

# Geografiska informationssystem

Risikanalys, olycksprevention och  
skadebegränsande åtgärder



**RÄDDNINGSS  
VERKET**

Denna rapport ingår i Räddningsverkets serie av forsknings- och utvecklingsrapporter. I serien ingår rapporter skrivna av såväl externa författare som av verkets anställda. Rapporterna kan vara kunskapssammanställningar, idéskrifter eller av karaktären tillämpad forskning. Rapporten redovisar inte alltid Räddningsverkets ståndpunkt i innehåll och förslag.

2000 Räddningsverket, Karlstad  
Räddningstjänstavdelningen  
Beställningsnummer P21-087/94  
1994 års utgåva

# **GEOGRAFISKA INFORMATIONSSYSTEM (GIS)**

***Principer för geografiskt informationssystem för riskanalys, olycksprevention och skadebegränsande åtgärder***

***SAFETY - GIS DYNAMICS***

***Tommy Rosenberg***  
***Räddningsverket***

***Kurt Esko***  
***Umeå universitet***

Sökord: geografiska informationssystem, GIS, säkerhet, kvalitet, visuell planering



## 1 Introduktion och syfte

Olyckor utgör betydande kvalitetsbrister i samhällsutvecklingen som måste bekämpas. Här behandlas olyckor som fordrar någon typ av räddningstjänst. Det kan vara bränder, explosioner, kemikalieutflöden, ras, skred, översvämningar och liknande. För olycksprevention är det grundläggande att synliggöra riskkällor och olycksorsaker samt att så långt möjligt klarlägga gränser och förhållanden av betydelse för säkerheten. Med hjälp av bilder och kartor (mental maps) har människan länge sökt beskriva sin omvärld. Här diskuteras och exemplifieras hur geografiskt bunden information, även tidsgeografiskt, kan användas för visuell planering och utvecklas till effektiva verktyg för riskanalys, olycksprevention och skadebegränsande åtgärder på lokal nivå. Syftet är att redovisa några principer för uppbyggnaden av ett geografiskt informationssystem, Safety-GIS Dynamics, utifrån kommunernas bedömda behov och krav samt att ange några tillämpningsområden. Kvalitativa kriterier, kvalitetsutveckling och kvalitetssäkring lyfts särskilt fram.

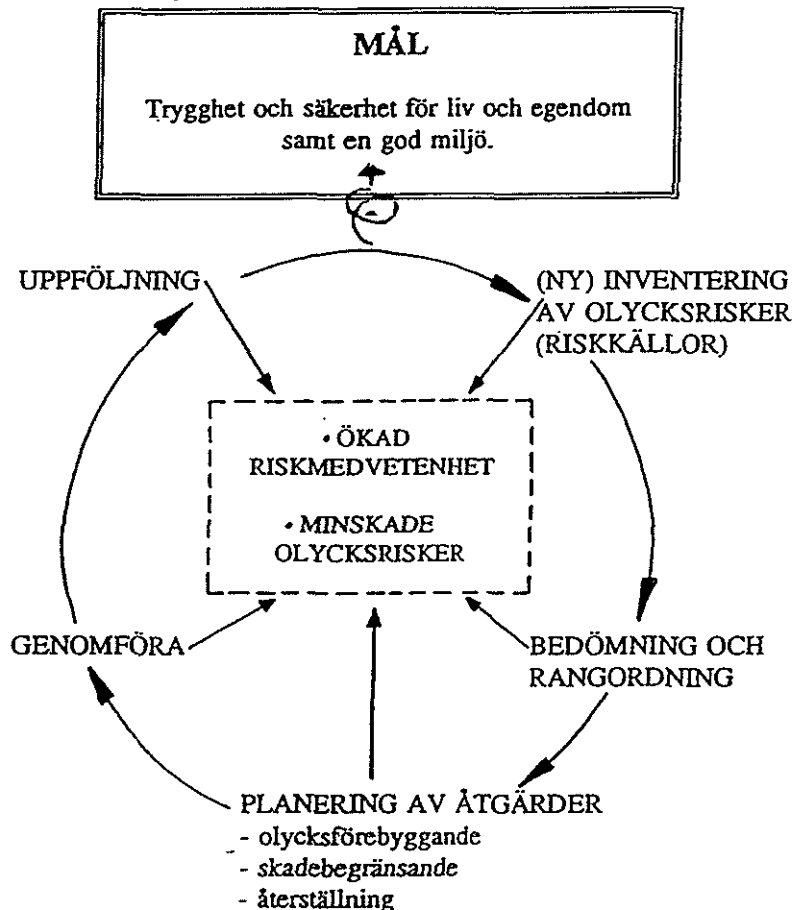
## 2 Olyckor och planering för säkerhet

Olyckor är globala problem. Stora ekonomiska värden går förlorade till följd av dem. De förorsakar ofta skador på människor som fordrar sjukhusvård, men även dödsfall. I Sverige uppskattades den sammanlagda samhällskostnaden för personskador till följd av olyckor för år 1990 till cirka 55 miljarder kronor eller 4 % av bruttonationalprodukten (1). På såväl kort som lång sikt påverkas även miljön negativt av olyckor. Konsekvenserna av inträffade olyckor och tillbud samt analyser av olika riskobjekt visar att samhällets nuvarande strategi inte räcker till för att trygga livskvaliteten. Livskvalitet definieras här som människors hälsa och säkerhet, skydd för egendom och miljö. Utgångspunkten här är att det inte är givet med olyckor i samhället. Åtgärder för att förebygga olyckor och begränsa deras skador är akut nödvändiga. För systematisk olycksprevention är det grundläggande att riskkällor klarläggs och att gränserna för säker verksamhet synliggörs. Det finns flera problem förknippade med det som också flera forskare belyst. Bland dem J. Rasmussen (2) och W. Wagenaar (3).

"There seems to be a natural migration toward the boundaries of acceptable performance in any active work organisation. Human behaviour in any system is shaped by objectives and constraints which must be respected by the actors for work performance to be successful. Such objectives and constraints define the boundary conditions of a work space within which the human actors can navigate freely"(2).

" My own impulse, after reading hundreds of accident histories, is that those who are running risks cannot always be said to have taken the risks, because they were simply not in the position to make appropriate analysis. The problem is therefore not one of risk taking, and consequently risk communication is not the solution that will prevent similar accidents in the future"(3).

Olycksorsaker måste utredas för att relevanta åtgärder ska kunna vidtas. För att åstadkomma förbättringar måste åtgärder-  
nas effekter kontinuerligt mätas. Det är viktigt att olycks-  
förebyggande åtgärder och robusta system utvecklas i samklang  
med samhällsutvecklingen. Inte, som så ofta sker idag, efter  
det att olika samhällsviktiga beslut har fattats. Härtill for-  
dras ökad kunskap, förändrade attityder och beteende hos all-  
mänheten, politiker, förvaltningar och organisationer.  
Riskanalys är relativt nytt för den kommunala räddningstjänsten  
i Sverige. Kommunernas riskhanteringsarbete påbörjades i slutet  
av 1980-talet. Räddningsverkets riskhandbok har haft betydelse  
för utvecklingen av den svenska räddningstjänstens riskanalyser  
(4). Kommunal riskanalys och arbetet för ett säkrare samhälle  
måste vara en ständigt pågående process. Beskrivningen nedan  
bygger på E. Demings helix för ständiga förbättringar (5).



Processen inleds med en nulägesbeskrivning genom en inventering av risktopografien. Vilken utgörs av olika riskkällor, som om de kommer lösa, kan innebära bränder, explosioner, kemikalieutflöden, översvämningar, etc. Ytterligare exempel på riskkällor är ras- och skredområden och transporter av farligt gods. Erfarenheter från inträffade tillbud och olyckor ska tas tillvara.

Därefter görs bedömning och rangordning av riskkällorna. Efter genomförda orsaks- och konsekvensanalyser planeras och genomförs kostnads/nyttoprövade olycksförebyggande- och skadebegränsande åtgärder. Åtgärderna ska följas upp mot det övergripande målet; ett tryggt och säkert samhälle.

