



Det här verket har digitaliserats vid Göteborgs universitetsbibliotek och är fritt att använda. Alla tryckta texter är OCR-tolkade till maskinläsbar text. Det betyder att du kan söka och kopiera texten från dokumentet. Vissa äldre dokument med dåligt tryck kan vara svåra att OCR-tolka korrekt vilket medför att den OCR-tolkade texten kan innehålla fel och därför bör man visuellt jämföra med verkets bilder för att avgöra vad som är riktigt.

This work has been digitized at Gothenburg University Library and is free to use. All printed texts have been OCR-processed and converted to machine readable text. This means that you can search and copy text from the document. Some early printed books are hard to OCR-process correctly and the text may contain errors, so one should always visually compare it with the images to determine what is correct.



Rapport

R20:1991

**Beslutsstöd för kommunal
naturresurshushållning**

Pilotstudie

Wolter Arnberg m fl

V-HUSETS BIBLIOTEK, LTH



15000

400135527

Byggforskningsrådet

R20:1991

BESLUTSSTÖD FÖR KOMMUNAL
NATURRESURSHUSHÅLLNING

Pilotstudie

Wolter Arnberg
Gunilla Fjellmar
Margareta Ihse
Gun Wallenberg
Michael Östling

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 871100-9
från Statens råd för byggnadsforskning i samarbete med
Svenska Kommunförbundet till Naturgeografiska institu-
tionen, Stockholms Universitet, Stockholm.

REFERAT

Att ta fram nödvändig information inför ett beslut kräver metoder som både utnyttjar databaser och sammanställer data till meningsfull information. En beskrivning av vilken information som kan erhållas ur primärt insamlade data, är ett första steg för att överbrygga kompetensklyftan mellan olika dicipliner. Det fordras därefter både metoder att beskriva relationer mellan olika kategorier såväl som metoder att hantera indikationer.

Rapporten beskriver hur modellbyggande, osäkert resonande och logisk programmering kan ge ett effektivare geografiskt informationssystem. Vidare redovisas hur ett beslutsstödssystem för kommunal planering kan byggas med inriktning mot naturresurshushållning.

I Byggeforskningsrådets rapportserie redovisar forskaren sitt anslagsprojekt. Publiceringen innebär inte att rådet tagit ställning till åsikter, slutsatser och resultat.

Denna skrift är tryckt på miljövänligt, oblekt papper.

R20:1991

ISBN 91-540-5316-1

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

gotab 93453, Stockholm 1991

Innehållsförteckning

Förord	3
Sammanfattning	5
Decision support system for municipal natural resource management	7
1 Inledning	9
Kommunalt ansvar för naturresursplaneringen	9
Ekosystem	10
Fundamentet för planering på ekologisk grund	10
Pilotstudiens mål	11
Rapportens uppläggning	11
2 Behov och möjligheter med datoriserat beslutsstöd för kommunal hushållning med naturresurserna	13
Bakgrund	13
Nya mål	13
Kommunens ansvar	13
Definition av naturresurs	13
Översiktsplan	14
Resurshushållning och ekologisk grundsyn	14
Syfte	15
Kommunernas nuvarande kunskap	16
Statliga och regionala myndigheters informations- och kunskapsmaterial	16
Den kommunala planerarens situation och uppgift	16
Den nya informationen och kunskapen om naturen	17
Planeringsanspråk	18
Skog och skogsbruk i kommunen	19
Problem och hot	19
Odlingslandskapet och jordbruket	21
Friytor	22
Behov/anspråk	22
Problem	23
Mål, egenskaper/funktioner	23
Tätorten	24
Problem.	24
Framtida behov och anspråk	24
Mål	25
3 Framtida planering med geografiskt informationssystem	27
Snabb teknisk utveckling	28
Användning av tekniken dröjer	28
Teknik med stor potential	28
Digital karta eller digitaliserad karta?	29

4	Klassificeringssystem för vegetation	31
	Principer för vegetationsklassificering	31
	Beskrivning av vegetationstyperna	34
	Skog	34
	Öppen myr	35
	Buskmark	35
	Kulturmark	35
	Substratdominerad mark och övrig mark	36
	Vattenvegetation	36
	Funktions- och egenskapsbeskrivning	36
	Botaniskt innehåll	39
	Grundläggande funktioner (markegenskaper)	39
	Planeringsegenskaper	39
	Hällmarkstaliskog	40
	Funktions samband	42
	Analysmöjligheter från vegetationstyperna	48
5	Modeller	51
	Konceptuella modeller	51
	Matematiska modeller	51
	Modeller med nominal mätskala	51
	Modeller med ordinal mätskala	51
	Modeller med intervall- samt kvotmätskala	52
	Förutsägelser med hjälp av modeller	52
	Ekologiska planeringsmodeller	52
	Osäkerhet i modeller	54
	Modell för geografiskt informationssystem	56
6	Expertsystem för GIS	59
	Expertsystem	59
	Strukturen i ett expertsystem	59
	Kunskap	60
	Logik	61
	Vilka beståndsdelar har logiska meningar	62
	Termer	62
	Predikat	62
	Sats	62
	Fakta och regler i ett system byggt på predikatlogik	63
	Fakta	63
	Regler	63
	Strukturering av kunskap	65
	Slutledningsmekanismer	66
	Osäkert resonerande	67
	Sannolikheter	68
	Diffus logik (fuzzy logic)	70
	Säkerhetsteori	71
	Objektramar	77
	Kopplade procedurer	78
	Kopplingar till databaser	80
	Databaser	80
	Relationsmodellen	80
	Kunskapsbaserade databaser	81

7	Beskrivning av program ingående i vårt system	85
	dBase	85
	MapInfo	85
	Intelligence compiler	86
	Systemuppbyggnad	86
8	En regelbaserad modell för kommunal naturresursplanering	89
	Inledning	89
	Områdesindelning	89
	Information lagrad i databasen	89
	Kunskapsbas	90
	Basparametrar	93
	Terräng	93
	Omgivning	93
	Mark o vatten	93
	Spatiala	93
	Generella egenskaper	95
	Värderingar	95
9	Planeringsexempel	97
	Scenario	97
	Slutord	102
10	Referenser	103
Bilaga 1	Klassificeringssystem för vegetationskartering i Västerås kommun	107
Bilaga 2	Beskrivning av Hällmarksvegetation	115
Bilaga 3	Barrskogens vegetationstyper	117

Förord

Att utveckla metoder för vegetationskartering och användning av olika datakällor som hjälp vid digital bildbehandling har utgjort ett av fundamenten i denna studie. Ett annat, och lika viktigt, är det behov av kunskaper om naturmiljön som funnits i Västerås kommun.

Samarbetet mellan Naturgeografiska institutionen vid Stockholms Universitet, och Västerås kommun började med vegetationskartering. En vegetationskarta är dock endast en av många källor vars data skall omformas till beslutsunderlag. Därför föreslogs ett treårsprojekt med avsikten att utveckla ett system för hur vegetationsdata praktiskt skulle kunna användas i kommunal planering. Projektet avsåg både teknik- och metodöverföring samt utveckling av metoder för att presentera bearbetade underlag för exempelvis planering. Detta resulterade i ett pilotprojekt finansierat till lika delar av Statens råd för byggnadsforskning och Svenska Kommunförbundet under rubriken "Kommunal hushållning med naturresurser. Datoriserat beslutsunderlag. Pilotstudie", att genomföras under ett år från september 1988 med Wolter Arnberg som projektledare. Västerås kommun har bekostat vegetationskarteringen.

Denna slutrapport för pilotprojektet är i huvudsak en metodbeskrivning med ett tillämpningsexempel av mindre omfattning.

Projektet har haft en referensgrupp till sitt förfogande med följande sammansättning:

Lars Borg, Högskolan i Kalmar
 Reinhold Castensson, Linköpings universitet
 Bernt Forsgren, Statens Naturvårdsverk
 Maria Jansson, Boverket
 Nils Ryman, Norrköpings kommun
 Örjan Thorsén, Västerås kommun

Referensgruppen har sammanträtt två gånger.

