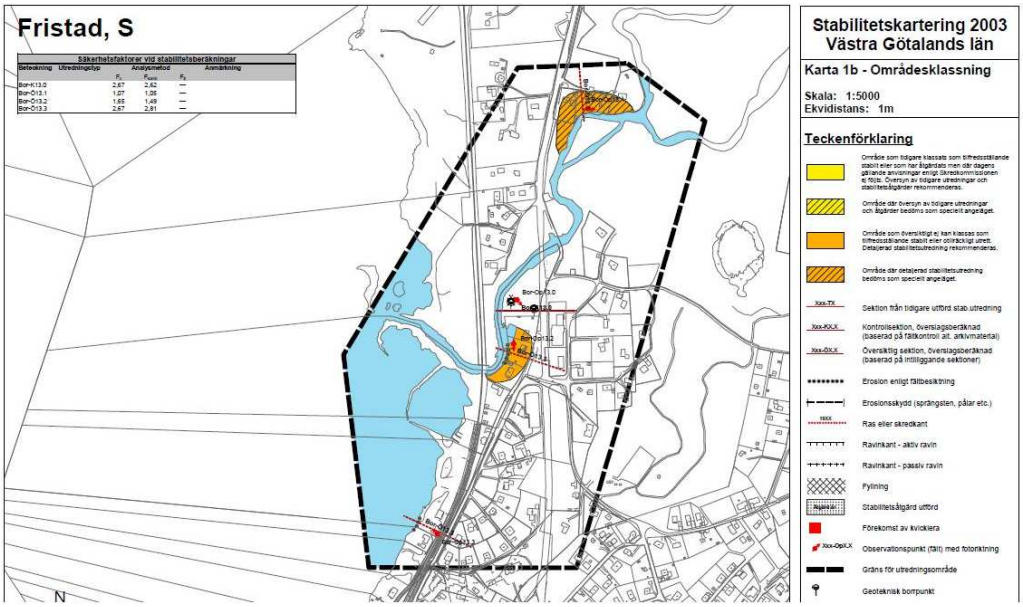
3.3.2 Erosion, ras och skred

Översiktlig stabilitetskartering (MSB)
MSB har regeringens uppdrag att stödja kommuner och länsstyrelser med översiktliga kartläggningar av markens stabilitet i bebyggda områden där det finns förutsättningar för jordrörelser. Syftet är att identifiera bebyggda områden som översiktligt inte kan klassas som stabila. Karteringen ska utgöra ett stöd i kommunens riskinventering och riskhantering och kan användas som underlag för kommunens översiktsplaner. Avsikten är att kommunen själv ska gå vidare och utföra detaljerade utredningar i utpekade områden.

Databasen redovisar följande:

- Områden som översiktligt identifierats ha tillfredsställande stabilitet.
- Områden som översiktligt inte kan klassas som tillfredsställande stabilt eller som är otillräckligt utrett. På grund av avsaknad av bebyggelse rekommenderas inte detaljerad utredning.
- Områden som översiktligt inte kan klassas som tillfredsställande stabilt eller som är otillräckligt utrett och detaljerad utredning rekommenderas.
- Områden där detaljerad utredning bedöms som speciellt angeläget.
- Områden som tidigare har klassats som tillfredsställande stabilt eller som har förstärkts men som inte har följt skredkommissionens anvisningar.
- Områden där översyn av tidigare utredningar och stabiliserande åtgärder bedöms som speciellt angeläget.

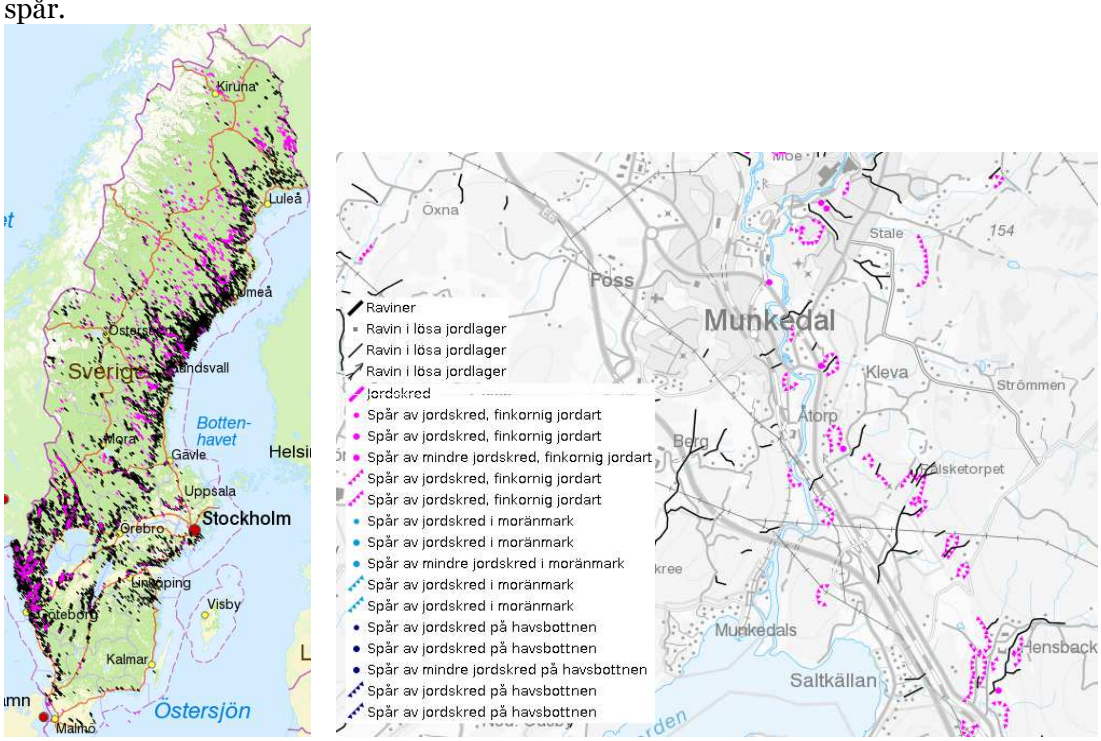
Dessutom ingår filer som visar kvickleraförekomst, fyllning, stabilitetsåtgärder och stabilitetszoner i datamängden. Kartfiler i digital form finns för karteringar genomförda efter 2001. Karteringen är genomförd inom begränsade områden som är bebyggda och där förutsättningar för skred bedöms finnas. Över tiden kan exempelvis erosion och mänsklig aktivitet påverka förhållandena. Den översiktliga stabilitetskarteringen visar rådande stabilitetsförhållanden vid karteringstillfället. Innehållet i och tillförlitligheten hos de översiktliga stabilitetskarteringarna varierar eftersom metoderna förfinats med åren. MSB gör inte några uppdateringar av materialet utifrån förändrade förhållanden eller genomförda utredningar eller förstärkningar.



Figur 8 Exempel på stabilitetskartering utfört i Västra Götalands län.

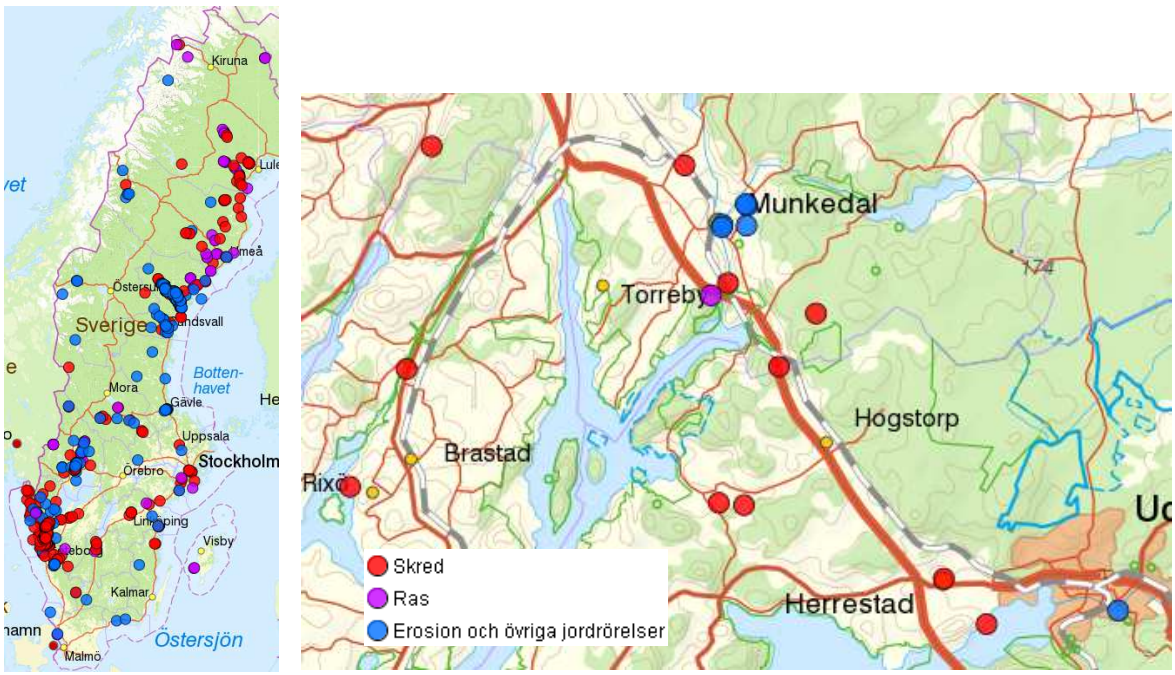
Jordskred och raviner (SGU)

Produkten, framtagen av SGU, visar morfologiskt framträdande spår i terrängen av inträffade jordskred på land och havsbottnen samt raviner i lösa jordlager. Tillsammans med jordartskartor och höjddata kan informationen användas för en översiktlig bedömning av skredkänslighet och markstabilitet. De flesta skred har skett i lerjord, men det förekommer även spår av skred i sandjordar, inte minst i de norrländska älvdalarna, samt i moränjordar. I de fall skred har inträffat i sandjord finns ofta silt- eller lerlager under ett ytligt sandlager. Spår av jordras har också inkluderats i den mån de har gett upphov till former liknande jordskredsspår.



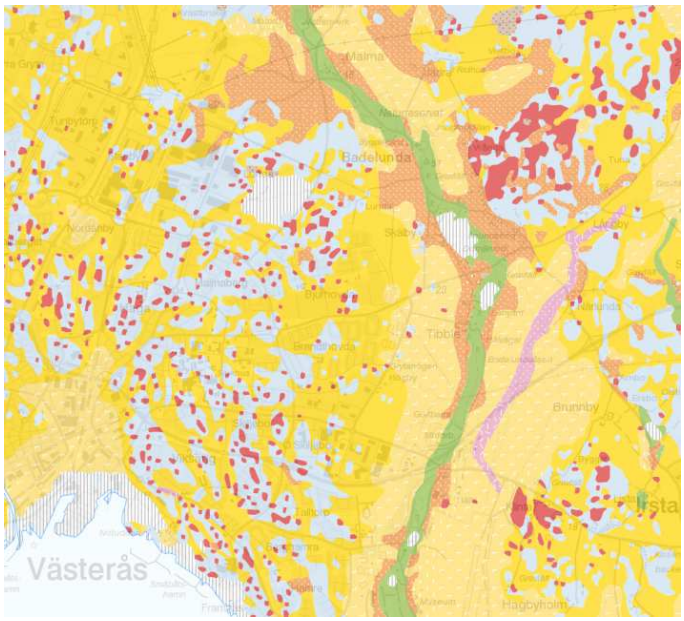
Figur 9 Utsnitt från SGU:s Jordskred och ravindatabas.

Skreddatabas (skred, ras, erosion och övriga jordrörelser) (SGI)
SGI:s skreddatabas är en sammanställning över inträffade skred, ras och övriga jordrörelser i Sverige med tillhörande beskrivning av typ av händelse, omfattning, läge, mm. Antal objekt fram till januari 2014 var 1206 st. Vissa större skred har en utförligare beskrivning (orsak, händelseförlopp, erfarenhetsåterföring mm) i MSB:s Naturolycksdatabas.



Figur 10 Utsnitt från SGI:s Skreddatabas.

Jordartskartan, SGU
Jordartskartan visar jordarternas utbredning i eller nära markytan samt förekomsten av block i markytan. Jordarterna indelas efter bildningsätt och kornstorlekssammansättning. Ytliga jordlager med en mäktighet som understiger en halv till en meter samt jordlager på djupet redovisas i vissa fall. Även vissa landformer, såsom t ex moränbacklandskap, moränryggar och flygsanddyner redovisas. Syftet med jordartskartan är att ge underlag för analyser av grundvattenförhållanden, spridning av föroreningar i mark och grundvatten, markstabilitet, erosion, byggbarhet, naturvärden och andra markrelaterade frågor.



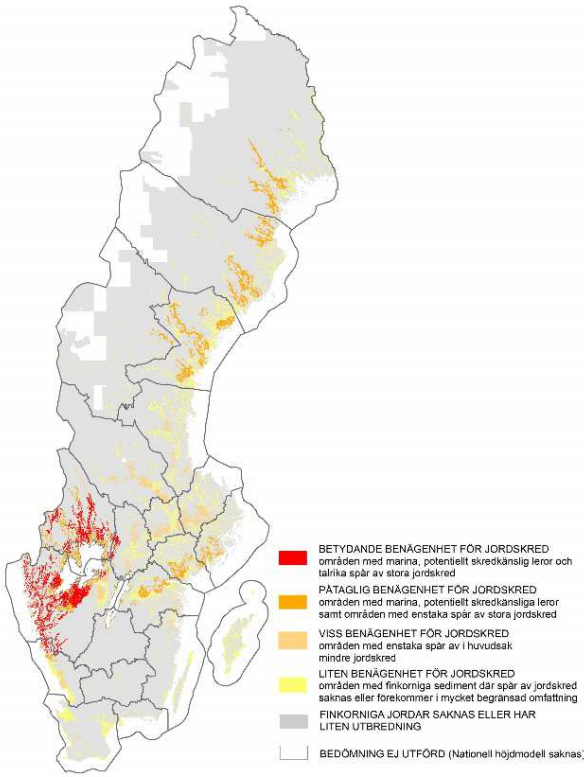
Figur 11 Utsnitt ur SGU:s Jordartskarta.

Kartläggningen har skett med olika metoder, skiftande geografiskt underlag samt för presentationsskalor från 1:25 000 till 1:100 000. Detta gör att det finns stora skillnader i kvalitet inom produkten, både vad gäller lägesnoggrannhet och jordarternas indelning. De skillnader i karteringsmetod som tillämpats vid kartläggningen redovisas genom att informationen har märkts som olika karttyper.

Riksöversikt över finkorniga jordars skredbenägenhet (SGU)
Kartan visar de regionala skillnaderna i Sverige över skredbenägenhet hos finkorniga jordarter. Med finkorniga jordarter menas här lera och silt samt även sand som bedöms ligga ovanpå lera eller silt. SGUs översiktliga jordartskarta 1:1M har använts som underlag för att avgränsa områden med finkorniga jordar.

Kartan bygger på information om förekomsten av spår av skred, dels skred identifierade med hjälp av nationella höjdmodellen och dels kända och dokumenterade skred. Förekomsten av skred har sedan vägts samman med regionala skillnader i de finkorniga jordarternas avsättningsmiljö. Sammantaget ger det här en bild av de regionala skillnaderna i de finkorniga jordarternas skredbenägenhet och sannolikheten för att ett skred inträffar.

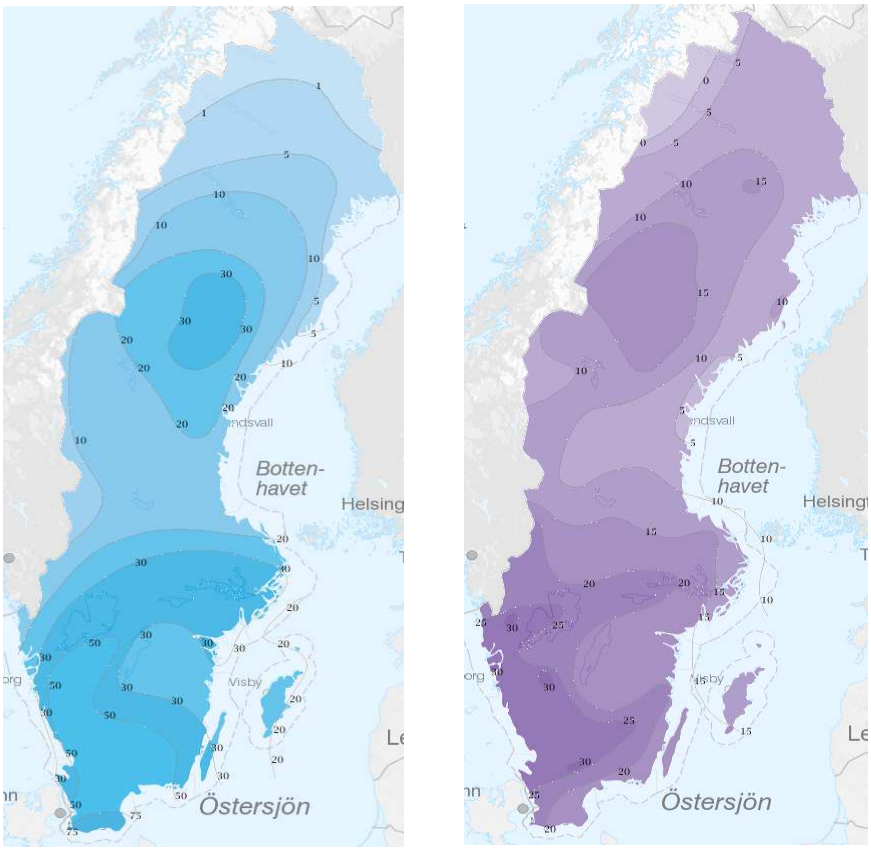
Det är viktigt att känna till att kartan är endast avsedd att användas för mycket översiktliga bedömningar och för att illustrera regionala skillnader hos de finkorniga jordarternas skredbenägenhet. Det är inte möjligt att använda kartan för att göra platsspecifika bedömningar av sannolikheten för skred. Lokala variationer och avvikelser förekommer, beroende på geologiska förhållanden och marklutning. Genom exempelvis markarbeten, byggnation och erosion längs vattendrag kan skredbenägenheten lokalt öka (SGU, 2015).



Figur 12 Riksöversikt över finkorniga jordars skredbenägenhet.

3.3.3 Blixt- och åskoväder

SMHI:s WMS-tjänst för blixtnedslag beskriver antal blixtnedslag och dygn med åska för året 1988. Under 2014 gjordes en övergång till en ny beräkningsserver i SMHI:s blixtlokaliseringssystem, vilken medför att data från och med november 2014 inte är direkt jämförbara med äldre material.



Figur 13 SMHI:s WMS-tjänst för blixtnedslag. Antal blixtnedslag per 100 km^2 (vänster) och antal dygn med åska (höger).