Räddningstjänsten ställs inför allt svårare, ibland omöjliga, uppgifter. Genom den sektoriella inriktningen av olika verksamheter saknas idag ofta gemensamt planeringsunderlag och mål. För att systematik olycksprevention ska kunna bli effektiv behövs ett brett samarbete på alla nivåer i samhället, t.ex inom och mellan olika kommunala förvaltningar, mellan kommuner och industrin, med allmänheten, m.fl. De kommunala riskbilderna kan vid behov sammanställas länsvis. Av beredskapsskäl ska sekretessen beaktas.

### 3. Organisationer, expertsystem och kvalitet

Många organisationer, däribland Räddningsverket och den kommunala räddningstjänsten, har skapats och utvecklas utifrån bestämda samhällsbehov. Offentliga organisationer är idag utsatta för starkt tryck till följd av en mycket dynamisk omvärld och ökat krav på effektivitet. USA's president har tagit initiativ till en omfattande översyn av den offentliga verksamheten (6). Även i Sverige pågår sådan översyn (7). Mål och strategier är grundläggande och får allt större betydelse för styrning och samordning av olika verksamheter. Väl definierade arbetsprocesser och mätning av resultaten är centralt för att nå uppställda mål. Det nya för många offentliga organisationer är att de upptäckt eller får erfara att de har kunder. Den kommunala räddningstjänsten uppgift är att skydda och rädda liv, miljö och egendom i samband med olyckor. Uppgiften gäller i fred och krig. Alla i kommunen, allt ifrån kommunstyrelsen, miljö- och hälsoskydd, sociala och tekniska förvaltningar, byggnadsnämnden och räddningstjänsten, till den enskilda människan har ansvar för att olyckor ska kunna förebyggas effektivt. Naturligtvis kan inte allt arbete göras på en gång. Prioriteringar måste ske. Realistiska kommunala mål bör formuleras. Flera kommuner efterfrågar nu ökat stöd för att utveckla och förbättra sina riskanalyser, men även olycksförebyggande och skadebegränsande åtgärder. Datorbaserade informations- och expertsystem kan utgöra sådant stöd. Med hjälp av olika ADB-system kan stora mängder information lagras, bearbetas och extraheras för olika brukares behov och krav. För att ADB-systemen ska bli effektiva är det dock nödvändigt att kommunerna redan från början klarlägger behoven och anger kvalitetskrav på systemen. I moderna tjänsteföretag sker allt mer arbete med hjälp av persondatorer. Moderna företag, oavsett bransch, måste för sin överlevnad utveckla och förädla kunskap. Kvalificerad, informerad och självständig arbetskraft behövs.

" The basic economic resource- "the means of production" to use the economist's term - is no longer capital, nor natural resources ( the economist's land), nor labour. It is and will be knowledge" (8).

Informationsteknologin och kunskapsuppbyggnaden omskapar organisationer, deras arbetsformer och verksamheter. Infor-

mation är numera globalt tillgänglig. Globala nätverk byggs upp mycket snabbt och används inom flera områden. Med hjälp av dator teknik kan numera kraftfulla expertsystem utvecklas som ger effektivt stöd i organisationernas arbete. Expertsystem är mest effektiva när de är en del av och stödjer organisationernas utveckling. Organisationsutveckling, datastruktur och kommunikationsformer är ömsesidigt beroende av varandra. Expertsystem definieras här som en eller flera databaser som innehåller expertens kunskaper, kompetens och regler. Expertsystemen har processorer som logiskt bygger upp och genererar svar på frågor baserade på fakta i systemet ingående databaser. Väl utvecklade system är öppna och möjliggör utbyte av information över systemgränserna. Effektiva organisationer i kunskapssamhället anser vi vara sådana som arbetar som levande och öppna system. Levande system har beskrivits av J Miller:

" How do you know that only matter-energy and information flow in a living system? A review of the literature indicates that no scientist has seriously suggested that anything else is transmitted or processed in living systems. And indeed, what else is there to be processed?"(9)

En intressant utvecklingslinje går mot objektsorienterade system. (10) Objektsorientering är en teknik för att utveckla datamodeller genom case-studies. Genom att arbeta med systemuppbyggnad genom case-studies kartläggs inte bara behovet av kunskap som ska lagras i databaserna. Arbetssättet tar även hänsyn till den context som systemen ska verka i samt hur människan som ska använda systemen uppfattar verkligheten. Det är viktigt att se databaserna som levande och öppna system så att delar kan bytas ut i systemet utan att helheten äventyras. Det är svårt att från början definiera hur ett system av databaser fungerar. Det kan därför vara bra att utveckla en prototyp av det tänkta systemet. Härigenom kan system utvecklas genom att beakta såväl brukarnas behov som utvecklarnas kunskaper samtidigt. Denna skrift ska därför i fortsättningen ses som ett försök till prototypering av en GIS-applikation med ett objektsorienterat synsätt. Allt arbete och utveckling av expertsystem måste vara välstrukturerade för att kunna kvalitetsbedömas, kvalitetssäkras och revideras. Systemen bör göras personoberoende så att såväl noviser som experter inom ämnesområdet kan utnyttja dem. De ska vara självinstruerande med möjlighet till stegvis individuell inlärning och bearbetning. Ny teknik ökar möjligheten till effektivitet samtidigt som den tekniska livslängden för produkter, produktmetoder, maskiner och administrativ teknik minskar. Det är även viktigt att bedöma systemets inverkan på organisationens sårbarhet så att ett så robust system som möjligt byggs in redan från början. En översiktlig genomgång av litteratur och några intervjuer (11,12) tyder på att något motsvarande Safety-GIS Dynamics ännu inte utvecklats. Kvalitet ska planeras in redan från början i systemens uppbyggnad och måste hela tiden säkras och mätas för att utvecklas. Kvalitetsutveckling sker med utgångspunkt i ständiga förbättringar och noll-fels strategier. Genom systematisk kontroll och mätning av resultat av olika åtgärder bedöms kontinuerligt förhållandet mellan nuläge och övergripande mål. Utveckling kan bland annat ske genom jämförelse och samarbete med andra genom benchmarking och bench-

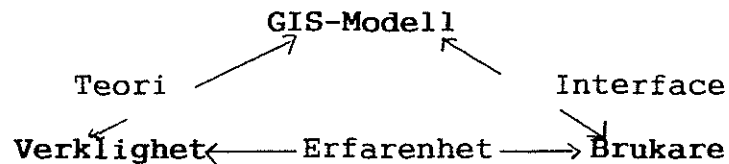


learning. Rätt kvalitet gäller inte enbart för expertsystemen utan krävs i målformulering, strategier, i organisationernas kunskaper, mm. Redovisning av den kommunala riskbilden bör tas med i kommunens gemensamma planeringförutsättningar (GPF). Resultaten kan med fördel redovisas med hjälp av kartor och områdesbeskrivningar. Där kan GIS ersätta de traditionella metoderna att sammanställa geografiskt relaterad information. GIS kan även användas tidsgeografiskt. Vilket behandlas mer utförligt nedan.