Vissa kapitel i rapporten har haft en eller flera huvudförfattare:

Kap 2: Gunilla Fjellmar och Gun Wallenberg
 Kap 3: Wolter Arnberg
 Kap 4: Margareta Ihse
 Kap 5-8: Michael Östling

Michael Östling, som är doktorand vid Naturgeografiska institutionen, har varit anställd i projektet och handletts av Wolter Arnberg. Dessa har även svarat för sammanställningen av rapporten.

Projektet har haft stöd från ett stort antal personer i de samverkande organisationerna och vi vill rikta ett varmt tack till alla dessa.

Vegetationskarteringen har utförts av Barbro Näslund-Landenmark med Margareta Ihse som projektledare.

Ett särskilt tack går till Marianne Lindström, som utfört digitalisering och överföring från flygbild till karta, och Stefan Wennberg, som redigerat de digitala vegetationskartorna och slutredigerat rapporten.

Stockholm i Januari 1990

Wolter Arnberg, Gunilla Fjellmar, Margareta Ihse, Gun Wallenberg, Michael Östling

Sammanfattning

Landskapet och naturresurserna utsätts idag för allt fler negativa förändringar och belastningar på grund av människans utnyttjande. För att långsiktigt kunna utnyttja resurserna måste kommunerna skaffa sig relevant kunskap om naturen. Detta har givits uttryck för i NRL och PBL som också givit kommunerna ett utökat miljö- och planeringsansvar.

Denna rapport är resultatet av en pilotstudie vars mål är:

- att med problemställningar från Västerås kommun utveckla metoder för hur geoekologiska data om landskapet bör struktureras, analyseras och presenteras för att kunna användas i planeringen och som underlag i kommunala beslut samt
- att presentera en arbetsmodell för att göra detta material, i form av t ex specialkartor för olika planeringssituationer, snabbt och enkelt tillgängligt på en persondator (PC) hos den kommunala planeraren.

Att ta fram nödvändig information inför ett beslut kräver metoder som både utnyttjar databaser och sammanställer data till meningsfull information. En beskrivning av vilken information som kan erhållas ur primärt insamlade data, är ett första steg för att överbygga kompetensklyftan mellan olika dicipliner. Det fordras därefter både metoder att beskriva relationer mellan olika kategorier såväl som metoder att hantera indikationer. Rapporten beskriver hur modellbyggande, osäkert resonerande och logisk programmering kan ge ett effektivare geografiskt informationssystem. Vidare redovisas hur ett beslutsstödssystem för kommunal planering kan byggas med inriktning mot naturresurshushållning.

Prototypsystemet utnyttjar en objektorienterad datastruktur som hanteras av ett logiskt programmeringsspråk, Intelligence Compiler. För visualisering utnyttjas kartritningssystemet MapInfo och för databashantering dBase.

I ett enkelt detaljplaneringsexempel - en vandringsled - visas hur naturdata, i detta fall data om vegetationen kan hanteras i vårt beslutsstödssystem. Systemet redovisar inte bara förutsättningar, anspråk och konflikter utan också säkerheten i gjorda bedömningar.

Pilotstudien omfattar digitaliserad information om vegetationstyperna inom ett ekonomiskt kartblad nordväst om Västerås tätort.

Vegetationens sammansättning beror på klimatet, marken, den historiska utvecklingen och markanvändningen. Därför ger vegetationstyperna indikationer på ekosystemens innehåll, uppbyggnad, egenskaper och funktioner. De utgör därmed tillsammans med socio-ekonomiska data en viktig bas för all planering på ekologisk grund.

Decision support system for municipal natural resource management

Pilot study of a computerized decision support system

Wolter Arnberg, Margareta Ihse, Michael Östling, Department of Physical Geography, University of Stockholm

Gunilla Fjellmar, Gun Wallenberg, Municipality of Västerås.

Landscape and natural resources are more and more exposed to changes and impacts due to man. This has led to a demand for better planning techniques based on ecological principles. The new planning and building legislation in Sweden has given an extended responsibility to the district councils and administrations concerning the environment.

The long-term aims of this project are to

provide municipality planning support with particular attention to the structure and functioning of landscape-ecosystems

contribute to the answer to the question: what is sufficient basic data in environmental planning and management.

The aims of the pilot study are to

structure, analyze and display basic environmental data used in the planning process in the Municipality of Västerås

to provide a demonstration model to bring the available information to a planner's personal computer system.

To provide source information on the eve of decision need databases and methods to compile data to meaningful information. A description of what in-direct or in-formal data that can be extracted from primary data is a first step to establish a bridge between different disciplines. Hence, there is a need of methods to establish links or relations between classification-systems as well as methods to use the type of hints an expert can get from the data. The report explains how models, fuzzy reasoning and logic programming can give a more efficient geographical information system. A tentative data structure for a decision support system is given with an example of use in municipal planning with special attention to natural resource management.

The prototype system use an object-oriented data structure using a logic programming language, Intelligence Compiler. To visualize the data the map display system MapInfo is used. dBase is used for data storage and retrieval.

Vegetation depends on climate, hydrology, historical development, land and land use.

Hence, the vegetation types will indicate content, structure and functions of the ecosystems. Therefore, vegetation data in combination with other data, for example socio-economic, will be an important data source for planning based on ecological principles.

In a simple site planning example - a nature trail - we will show how vegetation data can be used in a decision support system. The system do not only display claims and conflicts but certainty as well as un-certinty in the assessment of different areas.

The pilot study is supported by the Swedish Council for Building Research, the Swedish Association of Local Authorities, and the Municipality of Västerås.

1 Inledning

De mål och riktlinjer som finns i naturresurslagen (NRL), plan- och bygglagen (PBL), och i förarbetena till dessa lagar, har varit utgångspunkten till följande frågor:

Vilken information är nödvändig/tillräcklig som underlag för en kommunal fysisk planering baserad på hänsyn till naturmiljön?

Hur skall informationen hanteras för att man skall kunna genomföra en kommunal fysisk planering med målet att långsiktigt bevara landskapets förutsättningar till sociala- och ekonomiska funktioner, biologisk produktion och mångfald?

Svaren på dessa frågor kan underlätta att på alla nivåer i den kommunala fysiska planeringen ta hänsyn till naturen i enlighet med de nya lagarna NRL och PBL. Ett bättre beslutsunderlag kan också på ett tidigt stadium uppmärksamma kollisioner mellan olika intresseområden.

Att ta fram nödvändig information kräver metoder som både utnyttjar databaser och sammanställer data till meningsfull information. För exempelvis en planerare behövs ofta tillgång till fackkunskap för att kunna utnyttja underlagsmaterial som olika experter samlat in. Finns inte dessa experter tillgängliga när data behöver användas, måste vi finna metoder som kan överbrygga denna brist.

Det finns också ett stort behov att kunna hantera informationen så att man vet var den finns och hur den nås.

Kommunalt ansvar för naturresursplaneringen

De nya lagarna innebär att ansvaret för den fysiska planeringen av mark- och vattenanvändning har decentraliserats och lagts på kommunerna liksom det grundläggande ansvaret för hanteringen av naturresursfrågor. Detta kommer att förändra den kommunala planeringsprocessen och delvis rikta intresset mot andra frågor än tidigare. Det kommer också att kräva delvis nya arbetssätt och ny kunskap till grund för de kommunala besluten om mark- och vattenanvändningen.

Den fysiska planeringen skall enligt NRL bl a bygga på ekologisk grund, dvs hänsyn skall tas till naturen, dess funktioner och samband. För att detta skall vara möjligt, erfordras en samlad, lättillgänglig basinformation om naturen samt förståelse och kunskap att hantera denna information så att den blir användbar i planeringssammanhang.

I kommunerna finns det idag otillräcklig kunskap och kompetens av det slag som de nya lagarna kräver. Det finns brister både vad gäller material-, metod- och personal. Även om många inventeringar har gjorts, är de begränsade, både till innehåll och geografisk omfattning. Oftast berör de bara vissa växter eller växtsamhällen, djurgrupper eller markegenskaper. De har sällan gemensamma indelningssystem och är därför inte heller jämförbara.

I kommunerna finns även behov av regional överblick, men de kan inte enbart förlita sig

till länsstyrelsernas underlagsmaterial. Kommunerna måste därför skaffa sig egen kunskap och information om naturen.