3.3.4 Snödjup (SMHI)

SMHI har sammanställt en visningstjänst med snödjup uppbyggt på historiska data mellan åren 1961-1990 (och 1931-1980 när det gäller vita jular). Data redovisas både som en yta och som isolinjer. De skikt som ingår är:

- Största uppmätta snödjup 1961-1990
- Största snödjup under vintern, medelvärde 1961-1990.
- Andel snö av årsnederbörden, medelvärde 1961-1990.
- Sista dag med snötäcke, medelvärde 1961-1990
- Frekvens av vita jular, 1931-1980
- Första dag med snötäcke
- Antal dygn med snötäcke

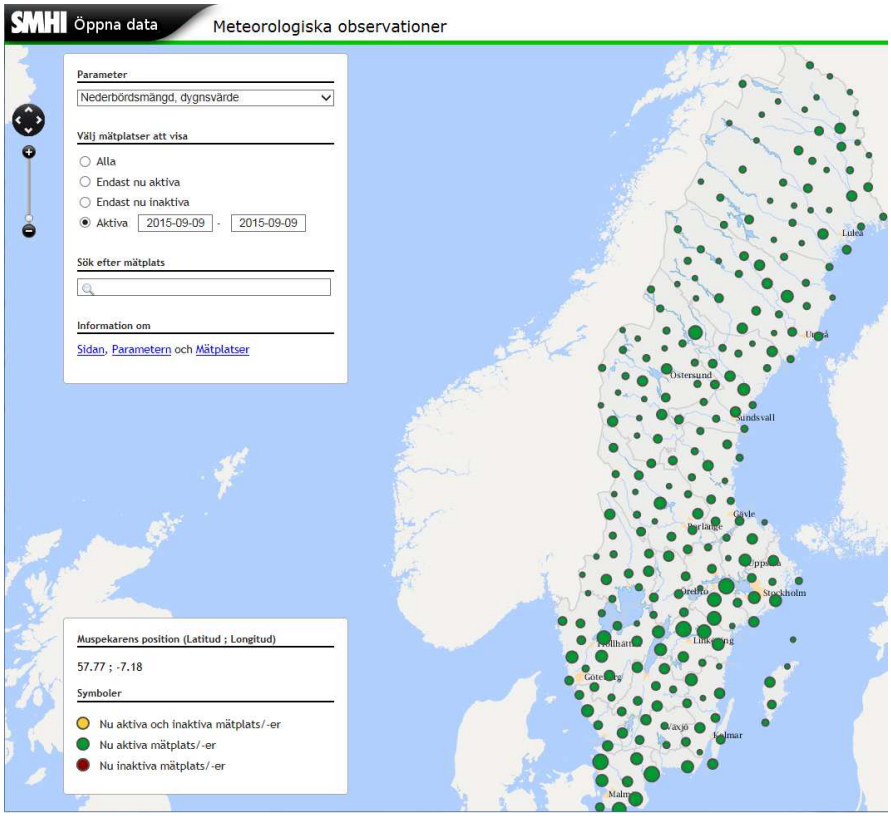
3.4 Andra källor till geografisk information

3.4.1 Meteorologiska observationer

SMHI ansvarar för en stor databas över meteorologiska observationer. Dessa data finns tillgängliga som text-filer för rikstäckande mätstationer. Dessa observationer kan laddas ned stationsvis på fyra olika sätt:

1. Alla granskade arkivdata fram till den förste föregående månad.
2. Alla ogranskade data de senaste två månaderna.
3. Alla data för det senaste dygnet.
4. Alla data för den senaste timmen.

I Figur 14 visas en karta över SMHIs rikstäckande mätstationer. I Figur 15 visas exempel på en textfil med meterologiska data.



Figur 14 SMHI:s öppna dataportal. Gröna cirklar i kartan representerar alla aktiva mätplatser för meteorologiska data.

	A	B	C	D	E
1	Stationsnamn	Klimatnummer	Mäthöjd (meter över marken)		
2	Malung	103410	2		
3					
4	Parameternamn	Beskrivning	Enhet		
5	Nederbördsmängd	summa 1 dygn, 1 gång/dygn, kl 06	mm		
6					
7	Tidsperiod (fr.o.m)	Tidsperiod (t.o.m)	Höjd (meter över havet)	Latitud (decimalgrader)	Longitud (decimalgrader)
8	2011-10-01 00:00	2015-09-09 06:00	310	60.6717	13.7058
9	1994-06-01 00:00	2011-09-30 23:59	308	60.6815	13.6997
10	1951-01-01 00:00	1994-05-31 23:59	308	60.7041	13.6909
11					
12	Från Datum Tid (UTC)	Till Datum Tid (UTC)	Representativt dygn	Nederbördsmängd	Kvalitet
13	2015-05-01 06:00	2015-05-02 06:00	2015-05-01	1.2	Y
14	2015-05-02 06:00	2015-05-03 06:00	2015-05-02	0	Y
15	2015-05-03 06:00	2015-05-04 06:00	2015-05-03	0	Y
16	2015-05-04 06:00	2015-05-05 06:00	2015-05-04	8.2	Y
17	2015-05-05 06:00	2015-05-06 06:00	2015-05-05	13.8	Y
18	2015-05-06 06:00	2015-05-07 06:00	2015-05-06	2	Y
19	2015-05-07 06:00	2015-05-08 06:00	2015-05-07	5.1	Y
20	2015-05-08 06:00	2015-05-09 06:00	2015-05-08	0.8	Y
21	2015-05-09 06:00	2015-05-10 06:00	2015-05-09	4.2	Y
22	2015-05-10 06:00	2015-05-11 06:00	2015-05-10	1.5	Y
23	2015-05-11 06:00	2015-05-12 06:00	2015-05-11	6.2	Y
24	2015-05-12 06:00	2015-05-13 06:00	2015-05-12	10	Y
25	2015-05-13 06:00	2015-05-14 06:00	2015-05-13	1	Y
26	2015-05-14 06:00	2015-05-15 06:00	2015-05-14	0	Y
27	2015-05-15 06:00	2015-05-16 06:00	2015-05-15	0	Y
28	2015-05-16 06:00	2015-05-17 06:00	2015-05-16	5.1	Y
29	2015-05-17 06:00	2015-05-18 06:00	2015-05-17	5.5	Y

Figur 15 Exempel på en textfil med meterologiska data. I det här exemplet redovisas nederbördsmängd per dygn för Malung mätstation.

De meteologiska parametrar som är tillgängliga via SMHI:s öppna datatjänst inkluderar:

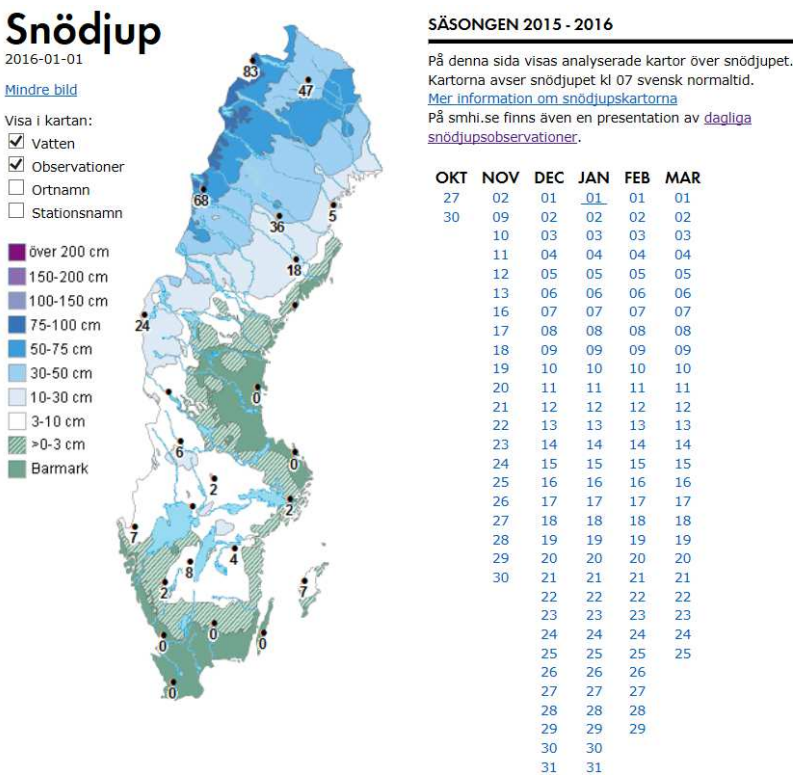
- Lufttemperatur (timvärde, dygnsvärde och min och max dygnsvärde)*
- Nederbördsmängd (kvartsvärde, timvärde, och dygnsvärde)*
- Nederbördintensitet (kvartsvärde)*
- Nederbördstyp (12-timmarsvärde och dygnsvärde)
- Vindriktning och vindhastighet (timvärde)*
- Relativ luftfuktighet (timvärde)
- Total molnmängd (timvärde)
- Sikt (timvärde)
- Solskenstid (timvärde)
- Snödjup (dygnsvärde)*
- Globalstrålning (timvärde)
- Rådande väder (timvärde)

** Parametrar som kan anses som relevanta i riskbedömning av verksamheter som hanterar farliga ämnen.*

Det finns även ett antal webbaserade kartor som redovisar olika meterologiska parameter, exempelvis följande:

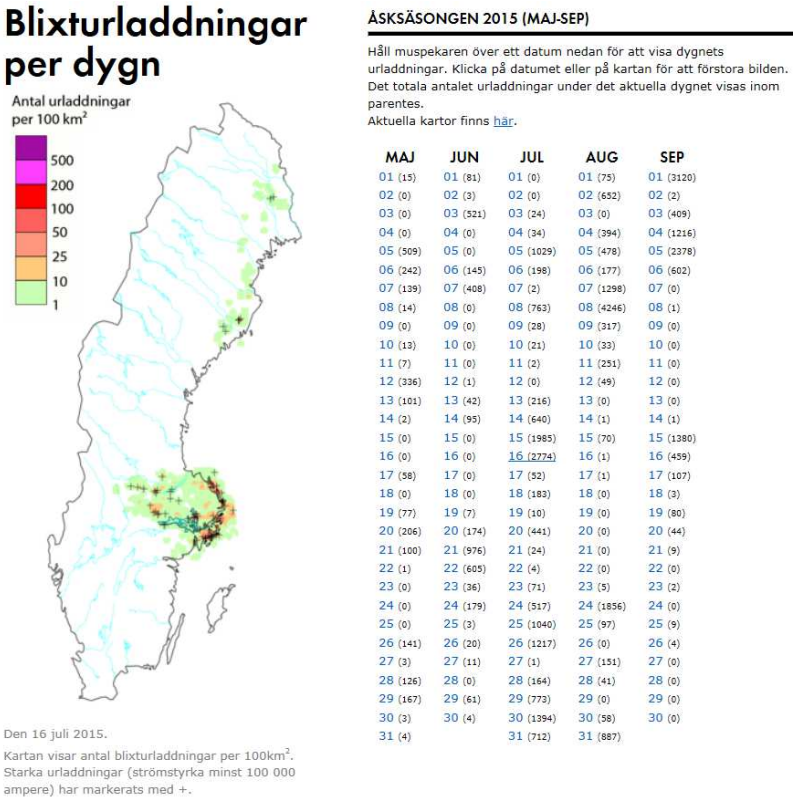
- snödjup (http://www.smhi.se/vadret/vadret-i-sverige/snodjup)
- blixturladdningar (http://www.smhi.se/klimatdata/meteorologi/2.1308/daily/).

Snödjupskartan uppdateras veckovis och ger en snabb överblick av snöläget.



Figur 16 SMHI:s snödjupskarta 2015-2016.

Kartorna med blixturladdningar visar antalet urladdningar inom ett kvadratiskt område med sidan 10 km (ytan 100 km²). Starka urladdningar (strömstyrka minst 100 000 ampere) har markerats med + i kartorna.

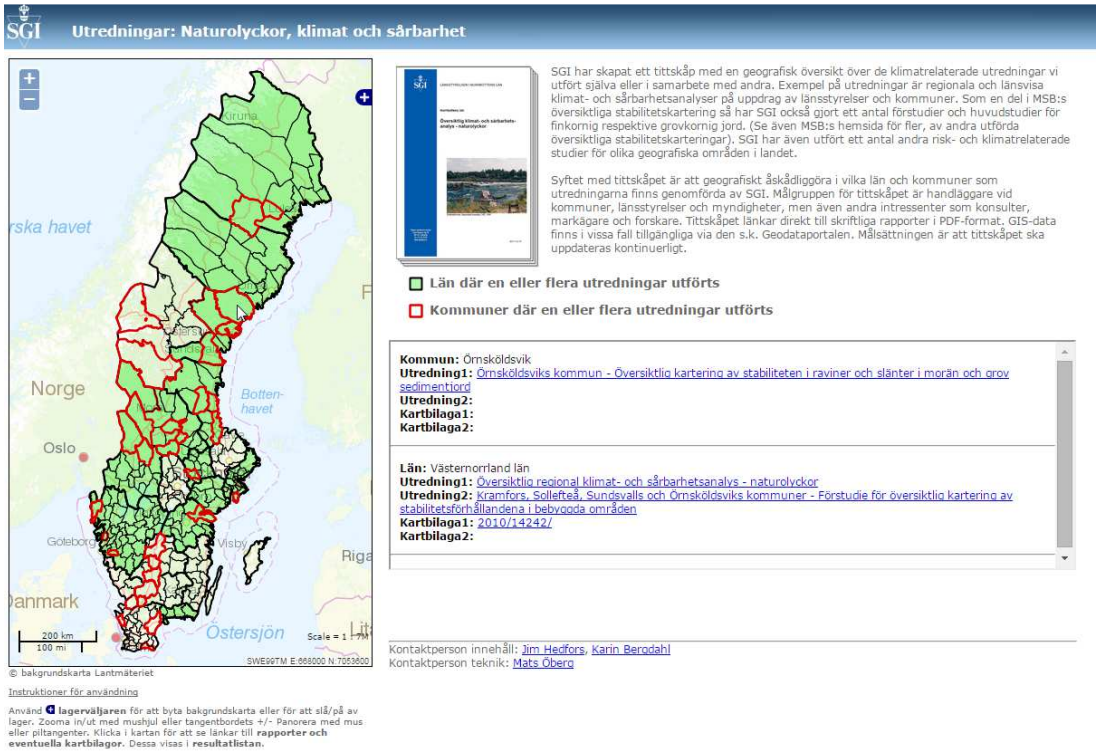


Figur 17 SMHI:s Blixturladdningskarta 2015.

3.4.2 Utredningar: Naturolyckor, klimat och sårbarhet (SGI)

SGI har skapat ett tittskåp (http://gis.swedgeo.se/nks/) med en geografisk översikt över de klimatrelaterade utredningar SGI utfört själva eller i samarbete med andra. Utredningarna är regionala och länsvisa klimat- och sårbarhets-analyser utförda på uppdrag av länsstyrelser och kommuner. Som en del i MSB:s översiktliga stabilitetskartering så har SGI gjort ett antal förstudier och huvud-studier för finkornig respektive grovkornig jord. (Se även MSB:s hemsida för fler, av andra utförda översiktliga stabilitetskarteringar). SGI har även utfört ett antal andra risk- och klimatrelaterade studier för olika geografiska områden i landet.

Syftet med tittskåpet är att geografiskt åskådliggöra i vilka län och kommuner som utredningarna finns genomförda av SGI. Målgruppen för tittskåpet är handläggare vid kommuner, länsstyrelser och myndigheter, men även andra intressenter som konsulter, markägare och forskare. Tittskåpet länkar direkt till skriftliga rapporter i pdf-format.



Figur 18 SGI:s tittskåp för utredningar inom naturolyckor, klimat och sårbarhet.

3.4.3 Varningsinformation

SMHIs varningstjänst

SMHIs prognos- och varningstjänst ger information för skydd av liv och egendom. Arbetet bedrivs dygnet runt och SMHI har ständig beredskap för akuta insatser. SMHI utfärdar varningar när väderutvecklingen väntas innebära risker för allmänheten och störningar i samhällsfunktioner.

Varningarna ges för meteorologiska, hydrologiska och oceanografiska förhållan-den och är uppdelade i tre olika klasser; klass 1 (besvärligt väder), klass 2 (mycket

besvärligt väder) och klass 3, där klass 3 (extremt väder). Dessutom informerar SMHI om brandrisk och risk för mycket besvärligt väder samt utfärdar meddelanden om höga temperaturer.

SMHIs landvarningar omfattar följande kategorier:

- Höga temperaturer.
- Höga vindstyrkor.
- Rikligt regn.
- Stora snömängder, drivbildning.
- Isbeläggning.
- Höga flöden.
- Högt vattenstånd i sjöar.
- Kraftig åska.
- Stor gräsbrandsfara.
- Stor skogsbrandsfara.

Mer information om SMHIs information för varningsklasser finns på SMHIs hemsida:
http://www.smhi.se/vadret/vadret-i-sverige/varningar.

Europeiska varningstjänsten meteoalarm
EUMETNET är ett nätverk för de europeiska vädertjänsterna. EUMETNET tillhandahåller varningstjänsten meteoalarm. Varningstjänsten syftar till att uppmärksamma och varna om risken för extrema väderförhållanden som kraftigt regn med risk för översvämningar, kraftiga åskväder, hårda vindar, svåra värmeböljor, brandrisk, dimma, kraftiga snöfall (med eventuellt kraftig vind) eller extrem kyla. Tjänsten varnar även för händelser som orsakas av extremt väder som snöskred, skogsbränder och händelser vid kusten som höga vågor och högt vattenstånd vid kusterna.

För Sverige finns information inlagd för vänderhändelserna vind, snö, åska, extremt höga temperaturer, kusthändelse, regn och flod.

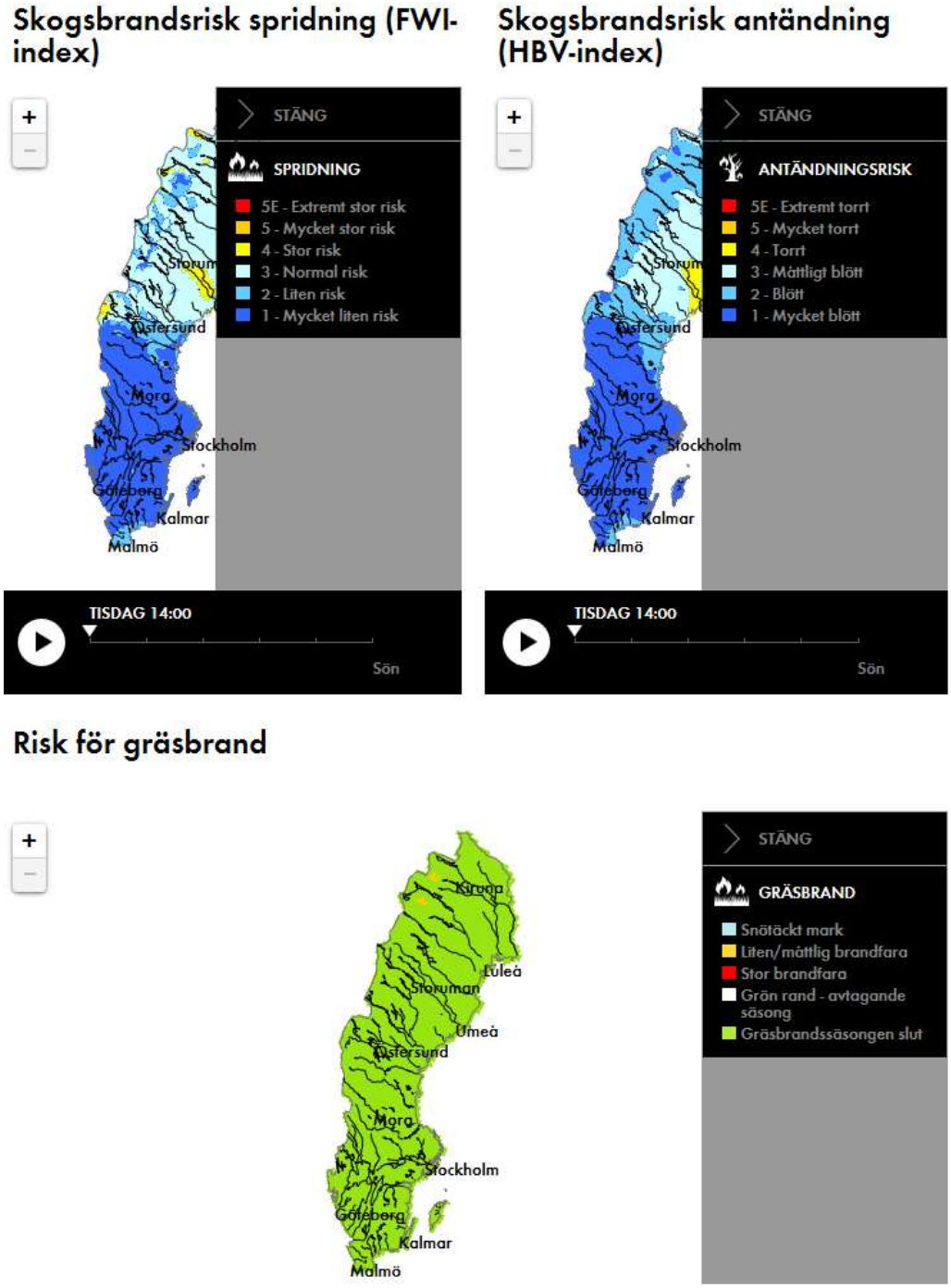
Meteoalarm nås via länken http://meteoalarm.eu/?lang=sv_SE.