#### 4 Introduktion till Geografiska informationssystem (GIS)

I dagligt tal används Geografiska informationssystem som gemensamt begrepp för sådana ADB-system som fungerar som hjälpmedel för extraktion av geografisk lägesbunden information från geografiska data. GIS är system av databaser som utvecklas och koordineras för att analysera och beskriva olika aspekter av verkligheten. De kan användas som kommunikationssystem, simulering, analysverktyg och generering av ny kunskap samt som planeringsunderlag för beslut av olika verksamheter på flera nivåer(13). Kvaliteten i modellering av verkligheten, t.ex. val av data, insamling och bearbetning av olika data, är av avgörande betydelse för systemens tillförlitlighet och användbarhet. Även kostnadsmässigt har kvalitativ datahantering stor betydelse. GIS utvecklas snabbt och kan numera hantera stora mängder lägesbunden information. Vilket också ställer stora krav på databasuppbyggnad och lagringskapacitet, mm. GIS har multipla funktioner och används inom allt fler samhällsområden, t ex för kartproduktion, dataanalys, som informationssystem, i samband med projektering, vid förvaltning, för dokumentation, etc. Det finns inte ett GIS. De omfattar idag flera fackområden såsom datateknologi, kartografi, fjärranalys, geografi, statistik, och organisationsutveckling. Systemen utvecklas snabbt och till allt lägre kostnader. Olika brukare kan använda dem utan större förkunskaper. Fortfarande finns dock flera hinder för effektivt utnyttjande av systemen. Hindren har olika karaktär. Ett viktigt hinder är att olika brukare av GIS inte har tillräckligt utvecklade organisationer och processer för att maximalt utnyttja tekniken. Flera datorprogram för riskanalyser finns tillgängliga på marknaden idag, t.ex. olika gasspridningsmodeller. Tyvärr utvecklas ofta dessa program utan att från början beakta kundens/brukarnas kunskap, behov eller krav. Det kan få till följd att fel datasystem utvecklas eller att viktiga stödsystem utvecklas fel. Beslutsfattare och brukare har ofta inte tillräckligt tidigt gjort klart för sig om, hur, eller vilka datastöd som finns eller som behövs i utvecklingsarbetet. Ofta har de svårigheter med att bedöma reliabilitet och validitet hos de olika modellerna. Vad som nu i hög grad är aktuellt är den kvalitativa aspekten på utvecklingen av teoretiska GIS-modeller, deras validitet och reliabilitet vid datainsamling, lagring och presentation av data och geografiskt bunden information, ökad flexibilitet, mm. Det måste redan från början göras klart att GIS inte har något egenvärde och beskriver endast modeller av verkligheten. De utvecklas bäst och blir mest lönsamma när kunden och brukarens behov står i centrum för utvecklingen.

Nedanstående bild beskriver mycket översiktligt förhållandet mellan verklighet, GIS-modell och brukare.



Erfarenhet och kultur har stor betydelse för vår uppfattning av olycksriskerna. Många forskare har belyst dessa problem. De kulturella skillnaderna i riskuppfattning har framförallt belysts av Douglas och Wildavsky (14). För en fruktbar dialog för positiva förändringar av den kommunala riskbilden bör beaktas att behov expertsystem och deras innehåll skiljer sig mellan olika brukare och ändamål. Det är av stor betydelse vid systemutveckling att tidigt göra klart för sig om och varför expertsystem behövs. Det är vidare viktigt att ställa kvalitetskrav, ange brukare av systemen, ange hur systemen ska användas inkluderande bruksanvisningar. När GIS används för datafångst, databearbetning, etc. kan flera olika feltyper uppstå. Varje process kan generera fel. Varje brukare och dataoperatör måste därför vara medveten om att ett komplext system som GIS inte okritiskt kan användas trots olika felkontroller och kvalitetsutveckling av databaser. Exempel på möjliga felkällor är; datans ålder, kartskalor, relevans, format, tillgänglighet, tillförlitlighet i positioner, datakällor, numeriska fel i datorer, problem med kartoverlays, attributfel och mjukvarans algortimer. Fel som kan påverka ett GIS har olika kriterier. De kan genereras vid insamling av data, vid bearbetning, reproduktion eller tolkning samt bruk av data. De kan förorsakas av såväl människan som datamaskinen. Positionsfel finns hos punkter, linjer och areor som kan få fel koordinater. Positionsfel kan kvantifieras med hjälp av statistiska mått. Attributfel är svårare att hantera och går inte att kvantifiera. Denna typ av fel uppstår när attributen får felaktig kategorisering. Kategoriseringen är antingen rätt eller fel. Det är inte självklart eller enkelt att definiera olika objekt och attributvärden. Ytterligare fel kan uppstå genom att den omvärld man försöker beskriva modelleras med föråldrade data, gränser har flyttats, markområden omdisponerats, riskobjekt upphört, nya vägar har tillkommit, osv. Fel vid digitaliseringen kan genereras på grund av såväl psykiska som fysiologiska orsaker. Den manuella digitaliseringen kan ersättas med automatiska procedurer. Detta utesluter ändå inte att fel kan uppstå. Genom automatisk digitalisering kan vektor- eller raster baserade kartor erhållas. Transformerings av datafiler från ett format till ett annat innebär alltid förvanskning av data. Dataförlust eller tillägg kan lätt smyga sig in i den nya GIS-filen. När de i systemet ingående databaserna är klara tar arbetet vid datorskärmen vid. Arbetsmomenten är datasökning, datainhämtning, 3 D modellering, inläggning av buffert- och eller riskzoner kring olika objekt, överläggning av olika skikt, nätverksanalys, mm. I detta arbete kan två olika feltyper uppstå nämligen internt fel, genom mjukvaran eller datorn samt externt fel genom människan själv. Interna fel finns inbyggda i algoritmerna vid olika beräkningar. De kan också härledas till mjuk- och hårdvarans begränsningar. Då mjukvaran i ett GIS omfattar tiotusentals

satser kan man utgå från att det finns fel i programvaran. Samverkande fel är svåra att förutse. Sammanställning av information med nonsens-samband kan vid en okritisk analys förorsaka fel i utdata som om det upptäcks i efterhand kräver mycket extra arbetet i felsökning och korrigeringar. Utdata kan med hjälp av flerfärgskrivare presenteras på tilltalande sätt. Den tilltalande bilden kan vara svår att kontrollera, ibland blir det omöjligt. Genom de vackra diagram, kartbilder med överlägg, buffringar, etc. som GIS kan producera finns en uppenbar möjlighet att ta till sig resultaten kritiklöst. Där beslutsfattare och expert tidigare använde sin rutin, kompetens, kunskap och ibland intuition kan det bli svårt att stå emot de fantastiska resultat som dagens datorer kan åstadkomma. Detta samtidigt som datorernas kapacitet kan utnyttjas för att studera, analysera och simulera olika scenarios utan att äventyra liv, miljö eller egendom.

## 5 Principer för uppbyggnad av Geografiska informationssystem för riskanalys, olycksprevention och skadebegränsande åtgärder; Safety-GIS Dynamics.

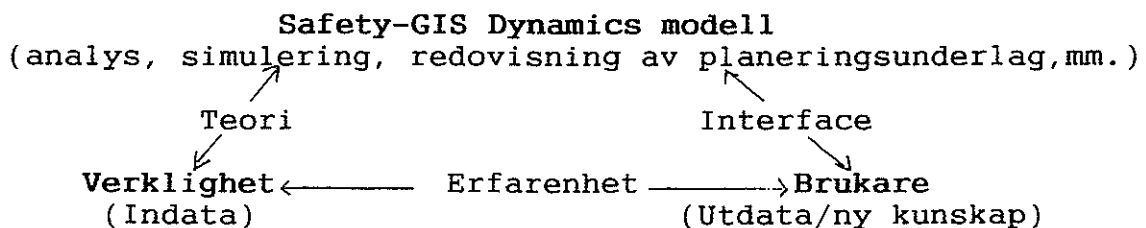
Kvalitet bedöms av brukaren. Det kan gälla frågor om hur väl en karta eller given information motsvarar olika behov och önskemål eller vilken skalindelning kartan ska ha. En räddningsledare behöver vid skogsbrand en karta med skalindelning på 1:100.000, medan han vid en sjukhusbrand behöver en mer detaljerad bild. Begrepp som objekt, attribut och relationer är väsentliga vid uppbyggnaden av olika GIS. Några exempel:

**Objekt :** riskobjekt (med riskkällor); Upplag med gasolflaskor  
**Attribut;** ett eller flera attribut beskriver objektens egenskaper. Ett objekt som har en riskkälla, gasol. Gasol är explosiv och brännbar.