Ekosystem

Ett ekosystem omfattar såväl levande som icke-levande komponenter, deras relationer till varandra samt de fysikaliska och kemiska egenskaperna i miljön. Ekosystem kännetecknas av energiflöden samt flöden och i vissa fall hela kretslopp av materia. Människan har sedan årtusenden påverkat sin omgivning för att öka utbytet i sina odlingar genom att påverka dessa flöden och kretslopp.

Fundamentet för planering på ekologisk grund

Vegetationen har ofta en dominerande roll i ekosystemen. Den täcker i stort sett alla icke bebyggda områden och är en funktion av klimat, mark- och vattenbeskaffenhet, historisk utveckling och användning. Därigenom kommer ofta en vegetationstyp att även redovisa ett geografiskt homogent område sett ur många andra ämnesområdens perspektiv. Det är helheten som tillsammans betyder mer än de individuella delarna. Det är därför naturligt att kunskap om vegetationen och dess rumsliga utbredning utgör basinformation för planering på ekologisk grund. Andra grundläggande variabler som bör ingå i en naturdatabank är klimat, läge i terrängen, jordart, berggrund och hydrologiska förhållanden.

Basinformationen bör omfatta ekosystemen i landskapet, deras läge, areal, struktur, egenskaper, funktioner och samband. De senare begreppen låter sig inte lätt beskrivas i ett konventionellt databassystem. De omfattar inte bara relationer mellan olika data utan också en beskrivning av relationernas styrka och karaktär. Databasen ska således inte endast innehålla information av inventeringskaraktär. Den skall även ha en inbyggd kunskapsbank som kan "resonera" med databasens fakta och komma fram till mer användbar information. Vet vi t. ex. genom en inventering att om en speciell art x förekommer i området så krävs det ofta expertkunskap för att ge besked varför x finns just här och vad som krävs för dess fortsatta existens. Om systemet beordras att söka efter områden med arten x, så är det mindre intressant att bara få reda på var de är belägna än också kunna få svar på vad som krävs för att arten x ska kunna finnas kvar och vad arten inte tål.

Pilotstudiens mål

Pilotstudiens mål är:

att med problemställningar från Västerås kommun utveckla metoder för hur data om vår fysiska miljö bör struktureras, analyseras och presenteras för att kunna användas i planeringen och som underlag i kommunala beslut samt

att presentera en arbetsmodell för att göra detta material, i form av t ex specialkartor för olika planeringssituationer, snabbt och enkelt tillgängligt på en persondator (PC) hos den kommunala planeraren.

Pilotstudien omfattar digitaliserad information om vegetationstyperna inom ett 3-4 km brett område norr om Västerås tätort.

Rapportens uppläggning

De frågeställningar som utgjort utgångspunkter för studien fordrar svar från ett flertal helt skilda ämnesområden. Vi har därför valt att relativt utförligt presentera många av dessa. Systemuppbyggnad och resultat av pilotstudien redovisas f.o.m. kapitel 7.

I kap.2 beskrivs utgångspunkten i denna studie utifrån en planerares nuvarande behov.

I framtiden kommer naturresursdata att hanteras i ett datorbaserat geografiskt informationssystem. Då en papperskarta är ett kommunikationsmedium för att förmedla kartörens uppfattning om omgivningen till en läsare, är det inte självklart att papperskartan kan överföras till datormedium och fortfarande fungera som informationsförmedlare. Vi avser ju här inte direkt att läsa kartan, utan med hjälp av datorn utnyttja dess information. Vi utnyttjar således kartan mer som datakälla än som kommunikationsmedium. I kap. 3 belyses detta.

Som basinformation i denna studie ligger en vegetationskartering. I kap. 4 beskrivs det använda klassificeringssystemet. Det är genom indirekta samband mellan en kategori i ett klassificeringssystem inom ett ämnesområde, som vi med varierande säkerhet kan uttala oss om förhållanden som gäller andra ämnesområden.

Genom att utnyttja klassificeringssystemet kan vi avgränsa områden på en karta, flygbild eller i naturen. I vegetationskartan bortser vi från vissa detaljer för att framhäva något gemensamt för ett visst område.

Verkligheten är oftast så komplex att vi nöjer oss med en förenklad beskrivning av den. Vi kan iakttä detta både beträffande klassificeringssystem och kartering. Vi kallar denna avbildning en modell. I denna modelleringsprocess gör vi först en konceptualisering, dvs vi väljer och omtolkar information som vi har till en (subjektiv) tankemodell som vi senare vill representera i t.ex. en dator. I kap. 5 behandlas de begrepp och modeller som används för att hantera naturresursinformation i denna studie.

För att kunna fatta beslut fordras ett beslutsunderlag som oftast innebär en sammanställning och viktning av information från många håll. I datormiljö innebär detta att vi behöver tillgång till såväl databaser som metoder att sammanställa och vikta informationen. För den senare uppgiften kan vi använda regler och anvisningar eller mer eller mindre uttalade tumregler. Datorbaserade metoder för att utnyttja regler för tillämpningar i denna studie beskrivs i kap 6. Kapitlet inleds med en översikt över databasteknik för att leda fram till hur kunskapsbaserade databaser kan konstrueras.

Kapitel 7 beskriver maskiner och programvaror för att inom pilotprojektets begränsade tidsram visa en prototyp av ett system för kommunal översiktsplanering.

I kapitel 8 beskrivs den regelbaserade modell för kommunal naturresurshushållning som används.

Kapitel 9 "knyter ihop" de olika delarna i ett tillämpningsexempel som inleds med ett scenario, vilket senare beskrivs i en regelbas.

Slutligen redovisas resultat och erfarenheter.

2 Behov och möjligheter med datoriserat beslutsstöd för kommunal hushållning med naturresurserna

Bakgrund

Landskapet och naturresurserna utsätts idag på grund av människans sätt att utnyttja och bruka dem för många negativa förändringar och belastningar. Variationen och mångfalden i naturen minskar och livsmiljöer försvinner, vilket bl a har resulterat i att växter och djur som tidigare var vanliga nu är hotade eller t o m utrotade. Detta kan i sin tur leda till att den komplicerade väv som de naturliga ekosystemen utgör kommer i obalans och dess stabilitet minskar. Ekosystemens möjligheter att tåla förändringar och belastningar som t ex dagens luftföroreningar begränsas. På sikt kan detta också medföra att deras biologiska produktionsförmåga avtar.

Nya mål

Det övergripande målet i naturresurslagen - NRL - att människan måste hushålla med naturresurserna, dvs bruka och ta i anspråk mark och vatten på ett sådant sätt att det möjliggör ett långsiktigt och uthålligt resursutnyttjande, är därför ett både nödvändigt och brådskande mål att realisera.

Kommunens ansvar

Ansvar för den fysiska planeringen av mark- och vattenanvändningen har med de nya lagarna - naturresurslagen och plan- och bygglagen (NRL och PBL) - decentraliserats och lagts på kommunerna, liksom det grundläggande ansvaret för hanteringen av naturresursfrågorna. Detta kommer att förändra den kommunala planeringsprocessen och delvis rikta intresset mot andra planeringsfrågor än tidigare. Det kommer också att kräva delvis nya arbetsätt och framförallt kräver det att kommunerna skaffar sig en egen lättillgänglig information om naturen samt förståelse och kunskap att hantera denna information så att den blir användbar i planeringssammanhang.

En viktig fråga i detta pilotprojekt har därför varit, vilken information och kunskap om naturen behöver kommunerna för att de, genom den fysiska planeringen, skall kunna medverka till en hushållning av de lokala resurserna.

Definition av naturresurs

Det kan i det här sammanhanget vara viktigt att definiera begreppet naturresurs. En naturresurs är inte något en gång för alla givet utan den kan förändras över tiden och beror av människans skiftande behov och anspråk, hennes tekniska och ekonomiska möjligheter, de problem och eventuella hot dessa förorsakat miljön samt hennes strävan och mål.

Sedan den fysiska riksplaneringen på 70-talet har t ex naturtyper som sumpskog, våtmarker och berg uppvärderats och betraktas idag som värdefulla naturresurser, medan jordbruksmarken nedvärderats. Värdeförändringar av det här slaget har medfört att delar av kommunernas planeringsunderlag är inaktuella.