Brandrisker
Vädret påverkar brandrisken i skog och mark. Information om risker för skogs- och gräsbrand finns i MSB:s och SMHI:s informationssystem "Brandrisk skog och mark" (MSB Brandrisk, 2011). Tjänsten är tillgänglig mellan mars och augusti. Informationen i ”Brandrisk skog och mark” kan visas i två varianter, en inloggningsskyddad som i första hand riktar sig till kommunal räddningstjänst och länsstyrelser samt en öppen för andra intresserade. Tjänsten nås via http://www.smhi.se/brandrisk.

Tre olika modeller för brandriskprognoser framställs:

- FWI-modellen, spridningsrisk och brandbeteende.
- HBV-modellen, andtändningsrisk och markfuktighet.
- Gräsbrandsrisk.

Skogsbrandriskkarta, FWI, visar hur lätt en brand sprider sig och hur brandbeteendet är idag. Skogsbrandriskkarta, HBV, anger vatteninnehållet i de markskikt som har störst betydelse vid skogsbrand. Vattentillgången för växtligheten i skog och mark är beroende på hur uttorkad marken är. Vattentillgången i markskiktet har därmed stor betydelse för antändningsrisken i skogsmark. Dessa prognosers syfte är inte att användas för att göra riskanalyser, utan är ett hjälpmedel i realtidsarbetet för riskbedömning och faktisk handling.



Figur 19 Exempel från MSB:s Brandriskprognos - 5 dygn

Det finns en databas sammanställd av MSB som heter ”Brandriskvärden, analyserade” som innehåller uppgifter om brandriskvärden i skog och mark. Efter varje års brandsäsong sparas den analyserade historiska datamängden för de modellberäknade rutorna om 11*11 km med mittpunkten angiven i x och y-koordinater, detta är vad som visas i visningstjänsten.

Brandriskvärdena finns tillgängligt i MSB:s nedladdningstjänst (http://gis-services.metria.se/msbfeed/brandrisk.xml). Analyserade brandriskvärden finns för åren 1999-2014.

Figur 20 WMS-tjänsten för brandriskvärden.

3.4.4 Naturolycksdatabas (MSB)

Varje år inträffar ett antal störningar i samhället som orsakas av olika typer av extremt väder. Det kan handla om stormar, snöoväder eller översvämningar.

Naturolycksdatabasen är uppbyggt för att göra befintlig information om inträffade naturolyckor i Sverige tillgänglig på ett enkelt sätt.

Dokumentation som tidigare funnits utspridd på många olika instanser i samhället finns samlad och sammanställd för att ge en helhetsbild. Databasen innehåller information om orsaker, händelse-förlopp, hantering och lärdomar från naturolyckor. Just lärandet efter allvarliga händelser är en viktig del i riskanalyser. Natur-olycksdatabasen ger kommuner och andra myndigheter eller organisa-tioner hjälp och stöd vid fysisk planering och planering för effektiva räddningsinsatser.

Figur 21 MSB:s sökbara Naturolycksdatabas

Sökningen i databasen kan göras genom en geografisk avgränsning och/eller fritext mellan åren 1950-2015. Databasen innehåller dels insamlade dokument från olika myndigheter, dels en sammanfattning där bland annat orsak, händelse-förlopp, skadeverkan och lärdomar tas upp.

Händelsetyper som ingår i naturolycksdatabasen:

- Översvämning
- Skogsbrand
- Skred
- Ras
- Storm
- Extrem nederbörd
- Extrem temperatur
- Lavin
- Stranderosion

3.4.5 Sevesoverksamheter

Sedan 2014 har MSB har ett nytt verktyg, Sefari, som innehåller samtliga Sevesoverksamheter, farliga verksamheter och riskanläggningar i Sverige. I december 2015 finns det totalt ca 400 Sevesoverksamheter registrerade. Sefari ersätter den tidigare Sevesodatabasen som innehöll samtliga Sevesoverksamheter i Sverige. Sevesodatabasen finns inte längre tillgänglig.

Verktyget Sefari har utvecklats för att motsvara de krav som finns för återrapportering till EU-kommissionen av tillsyn enligt Sevesodirektivet.

Information om Sevesoverksamheterna tillhandahålls som GIS-data i form av WMS- och nedladdningstjänst på MSB:s hemsida. Data i dessa tjänster bygger på data ifrån Sevesodatabasen och har ännu inte uppdaterats med data från det nya verktyget Sefari.

Det är viktigt att vara medveten om att Sevesodatabasen inte skapades för att redovisa data geografiskt. Den position ett objekt har pekar i vissa fall på annan plats, t.ex. huvudkontoret, och inte platsen där den farliga verksamheten bedrivs.

För att kunna dra platsspecifika slutsatser om riskfaktorer för en viss Sevesoverksamhet är det därför nödvändigt att först göra en kontroll av den faktiska lokaliseringen av den aktuella verksamheten och dess hantering av farliga ämnen.

Det finns 374 verksamheter inlagda i databasen/visningstjänsten utifrån följande attributinformation:

- Verksamhet ID
- Benämning
- Postort
- IntsertDate
- Adress
- Koordinater (lon, lat)
- Adress_out
- Rank
- GOID

3.5 Sammanställning Natech hazard map

Den information som finns för redan utförda karteringar har kopplats samman med information om landets Sevesoverksamheter i en övergripande bild (GIS-skikt) för att skapa en så kallad Natech hazard map. Utgångspunkten har varit att söka efter befintliga rikstäckande geografiska data tillgänglig från myndigheter via Geodatasamverkans geodataportal.

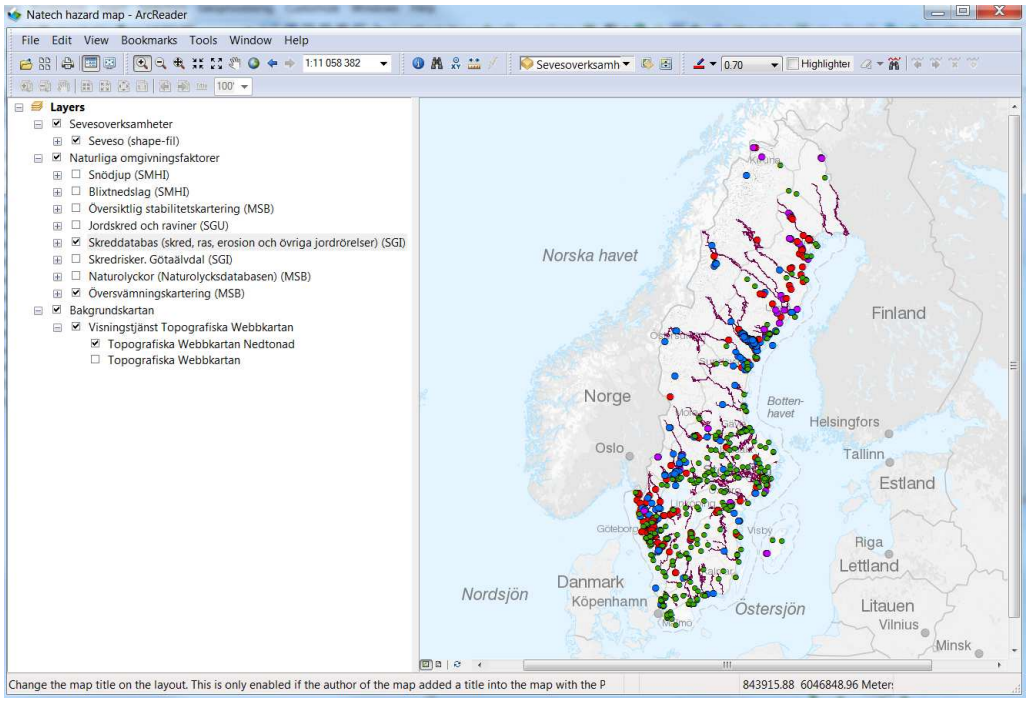
Den geografiska informationen har sammanställts i ett så kallat GIS-tittskåp, uppbyggt i ESRI:s ArcReader[2], en GIS-programvara som är lättanvänd och gratis. I tittskåpet ingår Sevesoverksamheter, en bakgrundskarta, samt alla tillgängliga och relevanta omgivningsfaktorer. En tidig bedömning var att en stor del av de relevanta omgivningsfaktorerna skulle finnas representerade i form av ett GIS-skikt eller WMS-tjänst (**W**eb **M**ap **S**ervice). Största fördelen med att bygga en GIS-tjänst som tar avstamp i WMS-tjänster är att den senaste informationen om karteringar för ett visst geografiskt läge alltid kommer att visas. En sådan tjänst blir därför mer användarvänlig eftersom den inte bygger på att GIS-tjänsten manuellt måste stämmas av med andra myndigheter och därefter uppdateras.

Följande geografiska data ingår i Natech Hazard Map:

- Sevesoverksamheter
- Naturliga omgivningsfaktorer:
    - Snödjup (SMHI)
    - Blixtnedslag (SMHI)
    - Jordarter (SGU)
    - Översiktlig stabilitetskartering (MSB)
    - Jordskred och raviner (SGU)
    - Skreddatabas (skred, ras, erosion och övriga jordrörelser) (SGI)
    - Skredrisker, Götaälvdal (SGI)
    - Översvämningskartering (MSB)
        - Översiktliga översvämningskarteringar (MSB)
        - Uppdaterade översvämningskarteringar (MSB)
        - Hotkartor (rasterdata djup och hastighet) (MSB)
        - Översvämningskartering av Mälaren (MSB)
- Bakgrundskartan

I Figur 22 visas en översiktsbild från Natech Hazard Map med alla Seveso-verksamheter samt lista över skikt för alla naturliga omgivningsfaktorer som finns tillgängliga som visningstjänster.

[2] ArcReader kan laddas ner gratis här: http://esrisverige.episerverhosting.com/Produkter/ArcGIS/Desktop-GIS/ArcReader/Ladda-ner-ArcReader/



Figur 22 Natech Hazard Map.

3.6 Diskussion kring visningstjänst m.m.

Ett mål med denna kartläggning har varit att koppla samman den information som finns för redan utförda karteringar med information om landets Seveso-verksamheter för att skapa en så kallad Natech hazard map. Några generella slutsatser från kartläggningen är:

- Data som redovisas som WMS-tjänst är oftast framtagen för ett specifikt syfte eller är av en så generell form att den inte är lämpad för användning vid exempelvis riskbedömning för Sevesoverksamheter. Många tjänster skulle därför behöva ”paketeras” om för att vara mer användbara.
- Det finns hos olika myndigheter väldigt mycket geografiska data som är väldigt utspridda och mer eller mindre tillgängliga. Oftast krävs det god kunskap om själva databasen och även en del bearbetning för att få fram den information man är intresserad av.

När det gäller höga vattennivåer så är MSB:s visningstjänst för översvämnings-kartering ett värdefullt underlag i detta sammanhang. Information om över-svämning på grund av skyfall finns däremot inte in någon sammanställd databas idag. Arbetet med skyfallskartering pågår främst på kommun nivå just nu. Erosion, ras och skred beskrivs av tre olika databaser från MSB, SGU och SGI.

Generellt beskriver SGU och SGI främst händelser som redan har inträffat till skillnad från MSB:s visningstjänst som är en form av riskkartering för ras och skred, den som kallas översiktlig stabilitetskartering. Båda typerna av data är relevanta som omgivningsfaktorer. Tillgång till data rörande hög vindstyrka verkar saknas fullständigt, eller åtminstone i ett format som är lätt tillgängligt.

För att i högre grad tillgodose behoven för Sevesoverksamheter kan i framtiden fler typer av naturliga omgivningsfaktorer tänkas ingå i metodstödet. Om även dynamiska data integreras kan verksamhetsutövare ges underlag för att bedöma risker också utifrån aktuella förhållanden. Risker för årstidsbundna faktorer som gräsbränder på våren och snödjup under vinternkan utgöra en dynamisk del av metodstödet. Dynamiska data avseende stormar, åska, vattenflöden och vattennivåer kan på sikt integreras i realtid.

Att sammanställa alla skikt i ett GIS-tittskåp ses som en tillfällig lösning för att visa vilka data som finns tillgängliga och ge möjlighet till tillämpningar utifrån den nu aktuella informationen. En mer långsiktig lösning är att istället bygga en webbaserad visningstjänst som sköts av MSB eller någon annan central aktör. Den största fördelen med en visningstjänst jämfört med ett GIS-tittskåp är att verksamhetsutövaren inte lokalt behöver ladda ned ett speciellt program och aktuella data.

4. Regelverk och andra krav

4.1 Sevesolagstiftningen

Seveso III-direktivet lyfter fram naturliga omgivningsfaktorer i högre grad än i tidigare Sevesodirektiv. Som skäl för det nya direktivet anges bland annat följande:

Risken för en allvarlig olyckshändelse kan öka genom sannolikheten för naturkatastrofer som hänger samman med verksamhetens lokalisering. Hänsyn bör tas till detta vid förberedelse av scenarier för allvarliga olyckshändelser. (Skäl 15 i Seveso III-direktivet (2012/18/EU).

Seveso III-direktivet är genomfört i svensk lagstiftning genom bl.a. Sevesolagen, Sevesoförordningen och MSB:s föreskrifter om åtgärder för att förebygga och begränsa följderna av allvarliga kemikalieolyckor.

Enligt Sevesolagen ska verksamhetsutövaren ta hänsyn till faktorer i omgivningen som kan påverka säkerheten. I detta ingår naturliga omgivningsfaktorer. Verksamhetsutövaren ska också samråda vid utredningen av om det finns sådana faktorer. Dessa faktorer och åtgärder ska redovisas i anmälan och i säkerhetsrapporten.

Alla verksamheter som omfattas av Sevesolagstiftningen ska upprätta ett handlingsprogram och införa ett säkerhetsledningssystem. Handlingsprogrammet ska innehålla uppgifter om de mål och allmänna handlingsprinciper som företaget ställt upp för att kunna förebygga och hantera farorna för allvarliga kemikalieolyckor. I säkerhetsledningssystemets rutiner för riskbedömning, scenariobeskrivning, planering för nödsituationer m.m. ska naturliga omgivningsfaktorer beaktas.

Det finns generella krav på identifiering och bedömning av riskerna för allvarliga kemikalieolyckor samt behovet av skyddsåtgärder. För att allsidigt kunna bedöma riskerna i den egna verksamheten måste även naturliga omgivningsfaktorer beaktas.

Verksamheter på den högre kravnivån ska också redovisa sitt säkerhetsarbete i en säkerhetsrapport. Säkerhetsrapporten ska bl.a. innehålla en detaljerad beskrivning av möjliga scenarier för allvarliga kemikalieolyckor. Där ingår bland annat att redovisa omständigheter och orsaker till dessa scenarier. Naturliga orsaker är särskilt uppräknade tillsammans med andra yttre orsaker och driftsrelaterade orsaker (punkt 4a:iii i bilaga 3 till Sevesoförordningen). Säkerhetsrapporten ska också innehålla en redovisning av åtgärder utifrån olyckserfarenheter och där bör olyckor orsakade av naturliga omgivningsfaktorer beaktas.

4.2 Övrig lagstiftning

Plan- och bygglagen
Enligt 2 kap. 5 § i Plan- och bygglagen (PBL) anges att vid planläggning och i ärenden om bygglov eller förhandsbesked ska bebyggelse och byggnadsverk lokaliseras till mark som är lämpad för ändamålet med hänsyn till bl.a. jord, berg- och vattenförhållandena samt risken för olyckor, översvämning och erosion. Kraven har således en direkt koppling till naturliga omgivningsfaktorer.

I 4 kap. i PBL anges att det är frivilligt att i en detaljplan införa bestämmelser för att uppnå planens syfte och reglera påverkan och konsekvenser beträffande bebyggelsens omfattning, placering, utformning, utförande, varsamhet och skydd, vegetation, begränsningar av markens bebyggande samt störningar och risker.

I detaljplan kan anges att bygglov inte får ges förrän en viss skydds- eller säkerhetsåtgärd på tomten har genomförts. Det förutsätts att de villkorade åtgärderna är så preciserade och effektbeskrivna att det står klart att de är genomförbara. Åtgärdernas lämplighet och riskreducerande effekt baserar sig i huvudsak på bedömningar gjorda i Säkerhetshöjande åtgärder i detaljplaner (Räddningsverket & Boverket, 2006).

Lagen om skydd mot olyckor
Farlig verksamhet enligt Lagen om skydd mot olyckor är skyldig att analysera riskerna för olyckor som kan orsaka allvarliga skador på människor eller miljön. Verksamhetsutövaren är också skyldig att i skälig omfattning hålla eller bekosta beredskap med personal och egendom. Lagen innehåller inget specifikt som berör naturliga omgivningsfaktorer.

Lagen om extraordinära händelser och Krisberedskapsförordningen
Det finns också krav riktade mot kommuner, myndigheter m.fl. som berör naturliga omgivningsfaktorer och som är av betydelse för olika verksamhetsutövare.

Lagen om extraordinära händelser och Krisberedskapsförordningen ställer krav på kommuner, landsting och myndigheter att upprätta risk- och sårbarhetsanalyser och däri beakta naturliga omgivningsfaktorer.

Även i övrigt finns olika krav som berör samhällsfunktioner och där naturliga omgivningsfaktorer bör beaktas.

Översvämningsförordningen
EU:s översvämningsdirektiv genomförs i Sverige enligt förordningen om översvämningsrisker (SFS 2009:956) och Myndigheten för samhällsskydd och beredskaps föreskrifter om länsstyrelsens planer för hantering av översvämningsrisker (riskhanteringsplaner), MSBFS 2013:1. Bestämmelserna syftar till ett systematiskt arbete med att kartlägga översvämningshot och översvämningsrisker och utarbetande av riskhanteringsplaner för de översvämningshotade områdena. Arbetet genomförs i cykler på sex år där varje cykel består av tre steg.

4.3 Myndighetsvägledning och riktlinjer

Miljösamverkan Sverige har tagit fram vägledningen ”Riskhantering vid miljöfarliga verksamheter”. I vägledningen tas bland annat upp effekter på grund av extremt väder eller seismiska händelser. Där konstateras kortfattat att extrema väderförhållanden (extrem vind, regn, snö, värme eller kyla) eller seismiska händelser (jordbävningar, tsunamier, vulkanutbrott) eller liknande, kan skada den kemiska anläggningens fysiska integritet eller leda till avbrott i elleveranser, vattentillförsel och kommunikationer, vilket i sin tur kan innebära en risk för kemikalieolyckor.

I Tabell 2 ges ett utdrag ur skriften Miljösamverkan avseende extrema väderförhållanden eller seismiska händelser.

Tabell 2. Beskrivning av extremt väder eller seismiska händelser som typiska händelser eller processer som kan innebära förlust av innehåll i behållare

Händelse/process	Beskrivning	Kontrollmekanism
Effekter på grund av extremt väder eller seismiska händelser	Extrema väderförhållanden (extrem vind, regn, snö, värme eller kyla) eller seismiska händelser (jordbävningar, tsunamier, vulkanutbrott) eller liknande, kan skada den kemiska anläggningens fysiska integritet eller leda till avbrott i elleveranser, vattentillförsel och kommunikationer, vilket i sin tur kan innebära en risk för kemikalieolyckor.	Vid lokalisering av farliga installationer måste hänsyn tas till de lokala naturförhållandena (floder som kan svämma över, branta sluttningar som kan ge upphov till ras och skred etc.) Konstruktionen av installationerna måste ta hänsyn till de förväntade väderförhållandena i den geografiska regionen, inklusive dess ytterligheter. Det måste finnas en möjlighet att stänga ner anläggningen vid nödsituationer som uppstår på grund av extrema naturförhållanden.

Myndighetsvägledning och riktlinjer avseende riskbedömning av naturliga omgivningsfaktorer finns i övrigt bara på generell nivå. Det finns inte några mer specifika krav eller riktlinjer för hur Natech ska beaktas när verksamheter med storskalig kemikaliehantering gör riskbedömningar.

4.4 OECD Guiding Principles

OECD har gett ut en vägledning kallad OECD Guiding Principles for Chemical Accident Prevention, Preparedness and Response. I januari 2015 fastställdes ett tillägg, Addendum number 2, (OECD, 2015) avseende naturliga omgivningsfaktorer som kan orsaka olyckor i tekniska system.

Kompletteringar, förtydliganden och exempel avseende Natech har införts på ett flertal ställen i hela vägledningen. Dessutom har det tillkommit ett helt nytt kapitel 18, Natechs. Där tydliggörs att Natechs har vissa särskilda aspekter:

- Påverkan på infrastruktur för el, energi, vatten och transporter.
- Påfrestningar på förmågan till räddningsinsatser.
- Utlösa olyckor på flera anläggningar samtidigt.