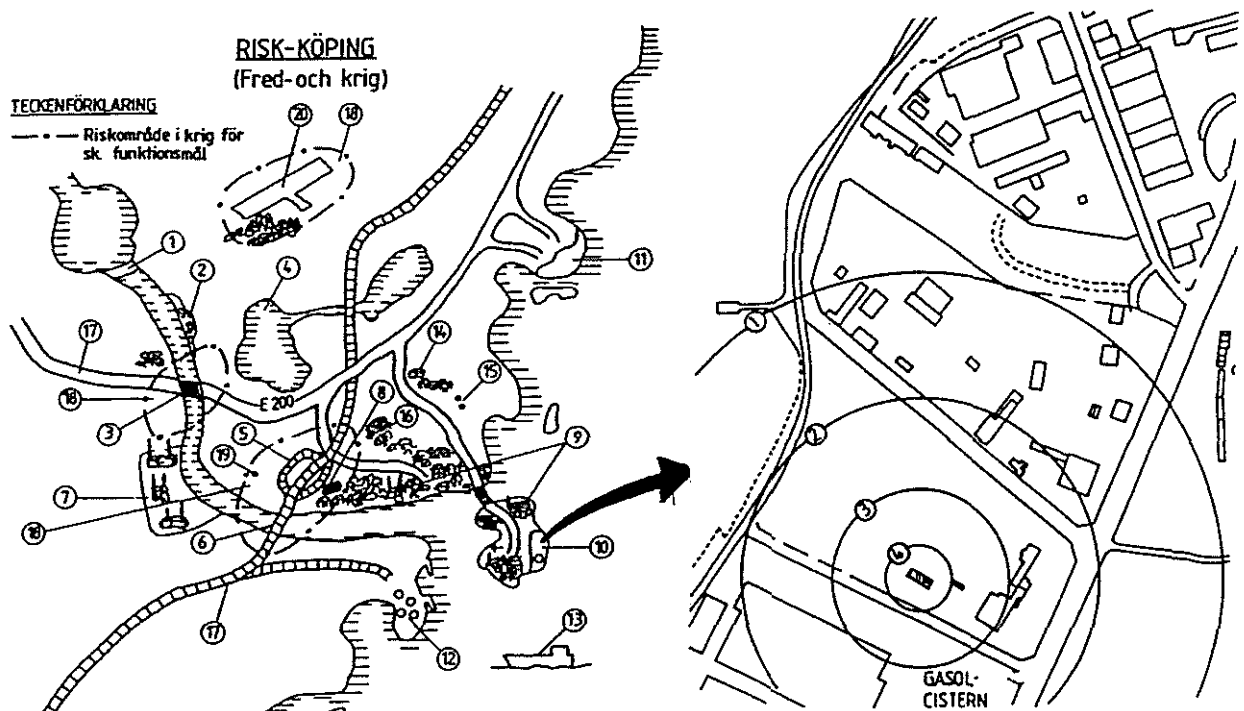
**Relation;** objekten står i olika relationer till varandra. Riskobjektet med riskkällan gasol, av en viss mängd, ligger i en byggnad invid en väg med stor trafikmängd

### 5.1 Safety-GIS Dynamics

Safety-GIS Dynamics ska kunna svara på olika frågor, t ex var finns riskobjekt A? Vilka riskkällor (attribut) finns i A? Vilken är A's relation till riskobjekt B? Vilka objekt finns intill A med motsvarande attribut? Processen för ett säkrare samhälle innebär att mångdimensionella problem behöver beskrivas och lösas. Krav på expertsystemens uppbyggnad, funktion och utveckling är beroende av den nivå problemen ska redovisas och analyseras på samt de ambitioner och mål som sätts på denna nivå. Nedan ges en översikt av ett GIS för riskanalys, olycksprevention och skadebegränsande åtgärder för lokalt bruk benämnt Safety-GIS Dynamics.



I en första prototyp för praktisk test och fortsatt utveckling bör Safety-GIS Dynamics kunna sammanfatta, beskriva och ajourhålla den kommunala riskbilden, såväl för helheten och för valda delar. Den ska kunna arbeta snabbt med god precision och aktivt bidra till den kunskapssökande processen för en säker kommun. Detta kräver kartering av alla relevanta risk- och skadeobjekt i kommunen, bedömning av olycksscenarios baserade på identifierade riskkällor, simulering, orsaksanalyser, mm. Förhållandena ska sedan relateras till lägesbunden information. Nyckeln till Safety-GIS Dynamics är fastighetsbeteckning och koordinater. Till fastigheten relateras all relevant information om riskkällor, relationer mellan risk- och skadeobjekt, inträffade olyckor, bedömda olycksorsaker, bedömda bombmål, åtgärder enligt brandsyn, osv. Informationen ska kunna ajourhållas, kompletteras och beskriva förändringar över tiden. Med hjälp av analysmetodiken i Räddningsverkets riskhandbok och olika konsekvensanalyser kan översiktliga bedömningar av den kommunala riskbilden ske. Beskrivning av olycksorsaker, inriktning av olycksförebyggande åtgärder och mätning av deras effekter kan ske retrospektivt med hjälp av Shewhart-Ishikawa- och Pareto diagram. Nedanstående figurer är exempel på översiktlig kommunal risktopografi samt konsekvensanalys för ett riskobjekt som kan åskådliggöras med hjälp av GIS (15,16).



Följande viktiga moment bör särskilt uppmärksammas och beaktas av vid utveckling av Safety-GIS Dynamics:

Precision:	hur väl den dokumenterade delen återges
Användbarhet:	hur väl datan kan användas för sitt syfte
Kompatibilitet:	samstämmighetsgrad mellan olika värden/data
Överensstämmelse:	ange hur datafångsten överensstämmer med verkligheten. Te x fjärranalysresultat med verkligheten. Moln har dolt jordytan.
Upplösning:	ange upplösning av det minsta föremålet som återges i använd bild

Fullständighet: ange hur fullständig databasen med relevanta uppgifter är för det undersökta området

Grundläggande villkor för utveckling av modellen är att syftet anges och att brukare är med redan från början i utveckling av systemen samt att kontinuerlig utvärdering och modifiering sker tillsammans med brukarna. Vidare att kunskapsinnehållet ska kunna användas för att formulera åtgärdsalternativ och beskriva effekter av åtgärder över tiden samt att seriösa kostnadsanalyser genomförs efter alternativa jämförelser. Modellen ska kunna användas av personer med varierande sakkunskap och datorkunnande, t.ex. att förekommande beräkningar, metoder och användning ska vara väl förklarade.

Modellen ska klara dialogen med brukaren. Med hjälp av bilder bör såväl metoder och egenskaper hos systemet som analysresultat kunna beskrivas liksom att programsystem ska väl lämpa sig för utbildning på grundläggande nivå, för fortbildning och påbyggnadsutbildning.

I ett första steg bör modellen bygga på befintlig kunskap och databaser. Parallellt utvecklas ytterligare databaser som är interaktiva, datalogiskt drivna med tidsaspekten integrerad i systemet och som ger ökade möjligheter till visuell planering. Hög kvalitet för hela systemet och dess delar krävs för att motsvara brukarnas krav och behov. Följande kvalitetsmått bör beaktas vid utveckling av Safety-GIS Dynamics:

#### Kvalitetsmått

-behov	olika brukare, kort och lång sikt
-relevans	rätt sak utvecklas rätt
-kostnad	cost/benefit, för del och för helheten
-tillgänglighet	utifrån brukarnas behov
-behörighet	nyttjande rätt till information
-fullständighet	successiv uppbyggnad, allt mer förfinat
-detaljeringsgrad	beaktar olika nivåer, kartbild
-avvikelsegrad	anges för varje vital del
-precision	anges för varje vital del
-presentationsförmåga	snabbhet, exakthet, tydlighet, överskåd- lighet
-tidsperspektiv	kort och lång sikt, processdynamik
-validitet och reliabilitet	generellt och för systemets delar
-geometrisk exakthet och upplösningsförmåga	för varje vital del och för helheten
-ajourmöjligheter	för varje vital del och för helheten
-aktualitet	bedöms genom kvalitetsrevision
-attribut och relationer	fyra nivåer: kommunal översikt, delområde, riskobjekt med system, riskkällor
-robusthet	tålighet vid elavbrott, evakuering
-sekretess	av säkerhetsmässiga skäl
-koppling mellan databaser, geometri och projektion	raster- eller vektorbaserad
-kodning av data	entydighet och relevans
-feed back	
-utveckling	öppna system

Prospektiv analys bör också kunna göras med hjälp av Safety-GIS Dynamics. Detta bör kunna ske genom simulering av olika skadehändelser samt presentation av olika dynamiska förlopp i såväl rum som tid. Resultaten av inventering, bedömning och rangordning av olika objekt och riskkällor utgör planeringsunderlag för olika åtgärder. Redovisning med hjälp av bilder och kartor underlättar förståelsen och gör det lättare att redovisa och kommunicera analysresultaten. När man i kartbilden kan införa höjddata ges djupverkan som ökar analysmöjligheterna och en ytterligare dimension erhålls.