Översiktsplan

I översiktsplanen skall kommunerna enligt NRL och PBL ge förslag till en hushållning av naturresurserna.

Kraven på översiktsplanen är att den skall vara

lättförståelig och informativ
kommuntäckande och
samordnas med kommunens sociala och ekonomiska planering.

Detta leder bl a till att arbetet med översiktsplanen främst kan ses som en fortlöpande process. där faktaunderlag kontinuerligt "byggs upp" och å jourförs, så att i överensstämmelse med dagens planeringsbehov, "planen", ger möjlighet till:

stor flexibilitet
ökad handlingsberedskap
olika slag av konsekvens-, effekt- och konfliktanalyser
snabba utvärderingar och
alternativa förslag.

Resurshushållning och ekologisk grundsyn

Människan är en del av naturen/ekosystemen och direkt beroende av dess funktioner och samband. Hur människan brukar och tar i anspråk dessa, påverkar hennes livsvillkor.

Ekosystem består av en levande och en icke levande del. Deras uppbyggnad och innehåll av växter och djur (den levande delen) beror av och samverkar med den icke levande delen, dvs klimat, mark- och vattenförhållanden, vilket tillsammans med kretslopp och flöden av energi, vatten och andra ämnen ger ekosystemen olika egenskaper, funktioner och stabilitet.

En ekologisk grundsyn och en hushållning av naturresurserna bygger på att det är naturen/ekosystemens toleransnivåer och stabilitet, som bör sätta gränser för hennes behov och anspråk, dvs var, hur och i vilken omfattning hon bör bruka och exploatera och inte tvärtom.

Några viktiga utgångspunkter för hennes handlande bör därför vara

att störa så litet som möjligt - befintliga naturförhållanden fungerar bäst;
att bruka och ta i anspråk där ekosystemens stabilitet är störst och där ingreppen gör så liten skada som möjligt;
att ta tillvara och främja naturen och de ekosystem som har de egenskaper och funktioner hon behöver, i stället för att helt och hållet lösa dem på teknisk väg, t ex rening och reglering av vatten (dag- och spillvatten), nedbrytning och adsorption av organiskt material och tungmetaller.

Syfte

Pilotstudiens övergripande syfte är att ge kommunerna en ekologisk kunskapsbas och ett "verktyg" som förbättrar deras förståelse, möjligheter och beredskap att planera och besluta på ett sätt som leder till ett miljövänligt och resurseffektivt utnyttjande av mark och vatten.

Detta skall göras genom

- att forskare och planerare gemensamt via en tolkning av vegetationstyperna tar fram basinformation och kunskap om naturens och ekosystemens egenskaper, funktioner och samband;
- att digitalisera denna ekologiska information och lagra den i en databas som del i ett större geografiskt informationssystem, GIS;
- att utveckla metoder att strukturera, analysera och presentera denna information så att den blir användbar i den kommunala fysiska planeringen;
- att överföra informationen på en persondator så att den blir lätt att nå och använda för alla de som ingår eller är berörda av den kommunala planeringen.

Tanken är att successivt bygga ut denna "naturdatabas" med basinformation och kunskap från ekosystemets alla delar, dvs förutom vegetationstyper även

- topografi (digital terrängmodell)
- geologi och geomorfologi
- jordarter och geoteknik
- hydrologi
- klimat
- information beträffande markanvändningen och primärkartan.

Med denna information får kommunerna möjligheter till olika slag av analyser för nuvarande och framtida utnyttjanden och anspråk samt vid förändringar av dessa.

Med data i ett GIS-system går det t ex att

- åskådliggöra naturförutsättningarna
- bli varse förändringar och problem tidigt
- prioritera och lyfta fram värden
- simulera händelser
- förändra förutsättningar och snabbt kunna pröva och finna alternativ
- inte bara se punkter utan hela system, samband, influensområden och flöden och att således bedöma konsekvenser, effekter av olika ingrepp och utnyttjanden på ekosystem samt konflikter mellan intressen.

Kommunernas nuvarande kunskap

Informationen och kunskapen om naturen är idag otillräcklig i kommunerna. Även om många naturinventeringar har genomförts har de gjorts för speciella anspråk och inom begränsade områden. De har m.a.o. brister både i enhetlighet och kvalitet och har således begränsad användning.

Idag är det i de flesta fall också så att det är de tekniska och ekonomiska anspråken och lösningarna som bestämmer vårt utnyttjande av naturresurserna. Att låta naturens tålighet mot olika ingrepp bestämma lokaliseringen av t ex en industri, kan vi inte göra idag, därför att vi saknar både rätt information, kunskap och kompetens för att göra de bedömningar och miljöanalyser som fordras för detta. Det viktigaste skälet till denna brist är "enkelt" uttryckt att man hittills inte förstått att t ex miljökonsekvensanalyser är nödvändiga.

Bristen på relevant informationsmaterial gör även att vi har svårt att bedöma storleken på de förändringar, om vi ens uppmärksammar dem överhuvudtaget, som sker i landskapet med t ex biotoper och arter och därmed ännu svårare att förebygga eller begränsa dem.

Statliga och regionala myndigheters informations- och kunskapsmaterial

När kommunerna saknar erforderligt material skall de, enligt de nya lagarna, få tillgång till den kunskap och kompetens som behövs för hushållningen av naturresurserna av de regionala myndigheterna.

Ett exempel på det underlagsmaterial kommunen kan få är länsstyrelsens naturvårdsplan. Den redovisar områden och objekt som är betydelsefulla för naturvärden och som har delats in i tre olika naturvärdesklasser. Dessa områden representerar sannolikt alla de största, mest mångformiga och artrika områdena i kommunen, vilket gör planen till ett mycket viktigt kunskapsunderlag.

Den har emellertid också sina begränsningar, varav en mycket viktig är att den behandlar naturvård som ett sektorsintresse.

Denna syn på naturvård har gjort att planen enbart redovisar vissa objekt och områden, de "värdefulla" och innehåller således inte någon heltäckande information om naturtyperna i kommunen. De utvalda områdenas samband och funktioner med omgivningen eller andra likartade miljöer i landskapet beskrivs därför inte heller.

Naturvårdsplanen kan därför huvudsakligen användas som underlag för att klarlägga konflikter mellan olika sektorsintressen och inte för att bedöma konsekvenser och effekter på landskapets ekosystem av olika ingrepp och markutnyttjanden.

Den kommunala planerarens situation och uppgift

Planeringsarbetet kan delas in i tre faser: inventering, analys och förslag. Den mesta tiden av en planerares arbete går idag till inventering, dvs att samla in och ställa samman underlagsmaterial. Ett material som dock mindre redovisar olika

naturförutsättningar än skilda intresseområden. En mycket liten del av planeringen används för analyser. Tiden räcker helt enkelt inte till och de brister som nämnts tidigare beträffande det insamlade materialet förbättrar inte heller möjligheterna till de analyser av miljön som från resurshushållningssynpunkt är nödvändiga vid t ex olika exploateringsförslag.

Miljöanalyser vid olika former av markutnyttjande kräver kunskap och kompetens från skilda ämnesområden och samarbete mellan olika intressenter. Det är nödvändigt att begränsa den sektoriella planeringen och skapa samverkan tidigt så att ett bra helhetsresultat kan uppnås. Även om det i kommunerna finns många olika samarbetsgrupper för fysisk planering så berör de analyser som genomförs nästan uteslutande de föreslagna planernas ekonomiska konsekvenser på olika sektor- och förvaltningsintressen och inte på miljön.

Gällande lagar och centrala riktlinjer medger också idag att olika sektorer kan optimera sina intressen och behov, vilket resulterar i dåliga helhetslösningar för miljön och naturresurserna. En hushållning av naturresurserna kan inte bygga på en optimering av de ingående parternas intressen utan det krävs en gemensam helhetssyn och gemensamma mål för miljön.

Att öka förståelsen för människans beroende av naturen genom att visa och förklara de nuvarande förhållanden i landskapet, dess innehåll och uppbyggnad, de förändringar som pågår, vilka problem och eventuella hot som dessa och nya anspråk på mark och vatten kan medföra, är några av planerarnas viktigaste uppgifter.