Flera olika Natechs kan inträffa samtidigt (t.ex. storm och skyfall) och en Natech kan utlösa en annan Natech (jordbävning som utlöser en tsunami).

Ytterligare ansträngningar krävs för att förbättra förståelsen av naturkatastrofer och hur de kan påverka förutsättningar för förebyggande av olyckor, beredskap och räddningsinsatser.

Man påpekar också att klimatförändringarna kommer att leda till mer frekventa och mer intensiva naturkatastrofer, ofta i områden där det finns stora kemiska och petrokemiska anläggningar vilket innebär en ökad risk för Natechs.

Fortsättningsvis innehåller kapitel 18 en vägledning till myndigheter och verksamhetsutövare om hur Natech bör beaktas.

- Kartläggning
  Myndigheter bör samla in data om naturliga omgivningsfaktorer och naturkatastrofer som underlag för riskkartor avseende naturliga omgivningsfaktorer. Insatser bör också göras kring utbildning och verktyg för hantering av riskkartor.

- Riskbedömningar
  Verksamhetsutövare bör beakta naturliga omgivningsfaktorer i sina riskbedömningar och särskilt möjligheten att flera anläggningsdelar påverkas samtidigt eller att flera olika naturhändelser inträffar samtidigt. Riskbedömningarna bör beaktas vid utformning, placering och drift av riskfyllda anläggningar samt vid genomförand av riskreducerande åtgärder och beredskapsplanering.

- Riskhantering
  Verksamhetsutövare bör beakta naturliga omgivningsfaktorer i design och konstruktion av säkerhetskritiska anläggningar samt vidta lämpliga åtgärder, t.ex. införa rutiner för extrema vädersituationer.

- Lokalisering och fysisk planering
  Verksamhetsutövare bör göra en riskbedömning avseende naturliga omgivningsfaktorer inför lokalisering av ny anläggning samt beakta dessa faktorer vid utformning av layout för anläggningen. Myndigheter bör beakta naturliga omgivningsfaktorer i fysisk planering och vid behov ställa särskilda krav i vissa känsliga områden.

- Föreskrifter
  Myndigheter bör beakta risker som är förknippade med naturliga omgivningsfaktorer vid upprättande och granskning av föreskrifter.

- Beredskap och insatser
  Befintliga beredskapsplaner bör granskas för att säkerställa att konsekvenser av Natech har beaktats. Varningssystem för naturliga omgivningsfaktorer bör hållas uppdaterade och integreras med beredskapsplaner. Insatspersonal bör hållas uppdaterad med tillgänglig information.

- Gränsöverskridande samarbete
  Närliggande länder bör samarbeta och utbyta erfarenheter i förebyggande av olyckor, beredskap och räddningsinsatser avseende Natech.

- Principen om att förorenaren betalar
  Länder bör överväga hur principen om att förorenaren betalar (Polluter Pays Principle) bör tillämpas inom ramen för kemikalieolyckor som orsakas eller förvärras av naturolyckor.

I Bilaga 1 – Natechs i OECD Guiding Principles återges kapitel 18 om Natechs ur OECD Guiding Principles for Chemical Accident Prevention, Preparedness and Response.

4.5 Frivilliga initiativ

Förutom obligatoriska krav via lagstiftning finns ett antal initiativ på frivillig grund som syftar till att på olika sätt höja säkerheten hos kemikalieverksamheter. Exempel på sådana initiativ är kemibranschens Responsible Care och de internationella standarderna ISO 14001 för miljöledningssystem och OHSAS 18001 för arbetsmiljöledningssystem.

Vid uppdateringen av miljöledningsstandarden ISO 14001:2004 till ISO 14001:2015 har större vikt än tidigare lagts vid att de certifierade organisationerna ska ta hänsyn till även miljörisker som skapas av externa hot. Avsnitt 6.1.4 anger bland annat att organisationerna ska hantera risker från externa miljöförhållanden. Risker som bedöms stora skall förebyggas eller reduceras, vilket inkluderar naturliga omgivningsfaktorer.

Naturliga omgivningsfaktorer har endast i begränsad omfattning tagits upp i svenska handböcker och vägledningar för riskhantering. I ”Handbok för Riskanalys” (Räddningsverket) kommenteras vissa naturolyckor, främst översvämning samt ras och skred. I första hand belyses naturolyckan som sådan medan Natechperspektivet knappast berörs alls.

Svenska Petroleum och Biodrivmedel Institutet (SPBI) har tillsammans med Svenskt Oljehamnsforum (SOHF) tagit fram en riskutredningsmall för oljedepåer och oljehamnar. I mallen lyfts fram att händelser inom depån även kan orsakas av externa händelser såsom brand, hårt väder, starka vindar och blixtnedslag. Man rekommenderar att dessa händelser bedöms i analysen men det finns ingen närmare vägledning om på vilket sätt detta bör ske.

Inom ramen för arbetet med nu aktuell vägledning om riskbedömning av naturliga omgivningsfaktorer har inte någon uttömmande svensk publikation identifierats inom detta område.

Exempel på regler och krav kring naturliga omgivningsfaktorer

- Naturliga omgivningsfaktorer är särskilt uttalade i Seveso III-direktivet och Sevesolagstiftningen.
- OECD Guiding Principles for Chemical Accident Prevention, Preparedness and Response har sedan 2015 ett tillägg avseende Natech (naturliga omgivningsfaktorer som kan orsaka olyckor i tekniska system).
- Miljöledningsstandarden ISO 14001:2015 lägger större vikt vid miljörisker som skapas av externa hot och externa miljöförhållanden.

5. Riskhantering avseende naturliga omgivningsfaktorer

5.1 Inledning

Många verksamhetsutövare har betydande kompetens och erfarenhet av att identifiera risker och beakta riskfaktorer inom den egna anläggningen. Här finns många kopplingar till produktionsfaktorer, fortlöpande tillsyn, förebyggande underhåll, utbildning, övning och annat som sammanhänger med riskhantering.

Yttre faktorer och i synnerhet naturliga omgivningsfaktorer har inte fått lika stor uppmärksamhet utifrån redovisningar i säkerhetsrapporter. Troligen beror detta på en kombination av orsaker som låg insikt och medvetenhet, bristande underlag och metodik samt otillräcklig kompetens och resurs för genomförande. Brist på data eller svårigheter att få fram data om naturliga omgivningsfaktorer kan också bidra.

Det kan också finnas bristande incitament utifrån såväl externa som interna krav. Otydlig tillsyn, otillräcklig vägledning och ej uttalade krav kring naturliga omgivningsfaktorer kan tänkas bidra till detta.

Naturliga omgivningsfaktorer är relevanta för väldigt många verksamheter men utan att det nödvändigtvis finns några specifika kända risker för en enskild verksamhet. Låg sannolikhet för naturolyckor kan bidra till att dessa inte beaktas i tillräcklig utsträckning i riskbedömningar.

Sevesolagstiftningen syftar till att förebygga och begränsa följderna av allvarliga kemikalieolyckor. Även om dessa är sällsynta ska de beaktas i riskbedömningar och konsekvenser av kemikalieolyckor ska redovisas. Naturliga omgivningsfaktorer kan vara orsak till att sådana olyckor kan inträffa.

I detta kapitel ges exempel på hur naturliga omgivningsfaktorer bör beaktas i riskbedömningar och övrig riskhantering. Beskrivningarna är i huvudsak generella oavsett typ av Natech även om vissa riskaspekter, skyddsåtgärder eller annat kan sammanhänga mer specifikt med någon viss omgivningsfaktor. I kapitel 6 ges ett metodstöd som mer direkt är kopplat till respektive typ av naturlig omgivningsfaktor.

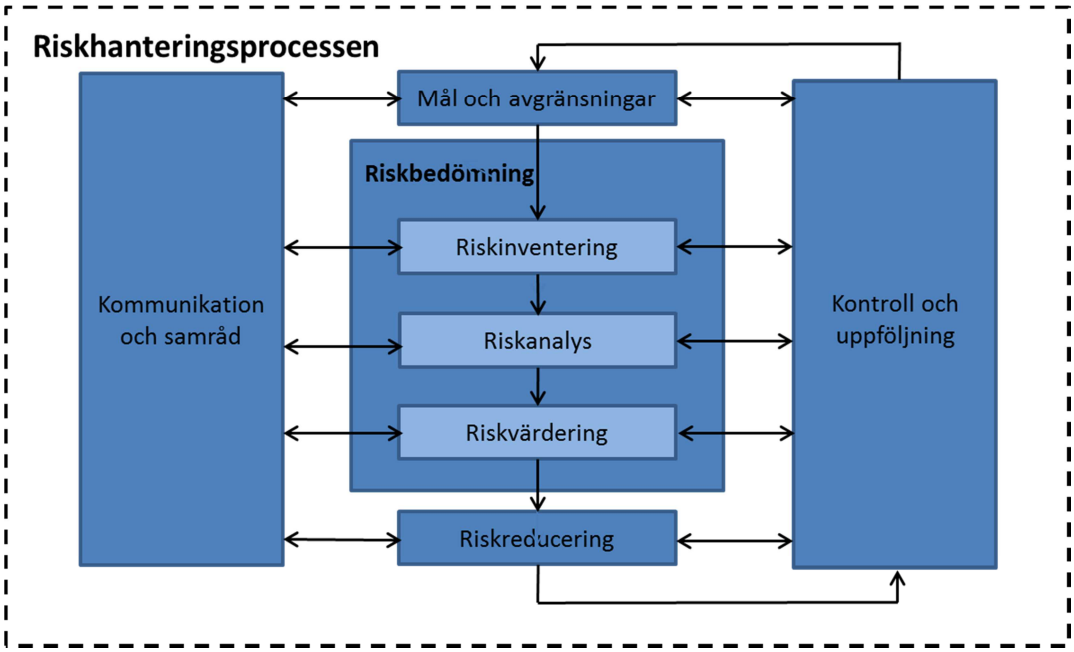
5.2 Riskhanteringsprocessen

Begreppet risk avser kombinationen av sannolikheten för en händelse och dess konsekvenser. Sannolikheten anger hur troligt det är att en viss händelse kommer att inträffa och kan beräknas om frekvensen, d.v.s. hur ofta något inträffar under en viss tidsperiod, är känd. Riskhanteringsprocessen illustreras översiktligt i Figur 23.

Riskanalys omfattar, i enlighet med de internationella standarder som beaktar riskanalyser i tekniska system (IEC, 1995) (ISO, 2002), riskidentifiering och riskuppskattning. Riskidentifieringen är en inventering av händelseförlopp

(scenarier) som kan medföra oönskade konsekvenser, medan riskuppskattningen omfattar en kvalitativ eller kvantitativ uppskattning av sannolikhet och konsekvens för respektive scenario.

Sannolikhet och frekvens används ofta synonymt, trots att det finns en skillnad mellan begreppen. Frekvensen uttrycker hur ofta något inträffar under en viss tidsperiod, t.ex. antalet bränder per år, och kan därigenom anta värden som är både större och mindre än 1. Sannolikheten anger istället hur troligt det är att en viss händelse kommer att inträffa och anges som ett värde mellan 0 och 1. Kopplingen mellan frekvens och sannolikhet utgörs av att den senare kan beräknas om den första är känd.



Figur 23. Riskhanteringsprocessen (Olycksrisker och MKB, MSB)

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

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

I den generella modellen för riskhantering ovan berörs naturliga omgivnings-faktorer av varje steg och måste därför beaktas i alla delar av riskhanterings-processen.

Riskidentifieringen, inklusive beskrivning av orsaker och händelsemekanismer, är troligen den del som kan innebära störst svårigheter och utmaningar avseende naturliga omgivningsfaktorer. Detta sammanhänger bland annat med att dessa

orsaker ligger utanför de sedvanliga olycksorsakerna samt att vissa naturolyckor kan medföra mycket komplexa och omfattande skador.

Riskuppskattning kan i huvudsak ske på likartat sätt som för andra skadehändelser men med i vissa fall betydligt större osäkerheter. Konsekvenser av olika skadehändelser uppskattas eller beräknas som en del av en riskanalys baserat på vissa antaganden och förutsättningar som för naturliga omgivningsfaktorer kan vara särskilt osäkra.

Riskvärdering innebär ett ställningstagande om verksamhetens risker kan tolereras eller om dessa måste reduceras, t.ex. genom ytterligare skyddsåtgärder. Tillförlitligheten i olika typer av skyddsåtgärder blir då en avgörande fråga där Natech i hög grad har betydelse. För att riskvärderingen ska bli korrekt är det en förutsättning att hänsyn har tagits till hur Natech kan påverka såväl olycksförebyggande som skadebegränsande åtgärder. Bristande underlag avseende naturliga omgivningsfaktorer kan innebära att riskvärderingen måste göras mer konservativ för att ta höjd för att dessa inte har kunnat beaktas fullt ut eller för att osäkerheterna är stora.

Riskreduktion kan också vara mer komplex eftersom det för vissa naturliga omgivningsfaktorer kan vara svårt att förebygga olyckor eller begränsa följderna av sådana. Det är generellt svårt att påverka naturfenomenet som sådant och därmed den initiala effekten, särskilt för befintliga verksamheter. I övrigt bör riskreduktionen i första hand syfta till att förebygga olyckor, i synnerhet som naturliga omgivningsfaktorer kan medföra mycket komplexa olyckskonsekvenser och räddningsinsatser. I ett större och långsiktigt perspektiv är lokalisering och regionala åtgärder särskilt betydelsefulla för att förebygga olyckor orsakade av naturliga omgivningsfaktorer.

5.3 Faktainsamling naturliga omgivningsfaktorer

För att få underlag för riskbedömningar där naturliga omgivningsfaktorer beaktas på ett tillfredsställande sätt så behövs ett utförligt faktaunderlag. I kapitel 3 finns en redovisning av ett antal genomförda arbeten och tillgängliga informationstjänster samt den Natech hazard map som har tagits fram inom denna studie. Dessa beskrivningar bör ligga till grund för analys av behovet av faktainsamling. Ytterligare data bör tas fram för en specifik plats eller område som underlag för riskbedömning avseende naturliga omgivningsfaktorer. De faktiska behoven av underlagsdata får bedömas i det enskilda fallet. Statistikunderlag kan beställas från SMHI som komplement till befintliga underlag från andra källor.

Nedan sammanfattas exempel på värdefulla data för en specifik plats eller område.

Höga vattennivåer

- Vattennivå vid högsta uppmätta flöde.
- Vattennivå vid beräknat högsta flöde.

Erosion, ras och skred

- Områden med hög risk för ras och skred.
- Områden där skred, ras eller erosion redan har inträffat.

Snödjup

- Extremvärde (återkomsttid) snödjup för önskad plats/område.
- Antal dagar med snödjup överstigande x cm.

Nederbördsmängd

- Extremvärde (återkomsttid) nederbördsmängd för timme och dygn.

Vindhastighet

- Extremvärde (återkomsttid) vindhastighet.
- Antal dagar med vind överstigande stormstyrka.
- Antal dagar med vind överstigande orkanstyrka.
- Förekomst av virvelstorm (i nuläget är statistikunderlaget otillräckligt).

Blixtnedslag

- Blixtregistreringar.
- Extremvärde antal blixtnedslag per timme.

Extrema temperaturer

- Extremvärde (återkomsttid) för högsta och lägsta temperatur.
- Antal dagar med temperatur överstigande 30 ^{0}C.
- Antal dagar med temperatur understigande -30 ^{0}C.

Brandrisk

- Längsta period med skogsbrandrisk antändning (HBV-index) överstigande 4, 5, 5E.
- Längsta period med skogsbrandrisk spridning (FWI-index) överstigande 4, 5, 5E.
- Längsta period med risk för gräsbrand överstigande Stor brandfara.

Varningar från SMHI (i nuläget är statistikunderlaget otillräckligt)

- Antal dagar med varning klass 1 (uppdelat på typ av varning).
- Antal dagar med varning klass 2 (uppdelat på typ av varning).
- Antal dagar med varning klass 3 (uppdelat på typ av varning).

5.4 Riskaspekter att beakta kring Natech

I detta avsnitt presenteras några olika aspekter och perspektiv som är applicerbara vid riskhantering av naturliga omgivningsfaktorer. I alla olika steg av riskbedömningar samt i övrig riskhantering måste beaktas hur dessa aspekter och perspektiv på naturliga omgivningsfaktorer kan påverka riskerna för allvarliga kemikalieolyckor.

5.4.1 Direkt orsak till olyckor

Naturliga omgivningsfaktorer kan mycket påtagligt vara den direkta orsaken till en kemikalieolycka. Kraftig yttre påverkan i samband med översvämning och skred och andra jordrörelser kan skada en anläggning så att en olycka uppstår. Blixtnedslag orsakar regelbundet olyckor, bl.a. cisternbrand. Naturliga omgivningsfaktorer måste beaktas i riskbedömningar på liknande sätt som andra direkta olycksorsaker.

5.4.2 Indirekt orsak till olyckor

Indirekta eller bakomliggande orsaker till kemikalieolyckor kan ha koppling till naturliga omgivningsfaktorer. Listan kan göras lång och utan någon helt skarp gräns till övriga riskaspekter. Nedan ges några exempel.

- Felfunktion som följd av påverkan av naturliga omgivningsfaktorer där påverkan på andra system, utrustningar m.m. leder till en olycka.
- Felfunktion som följd av avbrott på el, data, tryckluft och vatten m.m.
- Orsak till felhandling, utebliven insats.
- Sen eller utebliven upptäckt, felaktig iakttagelse eller liknande omständigheter som kan medverka till en olycka eller olycksförlopp.

5.4.3 Samtidiga olyckor orsakade av Natech

Naturliga omgivningsfaktorer kan samtidigt påverka flera olika anläggningar och utrustningar samt utlösa olyckor på flera anläggningar samtidigt. Sådana samtidiga olyckor förekommer även som följd av så kallade dominoeffekter men naturliga omgivningsfaktorer kan i många fall antas bidra till en än mer komplex situation av samtidiga olyckor. Samtidiga olyckor orsakade av Natech har vanligen inga direkta inbördes beroenden.

Natech har förutsättningar att orsaka samtidiga olyckor på ett annat sätt än många andra olycksorsaker. Översvämning, skred och vissa andra naturolyckor kan skada inte bara en enskild utrustning utan flera utrustningar, hela anläggningar eller flera olika anläggningar inom en verksamhet. Här utmärker sig naturliga omgivningsfaktorer på ett sätt som särskilt måste beaktas.

5.4.4 Bidragande faktor till att öka konsekvensen av olyckor

Naturliga omgivningsfaktorer kan medföra att konsekvenser av en helt annan olycka, det vill säga inte av Natech, blir allvarligare och mer omfattande. Utan att ha orsakat olyckan kan alltså naturliga omgivningsfaktor bidra till att förvärra andra olyckor.

Nedan ges några exempel.

- Försvåra eller försena upptäckt av olyckor eller upptäckt av omständigheter som kan orsaka eller förvärra en olycka.
- Bidra till större läckage.
- Bidra till större spridning av läckage.
- Orsaka samtidiga läckage och i vissa fall reaktioner med andra kemikalier.

Dessutom kan Natech öka konsekvensen genom att försvaga barriärer eller försvåra räddningsinsatser, se nedan.

5.4.5 Bidragande faktor till att försvaga barriärer

Barriärer för att förebygga olyckor eller begränsa konsekvenserna av dessa kan på olika sätt försvagas eller i värsta fall helt upphävas som följd av naturliga omgivningsfaktorer.

Aktiva barriärer, som kräver någon sorts åtgärd eller insats, kan generellt anses som mer känsliga än passiva barriärer. Men även passiva barriärer som exempelvis invallningar är sårbara i händelse av översvämningar, erosion m.m.

Nedan ges några exempel på omständigheter som kan försvaga olika typer av olycksförebyggande eller skadebegränsande skyddsåtgärder.

- Felfunktion på säkerhetsutrustning som följd av avbrott på el, data, tryckluft, vatten och liknande system.
- Vattenfyllda invallningar, uppsamlingssystem, katastrofdammar etc.
- Helt eller delvis förstörd skyddsutrustning som följd av yttre påverkan.