### 5.1.1 Databaser

Följande databaser föreslås för Safety-GIS Dynamics:

#### Kartdatabas

Geografiska förhållanden

Höjd, markförhållanden, vattendrag, etc.

#### Demografi

Demografiska förhållanden

Alder, kön, antal, boplat, mm.

**Fastighetsdatabas.** Fastighetsdata och deras koordinater är nyckel till systemet och i det praktiska arbetet.

Bebyggelsestruktur

Bostäder, industriområden, etc

Riskobjekt- och riskkällor i fred och krig

Riskkällor, mängder.

Relationer mellan risk- och skadeobjekt. I objekten inträffade olyckor, bedömda bombmål, bedömda åtgärder enligt "brandsyn" och intern kontroll, mm.

**Databas för olycksstatistik**

Olyckstyp (Skadehändelser, plats Nationellt/internationellt) Konsekvensbeskrivning, orsaker.

**Marktypsdatabas**

Med angivande av konduktivitet, markens tjocklek, mm

**Simuleringsmodeller**

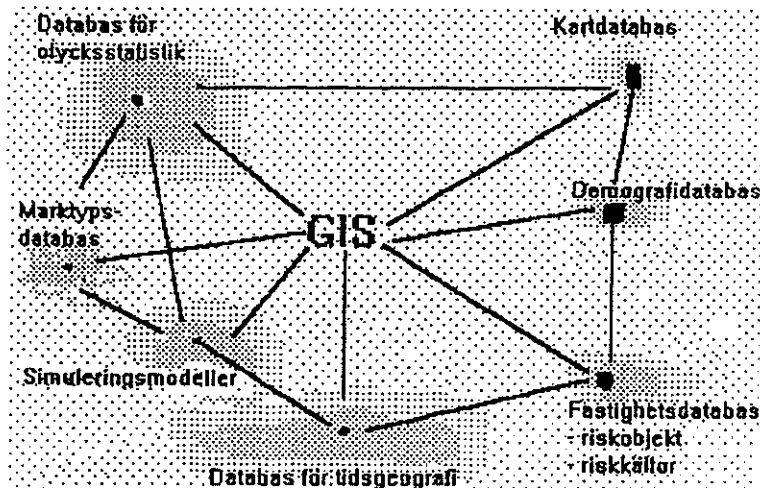
Konsekvensanalys, prediktering och simulering samt retrospektion

**Databas för tidsgeografi**

Tids- och rumsrelaterad information, processer, mm.

Flera av ovan angivna databaser finns redan, men är olika utvecklade. De kan utnyttjas redan idag, men kvaliteten måste ses över och förbättras. Simuleringsmodeller som redan nu kan användas är de som simulerar gasspridning i atmosfären, kemikaliers spridning i mark och vatten, brandspridning i skog. Exempelvis RISK, ALOHA, CHEMS-PLUS. Dessutom föreslås här en utveckling av en databas för tidsgeografi. System för tidsgeografi finns idag, men är inte anpassat för riskhantering. Exempel på system är Simula och I-think (12). En stor del av den data som behövs är färskvara. För att kunna genomföra successiva förändringar och påbyggnader måste systemen vara

öppna. Modellen måste hela tiden byggas upp utifrån brukarnas krav och behov. Åtkomst av data och äganderätt till den måste klarläggas innan de kan läggas in i modellen. Databaserna kan inte helt beskriva verkligheten. Utveckling av Safety-GIS Dynamics bör därför ta fasta på vad som kommit fram inom kaosforskning och fuzzy logic där olika fenomen beskrivs som oformliga och diffusa (17) Nedanstående figur illustrerar detta.



Fastighetsdatabaser liksom demografi- och kartdatabaserna bedöms vara relativt tillförlitliga. Kvaliteten av nuvarande simuleringsmodeller behöver ses över. Detsamma gäller för de gasspridningsmodeller som hittills tagits fram. Databaser med olycksstatistik utvecklas i Sverige. Bland annat genom Räddningsverket. Validitet och reliabilitet i dessa system för systematisk olycksprevention bedöms av oss som låg. Kartmonopolets tillämpning i Sverige innebär fördelar och nackdelar. Till fördelar hör reliabiliteten. Till nackdelar, för kommunernas utveckling av GIS, hör stora kostnader förknippade med utnyttjande av kartmaterialet. Detta problem bör snarast undanröjas.

### 5.1.2 Brukare och användningsområden

Brukarnas aktuella behov och frågeställningar utgör utgångspunkt för utveckling av Safety GIS Dynamics. Tänkt brukare och ansvarsområden på lokal nivå är framförallt ansvariga kommunala politiker och tjänstemän för översiktsplanering, byggnadsnämnd, miljö- och hälsoskydd, räddningstjänst och beredskapsplanering. Idag utvecklas GIS på regional nivå (Läns GIS) inom flera områden. Till exempel för trafiksäkerhet. Safety-GIS Dynamics ska kunna användas för:

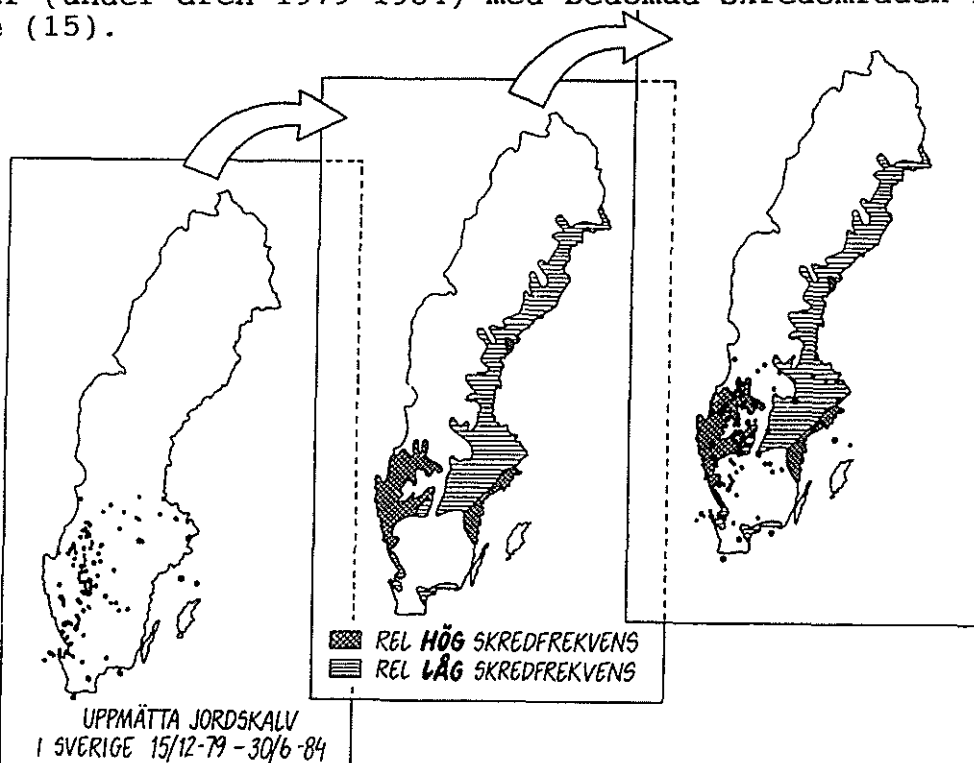
- omvärldsanalyser
- riskanalyser och beskrivning av samhällsförändringar
- orsaksanalyser
- konsekvensanalyser, simulering och prediktering av olika skadehändelser och clusterbildningar, t.ex för att förebygga bränder.
- lagring av tillbuds- och olycksstatistik,
- ajourhållning av riskkällor och riskobjekt,

- kommunal översiktplanering och industrietablering,
- vägutbyggnad och transporter av farligt gods,
- kommunal beredskapsplanering, mm.