Att tydligt kunna åskådliggöra den befintliga situationen i landskapet är särskilt angeläget för möjligheterna att skapa en samsyn mellan olika intressegrupper, eftersom meningsmotsättningar i bl a exploateringssammanhang nästan alltid visar sig bero på skilda uppfattningar av de befintliga förhållandena.

Först när en gemensam syn på de nuvarande förhållandena har erhållits, kan en vilja till förändring skapas och politikerna formulera konkreta mål för den lokala miljön.

Den kommunala planeraren saknar emellertid idag det informationsmaterial och verktyg som behövs för den här typen av redovisningar.

Slutsats av ovanstående är att det finns ett mycket stort behov av en ny grundläggande information om naturen, i samhället som helhet inte bara i kommunerna.

Den nya informationen och kunskapen om naturen

På samma sätt som denna information i sig behöver vara grundläggande, dvs byggas upp från de minsta enhetliga delarna till större sammanhängande system, så behöver insamlandet och bearbetningen av denna information starta på den lokala nivån där huvudansvaret för mark- och vattenutnyttjandet har lagts och där behov och problem först aktualiseras och måste klarläggas och lösas, för att därefter generaliseras till en större övergripande regional eller central nivå.

Kommunen har valt vegetationstyperna som en första viktig basinformation i den tidigare nämnda naturdatabasen därför att:

de kan tolkas via flygbilder med en säker, snabb och förhållandevis billig metod;
de är den information om naturen som det är störst brist på i kommunen samt
de utgör indikatorer på ekosystemen.

De allmänna kraven på informationen är att den skall vara:

enkel och snabbt tillgänglig
beständig
generaliserbar i tid och rum

samt bestå av

rådata, dvs icke värderade data, som kan användas om och om igen för skilda
anspråk och problem.

De specifika kraven på informationen är att den skall vara kommuntäckande och omfatta
ekosystemen och deras

läge, omfattning och frekvens;
innehåll, uppbyggnad, egenskaper, funktioner och samband;
stabilitet, dvs vilka förändringar av systemens delar och samband som kan medföra
att toleransgränser överskrids.

Kunskap krävs också om:

vilka behov och anspråk som finns på ekosystemen och som ingår i den
kommunala planeringsprocessen;
vilka speciella krav på landskapet dessa ställer samt var och i vilken omfattning;
vilka ekosystem som kan tillgodose dessa bra eller dåligt;
vilka konsekvenserna och effekterna blir av ett eventuellt utnyttjande samt
vilka åtgärder/riktlinjer som behövs för att ekosystemens egenskaper och funktioner
skall kunna bevaras eller störas så lite som möjligt vid olika slag av ingrepp.

Planeringsanspråk

Några av de intressen och anspråk på landskapet som kommunen skall beakta och reglera i
översiktsplanen är t ex:

Naturvård
biotoper
flora och fauna

Skogsbruk

Jordbruk

Friluftsliv/turism

Kulturminnesvård

Byggnadsproduktion
bostäder
vägar, ledningar
anläggningar

Teknisk försörjning / Tätortsutbyggnad
vatten
avlopp
avfall
energi

Grönytor
vistelseytor
naturmark
skyddsytor

Informationen och kunskapen från vegetationstyperna är framförallt ett hjälpmedel för planeringen av naturvård, skogsbruk, friluftsliv, delvis jordbruk och grönytorna vid tätortsutbyggnaden. Användbarheten för dessa intressen och anspråk kan delvis åskådliggöras med följande exempel:

Skog och skogsbruk i kommunen

Enligt hushållningsbestämmelserna i NRL skall kommunen beakta och i översiktsplanen redovisa den skogsmark som är värdefull för skogsnäringen, men också de skogar som är av betydelse för naturvården.

Skogsvårdsstyrelsen har bedömt att all skogsmark i kommunen är värdefull för skogsbruket. En mycket liten del av den totala skogsarealen har däremot i länsstyrelsens naturvårdsplan bedömts vara av betydelse för naturvården.

Vad är det då för riktlinjer och åtgärder som behövs för att få till stånd en hushållning av naturresursen skog? Räcker det med att de av naturvården redovisade skogarna får ett "skydd" och det på den övriga skogen får bedrivas fortsatt skogsbruk?

Svaret är sannolikt nej, därför att de förändringar och problem som idag uppmärksammas i skogen orsakas enligt forskarna av dagens ofta schablonmässiga och storskaliga skogsbruksmetoder, samhällets luftföroreningar och människans övriga ingrepp och anspråk på skogen och detta kräver andra insatser än att enbart skydda några få områden.

Problem och hot

Problemen och hoten på skogen kan sammanfattas i följande rubriker:

likåldriga och enskiktade monokulturer
homogenisering
fragmentisering
biotoper och arter försvinner och hotas
näringssvåvar förstörs
skogsekosystemets stabilitet och tålighet minskar
den biologiska produktionsförmågan avtar

Hur löser man då dessa problem och vad är det man vill uppnå? Det övergripande målet är att hushålla med skogsresursen. Det målet kan formuleras tydligare eller kanske snarare "brytas ner" till följande delmål:

- att bibehålla och främja skogens stabilitet och dess olika funktioner och då främst dess biologiska produktionsförmåga;
- att bevara skogens naturliga variation och mångfald;
- att skydda och främja sällsynta och hotade arter och biotoper samt
- att anpassa skogsbruksåtgärderna till de olika skogstypernas egenskaper och funktioner, dvs ett varsamt och ståndorts anpassat skogsbruk.

Via vegetationstyperna kan informationen erhållas om vilka skogstyper/biotoper som är

mångformiga och artrika

ostörda eller ursprungliga

typiska eller karakteristiska

sällsynta

hotade och på väg att försvinna samt

vilka landskapspartier eller delar av kommunen som innehåller ursprungliga och funktionella skogstyper.

Det här kunskapsunderlaget gör det i sin tur möjligt att utforma varierade och riktade miljö kvalitetsmål för olika skogstyper inom hela eller delar av kommunen, t ex att skapa generella och särskilda biotopskydd som är viktiga som komplement till de idag dominerande områdesskydden för att bibehålla och främja ett stabilt skogsekosystem.

För målet att bibehålla ett beständigt artantal och livskraftiga populationer av floran och faunan krävs svar på frågor om hur skogstyperna/biotoperna bör vara fördelade i landskapet bl a vad gäller antal, storlek, inbördes avstånd, ålder och successionsstadier samt vad konsekvenserna och effekterna blir vid förändringar av dessa. Vad händer t ex med artbeståndet vid en utökad homogenisering av skogslandskapet genom att 50% av lövskogen i kommunen ersätts med gran eller att alla sumpskogar och kärr dikas och granplanteras?

Det här är frågor som kräver kunskap om bl a ekosystemens funktionssamband och toleransnivåer, vilket dock är mer än vad informationen från vegetationstyperna kan ge.

Odlingslandskapet och jordbruket

I översiktsplanen skall kommunen också skydda och beakta "brukningsvärd" jordbruksmark. Jordbruket är emellertid idag en näring med mycket dålig lönsamhet, vilket gör att värdet och möjligheterna att bruka marken är kraftigt begränsad. Denna situation leder antingen till att markerna utnyttjas mycket intensivt eller till att de läggs ner och planteras igen företrädesvis med granskog.

Problem i och mål för odlingslandskapet är därför likartade de i skogen.

Frågor som från lokal resurshushållningssynpunkt bör besvaras och eventuellt regleras i översiktsplanen är bl a

vilka marker bör förbli odlade

vilka biotoper och arter bör bevaras; var och i vilken omfattning

hur bör ett skydd av dem utformas

vilken hävd bör upprätthållas

vilken jordbruksmark bör, om inte hävden kan upprätthållas, få växa igen naturligt

vilken jordbruksmark kan skogsplanteras och med vilka trädslag

var är jordbrukets belastning på miljön (närläckage, bekämpningsmedel) stor och vilka konsekvenser medför det?

vilka rekommendationer, riktlinjer eller stöd kan kommunen ge för att begränsa dessa?

Med information från vegetationstyperna kan planeraren besvara större delen av de här frågorna. De två sista kräver dock mer kunskap, främst om jordarter och hydrologi.