5.4.6 Bidragande faktor till att försvåra räddningsinsatser

Natech kan bidra till att försvåra eller förhindra räddningsinsatser som är planerade eller som skulle kunna sättas in vid en olyckshändelse. En lång rad olika omständigheter kan bidra till detta, exempelvis följande:

- Utrustning är blockerad eller otillgänglig på annat sätt.
- Områden är otillgängliga eller alltför riskabla att vistas i.
- Fortgående eller uppkommande läckage som försvårar insatser.
- Svårigheter att få fram utrusning, personal eller andra resurser.
- Resurser är otillräckliga som följd av att naturolyckor även drabbat andra.
- Brist på kommunikation, el och vatten.
- Transportvägar är svårtillgängliga eller blockerade.

5.4.7 Bidragande faktor till dominoeffekter

Med dominoeffekter avses att en olycka utlöser en följdolycka. Olyckor orsakade av naturliga omgivningsfaktorer kan liksom andra olyckor tänkas medföra dominoeffekter men Natech kan öka förutsättningarna för att interna domino-effekter ska inträffa. Nedan ges några exempel på sådana aspekter:

- Försvaga konstruktioner, utrustningar m.m. som därmed lättare skadas av en olycka.
- Försvaga barriärer eller försvåra räddningsinsatser (se separata avsnitt).
- Orsaka mer komplexa olyckor som inte har förutsetts och där skyddsåtgärder är otillräckliga.

Detta gäller såväl externa som, och kanske i synnerhet, interna dominoeffekter. En naturolycka som drabbar en verksamhet kan samtidigt medföra sådana påfrest-ningar att den initiala kemikalieolyckan också leder till en följdolycka som annars inte hade uppkommit.

5.4.8 Tillförlitlighet och osäkerhet med hänsyn till Natech

Alla riskbedömningar är förknippade med osäkerheter. Vid riskbedömning av naturliga omgivningsfaktorer finns en rad olika typer av osäkerheter som bör beaktas vid planering, genomförande och uppföljning av riskbedömningar.

Redan förutsättningar och svårigheter att identifiera vilka skadehändelser som kan orsakas av Natech utgör en betydande osäkerhet. Därtill har Natech ofta förutsättningar att orsaka komplexa och svårförutsedda skador, bl.a. eftersom en stor del av verksamhetsområdet kan beröras och påverkan kan ske på flera olika sätt. Riskerna med samtidiga olyckor eller interna dominoeffekter utgör ytterligare en dimension. Natech sammanfaller ibland också med förhållanden som i övrigt medför stora påfrestningar vilket kan innebära svårigheter att upptäcka, larma eller agera.

Förutom allmänna osäkerheter i modeller och metoder så finns osäkerheter i indata till beräkningar och uppskattningar. Detta gäller i hög grad naturliga omgivningsfaktorer där det i många fall kan vara svårt att få fram tillräckligt tillförlitliga indata och andra underlag för antaganden och beräkningar.

Vissa typer av Natech är mer eller mindre förutsägbara. Prognoser och varningar utfärdas med varierande framförhållning och tillförlitlighet. Vid behov kan också lokal mät- och varningsutrustning installeras för att mer specifikt få information för en viss plats eller utrustning. Vattenstånd, grundvattennivå och vindstyrka är vanliga exempel. Det finns också utrustning för att upptäcka sättningar och indikationer på förestående skred. Generellt är dock förutsägbarheten för ras och skred tämligen begränsad liksom tillförlitligheten i mät- och varningssystem.

Varaktigheten varierar kraftigt för olika typer av Natech vilket i sig är en osäkerhet men som också har stor betydelse vid riskbedömning och planering av insatser. Nedan ges exempel på typisk varaktighet:

- Ögonblick för åska, ras och skred
- Timmar-dagar för höga vindstyrkor, erosion, skyfall.
- Dagar-veckor för höga vattennivåer.

Vind och nederbörd varierar ständigt i styrka medan ras, skred och åska i högre grad har en på förhand förväntad styrka. Detta ger varierande förutsättningar att uppskatta hur omfattande påverkan som olika typer av Natech kan ge.

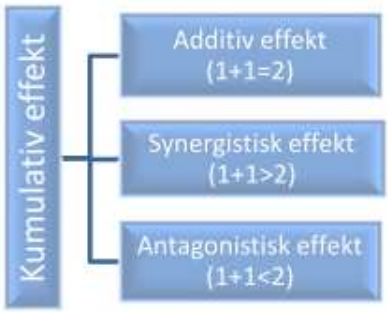
Brist på erfarenheter kring Natech kan i sig innebära en osäkerhet. För många verksamhetsutövare har Natech hittills endast i begränsad utsträckning beaktats i riskbedömningar.

Exempel på riskaspekter på naturliga omgivningsfaktorer

- Samtidigt påverka flera olika utrustningar samt utlösa olyckor på flera anläggningar samtidigt utan några direkta inbördes beroenden.
- Öka konsekvensen av olyckor.
- Försvaga barriärer och försvåra räddningsinsatser.
- Orsaka dominoeffekter med mer komplexa olyckor som inte har förutsetts och där skyddsåtgärder är otillräckliga.
- Kännetecknas av en rad olika typer av osäkerheter som bör beaktas vid planering, genomförande och uppföljning av riskbedömningar.

5.5 Kumulativa effekter

Med kumulativ effekt avses hur en verksamhet eller åtgärd tillsammans med andra pågående, tidigare och framtida verksamheter/åtgärder påverkar omgivningen. 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) (MSB, 2015) Dessa tre illustreras i Figur 24.



Figur 24. Sammanställning av de tre typerna av kumulativ effekt.

Naturliga omgivningsfaktorer kan i många fall påverka en anläggning på flera olika sätt. Dessutom är det inte ovanligt att flera naturliga omgivningsfaktorer påverkar samtidigt. Exempel kan vara att en storm eller åskoväder inträffar samtidigt som ett skyfall.

I huvudsak kan följande samverkande eller kumulativa effekter anses aktuella för naturliga omgivningsfaktorer:

- Flera olika naturliga omgivningsfaktorer kan påverka samtidigt (t.ex. storm och åskoväder inträffar samtidigt som ett skyfall).

- En naturolycka kan orsaka flera samtidiga kemikalieolyckor (t.ex. översvämning eller skred som medför multipla olyckor).
- Medföra synergistiska effekter/skador (t.ex. orsaka större spridning av läckage, kemiska reaktioner).
- Samtidigt orsaka skada och minska förmåga till skydd/insats (t.ex. orsaka läckage samt medföra att skyddsutrustning är otillgänglig).
- Begränsa tillgänglighet till andras resurser och skyddsutrustning (t.ex. resurserna räcker inte till vid stora händelser/påfrestningar).

Natech kan i hög grad påverka infrastruktur för kommunikation, energi, vatten och transporter. Utöver påverkan på övriga riskaspekter ovan innebär detta många olika och svårbedömda kumulativa effekter.

Exempel på samverkande och kumulativa effekter av naturliga omgivningsfaktorer

- Flera olika naturliga omgivningsfaktorer kan påverka samtidigt.
- En naturolycka kan orsaka flera samtidiga kemikalieolyckor.
- Medföra synergistiska effekter/skador.
- Samtidigt orsaka skada och minska förmåga till skydd/insats.
- Begränsa tillgänglighet till andras resurser och skyddsutrustning.

Hypotetiskt exempel med extrema förutsättningar för komplexa samverkande och kumulativa effekter av naturliga omgivningsfaktorer.

En översvämning utlöser ett skred som medför att delar av anläggningen slits sönder. Skador på ledningar eller cisterner leder till att brandfarlig vätska och gas släpps ut och även antänds av gnistor från händelsen. Därvid uppstår en gasmolnsexplosion där vibrationerna från explosionen utlöser vidare skred inom området som blivit mindre stabilt som följd av vattenmättnad vid översvämningen.

Detta är ett exempel på en synergistisk effekt då verkningarna av översvämning, skred och gasmolnsexplosion blir värre än om händelserna hade inträffat var för sig. Därtill försvåras olika typer av skadebegränsningar och räddningsinsatser.

5.6 Yttre förhållanden av särskild betydelse för Natech

5.6.1 Lokalisering

Landskapsförhållanden
Ett öppet landskap är mer utsatt för höga vindstyrkor och här kan lätt vindvirvlar uppkomma. Kombinationen av hög vindstyrka och snö kan innebära betydande drivbildning. Detta är inte unikt för öppna landskap men är mer frekvent förekommande där. Drivor kan också bildas inne på ett verksamhetsområde. Snödrev kan vara mycket problematiskt med dålig sikt och låg eller ingen framkomlighet.

Avstånd till riskområden för Natech
En verksamhets avstånd till sjöar och vattendrag har betydelse vid riskbedömning av naturliga omgivningsfaktorer. Översvämning som riskkälla minskar i betydelse, om inga naturliga vattensamlingar finns i verksamhetens närhet. Översvämning till följd av andra lågpunkter och till följd av skyfall kan ske ändå och måste också beaktas.

Verksamhetens avstånd till ras- och skredkänsliga områden bör undersökas vid riskbedömning av naturliga omgivningsfaktorer. Även när en verksamhet befinner sig på relativt stort avstånd för ras och skred kan dessa typer av naturolyckor få följdverkningar på ett större område genom att marken plötsligt blir instabil runt det direkta raset eller skredet.

5.6.2 Topografi

Topografin för ett område beskriver den fysiska formen, det vill säga höjder och lågpunkter. God kännedom om topografin för platsen där en industri är lokaliserad är av stor vikt, inte bara inom sitt eget verksamhetsområde, utan även utanför så att omgivande riskkällor kopplade till topografin kan identifieras.

Topografin påverkar vindar och vindstyrkor. Krön av kullar är särskilt vindutsatta liksom sluttningar som vetter mot vinden. Inverkan av topografin är särskilt komplex i bruten och bergig terräng.

Lågpunkter
I lågpunkter ansamlas vatten, oavsett om ansamlingen sker långsamt eller snabbt. Marken i en lågpunkt kommer att bli mättad med vatten om ett långvarigt regn pågår. När marken är mättad avleds inte vattnet via marken i samma grad utan det bildas vattenansamlingar ovan mark. Vid ett skyfall kommer den bildade pölen snabbt breda ut sig. Utbredningen sker snabbt om avrinningen från omkringliggande hårdgjorda ytor är låg. Det är därför generellt olämpligt att placera en verksamhet, anläggningar eller någon av verksamhetens kritiska delar i lågpunkt eftersom vattnet kan bidra till direkta skador på processer eller indirekta skador såsom underminering av mark som kan bidra till att marken ger vika.

Höjder
En höjd kan vara utsatt för hårda vindar och åska. Likaså kan höga anläggningsdelar såsom cisterner och kolonner vara extra utsatta för dessa faktorer. Föremål kan lossna vid höga vindstyrkor och riskera att flyga iväg och skada andra anläggningsdelar och processutrustning. Genom att identifiera förekomsten av höjder

och höga anläggningsdelar inom sin verksamhet och kartlägga vindstyrkor och eventuella virveleffekter kan verksamhetsutövaren få en bild av risken för olyckor.

Blixtledare måste installeras i tillräcklig omfattning och monteras på rätt ställe, den ska exempelvis inte fästas på en cisterns avluftningsrör. Det finns exempel på hur felplacerade blixtledare har orsakat olyckor genom att leda ström till brandfarliga varor, som sedan antänts och orsakat stor skada. Blixtnedslag är den helt dominerande orsaken till bränder i cisterner med yttre flytande tak och antalet bränder har en direkt koppling till åskfrekvensen. (Räddningsverket, 2000)

5.6.3 Transporter och kommunikationer

Översvämning, erosion, ras, skred, snödrev m.m. kan påverka framkomligheten eller helt blockera vägar till och från en verksamhet. Detta kan innebära att en olycka inom verksamheten inte kan undsättas tillräckligt snabbt eller inte alls.

Kommunikationer i form av data- och teletrafik kan också påverkas negativt eller helt slås ut av naturliga omgivningsfaktorer. Direkt påverkan kan inträffa om olika typer av kablar slits av och omöjliggör exempelvis fast telefoni och internet. Indirekt påverkan sker om elförsörjningen till mobiltelefonmaster slås ut och därmed släcker mobilnätet så att mobilkommunikationen till eller från en verksamhet hindras. Luftledningar är särskilt utsatta för skador av naturliga omgivningsfaktorer med ovanstående störningar som följd.

Exempel på yttre förhållanden att beakta vid riskbedömningar avseende naturliga omgivningsfaktorer

- Kartlägg avstånd till riskområden för Natech.
- Kartlägg lågpunkter, höjder och landskapsförhållanden samt tidigare erfarenheter av hur dessa har påverkats av naturliga omgivningsfaktorer.
- Analysera sårbarhet för transporter och kommunikationer.

5.7 Verksamhetsförhållanden av särskild betydelse för Natech

Det finns en stor mängd olika industriella processer och installationer. Ett stort antal parametrar som verksamhetens inriktning, typ och kvantitet av hanterade farliga ämnen, ålder och underhåll av en anläggning påverkar sårbarheten hos en industri. Det innebär att en stor mängd data behövs som ingångsvärden vid en analys av verksamhetens Natechrisker.

En översikt av de översvämningsskador som kan leda till Natecholyckor i olika typer av industrier finns beskrivna i en tabell i Bilaga 2 – Översvämningars påverkan på olika industrier. Tabellen visar mycket översiktligt en kvalitativ skala av översvämningsskador som kan leda till Natecholyckor för några industrityper, exempelvis petroleumindustri, gruvnäring och kemiindustri.

5.7.1 Anläggningar, processer och system

Riskkällor med farliga ämnen kan vara mer eller mindre känsliga för naturliga omgivningsfaktorer. Påverkan av yttre händelser ska beaktas redan vid design av nya anläggningar och vid ändring av befintliga anläggningar.

Verksamhetsutövaren bör analysera förutsättningar för att upprätthålla alla viktiga funktioner vid yttre händelser, exempelvis avbrott i mediaförsörjning, tele- och datakommunikation, avloppssystem och transportvägar.

Säkerhetskritiska utrustningar, styrsystem och handgrepp har en särskild betydelse i riskbedömningar och upprätthållande av säkerhet. Säkerhetskritisk utrustning avser utrustning som om den fallerar väsentligt bidrar till uppkomsten av en allvarlig kemikalieolycka. Säkerhetskritiska styrsystem avser ett styrsystem som om det fallerar, väsentligt bidrar till uppkomsten av en allvarlig kemikalieolycka. Säkerhetskritiska handgrepp avser manuella handgrepp som om det utförs felaktigt, vid fel tillfälle eller på fel utrustning väsentligt bidrar till uppkomsten av en allvarlig kemikalieolycka.

Säkerhetskritiska utrustningar, styrsystem och handgrepp måste vara så tillförlitliga och robusta att de klarar olika påfrestningar som kan uppstå som följd av naturliga omgivningsfaktorer. Säkerhetskritiska delar kan exempelvis bli otillgängliga eller fysiskt blockerade som följd av vatten, snö och jordmassor.

5.7.2 Rörledningar

Rörledningar är en viktig del i den kemikaliehanterande industrin. De används för att transportera och distribuera flytande och gasformigt material, exempelvis eldningsoljor, syror, baser, ammoniak samt gasol och naturgas. Rörledningar kan vara förlagda ovan eller under mark och deras diameter skiljer sig stort beroende på ledningens syfte. En transmissionsledning för naturgas är exempelvis mycket stor, medan en rörledning från en kaj till en cistern för lagring av eldningsolja är betydligt mindre. Inom en anläggning förekommer även mycket klena rör.

En rörledning kan bestå av olika material, där rostfritt stål och plast såsom polyeten (HDPE) och polyvinylklorid (PVC) är vanligt förekommande. Rörledningen ska vara stark och hållbar, men ändå ha egenskaper som gör den formbar och inte för spröd. Detta gäller både för röret självt, men också för kopplingar, som kan vara helsvetsade eller mekaniska.

Rörledningar är känsliga för skada vid yttre påverkan. Om marken under ett stödben ger vika i samband med ett skred eller om en översvämnings vattendjup och vattenhastighet gör rörledningen instabil, kan rörbrott ske helt eller delvis. Vid översvämningar är det också sannolikt att lösa föremål flyter med vattnet och utgör därmed ytterligare en påverkan på sårbara anläggningsdelar. De lösa föremålen kan utgöras av så banala saker som blomplanteringar i stora krukor vid en kontorsbyggnads entré, eller mer processnära delar som slitits loss från ett annat ställe och som sedan med vattnets hjälp skadar rörledningar.

Rörledningar under mark är förskonade från påverkan av kringflytande föremål ovan mark. Vid vissa förutsättningar kan dock en översvämning genom erosion blottlägga rörledningar under mark. Relativt låga vattenflöden kan spola bort sand och grus som inte stabiliserats med grövre material, eller fast ytmaterial som asfalt

eller betong. Dessutom kan markens bärighet reduceras vid översvämning och stora regnmängder, vilket kan leda till sättningar och påfrestningar på mark-förlagda rörledningar. Särskilt stor kan risken för ras och skred vara när vattnet sjunker undan efter en översvämning och vattenmassornas mothåll reduceras. (Arbetsmiljöverket, 2011)

Tidigare inträffade översvämningar kan ha ändrat flödesförutsättningarna i det kringliggande landskapet. Strömningar som följt en viss rutt tidigare kan ha förändrats och därmed ge en annan påverkan i nuläget än vad man haft kännedom om tidigare. Rörledningar som ligger nedgrävda under en flod kan, om flodbädden gräver sig djupare ned, ge en direkt påverkan på rörledningen genom att den stabiliserande massan kring röret då försvinner och vattnets rörelser istället kan ge en negativ påverkan. (Piccinelli & Krausmann, 2013)

En viktig aspekt gäller installationer ovan respektive under mark. Efter påverkan av exempelvis en översvämning är skadorna ovan mark ofta tydliga och verksamheten kan snabbt bilda sig en uppfattning om skadornas omfattning. Skador under mark är däremot inte lika uppenbara direkt efter översvämningen, men dessa kan eskalera till en större skada i ett senare skede. Det är därför viktigt att verksamhetsutövare har rutiner för att kontinuerligt besikta verksamhetens alla delar och i synnerhet efter yttre påverkan.

5.7.3 Farliga ämnen

Farliga ämnens kemiska, fysikaliska och toxikologiska egenskaper har betydelse vid all riskhantering. Samtidiga läckage kan leda till kemiska reaktioner och följd-olyckor. Vanligen anses ämnen i fast form ha mindre benägenhet för detta men det finns särskilda omständigheter som gör fasta ämnen utsatta för påverkan av naturliga omgivningsfaktorer. Översvämning, storm och jordmassor kan förflytta allt typ av gods samt förstöra emballage, förpackningar och lageranordningar.

Lagringsenhetens storlek, placering, robusthet måste beaktas avseende Natech. Rörledningar, pallställage och andra konstruktioner kan ge vika vid kraftig yttre påverkan. Tankar och IBC-behållare kan flyta iväg som följd av översvämning. Bulk och styckegods påverkas förmodligen på helt olika sätt.

Kemiska produkter och farliga ämnen har specifika egenskaper som kan ha särskild betydelse för Natech. Reaktioner med vatten är kanske den mest påtagliga effekten som följd av översvämning som har orsakat läckage. Värmeutveckling, gasutveckling och bildning av nya kemiska ämnen bör särskilt beaktas liksom densitet och vattenlöslighet. Löslighet i vatten har särskild betydelse för spridning av salter och andra lättlösliga fasta ämnen som annars kan förväntas vara relativt okänsliga för olyckor.

Samtidiga läckage av flera olika farliga ämnen är en möjlig följd av Natech varför ämnenas reaktivitet måste ingå i riskbedömningen. Lagerseparering som normalt kan anses tillräcklig för läckage kanske inte alls är tillräcklig vid kraftig yttre påverkan där gods förflyttas i större omfattning.

Exempel på verksamhetsförhållanden att beakta vid riskbedömningar avseende naturliga omgivningsfaktorer

- Analysera hur säkerhetskritiska utrustningar, styrsystem och handgrepp kan påverkas av naturliga omgivningsfaktorer.
- Analysera sårbarheten för rörledningar och ha rutiner för regelbunden besiktning.
- Säkerställ att farliga ämnen förvaras så att skador och spridning så långt som möjligt inte kan uppkomma vid en naturolycka.