Modellen ska snabbt kunna redovisa och ge svar på viktiga frågor t.ex:

- \* beskriva den kommunala riskbilden i sin helhet och delar,
- \* redovisa riskområden för ras och skred i kommunen,
- \* redovisa var i kommunen ammoniak lagras med en större mängd än 50 ton,
- \* redovisa var byggnader med fler än 5 våningar ligger i kommunen,
- \* visa kommunens vattentäkter samt förhållandet mellan dem och transporter med farligt gods samt visa på kommunens alla industriområden,
- \* redovisa var bränder i kommunen skett under det senaste åren (cluster),
- \* redovisa skolor i kommunen som gränsar till riskobjekt,
- \* visa på förhållandet mellan bedömda översvänningsområden och kommunens fastigheter samt kunna redovisa och flytta spridningsmodeller på kartor

Genom Safety-GIS Dynamics erhålls ny kunskap för visuell planering i flera dimensioner även tidsgeografiskt. Nedan ges ett exempel genom en sammanläggning av riskbilden för jordrörelser (under åren 1979-1984) med bedömda skredområden i Sverige (15).



Jämför man kartbilden med uppmätta jordskalv med den för områden med skredrisk sammanfaller flera områden. Jordskalv kan, inom dessa områden, bli den utlösande faktorn för jordskred. Eftersom befolkningens dagtid och natttid varierar på olika platser i kommunen kan konsekvenserna av olika skadehändelser dramatiskt variera över dygnets timmar. Även detta förhållande kan belysas (demografidatabas) genom den här redo-



visade modellen. GIS-modellens databaser bör uppdateras ofta. Även gentemot varandra. På så sätt kan fel tidigt korrigeras.

### 5.1.3 Krav på systemet.

Efter beslut om bruksområden bör förvaltningsmässiga och formella krav för varje bruksområde klargöras. Exempel på kravområden är: driftsförhållanden, sekretess, planläggningsuppgifter, informationsförmedling, standardisering och uppbyggnad av databaser, samarbetsformer internt och externt, ansvarsfrågor och avtal, samordningsbehov, organisationsform och gemensamma definitioner är väsentligt att klargöra tidigt.

### 5.1.4 Prioritering

Prioritering och uppbyggnad av systemet är i första hand avhängigt av den kommunala strukturen och kommunens riskbild. Det är bara relevanta data som ska behandlas. Datakvalitet och datamängd måste klargöras tidigt. Inte minst av kostnadsskäl. Det kan till en början vara svårt att få fram erforderliga data. Uppgifter finns ofta inte strukturerade för direkt användning i Safety-GIS Dynamics. Uppgifter finns kanske inte i den enskilda kommunen. Andra kommuner måste tillfrågas. För vissa olyckstyper, t ex transporter av farligt gods, behövs internationellt samarbete. Dvs. en utvecklad kunskap och större datamängder än vad den enskilda kommunen förfogar över. Prioritering kan även gälla i vilka steg modellen ska byggas upp.

Exempel:

- Steg 1. Digitaliserad kartdatabas över kommunen och vitala områden.
- Steg 2 Viktig infrastruktur, fastighets- och demografiska data
- Steg 3 Uppgifter från olika befintliga register matas in, t ex från miljöregistret
- Steg 4 Beskrivning potentiella riskkällor och konsekvensanalyser (bedömda dimensionerande skadehändelser och värsta fall)
- Steg 5 Sammanställning av (1-4) för vitala delar av kommunen.
- Steg 6 Utvecklad riskanalys, orsaksanalyser, simulering, samhällsförändringar beskrivs tidsgeografiskt, etc.

Objektstyper, riskkällor och skadeobjekt som ska vara med i systemet bör prioriteras med angivande av säkerhets- och skyddsavstånd. Modellen bör byggas upp stegvis utifrån tillgänglig data som sedan successivt utvecklas. GIS blir aldrig färdiga. De behöver ständigt färsk data, revideras, kalibreras. Kostnads/nyttanalyser ska göras för varje bruksområde och för systemet som helhet.

### 5.1.5 Geometrisk representation och relationer

Regler för objektstypernas representation är nödvändiga för att klargöra geometriska baser. Till exempel val av vektor och/eller raster representation. Det bör också tidigt utredas om och hur viktiga objekt ska redovisas. Vilket kan ske som punkter, linjer eller flata ytor. Varje viktig objektstyp ska geometriskt skräddarsys. Vattentäkt kan till exempel redovisas

som flat yta, en väg som en linje, osv. Den geometriska representationen bör ta hänsyn till olika kravnivåer för riskanalyser såsom; regional - och kommunal översikt, ett specifikt industriområde eller fördjupade riskanalyser, t.ex. för rör-system. Relationer ( gränser, vägar, ägarförhållanden, etc) bör anges mellan olika risk- och skadeobjekt. Relationer kan ses som system i system. Systemnivån bör alltid anges. Exempel på nivå riskkälla och olyckstyp är:

Nivå	Riskkälla	Olyckstyp
Globalt och nationellt	Kärnkraftverk	Kärnenergiolycka
Län	Damm	Översvämning.
Kommun och kommunal	Ogallrad skog/värme	Skogsbrand.
Område eller riskobjekt	Industri	Kemikalieutflöde

Det bör observeras att objekt kan vara såväl riskobjekt som skadeobjekt. Exempel ett sjukhus kan säkerhetsmässigt ligga fel i förhållande till en riskfylld verksamhet och kan i sig vara ett riskobjekt om det börjar brinna. Flera olyckor utvecklas utifrån "dominoprincipen"; en brand leder till en explosion som i sin tur leder till ett kemikalieutflöde.

## 5.2 Utveckling av Safety-GIS Dynamics

I ett nästa steg utvecklas Safety-GIS Dynamics med hjälp av tidsgeografiska modeller. Sådana modeller som möjliggör ett processtänkande måste kunna arbeta med komplexa system och parallella processer. Vilka har beskrivits av Holm, Mäkilä och Öberg (18) De menar att det stora problemet med analys av dynamiska förlopp är att flertalet begrepp i språket avbildar statiska förhållanden. Tiden betraktas både som ett kontinuerligt flöde och som ett utrymme för packning av aktiviteter. En tidsgeografisk ansats arbetar med hypotesen att processer och tillstånd hela tiden varierar mellan dynamiska och statiska förhållanden. De kan dock tillfälligt åskådliggöras inom väl definierade gränser. Beslut och handlingar påverkar hela tiden samhällsprocessen och därmed vår livskvalitet.