Marker av stor betydelse i odlingslandskapet är ängs- och hagmarkerna. För närvarande pågår en riksomfattande inventering av dessa. Enligt centrala riktlinjer skall endast de marker dokumenteras som uppfyller mycket högt ställda krav på t ex ostördhet, ursprunglighet och representativitet. Resultatet blir m a o ett mycket begränsat urval, visserligen med "toppobjekten" men de blir få, små och starkt spridda i landskapet. Frågan är vad värdet är av att bevara och hävda några enstaka små ängsobjekt? Helt klart är det ett estetiskt värde, det är vackra marker. Det är också ett kulturhistoriskt värde och av pedagogisk betydelse att skydda och sköta dessa ängsmarker.

Det ekologiska värdet blir däremot begränsat. Ängs- och hagmarker är viktiga livsmiljöer för floran och faunan och om målet också skall vara att bibehålla antalet befintliga arter och livskraftiga populationer av floran och faunan räcker det sannolikt inte med några enstaka små isolerade objekt i landskapet.

I ett försök att bättre tillgodose det ekologiska målet har kommunen i sin pågående tolkning av vegetationstyperna i stället tagit med alla ängs- och hagmarker, alltså inte bara de bästa utan även de som är störda av t ex gödning, dikning eller representerar olika igenväxningsstadier. Skälet till detta är

att även de bidrar till mångformigheten och kan trots att de är "störda" fungera som länkar mellan de "ursprungliga" ängsmarkerna och på så sätt bidra till att en tätare väv av biotoper och livskraftiga populationer av florán och faunan bevaras i odlingslandskapet.

Genom att dokumentera alla ängs- och hagmarker ökar även möjligheterna att skapa större sammanhängande områden som sannolikt blir praktiskt och ekonomiskt fördelaktigare att hävda.

Ett annat viktigt motiv är att förbättra tillsynen av de här markerna. Sannolikheten är mycket stor att de på sikt försvinner genom granplantering, vilket ytterligare skulle bidra till utarmningen av odlingslandskapet, med kännedom om var de finns kan kommunen i stället genom hänsynsregler och särskilda ersättningar "styra" mot naturlig igenväxning eller vid plantering till lämpliga trädslag.

Friytor

Den kommunala hushållningen med naturresurserna skall inte bara handla om naturen ute i landskapet utan än mer om hur mark och vatten, ekosystemen, tas i anspråk inom tätorterna och vid deras utbyggnad.

I tätorterna har grönytor, dvs mark och vegetation många viktiga funktioner. En väl utformad grönstruktur (läge, omfattning, innehåll och sammanhang) är av avgörande betydelse för en attraktiv, sund och väl fungerande boendemiljö.

En typ av grönytor som är och sannolikt kommer att få än större betydelse framöver är de s k skyddsytorna, dvs mark och vegetation vars främsta uppgift är att skydda mot olika störningar i tätorten.

Behov/anspråk

Kraven på skyddsytorna är bl a att de skall kunna bidra till att:

- rena luften, begränsa luftföroreningarna
- dämpa buller
- skydda mot insyn
- dämpa vindar, skapa ett bra lokalklimat
- begränsa energianvändningen (värme)
- filtrera och rena vatten (dagvatten, spillvatten)
- bidra till vattenbalans och fungera som fördröjningsmagasin
- bryta ner en del av tätortens avfallsprodukter

Problem

Många av tätorternas friytor fungerar idag dåligt för de här ändamålen pga följande problem, de:

är små och splittrade

ligger långt från bostäder och störningskällor

innehåller lite naturmark och mest anlagda gräsmattor

har ofta packningsskador, vegetationen växer därför dåligt och slits och skadas fort och hårt

har höga anläggnings- och skötselkostnader.

Indirekt leder detta till att tätorternas utemiljöer är

bullriga och har dålig luft

öppna och blåsig med stora temperaturskillnader, som bidrar till värmeenergiförluster.

Mål, egenskaper/funktioner

För att få fungerande skyddsytor bör människan nyttja mark och vatten, resurseffektivt och miljövänligt, dvs ta tillvara ekosystemens renande, reglerande och lagrande funktioner, på ett sådant sätt att deras stabilitet bibehålls.

För att tillgodose de efterfrågade behoven behövs vegetation och marker som:

har förmåga att t ex

assimilera och infiltrera vatten och föroreningar

ta upp och leda vatten

bryta ner och bygga upp organiskt material

lägga fast, adsorbera, tungmetaller

växa och föryngra sig bra

samt tåla

slitage och tramp

torka, frost och blåst

försurning

gödning

Via vegetationstyperna går det i viss mån att bedöma var förutsättningarna för dessa egenskaper finns respektive är mindre bra eller saknas. Planeraren kan därmed på ett tidigt stadium avgränsa områden möjliga som skyddsytor samt ge förslag till prioriteringar av dessa. Säkerheten i bedömningarna är dock begränsad och kräver för att bli tillförlitliga den utbyggda naturdatabas som beskrivits tidigare. Bedömningar om vilka åtgärder, främst vad gäller skötsel och vård, som bör göras respektive inte göras för att bibehålla dessa egenskaper, är till viss del också möjligt att göra med hjälp av vegetationstyperna.

Sammanfattningen av vad som redovisats ovan är att via vegetationstyperna får planeraren möjlighet att bedöma

förutsättningarna för vissa anspåk och intresse

konflikter mellan dessa

vilka åtgärder, främst vad gäller skötsel och vård, som bör, och i viss mån även de som inte bör, göras för att bibehålla de efterfrågade egenskaperna/funktionerna samt

i begränsad omfattning konsekvenser av dessa.

Däremot går det inte att bedöma konsekvenser och effekter på ekosystemen av större markanvändningsförändringar eller vilken storlek, omfattning och fördelning i landskapet olika vegetationstyper och biotoper bör ha för att bibehålla artantal och livskraftiga populationer.

Tätorten

Problem.

Det sätt på vilket mark och vatten tagits i anspråk i tätorterna har medverkat till bl a följande problem:

grundvattensänkningar
yt- och grundvattenföroreningar
ändrade strömningsförhållanden (riktning, volym, hastighet)

vilket lett till

marksättningar
sprickbildningar på hus, vägar och ledningsbrott
översvämningar och
skador på vegetationen

Tillsammans leder dessa problem till stora skötsel- och driftskostnader. Kunskapen om den totala summan är dock begränsad bl a därför att kostnaderna är fördelade på många intressenter.

Framtida behov och anspråk

I tätorterna står man idag inför nya stora planeringsuppgifter. Hittills har bostadsbyggandet främst skett genom förtätning. De möjligheterna är nu i det närmaste borta. Erforderliga friytor är redan bebyggda. För ny bebyggelse måste i stället nya områden utanför tätorten tas i anspråk.

De långa avstånden medför att servicen beträffande vatten, värme och avlopp inte lika lätt som tidigare kan ske genom utbyggnad och påkoppling till de befintliga anläggningarna i centrum, det kommer att innebära dyrbara investeringar och även risk för läckage.

Med hänsyn till de redovisade problemen borde kanske även möjligheterna till lokala lösningar för dessa behov aktualiseras. Marken och dess växtlighet kan, som nämnts beträffande skyddsytorna, genom olika biologiska och kemiska processer, användas för att rena en del av tätortens vatten, avlopps- och avfallsprodukter och återföra dem till biologiska system, vilket delvis skulle kunna begränsa de dyrbara investeringarna i ledningssystem och framför allt de omfattande drifts- och skötselkostnaderna.

Mål

Tänkbara mål i det här sammanhanget kan vara:

att lokalisera, dimensionera och utforma nytillkommande bostadsområden på ett miljövänligt och resurseffektivt sätt

att så långt som möjligt bibehålla det befintliga vattenomsättningsmönstret både beträffande kvalitet och kvantitet

att endast exploatera de områden där störningarna och marksättningarna blir låga

att bevara områden med goda förutsättningar att ta emot och rena vatten (LOD)

att skydda dessa områden från packningsskakador och borttagande av vegetation och matjord.