5.8 Riskreducerande åtgärder

5.8.1 Olycksförebyggande och skadebegränsande åtgärder

Riskreducerande åtgärder kan antingen vara olycksförebyggande eller skadebegränsande utifrån risk som en kombination av sannolikhet och konsekvens. Båda perspektiven bör belysas när man betraktar riskreducerande tekniska åtgärder i samband med naturliga omgivningsfaktorer. Men det finns samtidigt två typer av sannolikheter att beakta:

- Sannolikheten för naturhändelsen som sådan.
- Sannolikheten för att naturhändelsen ska orsaka sådan skada att en olycka inträffar vid kemikalieverksamheten.

Vissa typer av naturhändelser kan knappast påverkas alls, t.ex. höga vindstyrkor, blixtnedslag, extrem nederbörd och temperatur. Höga flöden, ras, skred och erosion är i något högre grad påverkarbara. Särskilt för befintliga verksamheter är det tämligen svårt att påverka sannolikheten för naturfenomenet som sådant.

För en enskild verksamhet kan därför risker främst begränsas genom åtgärder som skyddar mot sådan skada som kan medföra att en kemikalieolycka inträffar. Därutöver kan risker begränsas genom permanenta eller akuta skadebegränsande åtgärder. Här måste hänsyn tas till att naturliga omgivningsfaktorer kan medföra mycket komplexa olyckskonsekvenser och räddningsinsatser.

För nya verksamheter är lokalisering en särskilt betydelsefull skyddsåtgärd. Utanför verksamhetsområdet är regionala åtgärder och annan samhällsplanering väsentliga för att reducera risker med naturliga omgivningsfaktorer.

5.8.2 Organisatoriska riskreducerande åtgärder

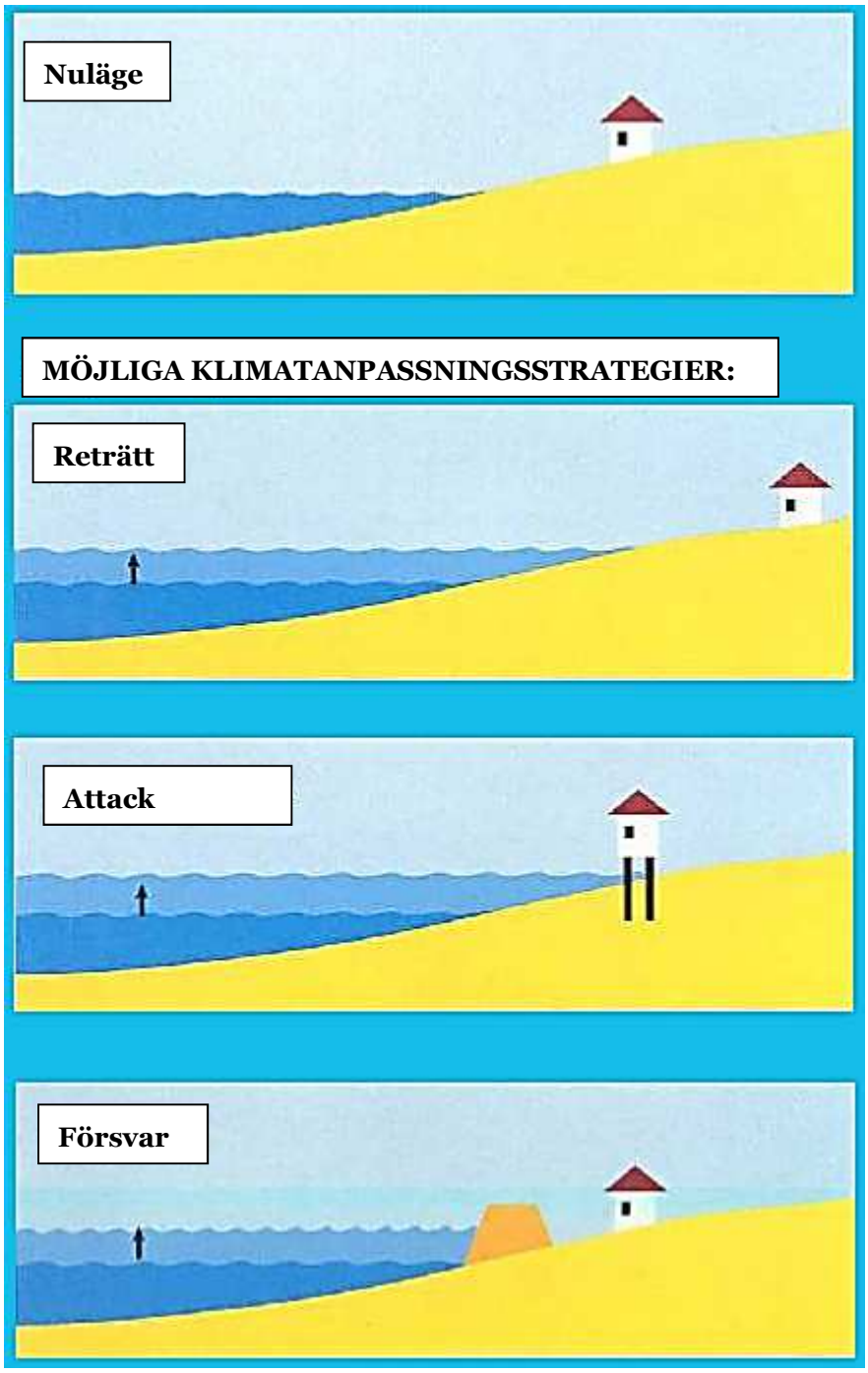
Strategier för riskreducerande åtgärder
När riskreducerande åtgärder betraktas avses ofta de tekniska åtgärderna vid en verksamhet. Det är dock mycket viktigt att också ha en strategi för riskreducerande åtgärder. I praktiken betyder det att en verksamhet måste ha en viljeriktning om hur risker med naturliga omgivningsfaktorer ska hanteras strategiskt. Verksamhetsutövaren behöver planera långsiktigt och bygga bort risker samt ha beredskap för akuta åtgärder.

Intergovernmental Panel On Climate Change (IPCC) har i sin rapport Strategies for Adaption to Sea Level Rise (IPCC, 1990) föreslagit ett antal klimatanpassningsstrategier gällande kustnära områden, där risken för högt vattenstånd är påtaglig. De tre strategierna är Retreat, Accomodation, Protection; på svenska har dessa översatts till Reträtt, Attack, Försvar. De beskriver tre möjliga sätt att planera bebyggelse i förhållande till riskområden för högt vattenstånd och de återges i Figur 25. I tidigare utförda utredningar inkluderas inte industrier med storskalig kemikaliehantering i riskbedömningen, men grundprinciperna för att belysa dessa frågor är applicerbara även för de verksamheter som denna rapport har som målgrupp.

Reträtt innebär ett planerat tillbakadragande av hela eller en del av verksamheten och betyder inte att hela platsen för industrin ska överges. Verksamhetsutövaren bör beakta ett stegvis tillbakadragande eller möjligen omfördelning av verksamhetens delar. En genomgående tanke bör vara att investeringar inte genomförs i de kritiska områdena för att säkerställa att driften kan fortsätta ske på ett säkert sätt även om vattennivån höjs i framtiden.

Strategin *Attack* innebär att inte se vattnet som ett oöverstigligt hot, utan att anpassa sig till det och dra nytta av det. Strategin innebär att man ser det som möjligt att ha kvar befintlig industri och möjligen förtäta industrin ytterligare. Vattnet tillåts ha sina variationer och en verksamhets olika delar är anpassade efter vattnets nivå.

Försvar innebär att man skyddar sig från stigande vattennivåer och ser till att vattnet inte tar sig in i den byggda miljön. Skyddsanordningar eller skyddsbarriärer måste konstrueras på platser och med sådan teknik att vattennivån innanför dem aldrig stiger så mycket att verksamheten riskerar skadas. Barriärer kan vara permanenta eller temporära.



Figur 25. Möjliga klimatanpassningsstrategier (IPCC, 1990). (Bildtexterna har modifierats och översatts till svenska utifrån det engelska originalet)

Klimatanpassningsstrategierna som beskrivs ovan kan vara mer eller mindre tillämpbara för olika typer av industrier. Det är därför viktigt att verksamhetsutövaren har en strategi för hur olika typer av naturliga omgivningsfaktorer ska bemötas. En långsiktig plan kan t.ex. vara lokalisering av olika enheter som bidrar till en inneboende säkerhet eller ett förråd med sandsäckar för att motverka höga flöden. Vad som är en godtagbar skyddsnivå i en verksamhet kan vara för mycket eller för lite för en annan verksamhet.

Förutsättningar för tidig upptäckt
Vid verksamheter med storskalig kemikaliehantering ska det finnas rutiner och tekniska system för att tidigt kunna upptäcka en förhöjd risk för påverkan av naturliga omgivningsfaktorer samt för att tidigt kunna upptäcka begynnande skador.

Detta innefattar mycket av det löpande arbetet med riskhanteringen inom en verksamhet, dvs. att fortlöpande hålla sig uppdaterad om vad som sker, vad som kan påverka säkerheten och tänkbara organisatoriska och tekniska hjälpmedel för att tidigt kunna upptäcka särskilt identifierade naturliga omgivningsrisker.

Förutsättningar att komplettera och förstärka skyddsåtgärder
Planering av riskreducerande åtgärder ska beakta förutsättningar för att vidta akuta olycksförebyggande och/eller skadebegränsande åtgärder i direkt anslutning till en förhöjd omgivningsrisk.

Detta kan innefatta såväl smärre insatser som mycket långtgående insatser med t.ex. nedstängning av processer, omfördelning av särskilt farliga ämnen och tillskapande av kompletterande yttre och inre barriärer.

Tillgänglighet till egna resurser och skyddsutrustning
Det är viktigt att en verksamhets skyddsutrustning är lokaliserad på en plats som hela tiden är tillgänglig. Förvaring av sådan utrustning i t.ex. en källare skulle vid ett skyfall kunna medföra att den blir obrukbar eller otillgänglig i en nödsituation.

Förutom förvaringsplatser är det också viktigt att belysa tillfartsvägar till platsen och utreda om de av olika orsaker kan blockeras och därmed förhindra att skyddsutrustningen kan nås.

Tillgänglighet till andras resurser och skyddsutrustning
Det ligger i alla verksamheters intresse att göra en bedömning av samhällets och andra aktörers förmåga att bistå med skadebegränsande åtgärder och utifrån detta också planera sina egna insatser och resurser. Vid en allvarlig naturolycka som t.ex. en omfattande översvämning kommer förmågan att vara begränsad utifrån såväl resurser som prioriteringar.

Konkurrens om resurser och brist på resurser är en realitet som måste beaktas vid riskbedömningar och planering av räddningsinsatser avseende olyckor med Natech. Det är heller inte alltid helt enkelt att förutse vilka motstående intressen och konflikter som kan tänkas uppkomma vid prioritering av insatser vid extrema situationer.

Sevesoverksamheter utgör också farlig verksamhet enligt Lagen om skydd mot olyckor och omfattas därmed av krav på att i skälig omfattning hålla eller bekosta beredskap med personal och egendom. Detta gäller också sådana olyckor som kan orsakas av naturliga omgivningsfaktorer. Även andra större verksamheter kan ha en betydande egen förmåga att göra en första insats.

Det måste finnas ett väl definierat, planerat och inövat samarbete mellan verksamheten och räddningstjänsten. Räddningstjänsten måste ha en mycket god förståelse av vilka risker verksamheten medför och vilka naturliga omgivningsfaktorer den kan utsättas för.

Det är också av vikt att räddningstjänst och övriga myndigheter och organisationers fordon eller utrustning är lokaliserade på sådan plats som hela tiden är tillgänglig. Det finns exempel på händelser då t.ex. räddningsfordon och utrustning har blockerats av en översvämning.

5.8.3 Tekniska riskreducerande åtgärder

Nedan redovisas några exempel på generella tekniska skyddsåtgärder med särskild koppling till naturliga omgivningsfaktorer. Skyddsåtgärderna är i huvudsak tillämpbara oberoende av typ av verksamhet, process e.dyl. och kan tillämpas inom såväl verksamheter som fysisk planering.

I det enskilda fallet måste mer specifika skyddsåtgärder utvärderas. Ytterligare exempel på skyddsåtgärder finns metodstödet i kapitel 6.

Skyddsavstånd
Åtgärden innebär att skyddsvärt objekt inte placeras inom ett visst avstånd från en riskkälla eller riskområde. Skyddsavstånd har hög tillförlitlighet och fungerar oberoende av andra åtgärder.

Vall
En vall av jordmassor kan fungera som en fysisk barriär mellan en anläggningsdel och dess omgivning. Den tjänar som en avgränsning mot omgivningen vid exempelvis en översvämning men kan också begränsa spridning till omgivningen av ett läckage, tryckvåg m.m. Vallens höjd och utbredning bör utredas i detalj för att säkerställa den riskreducerande effekten. Den bör också utföras påbyggnadsbar, för att möjliggöra korrigeringar i framtiden. Åtgärden har hög tillförlitlighet och kräver ingen skötsel avseende bibehållen riskreducerande effekt. En vall är dock förhållandevis dyr och skrymmande. I vissa fall kan en mur eller plank ha tillräcklig riskreducerande effekt.

Förstärkning av konstruktioner
Där åtgärd om förstärkt konstruktion vidtas är syftet att kunna motstå särskilda belastningar av exempelvis höga vindstyrkor, markrörelser, erosion eller översvämning. Åtgärden kan också syfta till att ge skydd mot fortskridande ras och olika följdeffekter av en olycka.

5.8.4 Barriäranalys med hänsyn till Natech

Vid en verksamhet finns ofta flera samverkande barriärer/skyddsåtgärder för att förebygga eller begränsa konsekvenserna av en olycka. Dessa kan vara mer eller mindre tillförlitliga och robusta avseende naturliga omgivningsfaktorer. I synnerhet aktiva barriärer kan fallera eller bli otillgängliga. Men även många passiva barriärer kan förlora hela eller delar av sin funktion. En invallning kan exempelvis bli fylld av vatten, snö eller is och därmed förlora delar av sin uppsamlingskapacitet. En invallning kan även brista som följd av erosion, underminering eller kraftig yttre påverkan av jordmassor, raserade konstruktioner m.m. När flera kompletterande barriärer finns bör dessa vara oberoende av varandra och inte kunna sättas ur spel av samma typ av yttre händelser.

Skyddsåtgärdernas tillförlitlighet och sårbarhet för naturliga omgivningsfaktorer bör undersökas, t.ex. genom en barriäranalys. En barriäranalys bör syfta till att granska alla olika typer av skyddsbarriärer (mänskliga, tekniska och organisa-

toriska) avseende påverkan av Natech samt förutsättningar för tidig upptäckt vid eventuell påverkan. I analysen bör också ingå att identifiera ytterligare barriärer som skulle ha kunnat förhindra en viss skadehändelse.

Nedan ges några exempel på faktorer att särskilt beakta avseende risker kopplade till naturliga omgivningsfaktorer:

- Aktiva respektive passiva barriärer, där aktiva barriärer kan vara särskilt sårbara för naturliga omgivningsfaktorer.
- Beroende respektive oberoende barriärer, där det är viktigt att beakta att även oberoende barriärer kan påverkas samtidigt av naturliga omgivningsfaktorer.
- Kombinationer av mänskliga, tekniska och organisatoriska barriärer, som alla kan vara mer eller mindre sårbara för påverkan av naturliga omgivningsfaktorer.
- Antal kompletterande barriärer, där naturliga omgivningsfaktorer kan påverka behovet. Barriärer som ska sättas in akut vid en olycka kan vara särskilt sårbara eller helt otillgängliga.
- Barriärernas tillförlitlighet avseende olika naturliga omgivningsfaktorer.

Det är viktigt med robusta och tillförlitliga skyddsåtgärder men också att inse att det knappast finns några helt säkra barriärer. Ytterst få barriärer kan motstå kraften i vissa naturolyckor som t.ex. mycket höga vattennivåer, omfattande erosion eller skred.

Exempel på aspekter att beakta vid val av riskreducerande åtgärder

- Lägg fast en strategi som tar hänsyn till riskaspekterna av naturliga omgivningsfaktorer.
- Kombinera olycksförebyggande och skadebegränsande åtgärder. Beakta att det är svårt att påverka sannolikheten för naturfenomenet som sådant.
- Kombinera organisatoriska och tekniska riskreducerande åtgärder med hänsyn till inverkan av naturliga omgivningsfaktorer.
- Beakta att naturliga omgivningsfaktorer kan medföra mycket komplexa olyckskonsekvenser och räddningsinsatser.
- Beakta att tillgängligheten till interna och externa resurser och utrusningar kan begränsas av en naturolycka.
- För nya verksamheter är lokalisering en särskilt betydelsefull skyddsåtgärd för att minska effekterna av naturliga omgivningsfaktorer.
- Analysera barriärernas tillförlitlighet avseende olika naturliga omgivningsfaktorer.

5.9 Helhetssyn och lärande

Naturliga omgivningsfaktorer är naturfenomen som i ringa grad eller inte alls påverkas av mänskliga aktiviteter. Detta kan felaktigt ibland ge någon en känsla av att det inte heller går att skydda en verksamhet mot skador orsakade av naturliga omgivningsfaktorer. Så är inte fallet utan dessa risker måste aktivt hanteras och bemötas liksom andra risker för verksamheten. En helhetssyn måste prägla såväl riskbedömningar som övrig riskhantering.

Det förekommer även uppfattningar att olika myndigheter, räddningstjänsten, andra fastighetsägare med flera ”ansvarar” för att bevaka olika typer av naturrisker. Det kan också finnas en övertro på att naturolyckor hanteras av räddningstjänsten eller samhället i övrigt. Det är väsentligt att alla verksamhetsutövare fullt ut beaktar naturliga omgivningsfaktorer i sina riskbedömningar och inte förutsätter att detta hanteras av någon annan.

Det är lämpligt att sammanställa befintliga underlag och resultat avseende Natech på ett överskådligt sätt. Risker för höga vattennivåer, ras och skred presenteras lämpligen på karta. Där kan även markering göras av säkerhetskritiska delar, skyddsutrustning, viktiga transportvägar m.m.

Faktaunderlag och informationskällor för riskidentifiering, riskbedömning och planering av räddningsinsatser bör dokumenteras och finnas tillgängliga inom verksamheten. Rutiner bör finnas för att hålla dessa faktaunderlag och informationskällor uppdaterade.

Erfarenhetsåterföring och lärande är en viktig del av säkerhetsarbetet och gäller också aspekter kring naturliga omgivningsfaktorer. Utbildning, interna och externa övningar, scenariospel, samövningar med räddningstjänst och närliggande verksamheter m.m. är exempel på tänkbara insatser.

En viktig del av det riskreducerande arbetet är återföring av erfarenheter och lärande av tidigare olyckshändelser orsakade av naturliga omgivningsfaktorer. Vissa händelser är väl utredda och åtgärder har vidtagits av både myndigheter och verksamheter för att dela informationen och lära av den för att förhindra att liknande händelser ska uppkomma igen. Rutiner för erfarenhetsåterföring och lärande från tidigare olyckor bör även omfatta olyckor orsakade av naturliga omgivningsfaktorer. I gällande lagstiftning finns krav på rapportering av olyckor och det bör då framgå om naturliga omgivningsfaktorer har haft betydelse för händelsen.

Naturliga omgivningsfaktorer har alltid funnits och har alltid påverkat säkerheten vid verksamheter med farliga ämnen. Uppmärksamheten har dock i många fall inte varit så stor kring hur dessa kan påverka säkerheten och på vilket sätt detta bör beaktas i riskbedömningar. I takt med att mer faktaunderlag sammanställs och nya erfarenheter framkommer kan också riskhanteringen på ett bättre sätt beakta naturliga omgivningsfaktorer. Här kan berörda aktörer bidra med arbetssätt, samverkan och erfarenhetsspridning.