"A deep reservoir for striking images is the dynamical system. Dynamical systems are models comprised of the rules describing the way some quantity undergoes a change through time" (19)

Tidsgeografisk information kan användas för riskhantering på flera olika sätt och på flera nivåer. Safety-GIS Dynamics bör kunna avbilda processer i ett samhällsförlopp, t.ex. en kommuns utveckling (hela eller delar), över tiden, med beaktande av säkerhets- och miljöaspekter. På sikt ska modellen kunna lösa multivariata tidsrelaterade problem. Genom tidsgeografiska redovisningar tydliggörs förhållandet mellan avgörande beslutstidpunkter, åtgärder och resultat av betydelse för den kommunala säkerheten. Fördelar med avancerad teknik är att beskrivningar av olika förlopp kan redovisas mer i detalj. Nackdelar är bland annat att det blir svårt för brukarna att känna till och förstå de regler som finns inbyggda i modellen. Den blir en black-box. Tidsförhållanden och ordningsföljden mellan avgörande beslut och åtgärder i tiden bör klarläggas för att erhålla helhetsperspektivet. Ett aktuellt exempel är utveckling av

infrastruktur vid Göta älv. Längs älvens båda sidor finns bedömda skredriskområden och redan utvecklad infrastruktur och bebyggelse. En ny väg ska byggas. Hur kan detta ske med beaktande av skredrisken? Vilka alternativ finns? En järnväg ska breddas. Hur kan det ske med beaktande av skredrisken? Sådana förhållanden bör kunna beskrivas, även tidsgeografiskt, med hjälp av Safety-GIS Dynamics. Även potentiella översvänningsområden kan ajourhållas och uppdateras med hjälp av en dynamisk GIS-modell. Modellen bör utvecklas för simulering av skadehändelser över tid liksom för kombinerade skadehändelser. Microsimulering bör också kunna ske med hjälp av GIS. En processindustri med olika rördragningar kan erhålla indikatorer och aktivatorer likt ett nerv- och känselsystem. Indikatorerna känner av och anger hela tiden rätt och fel i systemet. Aktivatorerna reglerar säkra förlopp utan inblandning av människan. GIS kan åskådliggöra hela processen. Ett annat exempel är en förteckning och redovisning, över tiden, av alla fastigheter som brunnit i kommunen. Genom avläsning av cluster kan relevant information för räddnings tjänstplanering erhållas. Tyvärr är interdisciplinära och praktiska GIS applikationer fortfarande sällsynta (20)

### 5.3 Kvalitetsrevision

Kvalitetsrevisioner kan ske genom såväl intern som extern medverkan. Ofta är en extern medverkan att föredra eftersom mer opartiska åsikter kommer fram. Det externa valet är dock inte enkelt. Kvalitetsrevision kräver god kunskap i kvalitetsutveckling och kvalitetssäkring samt kunskap inom sakområdet. Denna kompetens är troligen svår att finna idag för den här beskrivna modellen. Kvalitetsrevision ska beakta helheten och delar av systemet. Vid kvalitetsrevision ska fleras intressen beaktas. Dessa kan vara systemets uppdragsgivare, brukare, projektledare och revisionsbeställare. Systemutveckling bör schemaläggas för att revision ska kunna ske under arbetets gång. Revisionen ska snabbt och enkelt kunna följa arbetets effektivitet, kostnadsbild och tidsförhållanden. Härigenom kan revision också tidigt ge råd och synpunkter. Kvalitetsrevisionen bör minst omfatta:

utvecklingsprojektet	( arbetssätt, effektivitet, kostnad)
resultat	( realisering av projektmål)
produkt	( produktens kvalitet ur brukarperspektiv)
rapport	( om systemets bedömda kvalitet)
uppföljning och modifiering	( efter en tid av användning gm test)
slutrapport	( erfarenhet från hela arbetet)

Test av informationssystem genomförs, på olika sätt, såväl under som efter systemutvecklingen. Test genom:

- enhetstest ( testar varje enhet för att upptäcka fel)
- integrationstest ( testar gränssnitt mellan enheter samt mellan system och brukare)
- funktionstest ( testar systemets funktion i sin helhet och delar, kvalitet, användbarhet för brukare)

Vid test av systemet bör såväl black-box som white-box metoden användas. Black-box anger förhållandet indata och utdata.

White-box test beaktar indata, utdata samt uppbyggnaden av GIS-modellen.

## 6. Framtid; från Safety-GIS Dynamics till Safety-Virtual Reality

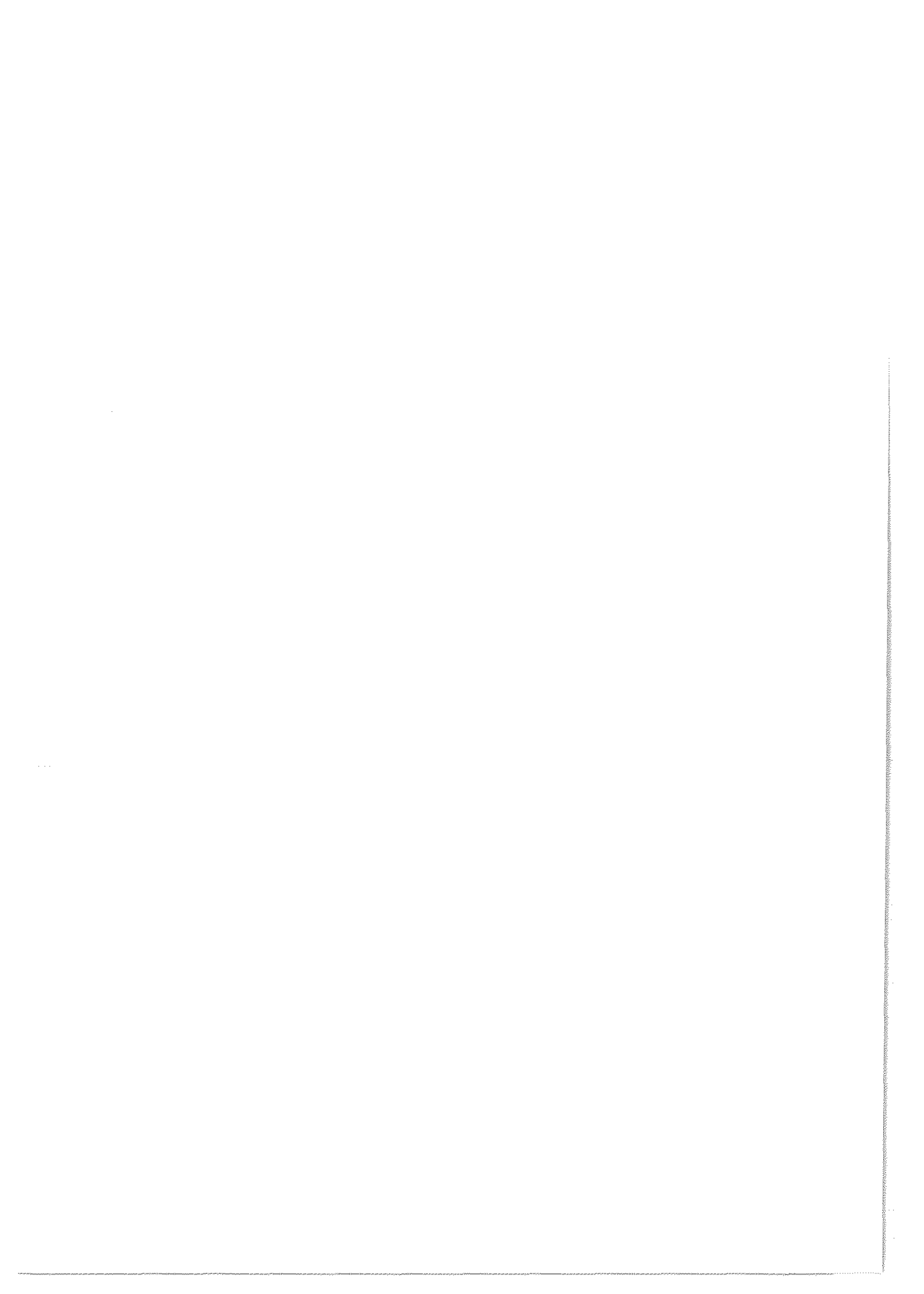
Utvecklingen av expertsystem går mycket snabbt. Global kommunikation kan idag utnyttjas och anpassas till olika brukare. Kvalitessäkring och standardisering av data och databaser för globalt bruk behöver dock utvecklas. Safety-GIS Dynamics potens, framtida uppbyggnad och utnyttjande är starkt kopplad till organisationernas utveckling och förståelse för att arbeta mot gemensamma mål. Utvecklade system kan själva bidra till att behov av organisationsöversyn uppstår. Intressanta och ännu ofullständigt utvecklade GIS-tillämpningar är sådana med tvärvetenskapliga förtecken. Geografisk informationsteknologi (GIT) ger förutsättningar för sådant samarbete. GIS blir ett gemensamt verktyg. Visserligen skräddarsys olika tillämpningar för olika sektorer, men ett första rudiment till ett gemensamt språk grundat på "GIS-språket" kan bryta existerande språkbarriärer mellan olika sektorer. Det finns numera möjligheter att mixa existerande mediaformer, multimedia teknik, såsom bilder, ljud, böcker, video. Genom utnyttjande av i V-rum kan nya perspektiv öppnas. Interdisciplinära diskussioner i V-formade rum kan med hjälp av multimedia teknik ge möjlighet till dynamisk utveckling av riskanalyser och effektiva olycksförebyggande- samt skadebegränsande åtgärder. Något som hittills varit svårt att samordna och genomföra på grund av frågornas komplexitet och partikulär hantering. Ett nytt område av betydelse för utveckling av framtida GIS är Virtual Reality (VR) teknik. VR-tekniken är ett nytt sätt att erhålla kunskap och ger möjligheter att "komma in i" det som ska utvecklas, tillverkas eller förändras. "En arkitekt vandrar omkring i det hus som han tänker föreslå, lyfter undan möbler, sätter in trappor, som han sedan provgår" (21) Ett interaktivt samspel utvecklas mellan datorn och människan som om den av datorn skapade bilden vore verklig. Etiska diskussioner om framtida användning av VR pågår. Potentiella negativa effekter av VR kan skönjas såsom teledrogning och teleterrorism. Genom multimedias utveckling kommer kanske på sikt alla våra fem sinnen att kunna användas interaktivt med datorn. Exempel på tillämpningsområden för VR redan idag är spel, konst, arkitektur, flygsimulering, robotstyrning för rörelsehindrade, mm. Genom desktop virtual reality teknik utvecklas numera olika system. British Telecom, BT, (22) har utvecklat system som visar telelänkar och kablar i 3D. Viktiga länkar och knutpunkter kan snabbt identifieras och åskådliggöras. Genom den utvecklade tekniken kan man "flyga över" de olika nätverken. Med denna helikoptersyn kommer felsökningen att revolutioneras. Idag används "spreadsheets" för att detektera fel i nätverken. Varigenom ovanliga data (input/output) studeras. På grund av ett överflöd av data och genom att överblick hittills saknats har mycket av felsökningen koncentrerats till att avhjälpa de äldsta felen snarare än de mest betydelsefulla. Genom Virtual Reality-scanning kan operatörer, på distans, zooma in och navigera i nätverken och se dem från flera olika håll. BT utvecklar nu felsökningssystem där operatörer "flyger över och in" bland nätverken genom att utnyttja "virtual reality headset" medan tredimensionella ljud