För detta krävs mer kunskap än vad vegetationstyperna kan ge. Det krävs geologisk, geoteknisk och hydrologisk kunskap om t ex:
grundvattennivåer och gradienter

jorddjup, jordarter och jordartsfördelningar

Med information av det här slaget går det bl a att bedöma markernas

bärighet och stabilitet, schaktbarhet och packningsbenägenhet

samt

vattenhållande- och vattenledande förmåga, infiltrations- och perkolationsförmåga

Det går vidare att

avgränsa vattenavrinningsområden

beskriva yt- och grundvattnets strömningsmönster

ringa in riskområden, dvs där stora störningar av vattenbalansen kan ske vid t ex exploateringar resp där störningarna sannolikt är små

bedöma marksättningar och beräkna omfattning och tid för dessa.

Det här är kunskap som kommunerna behöver få tillgång till för att på ett ekologiskt riktigt sätt kunna lösa de anspråk och problem som hänger samman med bl a utbyggnaden av bostäder, vägar, arbetsplatser, anläggningar för vatten-avlopp, energi och avfall och som sannolikt hittills förorsakat de största störningarna och skadorna på landskapet och ekosystemen.

Till den tänkta naturdatabasen bör således utöver vegetationstyperna även fogas nya skikt av basinformation som representerar kunskap om ekosystemens alla delar. Integrering av olika kunskapsområden skapar nya kunskap och lagrade i ett GIS går det att på ett tidigt stadium se samband, flöden och hela system och bedöma balanser och kapaciteter.

Planeraren får därmed möjlighet

att analysera konsekvenser och effekter på ekosystemen av olika ingrepp, framtida anspråk och förändringar;

att redan vid förprojekteringen bli varse problem och kunna undvika, begränsa eller förebygga dem;

att utforma riktade och varierade anvisningar, miljökvalitetsmål, för olika markanvändningar inom olika delar av kommunen till gagn för ett långsiktigt resursutnyttjande.

Med den här kunskapen och de möjligheter denna ger kommer den fysiska planeringen med nödvändighet att behöva baseras på nya bedömningsgrunder och på ett brett tvärsektorielt samarbete med representanter för nya kunskapsområden (ekologer, geologer och hydrologer).

3 Framtida planering med geografiskt informationssystem

Den allt ökande specialiseringen och sektoriseringen i samhället har skapat behov för ämnesövergripande sammanställningar inför beslut. Detta accentueras också av att många beslut påverkar en allt större omgivning. Ett geografiskt informationssystem (GIS) är ett verktyg för att hantera rumslig information under hela dess livslängd. I ett GIS integreras databas- och presentationsteknik, vilket ger möjlighet till analys av rumsliga data och samordning av information från skilda områden.

Det är dataintegreringen som skapar ny information, men som samtidigt är stötestenen i ett GIS. Det är ett starkt önskemål att systemet kan göras "skallöst". Inventeringar skall exempelvis kunna göras olika ingående - detaljerat där det är befogat och mer schematiskt i jämförelsevis ensartade, triviala områden. Det är också ett starkt intresse att inventeringarna är kommundäckande för att hushållningsperspektivet skall kunna tillgodoses. Kartredovisningar o.dyl. behöver sedan kunna tas ut från systemet i olika skalor för olika tillämpningar.

Det har sedan länge funnits behov av att sammanställa rumsliga data från olika källor i kartform. Datorerna har här kommit att spela en avgörande roll för snabbhet och flexibilitet, då tiden för datainsamling, produktion och analys har kunnat nedbringas.

Datainsamling, "digitalisering", och produktion av ritade kartor har hittills prioriterats högst. Analys av data och nya kartografiska presentationsmetoder har dock inte utvecklats och tillämpats i den omfattning som moderna system medger. Det finns flera skäl för detta. Beslutsfattare har inte själva kunnat hantera databaserna utan varit hänvisade till framtagna grundkartor. Systemen har varit inriktade på kartproduktion, där den ritade produkten är viktigast. Avancerade analyser har överlåtits åt specialister inom olika fack med olika tradition inom både bearbetning och presentation.

Den gemensamma nämnaren för geografisk forskning är de rumsliga aspekterna. Rumslig analys har under lång tid funnits under benämningen korologi, läran om rummet. Hur termer har kommit till och använts beror dock mer på vilken bakgrund man har och på det aktuella ämnets utveckling. Sålunda kan ett geografiskt informationssystem ses som ett hjälpmedel för analys av rumsliga förhållanden, i det här fallet för planeraren. Eftersom beteckningen geografiskt informationssystem, GIS, är enkel och begriplig för flertalet är det önskvärt att behålla begreppet.

Den enklaste bearbetningen av geografiska data finner vi i ritsystem. Syftet med dessa är att utnyttja en dator som en mycket mångsidig och selektiv kopiator. Punkt för punkt och linje för linje matas in i datorn med en ritinstruktion. Någon övrig information om rumsliga relationer eller andra objekt finns inte. Man brukar kalla detta för en spagettimodell, eftersom koordinaterna som bygger upp linjen lagras som kokt spaghetti på en tallrik. Sin mening får dessa data först när man läser dem utritade på ett papper. Korrekationer och uppdatering måste alltid kontrolleras mot den ritade kartan.

Den mest populära metoden att behålla rumsliga relationer mellan olika enheter är att förutom information om ritmanéret också tala om innebörden och hur varje enhet förhåller sig till intilliggande enheter. Det är den informationen som de allra tidigaste kartorna förmedlade t.ex. en vägbeskrivning, där vi ritar ut hur vi går rakt fram till stenen på vänster sida om stigen, fortsätter till stora tallen, varifrån vi ser målet.

Denna topologiska modell leder oss rätt även om absoluta avstånd och riktningar är felaktiga. Topologin talar om hur olika objekt "hänger samman", men inte vilken storlek eller form de har. Grundelementet i den topologiska modellen är en linje som börjar och slutar i nodpunkter. Linjerna får inte skära varandra, utan måste ansluta i noder.

Mosaikmodellerna delar in kartan eller andra bilder i homogena områden. Rutkartan är en sådan form, där varje ruta är grundenheten för en tillhörande beskrivning. Regelbunden indelning av en bild i rutor, trianglar, hexagoner etc. kan lätt programmeras i en dator. Att i synnerhet rutor eller rasterbilder fått en sådan utbredning beror på överensstämmelse med många bildskärmar och ritutrustningar. Digital bildbehandling bygger på bilder i rasterform eller bildmosaiker.

Snabb teknisk utveckling

På sätt och vis kan man säga att all datorisering drivs av en teknikutveckling. GIS-området är inget undantag. Idag studeras algoritmer för nästa generation datorer. Det är inte bara så att kommande datorer kommer att vara snabbare versioner av dagens teknik, det pågår också utveckling mot t.ex. parallell bearbetning och utveckling av chips för speciella tillämpningar. Utvecklingen av minnen och periferienheter såsom optiska diskar, scanners och laserskrivare kommer också att betyda mycket i framtiden. Ur GIS-synpunkt är utvecklingen av grafiska arbetsstationer intressant, liksom hopkoppling av sådana i nätverk.

Användning av tekniken dröjer

Emellertid följs inte den snabba tekniska utvecklingen av en lika snabb utveckling när det gäller tekniköverföring och tillämpning. I många fall kan det vara svårt att överhuvud taget se vilket behov som egentligen finns för ny eller annan teknik. De senaste årtiondena har lärt oss att det inte utan problem går att ersätta manuella metoder med automatiska eller att införa datorteknik i en organisation. Det fordras en samstämmighet med behov, kompetens och uppdrag för en introduktion av GIS.

Teknik med stor potential

Det finns således många problem att lösa när ett GIS byggs upp, vissa, t.ex. överensstämmelse mellan data från olika datakällor, klassificeringssystem och åjourhållning, är mer att hänföra till utveckling medan andra som t.ex. att kunna formalisera informella data eller kartobjekt så att dessa kan redovisas på en annan abstraktionsnivå kräver att ny kunskap inhämtas. Det senare kan med andra ord beskrivas som att uttrycka luddiga fakta - tyckanden - i för en dator begripliga termer och kunna redovisas i en sammanfattande bedömning.