Råd om helhetssyn och lärande kring riskhantering avseende naturliga omgivningsfaktorer

- Sammanställ faktaunderlag om naturliga omgivningsfaktorer utifrån redovisningar i kapitel 3 och 5.3.
- Analysera på vilka olika sätt som naturliga omgivningsfaktorer kan påverka säkerheten utifrån redovisningar i kapitel 5.
- Komplettera checklistor och andra underlag så att risker som sammanhänger med naturliga omgivningsfaktorer blir allsidigt belysta och analyserade. Ta del av och vidareutveckla metodstödet i kapitel 6.
- Se till att analysgruppen är sammansatt så att tillräcklig kompetens finns för att kunna hantera frågeställningar kring Natech.
- Lägg fast en strategi som tar hänsyn till riskaspekterna av naturliga omgivningsfaktorer och kombinera riskreducerande åtgärder utifrån vägledningen i kapitel 5.8.
- Jämför resultaten med motsvarande riskbedömningar för verksamheter i närområdet samt med regionala och lokala risk- och sårbarhetsanalyser.
- Vid mer komplexa förhållanden och stora Natechrisker bör ett lokalt forum finnas för fortlöpande informationsutbyte och samverkan kring faktainsamling, riskbedömningar, skyddsåtgärder m.m.
- Tillämpa övningar, simuleringar och spel för att träna specifika situationer samt för att ytterligare identifiera risker förknippade med naturliga omgivningsfaktorer.
- Samverka inom industriområdet, koncernen, branschen m.m. för att förenkla och effektivisera arbetet med naturliga omgivningsfaktorer.
- Följ upp och återför erfarenheter från händelser i egen verksamhet såväl som i samhället i stort för att ytterligare förbättra säkerheten avseende naturliga omgivningsfaktorer.

6. Metodstöd för riskbedömningar

6.1 Metodstödets syfte och uppbyggnad

Denna rapport syftar framför allt till att stödja verksamheter som omfattas av Sevesolagstiftningen i deras bedömning av risker orsakade av naturliga omgivningsfaktorer. I tidigare kapitel har en generell vägledning tagits fram, vilken i huvudsak är oberoende av typ av omgivningsfaktor. I detta kapitel ges ett mer specifikt metodstöd utifrån fyra prioriterade naturliga omgivningsfaktorer:

- Höga vattennivåer (översvämning och skyfall)
- Erosion, ras och skred
- Blixt- och åskoväder
- Höga vindstyrkor (stormar)

Risker som orsakas av naturliga omgivningsfaktorer är mångskiftande. Även de metoder för riskbedömning som används av verksamhetsutövare varierar stort. Mot denna bakgrund är det inte möjligt att utarbeta en enda metod som kan ge tillfredsställande underlag till alla typer av verksamheter, riskbedömningsmetoder och naturliga omgivningsfaktorer. I stället anges här ett antal mekanismer och omständigheter som verksamhetsutövare bör beakta.

Mer specifika beskrivningar och förklaringar finns i andra delar av rapporten. Mycket information finns också sammanställd i den Natech hazard map som beskrivs i kapitel 3.5. I checklistorna hänvisas till de mest betydelsefulla informationskällorna i Natech Hazard Map. I andra delar av kapitel 3 finns dessutom en hel del tips på annan information som kan lämplig att samla in som underlag för riskbedömningar.

Metodstödet i kapitlen om de olika omgivningsfaktorerna nedan bör kompletteras med egna underlag, särskilt utifrån verksamhetsspecifika och lokala förhållanden. På lämpligt sätt bör faktorerna i metodstödet värderas och vid behov integreras i verksamhetens egna riskbedömningar.

Metodstödet presenteras i form av tabeller. Tabellernas rubriker har följande innebörd:

Potentiell mekanism
Företeelser, omständigheter och bakomliggande mekanismer knutna till de naturliga omgivningsfaktorerna som kan orsaka, utlösa eller förvärra en skadehändelse.

Behov av styrning
Åtgärder som bör vidtas eller åtminstone övervägas av respektive verksamhetsutövare.

Kommentar/råd
Förtydliganden eller tips på var ytterligare information kan hämtas.

6.2 Höga vattennivåer

Höga vattennivåer innebär att vattnet stiger till följd av skyfall, högt vattenstånd i havet eller i sjöar och vattendrag. Dessa beskrivs mer detaljerat i avsnitt 2.2.

Följande information i Natech Hazard Map kan vara relevant att beakta:

- Översvämningskartering (MSB)
- Uppdaterade översvämningskarteringar (MSB)
- Hotkartor (rasterdata djup och hastighet) (MSB)
- Översvämningskartering av Mälaren (MSB)

Potentiell mekanism	Behov av styrning	Kommentar/råd
Höga vattennivåer kan uppkomma eller spridas in på verksamhetsområdet.	Kunskap bör finnas om historiska översvämningar och skyfall inom anläggningen och i närområdet.	
Klimatförändringar kan leda till förändringar i vattennivåer där verksamheten är belägen.	Kontroll om verksamhetsområdet är inkluderat i MSB:s översvämningskartering bör utföras.	Klimatförändringar kan också leda till sänkning av vattennivån, även om höjning är ett mer bekant fenomen.
Högt vattenstånd i hav kan uppkomma vid lågtryck, men även vid klimatförändringar.	Rutin för att ha kontinuerlig bevakning av vattenståndet och vädervarningar vid verksamheten, samt vidta nödvändiga åtgärder för verksamheten.	
Högt vattenstånd i sjöar och vattendrag kan uppkomma vid höga flöden, t.ex. vid vårflod, men även vid klimat-förändringar. Kan inne-bära både ökad och minskad vattennivå till följd av klimatföränd-ringar, beroende på var i landet verksamheten befinner sig.	Ha en strategi för kända återkommande höga flöden för att minimera akuta insatser. Bevakning av vädervarningar.	
Skyfall kan vattenfylla lågpunkter	Inventera riskerna genom en skyfallskartering eller kartering av lågpunkter. Hantera riskerna med riskreducerande åtgärder.	Skyfall är ofta oförutsäg-bara och det är inte säkert att de hinner inkluderas i en vädervarning innan regnet börjar falla.
Interna dagvattensystem kan vara underdimensionerade eller igensatta.	Återkommande kontroller av dagvattensystemen.	Bör vara del i verksamhetens förebyggande underhåll.
Förändrad markanvändning i verksamhetens närhet, t.ex. ökad/minskad avrinning i närliggande vattendrag kan påverka verksamheten.	Rutin för att bevaka tidiga skeden i planprocessen för att ha möjlighet att påverka översiktsplan, detaljplaner och liknande plandokument.	Kommunen publicerar pågående detaljplane-arbete på sin hemsida. Översiktsplanen ska uppdateras vart femte år.

Potentiell mekanism	Behov av styrning	Kommentar/råd
Underminering av mark på grund av hög grundvattennivå och ihållande nederbörd.	Genomför en geoteknisk/geohydrologisk undersökning av mark där t.ex. cisterner befinner sig	Kontrollera om tidigare undersökningar finns samt ev. underlag och erfarenheter i närområdet.
Otydlig klimatanpass-ningsstrategi kan leda till osäkerhet hur verksamheten ska agera vid påverkan av höga vattennivåer; förebyggande eller akut omhändertagande.	Upprätta en plan för hur arbetet ska bedrivas; förebyggande eller akuta åtgärder via beredskapsplan. Sannolikhet måste vägas mot konsekvenser för verksamheten. Möjligen utföra kostnad/nytta-analys.	
Osäkerhet på hur marken på verksamhetens område inverkar på vattennivån.	Markanvändning och jordarter har påverkan på hur vattnet kan infiltrera och därmed påverka avrinningen på markytan. Genomför översvämningskartering.	
Anläggningsdelar går sönder på grund av höga vattennivåer.	Konstruktioner måste tåla att påverkas av vatten, t.ex. stå under vatten en viss tid eller påverkas av en viss kraft under viss tid.	
Byggnader skadas av framforsande vatten	Olika byggnadstyper tål olika mycket påverkan. Kartlägg verksamhetens byggnader och identifiera de mest sårbara.	
Vatten måste kunna pumpas ut så instängda vattenfyllda områden kan omhändertas.	Säkerställ att pumpar och annan nödvändig utrustning snabbt kan rekvireras externt eller förvaras på lämplig säker plats internt.	Nödlägesplan och insatsplan kan förtydliga detta behov.
Påverkan av ett skyfall eller översvämning kan förvärras av att anläggningsdelar inte är nåbara eller att extern räddning inte kommer fram.	Tillfartsvägar måste hållas fria för att möjliggöra åtkomst av anläggningsdelar och räddningsinsatser.	Nödlägesplan och insatsplan kan förtydliga detta behov.

6.3 Ras, skred och erosion

Ras, skred och erosion uppstår vanligen genom naturliga processer som kontinuerligt omformar landskapet. Se avsnitt 2.3 för information och bakgrund kring olika jordarters egenskaper samt vilka skadehändelser som kan orsakas av ras, skred och erosion.

Följande information i Natech Hazard Map kan vara relevant att beakta:

- Jordarter 1:25 000-1:100 000 (SGU)
- Översiktlig stabilitetskartering (MSB)
- Jordskred och raviner (SGU)
- Skreddatabas (skred, ras, erosion och övriga jordrörelser) (SGI)
- Skredrisker. Götaälvdal (SGI)
- Översvämningskartering (MSB)
- Uppdaterade översvämningskarteringar (MSB)
- Hotkartor (rasterdata djup och hastighet) (MSB)
- Översvämningskartering av Mälaren (MSB)

Potentiell mekanism	Behov av styrning	Kommentar/råd
Generellt för ras, skred och erosion.	Kunskap bör finnas hos verksamhetsutövaren om jordlagerförhållanden inom anläggningen och i närområdet.	
Ras och skred kan utlösas av vibrationer från schaktning.	Det bör finnas fastlagda rutiner för kontroll av omgivningspåverkan/ stabilitetskontroll vid schaktningsarbeten inom verksamheten.	Exempelvis regler för spontning och/eller sänktlutningar kan behöva fastläggas.
Ras och skred kan utlösas av vibrationer inom, eller i närheten av anläggningen.	Det bör finnas fastlagda rutiner för hur kraftiga vibrationer som kan tillåtas inom anläggningen.	Uppgifter om vibrationsacceleration kan ofta erhållas från leverantör av utrustning.
Ras och skred kan utlösas av vibrationer från entreprenadmaskiner eller passerande tung fordonstrafik.	Det bör finnas fastlagda rutiner för kontroll av omgivningspåverkan/ stabilitet i anslutning till områden där entreprenadmaskiner eller tung trafik kan förväntas.	
Ras och skred kan utlösas av reducerat mothåll på grund av schaktning.	Det bör finnas fastlagda rutiner för kontroll av omgivningspåverkan/ stabilitetskontroll vid schaktningsarbeten inom verksamheten.	Exempelvis regler för spontning och/eller sänktlutningar kan behöva fastläggas.
Ras och skred kan utlösas av upplag av tunga massor eller gods på olämplig plats.	Vid behov av tunga upplag bör särskild plats med säkerställd bärighet anvisas av verksamhetsutövaren.	
Ras och skred kan utlösas av vattenmättad jord,	Kritiska delar av anläggningen bör vara	

Potentiell mekanism	Behov av styrning	Kommentar/råd
vilket i sin tur kan bero på kraftig nederbörd, översvämning eller motsvarande.	säkrade mot ras, exempelvis genom placering högt i terrängen.	
Ras av utrustning/material kan utlösas av erosion, som kan orsakas av översvämning av strömmande vatten.	Kritiska delar av verksamheten bör vara försedda med effektiva erosionsskydd.	Särskilt relevant för anläggningar i nära anslutning till vattendrag.
Ras och skred kan utlösas av nedströmmande vatten till vattenkänsliga siltlager, exempelvis genom schaktning.	Kunskap bör finnas om jordlagerförhållanden inom anläggningen och i närområdet. Det bör finnas rutiner för kontroll av omgivningspåverkan/ stabilitetskontroll vid schaktningsarbeten inom verksamhetens område.	
Ras och skred kan utlösas av vattenmättad jord på grund av brusten ledning.	Anläggningens ledningsnät bör ha en tillfredsställande status och kontrolleras regelbundet. Gäller även markförlagda ledningar.	
Slukhål kan uppstå inom verksamhetens område, orsakade av erosion på grund av läckage från brusten ledning.	Anläggningens ledningsnät bör ha en tillfredsställande status och kontrolleras regelbundet. Gäller även markförlagda ledningar.	
Erosion av strandkant genom höga flöden i vattendrag.	Stränder i anslutning till kritiska delar av verksamheten bör ha effektiva erosionsskydd.	
Ras och skred kan utlösas genom tryckstötar, exempelvis genom explosioner i verksamheten.	Förekomst av explosivt gods, brandfarliga gaser etc. bör inte tillåtas inom områden med känsliga jordarter.	
Ras och skred kan utlösas av vibrationer från jordskalv.	Kunskap om jordlagerförhållanden inom anläggningen och i närområdet.	
Ras och skred kan utlösas i brant omgivande terräng vid kraftig nederbörd.	Kunskap om jordlagerförhållanden inom anläggningen och i närområdet.	
Nedfallande berg/block ur angränsande slänt/bergskärning.	Kunskap om jordlagerförhållanden inom anläggningen och i närområdet.	

6.4 Blixt- och åskoväder

Blixtnedslag kan orsaka elektriska, termiska eller mekaniska skador. Detta kan leda till brand och explosion, avbrott i elförsörjning inkl. reserv- och nödelsystem samt felfunktioner i styr-, regler och övervakningssystem. Se avsnitt 2.4 för information och bakgrund kring vilka skadehändelser som kan orsakas av blixt- och åskoväder.

Följande information i Natech Hazard Map kan vara relevant att beakta:

- Blixtnedslag (SMHI)

Potentiell mekanism	Behov av styrning	Kommentar/råd
Blixtnedslag kan antända brandfarligt eller brännbart material.	Ett tillfredsställande åskskydd/blixtledare.	Rutin att regelbundet kontrollera blixtledarens funktion. Särskilt viktigt i fuktiga och salta miljöer.
Blixtnedslag kan antända normalt förekommande brännbara gaser på cisterntak, i utlopp från avluftningar m.m.	Ett fungerande flamskydd där brännbara gaser kan förekomma.	
Blixtnedslag kan orsaka direkta skador på utrustningar och leda till läckage och andra olyckor.	Ett tillfredsställande åskskydd/blixtledare.	
Blixtnedslag kan orsaka avbrott i elförsörjning inkl. reserv- och nödelsystem.	Ett tillfredsställande reservelsystem som även är skyddat mot blixtnedslag.	Övningar och simuleringar av elavbrott.
Blixtnedslag kan orsaka felfunktioner i styr-, regler- och övervakningssystem.	System som är skyddade och utvärderade för att upprätthålla funktion vid kraftiga blixtnedslag.	
Blixtnedslag kan slå ut kommunikationsutrustning.	Systemen bör vara utvärderade för att upprätthålla funktion vid kraftiga blixtnedslag.	Flera oberoende och robusta system måste finnas för att kunna upprätthålla viktig kommunikation.
Blixtnedslag kan orsaka splitterverkan med allvarliga mekaniska skador på exempelvis byggnadskonstruktion som följd.	Genom isolation och lämpligt utförd blixtledare kan splitterverkan förhindras.	
Blixtnedslag i närheten av en byggnad kan leda in överspänningar i byggnaden och därmed skada installationer och orsaka sidourladdningar.	Genom ventilavledare och andra överspänningsskydd går det i regel att skydda sig mot indirekta blixtnedslag.	
Blixtnedslag kan orsaka sprängning eller smältning av klena ledare som i sin	Ett tillfredsställande åskskydd/blixtledare.	

Potentiell mekanism	Behov av styrning	Kommentar/råd
tur orsakar antändning, felfunktion eller läckage.		
Hantering av brandfarliga ämnen i samband med blixtnedslag kan orsaka brand.	Rutiner för att avbryta riskfylld hantering i samband med åska.	

6.5 Hög vindstyrka (storm)

Höga vindstyrkor kan orsaka mycket kraftiga belastningar som leder till skador med kemikalieolyckor som följd. Kraftig vind kan också sammanfalla med regn eller åska vilket kan leda till samverkande effekter. Checklistorna inom dessa områden bör därför delvis hanteras parallellt. Se avsnitt 2.5 för information och bakgrund kring vilka skadehändelser som kan orsakas av hög vindstyrka.

Potentiell mekanism	Behov på styrning	Kommentar/råd
Höga vindstyrkor kan orsaka direkta skador på säkerhetskritisk utrustning.	Rutin för kontroll av dimensionering m.m., särskilt m.h.t. stigande ålder, korrosion, erfarenheter av höga vindlaster m.m.	Rutiner för att bevaka SMHIs varningar. Specifika planer för åtgärder vid olika typer och nivåer av varningar från SMHI.
Höga vindstyrkor kan medföra att träd, byggnader, lednings-stolpar, skorstenar eller andra konstruktioner kollapsar och orsakar skador på säkerhets-kritisk utrustning.	Rutiner för analys av höga föremål m.m. i närheten av säkerhetskritisk utrustning.	
Höga vindstyrkor kan slita loss föremål som orsakar skador på säkerhetskritisk utrustning.	Rutiner för analys av höga konstruktioner m.m. i närheten av säkerhetskritisk utrustning som kan utsättas för skada.	
Höga vindstyrkor kan skada eller riva bygg-nadsställningar och andra tillfälliga konstruktioner med följdverkan på säkerhetskritisk utrustning.	Planering för skydd av byggnadsställningar och andra tillfälliga konstruktioner i händelse av höga vindstyrkor.	
Virvelstorm kan orsaka direkta skador eller slita loss föremål som orsakar skada.	Kartläggning av historiska virvelstormar i närområdet.	
Höga vindstyrkor kan även vid måttligt snöfall medföra snödrev som kan påverka säkerhetskritisk utrustning samt försvåra eller försvaga skydds-åtgärder.	Rutiner för att bevaka SMHIs varningar. Specifika planer för åtgärder vid olika typer och nivåer av varningar från SMHI.	

Potentiell mekanism	Behov på styrning	Kommentar/råd
Höga vindstyrkor kan blockera vägar och därmed försena eller förhindra transporter av materiel, personal m.m. till och från verksamheten.	Planering, närförråd, alternativa lösningar.	
Höga vindstyrkor i kombination med nedisning kan överbelasta konstruktioner.	Rutin för kontroll av dimensionering m.m., särskilt m.h.t. stigande ålder, korrosion, erfarenheter av höga vindlaster m.m.	
Höga vindstyrkor i kombination med nedisning kan slita loss isblock som orsakar skador på säkerhetskritisk utrustning.	Rutiner för analys av höga konstruktioner m.m. i närheten av säkerhetskritisk utrustning som kan utsättas för skada.	

7. Referenser

Arbetsmiljöverket, 2011. *Schakta säkert.* u.o.:u.n.

CalARP, 2015. *California code of regulations, Title 19 Public Safety, Chapter 4.5 Draft California Accidental Release Prevention (CalARP),* u.o.: California Governor's Office of Emergency Services.

Carin Hellner, U. K. L. B., 2008. *Rapport RO 2008:02, Olycka med utsläpp av svavelsyra vid Kemira Kemi AB i Helsingborg,* u.o.: Statens Haverikommission.

Europeiska kommissionen, 2004. *State of the Art in Natech Risk Management,* u.o.: Europeiska kommissionen, rapport EUR 21292 EN.

FMV, 2006. *Försvarsmaktens telekommunikationsstöd till samhället i samband med stormen Gudrun. Document 26744/2006.,* Stockholm: Försvarets Materielverk.

IEC, 1995. *International Standard 60300-3-9.* Geneve: International Electrotechnical Comission.

IPCC, 1990. *Strategies for Adaption to Sea Level Rise.* [Online]
Available at: Coastal Zone Management Subgroup - Intergovernmental Panel on Climate Change, http://papers.risingsea.net/IPCC-1990-Strategies-for-Adaption-to-Sea-Level-Rise.html
[Använd 30 11 2015].

ISO, 2002. *Risk management - Vocabulary.* Geneva: International Organization for Standardization.

Johansson, S. & Wallin, L., 2015. *Integrering av klimatanpassning i kommunala risk- och sårbarhetsanalyser,* Lund: Lunds Universitet, rapport 5008.

K. Adolfsson, S. Boberg, 2013. *Detaljplanehandboken.* u.o.:u.n.

KBM, 2005. *Krishantering i stormens spår - Sammanställning av myndigheternas erfarenheter. Dnr: 0257/2005,* u.o.: Krisberedskapsmyndigheten.

Kraussmann, E. & Mushtaq, F., 2008. *A qualitative Natech damage scale for the impact of floods on selected industrial facilities,* Ispra, Italien: Europeiska kommissionens Joint Research Centre.