indikerar felkällor. Denna typ av felsökning sammankopplat med GIS-teknik kan i framtiden också komma att användas i säkerhetsarbetet på lokal nivå och inom industrin. Till exempel för att upprätthålla säkerheten och identifiera fel i komplicerade och långa rörsystem inom den petrokemiska industrin. Utvecklingen av VR går mycket snabbt. Forskning pågår inom flera olika områden såsom; förbättrad visualisering, grafik för bättre interface mellan människa/maskin, hypertext, hypermedia, objektsorienterad programmering. Arbete pågår också med att utveckla icke verbal representation, t ex. visuella språk. För "safety auditing" och tidsgeografisk utveckling kan "behaviour mapping" och en hodometer kopplad till GIS-teknik vara intressant. Genom en hodometer kan olika rörelsemönster kartläggas, tex inom en industri.(23) GIS kan utveckla den visuella planeringen och därigenom ge möjlighet till bättre beskrivning och förståelse av verkligheten. Genom utvecklade Safety-GIS Dynamics modeller, multimedia teknik och VR-teknik ökar möjligheterna att kommunicera och tydliggöra riskkällornas skadepotens och gränser för risk och säkerhet. Härigenom kan också mer robusta system skapas, förändringar av processer genomföras och riskkällors skadeförlopp simuleras i en artificiell miljö utan att först pröva dem på människor, miljö eller egendom.

#### Referenser:

- 1 Folkhälsoinstitutet (1992) "Strategier som ger framgång" Stockholm, sid. 13.
- 2 Rasmussen J (1993) "Management economy, management cultur and accident causation: new research issues?", Paper for: Second International Conference on Safety Science Budapest, sid. 4
- 3 Wagenaar W,A (1992) "Risk taking and accident causation", kapitel 9, i Yates Frank J.(1992) "Risk-taking behaviour" Wiley & Sons, New York, sid. 258.
- 4 Enander, A (1992) "Kommunal riskanalys inom räddningstjänsten" FOA 55, Karlstad, Sverige.
- 5 Deming E W (1982) "Out of the crisis" Massachusetts Institute of Technology USA, sid.181.
- 6 Stratton B (1993). "How the Federal Government is reinventing itself" Artikel i Quality Progress, Dec 1993, American Society for Quality Control Inc, sid.21-34.
- 7 Riksrevisionsverket (1993) "Resultat, verksamhet, ekonomin handledning för myndigheterna", Stockholm
- 8 Drucker P (1993) "Post-capitalist society", Butterworth-Heinemann Ltd, Oxford, sid 7.
- 9 Miller J (1978) "Living Systems", Mc Graw Hill New York, sid 1044.
- 10 Jacobsson I, Christersson M, Jonsson P, Övergaard G (1992) "Object-oriented Software Engineering", ACM Press/Addison-Wesley Publishing Company, New York.
- 11 Personligt samtal med Professor Anders Östman, Luleå dec-93
- 12 Personligt samtal med Professor Einar Holm, Umeå, dec-93
- 13 Bernhardtson T (1992) "Geografiske informasjonssystemer", Vett&Viten AS, Baerum, Danmark.
- 14 Douglas M & Wildavsky A (1982) "Risk and culture" University of California Press, Ltd, USA

- 15 Räddningsverket (1989) "Skydda och rädda liv, miljö och egendom Kommunal riskanalys för räddningstjänsten", Karlstad, Sverige sid. 40-41 och 112.
- 16 Räddningsverket (1992) "Exempelsamling; Tillämpning av analysmetodiken i Räddningsverkets riskhandbok", Karlstad, sid.44.
- 17 Burrough P A (1986) "Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment", Oxford University sid 2.
- 18 Holm.E,Mäkilä.K,Öberg.S, (1989) "Tidsgeografisk handlingsteori" GERUM-rapport 8, Umeå.
- 19 Pickover C A (1991) "Computers and the Imagination", St Martins Press Inc. New York, sid 115.
- 20 Sivertun Å (1993) "Geographical Information Systems (GIS) as a Tool for Analysis and Communication of Multidimensional Data", Umeå universitet, sid.2.
- 21 Gerhardsson G (1993) "Om konsten att göra verkligheten mera sannolik" Artikel i Arbete, Människa,Miljö, Nr 3 1993 ,sid.174.
- 22 Artikel i New Scientist (1993) November "Fantasy flights to fix the phones", sid.8.
- 23 Bell P A, Fisher J D, Baum A, Greene T C (1990) "Environmental Psychology", Harcourt Brace Jovanovich College Publishers, New York sid.19.
- 24 CAP GEMINI LOGIC (1992) "Kvalitetssäkring", Stockholm



**Räddningsverket, 651 80 Karlstad**  
**Telefon 054-10 40 00, telefax 054-10 28 89**

**Beställningsnummer P21-087/94. Telefon 054-10 42 86, telefax 054-10 42 10**