Länsstyrelsen Skåne, 2012. *Skånska åtgärder för miljömålen – Regionalt åtgärdsprogram för miljökvalitetsmålen 2012-2016,* u.o.: Rapportnummer 2012:7.

Länsstyrelserna, 2012. *Klimatanpassning i fysisk planering, ISBN 978-91-86533-61-8,* u.o.: Länsstyrelserna.

Maiwald, H. & Schwarz, J., 2012. *Damage and loss prediction model considering inundation level, flow velocity and vulnerability of building types,* Weimar, Tyskland: WIT Transactions on Exology and The Environment, vol 159.

MSB Brandrisk, 2011. [Online]
Available at: https://www.msb.se/ExternData/SMHI/brand_fakta.pdf

MSB, 2012. *Händelser med farliga ämnen 2006-2010,* u.o.: MSB.

MSB, 2015. *Samhällsplanering och riskhantering i anslutning till storskalig kemikaliehantering,* u.o.: Myndigheten för samhällsskydd och beredskap.

MSB, 2015. *Studie – Helhetsbild av risk inom industriparker - Del 1 – Dominoeffekter och kumulativ risk,* Karlstad: Myndigheten för samhällsskydd och beredskap.

OECD, 2011. *A workshop on Natech Risk Management, workshop outline,* u.o.: OECD.

OECD, 2012. *Results of a Questionnaire Survey, 2nd edition,* u.o.: Krausmann, E..

OECD, 2012. *Workshop - Natech Risk Management - Natural Hazards Triggering Technological Accidents,* Dresden: OECD.

OECD, 2015. *ADDENDUM NUMBER 2 TO THE OECD GUIDING PRINCIPLES FOR CHEMICAL ACCIDENT PREVENTION, PREPAREDNESS AND RESPONSE (2ND ED.) TO ADDRESS NATURAL HAZARDS TRIGGERING TECHNOLOGICAL ACCIDENTS (NATECHS) - Series on Chemical Accidents No. 27,* Paris: ORGANISATION FOR ECONOMIC COOPERATION AND DEVELOPMENT.

Piccinelli, R. & Krausmann, E., 2013. *Analysis of natech risk for pipelines: A review,* Luxembourg: Europakommissionens Joint Research Centre.

RIDAS, 2011. *Kraftföretagens riktlinjer för dammsäkerhet - Avsnitt 3 Konsekvensklassificering, tillämpningsvägledning,* u.o.: Svensk Energi.

Räddningsverket, 2000. *Brandskydd i oljedepå - rekommendation, Beställningsnummer R49-216/00,* Karlstad: Räddningsverket.

Räddningsverket, 2003. *Handbok för riskanalys ISBN 91-7253-178-9,* Karlstad: Räddningsverket.

Räddningsverket & Boverket, 2006. *Säkerhetshöjande åtgärder i detaljplaner - Vägledningsrapport 2006.* u.o.:Statens Räddningsverk, Boverket.

SGI, 2010. *Översiktlig klimat- och sårbarhetsanalys - Naturolyckor,* u.o.: Länsstyrelsen Västernorrland, rapportnummer 14242.

SGU, 2015. *Riksöversikt över finkorniga jordars skredbenägenhet.* [Online]
Available at: http://www.sgu.se/samhallsplanering/risker/skred-och-ras/riksoversikt-over-finkorniga-jordars-skredbenagenhet/
[Använd 26 11 2015].

SMHI Blixtar, 2015. [Online]
Available at: http://www.smhi.se/kunskapsbanken/meteorologi/blixtar-1.662

SMHI, 2014. *Kraftig nederbörd - Framtiden.* [Online]
Available at: http://www.klimatanpassning.se/hur-forandras-klimatet/nederbord/kraftig-nederbord-1.21297
[Använd 03 11 2015].

SMHI, 2015. *Kontrollstation 2015,* Norrköping: SMHI.

SMHI, 2015. *Rotblöta och skyfall*. [Online]
Available at: http://www.smhi.se/kunskapsbanken/rotblota-1.17339
[Använd 03 11 2015].

SMHI, 2015. *Stormskador i framtiden*. [Online]
Available at: http://www.smhi.se/kunskapsbanken/klimat/stormskador-i-framtiden-1.7080
[Använd 23 11 2015].

SMHI, 2015. *Återkomsttider*. [Online]
Available at: http://www.smhi.se/kunskapsbanken/aterkomsttider-1.89085
[Använd 03 11 2015].

SMHI, u.d. [Online]
Available at: http://www.smhi.se/kunskapsbanken/meteorologi/blixtar-1.662

Uppsala Universitet, A. f. e., 2013. [Online]
Available at: http://www.hvi.uu.se/Lightning/fragor_och_svar_om_blixtar.html

Bilaga 1 – Natechs i OECD Guiding Principles

Utdrag ur OECD Guiding Principles for Chemical Accident Prevention, Preparedness and Response. Nedan återges kapitel 18, Natechs.

Hela tillägget on Natechs finns här:
http://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=env/jm/mono(2015)1&doclanguage=en

This is an entire new chapter on Natechs (Chapter 18) included in Part E ("Special Issues") of the Guiding Principles. This allows the Guiding Principles to capture more detailed guidance on how to address Natechs.

This Chapter addresses prevention, preparedness and response related to chemical accidents, including spills of oil and oil products, triggered by (or made worse by) natural hazards or natural disasters including, for example, floods, storms, landslides, earthquakes, volcanic eruptions, high winds, extreme temperatures and wildfires. These "Natechs" include accidents at fixed installations including transport interfaces and pipelines.

This Chapter supplements the rest of the Guiding Principles, *which also apply to Natechs. However, Natechs require additional considerations as there are a number of issues that go beyond those of "ordinary" chemical accidents. For example, natural disasters can:*

- *impact key infrastructure elements such as electric grids, energy and water supplies, communication systems and transport routes;*
- *put a strain on emergency and medical response capabilities; and*
- *trigger accidents at several installations at the same time.*

In addition, more than one hazard may appear at the same time (e.g., *heavy winds and precipitation) and one natural hazard can trigger others* (e.g., *earthquake followed by a tsunami).*

In assessing Natech risks, public authorities and industry need to consider whether to address probable risks or all possible risks. To get a complete picture, one approach would be to identify the worst case scenarios, as well as the more probable but potentially less destructive scenarios.

Further effort is needed to improve understanding of natural hazards and how they may impact chemical accident prevention, preparedness and response. It is also important to keep in mind that recent studies predict that climate change will lead to more frequent and more intense natural disasters, often in areas where there are large chemical and petro-chemical facilities. This means a greater risk of Natechs, with the potential for significant harm to human health, the environment and the economy in the vicinity of hazardous installations.

a. Hazard Mapping

18.a.1 Public authorities should collect data related to natural hazards and natural disasters, and use this to develop natural hazard maps, which are important tools for the dissemination of information on natural hazards.

- Hazard maps should include all hazards in the relevant region that could trigger or worsen chemical accidents, to the extent practicable.
- The maps should be used for decisionmaking related to all aspects of chemical accident prevention, preparedness and response.
- The maps should be regularly reviewed and updated, as appropriate, taking into account new information and new methods for understanding natural hazards.

- Public authorities should disseminate the natural hazard maps to industries and communities that are potentially affected in the event of a chemical accident, and make the maps publicly available.

- Neighbouring communities should cooperate in the development of natural hazard maps to the extent relevant.

18.a.2 Adequate training should be provided to those responsible for preparing and using natural hazard maps in the context of, for example, siting of hazardous installations, land-use planning, designing and operating hazardous installations, and emergency planning.

18.a.3 Further efforts should be undertaken to improve the methodologies and tools for preparing hazard maps and for Natech risk analysis.

- This includes ways to improve the reliability of data related to the probability and intensity of natural hazards in a region, and to understand the potential impact of climate change on natural hazards.

- Public authorities and other stakeholders should share experience in the development of natural hazard maps.

- Countries should cooperate on developing guidance on how to prepare, disseminate and use natural hazard maps.

b. Risk Assessment

18.b.1 When undertaking risk assessments related to hazardous installations, management of should take account of Natech risks.

- Management should be aware of the full spectrum of natural hazards that can affect their installation.

- These assessments should be taken into account in design, siting and operation of hazardous installations as well as in implementing mitigation measures and emergency planning.

18.b.2 Management should use a clear methodology for identification and assessment of Natech risks. In so doing, management should consider:

- analysis, characterisation and probability of relevant natural hazards;
- the potential impact of Natech risks on their processes and facilities;
- the location of hazardous substances in the enterprise and identification of parts the enterprise that might by affected by natural hazards;
- the types of accidents that might be triggered by natural hazards/disasters (including the worst case and most likely cases);

- the possibility of a hazard affecting several parts of an installation at the same time, and the possibility of cascading impacts;
- the fact that multiple hazards may appear at one time (*e.g.,* high winds and rain) and that one natural hazard can trigger another (*e.g*., an earthquake followed by a tsunami);
- sensitive environments and populations at risk;
- means for reducing risk and improving the inherent safety of the installation;
- an analysis of lessons learned.

18.b.3. Management should be aware, and take account, of the fact that climate change may increase natural hazards. For example, climate change might affect the intensity, frequency and geography of natural hazards. Therefore, management should consider: assessing regional climate change projections; developing an adaptation strategy; implementing enhanced safety measures; and updating assessment and measures as further information becomes available.

18.b.4 Management of existing installations should periodically review their risk assessments, and safety management systems, in light of new information and experience related to natural hazards.

18.b.5 Management should maintain a dialogue with the public authorities with regard to the status of natural hazard assessments such as seismic zone maps and flood risk maps.

c. Risk Management

Design and Construction

18.c.1 Management should take into account natural hazards in the design and construction of hazardous installations.

- In this regard, management should consider whether to incorporate retrofits to existing installations in light of information about natural hazards that was not taken into account in the original design (including, for example, information on additional types of hazards as well as intensity and/or frequency of hazards).

Operation

18.c.2 Management should develop appropriate measures to address natural hazards. For example, special procedures may be needed for extreme meteorological conditions such as heavy precipitation, high winds, and low or high temperatures.

d. Siting and Land-Use Planning

18.d.1 Management should perform a Natech risk analysis before siting a new installation, to identify what location would be the most effective and least expensive approach to Natech risk reduction.

- In addition, site layout should take account of natural hazards (*e.g.,* storage of hazardous substances should not be in areas that are likely to be flooded in the event of a storm).

18.d.2 When establishing land-use planning arrangements and policies related to hazardous installations, public authorities should take into account natural hazards such as floods, extreme temperatures, high winds, earthquakes, and wildfires as well as the possible impacts of climate change.

- Authorities may determine that certain areas, such as flood-prone or earthquake zones, may not be suitable for hazardous installations or may require additional safety measures or more stringent requirements in design, construction and operation.

- Re-assessment of risk zones should be undertaken periodically to take account of new information and experience.

18.d.3 Adequate training in Natech risk management should be provided to those responsible for the siting of installations and land-use planning.

e. Regulations

18.e.1 In developing and reviewing regulations and guidance concerning chemical accident prevention, preparedness and response, public authorities should take into account risks associated with Natechs.

f. Preparedness and Response

Preparedness Planning

18.f.1 Existing emergency plans should be reviewed to be sure they address the possible consequences of earthquakes, floods, extreme temperatures and other natural hazards that might trigger Natechs.

- Emergency planning for natural hazards/ disasters and for chemical accidents should be integrated to address the potential for Natechs. There should be a careful evaluation of relevant natural hazards and Natech risks.

- The planning should take account of worst case and likely case scenarios, as well as possible impacts of climate change on natural hazards.

- Preparedness plans should take into account the impacts that a natural hazard or disaster could have on infrastructure and response capabilities (including, for example, potential impacts on water and power supplies, access routes and communication systems).

Warning Systems

18.f.2 Natural hazard warning systems should be regularly tested, maintained, and updated to inform companies and communities of impending natural hazards or disasters, to the extent practicable.

- The warning systems should incorporate those for tsunamis, as well local weather forecasts (for, *e.g.*, storms, high winds, extreme temperatures).

- Emergency plans should take account of the warning systems that are available and should address what actions should be taken in response to natural hazard warnings.

Response

18.f.3 Response personnel should be provided with available information to be most effective in addressing Natechs.[4]

G. Transboundary Co-Operation

18.g.1 Neighbouring countries should cooperate in Natech prevention, preparedness and response including:

- identification of natural hazards that may cause Natech risks in one country or across international borders;
- drafting and communication of natural hazard maps;
- establishment, maintenance and improvement of natural hazard warning systems;
- development, enforcement and improvement of methodologies and requirements for Natech risk management; and
- emergency planning and response including mutual assistance.

18.g.2 Countries should exchange experience concerning good practices for Natech prevention, preparedness and response including natural hazard identification, hazard mapping and natural disaster management.

H. Polluter Pays Principle

18.h.1 Countries should consider how to apply the Polluter Pays Principle in the context of chemical accidents triggered, or made worse, by natural hazards.

- The 1988 OECD Recommendation on the Polluter Pays Principle provides an exception for accidents caused by a "serious natural disaster that the operator cannot reasonably have foreseen". Countries should consider how to interpret this provision in light of known natural hazards.

[4] The Hazard Identification Tool (HIT) and Flash Environmental Assessment Tool (FEAT), developed by UNEP and OCHA as support tools for first responders to raise awareness of the need to identify and address secondary environmental risks as early as possible in the event of a natural disaster and as a basis for on-site interventions can serve as examples of good practice to respond to Natechs.

Bilaga 2 – Översvämningars påverkan på olika industrier

Tabell 3. En kvalitativ skala av översvämningsskador som kan leda till Natech-olyckor för utvalda industrityper. (Kraussmann & Mushtaq, 2008)

Flood-severity level	Low	Intermediate	High
Petrochemical/Oil refineries	Shut-down of processes to a "safe mode"; bunds around storages hold; no displacement of vessels; no loss of containment.	Flotation and displacement of small storage tanks; potential release of small quantities of petrochemical substances on-site; risk of fire and explosion in the presence of an ignition source.	Flotation and displacement of large storage tanks, leading to damage to equipment; release of large quantities of petrochemical substances from failed tanks or torn pipe connections; tank breach due to collision with debris; potential for severe off-site pollution; risk of fire and explosion with serious off-site consequences in the presence of an ignition source.
Metal processing	Shut-down of processes to a "safe mode"; bunds around storages hold; no displacement of vessels; no loss of containment.	Flotation and displacement of small storage tanks; potential release of small quantities of (eco-)toxic substances on-site, e.g. heavy metals, cyanide etc.; potential for overwhelming the effluent-control systems with possibly minor off-site pollution.	Flotation and displacement of vessels, leading to damage to equipment; release of (eco-)toxic substances from failed tanks and torn pipe connections into the water including heavy metals, cyanide etc.; potential for serious off-site consequences including damage to the environment and contamination of the drinking-water supply and the food chain. Minor risk of steam explosions due to melt-water interaction.
Mining-waste disposal facilities (tailings dams)	Increase of pool water level; small slips and minor dam-toe erosion; negligible risk of hazardous-materials release.	Significant dam-toe erosion; larger slips; possible overtopping and slope failure; potential for release of highly toxic substances into the water, including heavy metals and cyanides, and pollution of the environment.	Dam overtopping and destruction; wide-scale release of highly toxic substances into the water, including heavy metals and cyanides, resulting in severe damage to the environment, potential contamination of the drinking-water supply and the food chain.

Flood-severity level	Low	Intermediate	High
Wholesale and retail storage and distribution (incl. LPG, fuel etc.)	Shut-down of operations and flood-protection measures implemented on warehouse buildings; bunds around storages hold; no displacement of vessels; low risk of displacement of small cylinders.	Damage to warehouse buildings, hazardous substances carried away by flood water; flotation and displacement of small storage tanks; potential release of hazardous materials on-site; potential for minor off-site pollution, and fires and explosions in the presence of an ignition source.	Severe damage to warehouse buildings; flotation and displacement of vessels, damaging equipment; potentially major release of (eco-)toxic substances from failed tanks or torn pipe connections into the water or air; potential for severe off-site pollution; in the presence of an ignition source risk of fires and explosions if flammable and/or explosive materials released; increased risk of release, fires and/or explosion due to collision between tanks and vessels and with debris; risk of unexpected side-reactions due to a wide variety of substances present.
Production and storage of explosives (incl. fireworks)	Shut-down of production to a "safe mode"; securing of storage areas; negligible risk of adverse consequences due to designed structural protection measures.	Minor risk of release; possible displacement of explosives in ground-floor storage and non-negligible risk of explosion of shock-sensitive explosives due to collision with obstacles; non-negligible risk of spontaneous ignition and explosion due to chemical reaction with the floodwaters.	Hazmat release from explosives production through pipe breaks and tank breaches; potentially severe damage to fireworks-storage buildings leading to the displacement of explosive materials and significant risk of explosion of shock-sensitive explosives due to collision; significant risk of spontaneous ignition and explosion due to chemical reaction with the floodwaters; low risk of off-site toxic pollution from final products.

Flood-severity level	Low	Intermediate	High
Fine-chemicals manufacture (e.g. pharmaceuticals, pesticides, fertilisers, etc.)	Shut-down of processes to a "safe mode"; bunds around storages hold; no displacement of vessels; no loss of containment.	Flotation and displacement of small storage tanks; potential release of small quantities of very (eco-)toxic substances on-site; potential for overwhelming the effluent-control systems with possibly minor off-site pollution.	Flotation and displacement of vessels, leading to damage to equipment; release of (eco-)toxic substances; potential for significant off-site consequences including damage to the environment and contamination of the drinking-water supply and the food chain; additional concerns: possible release of biochemical substances, unexpected side-reactions or detonation of highly explosive compounds from fertiliser production.
General-chemicals manufacture	Shut-down of processes to a "safe mode"; bunds around storages hold; no displacement of vessels; no loss of containment.	Flotation and displacement of small storage tanks; potential release of small quantities of (eco-)toxic substances on-site; potential for overwhelming the effluent-control systems with possibly minor off-site pollution.	Flotation and displacement of vessels, leading to damage to equipment and major release of (eco-)toxic substances resulting in potentially significant off-site consequences; risk of unexpected side-reactions due to a wide variety of substances present.

Bilaga 3 – Litteratur och lästips

Nedan redovisas ett urval av litteratur om naturliga omgivningsfaktorer från MSB., OECD och EU:s Joint Research Centre (JRC). Ytterligare litteratur finns i kapitel 7.

MSB
Att förebygga naturolyckor, 2014
Skriften innehåller hänvisningar till publikationer inom t.ex. klimatanpassning och hantering av översvämningsproblematik.

Klimatförändringarnas konsekvenser för samhällsskydd och beredskap – en översikt, 2012.

OECD
Working Group Chemical Accidents (WGCA) är den arbetsgrupp som ansvarar för frågor kring riskhantering i samband med kemikaliehantering.

Guiding Principles for Chemical Accident Prevention, Preparedness and Response
http://www.oecd.org/chemicalsafety/guiding-principles-chemical-accident-prevention-preparedness-and-response.htm

Tillägg om Natech i ovanstående guide:
http://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=env/jm/mono(2015)1&doclanguage=en.

EU:s JOINT RESEARCH CENTRE (JRC)
https://ec.europa.eu/jrc/en/research-topic/natural-and-man-made-hazards?search.

Inom ramen för JRC har ett antal publikationer tagits fram, där några listas nedan. Observera att visa publikationer kräver onlineregistrering för att fulltextversion av dokumentet ska kunna hämtas:

- Analysis of natech risk for pipelines: a review, 2013
  Kraussmann, E. och Piccinelli, R.
  Report EUR 26371 EN

- A qualitative Natech damage scale for the impact of floods on selected industrial facilities, 2008
  Kraussmann, E. och Mushtaq, F.
  Nat Hazards (2008) 46:179–197

- Industrial accidents triggered by natural hazards: an emerging risk issue, 2011. Kraussmann, E; Cozzani. V; Salzano, E och Renni, E.
  http://www.nat-hazards-earth-syst-sci.net/11/921/2011/nhess-11-921-2011.pdf

Myndigheten för samhällsskydd och beredskap
651 81 Karlstad Tel 0771-240 240 www.msb.se
Publ.nr MSB998 – november 2016 ISBN 978-91-7383-661-6