Utredningar om miljöeffekter vid olika typer av exploateringar och konsekvensanalyser kan mauellt utföras med hjälp av olika skikt eller "överlägg" på en karta. Där flera överlägg lappar över varandra kan man "konfliktområden". I en dator kan motsvarande enkelt utföras. Dessutom tillåter ett GIS att betydligt mer komplexa modeller kan användas och händelser

simuleras. För att ta det steget krävs emellertid inte bara förståelse och karaktärisering av använda data utan också en teori för de rumsliga sammanhangen, dvs kunskaper om relationer mellan landskapets komponenter.

I samhället finns ett stort behov på alla nivåer - nationell, regional såväl som lokal - av informationsutbyte och därmed behov av den typ av system som beskrivits ovan. Detta har kommit till uttryck genom försök att skapa databaser med stor allmängiltighet. Det finns emellertid alternativa lösningar som bygger på annan teknik än den traditionella. Detta behandlas i kapitel 6.

För kunskapsförsörjning i allmänhet måste dock rapporteringsvägarna in till ett informationssystem kartläggas liksom vilka som har det aktuella datainsamlingsansvaret. Generellt viktiga frågor är koppling mellan registerdata och kartdata, skaloberoende lagring och generaliseringsprinciper, kartografisk utformning samt terminologi och klassificering. Likaså är det viktigt i alla informationssystem att studera och utveckla användardialoger, analys- och presentations-metoder, samt att finna former för systemadministration.

Digital karta eller digitaliserad karta?

Ett geografiskt objekt på en karta representeras av en bild uppbyggd av punkter, linjer och ytor samt en teckenförklaring. Teckenförklaringen bygger på en klassificering av vår omgivning och utgör den tankemässiga konturen för kartbilden.

Kartan förutsätter att läsaren har en kunskapsgrund som gör teckenförklaringen liksom kartans symbolspråk begriplig. När vi diskuterar digitala kartor är det i grunden samma saker som gäller när kartan är tryckt eller visas på en bildskärm, däremot behöver underliggande data inte ha samlats in för just den visade kartan. Den digitala basinformationen skall vara så flexibel att den skall kunna användas för många syften. Vi vill inte ha några inneboende inskränkningar i t.ex. de geografiska objektens utformning och färgsättning.

I språket finns en mängd ord som beskriver rumsliga förhållanden. Många ord är relativa, som höger, vänster, nära eller fjärran, och kan bara tolkas i sitt sammanhang. Även namn på platser har olika precision. Dessa lokaliseras ofta underförstått och t.ex. ett fastighetsnamn, kopplas i allmänhet till bostadshuset. I andra fall kanske vi inte alls tänker på den exakta geografiska avgränsningen, t.ex. när vi använder begrepp som fjällen, skogen, betesmarken, centrum osv. När vi nu försöker beskriva geografiska data för maskinell bearbetning slås vi ofta av svårigheten att beskriva det som vi trodde var exakt.

Det är också slående att det inte mer diskuteras hur en karta skall överföras i digital form, och om kartan överhuvudtaget skall användas som basdata.

Kartan är avsedd som ett kommunikationsmedium där kartografen vill förmedla sin version av verkligheten. Symbolspråket avser således att förmedla en tolkning av omvärlden medan en digitalisering ofta är en form av kopiering av en bild.

Program för att göra en bearbetning av kartdata och presentera en syntes eller en regional beskrivning är fortfarande i sin linda. Denna aspekt finns ofta inte heller med i en kvalitetsdiskussion av digitala data som brukar beröra termer som fullständighet och geometrisk noggrannhet.

Om vi, trots det ovan sagda, skall överföra kartor till maskinläsbar form finns det i huvudsak två grundläggande modeller. Antingen utnyttjar vi objektens konturer eller så betraktar vi bilden som en mosaik av ytor.

Internationellt pågår stora ansträngningar för utveckling av datastrukturer och metoder för hantering och sökning i stora datamängder. Planeringssituationen varierar emellertid mellan olika länder och därför kommer man att ställa olika krav på t.ex. hur man beskriver olika tillstånd och förändringar och hur man önskar bearbeta sina data.

Ur nationell synvinkel är det därför angeläget att veta vilken datakvalitet som fordras inom olika ämnesområden. Datakvalitet kan avse geometrisk noggrannhet, klassificeringssystem (attribut), logisk överensstämmelse, fullständighet och aktualitet. Det är viktigt att kvaliteten både kan bedömas och deklarerars. Sammanhängande med datakvalitetsbegreppet är skalberoendet, metoder för hur klassificeringssystem skall förfinas resp generaliseras och hur objekt med flera betydelser skall hanteras.

Nuvarande GIS-system är i huvudsak begränsade till sökning och selektion av data med relationsdatabassystem. Det pågår dock en utveckling mot mer avancerade sök- och urvalsmetoder. Dessa kan bygga på mer eller mindre säkra samband mellan olika data. Genom att i vårt fall utnyttja botanistens kunskap om vilka relationer det finns mellan vegetationstypen och andra faktorer vill vi visa hur denna kunskap kan användas för att skapa ett effektivare GIS.

4 Klassificeringssystem för vegetation

Principer för vegetationsklassificering

Människans önskan att systematisera och ordna sin omgivning och sina kunskaper om naturen har lett till att ett flertal klassificeringssystem för vegetation har utarbetats. Under första hälften av 1900-talet var forskningen intensiv på dessa områden och de grundläggande principerna för växtsociologiska system fastlades, främst av franska och tyska forskare som Braun-Blanquet och Tüxen. De ligger också till grund för den nordiska delen av International Biological Project (se IBP/CT i Norden, nr 11 1973) och för många av vegetationstyperna i Nordiska Ministerrådets Vegetationstyper i Norden (1984). Dessa principer innebär att växter med samma krav på växtplats tillsammans bildar ett växtsamhälle, som kan kännas igen och beskrivas med hjälp av karakteristiska och dominerande arter. En sådan bestämning måste huvudsakligen ske i fält.

Andra principer att klassificera växtsamhällen utarbetades av Uppsalaforskare på 1950-talet (Sjörs 1956), där bl a vegetationens fysionomi avgör grupperingen i serier, med indelning i ängsserien, hedserien och myrserien. Ekologiska synsätt började också vinna inträde och de ekologisk-sociologiska principer som beskrevs av den franske forskaren Gaussen används idag i stora delar av världen (Gaussen 1953).

När principerna för klassificeringen var fastlagda började man göra anpassningar av systemen för speciella ändamål. De system som hittills nämnts var främst av vetenskapligt värde. Inom skogsbruket gjordes ekologiskt inriktade system för att bedöma skogens produktionsförmåga och lämpliga skötselåtgärder (Arnborg 1964, Ebeling 1978). Inom naturvården gjordes ekologiskt inriktade system, baserade på seriebegreppet, för kartering av de många nybildade naturreservaten (Påhlsson 1972). Planeringsanpassade klassificeringssystem gjordes i mitten av 1970-talet för den fysiska planeringen av Borg (1975) samt Ryberg och Drakenberg (1975). Dessa är mera komplexa och är baserade på ett flertal olika principer, såväl fysionomiska som ekologiska och växtsociologiska, samt kulturpåverkan, som är en ny faktor som inte tidigare använts i klassificeringssystem. Olika naturtyper är utgångspunkten i systemen. Samtliga svenska klassificeringssystem finns samlade och beskriva i Biologiska Inventeringsnormer för Vegetation 1987 (BIN Vegetation).

Ett klassificeringssystem måste således anpassas såväl till ändamålet som till skalan. Man måste också ta hänsyn till inventeringsmetoden. Fältbaserade inventeringar började under 1960-talet kompletteras och ersättas av flygbildstödda metoder (Küchler 1967). Under 1970-talet visades i ett flertal studier IR-färgbildernas stora potential vid översiktliga vegetationskarteringar. Borgs och Ryberg-Drakenbergs planeringsanpassade klassificeringssystem anpassades för flygbildstolkning samt testades metodiskt med avseende på säkerheten i tolkningen (Ihse 1978).

Nya erfarenheter från andra vegetationstyper och regioner gav nya erfarenheter om IR-färgbildernas tolkningsmöjligheter för myrar (Rafstedt och Andersson 1982) och skogstyper (Ihse 1982, Länsstyrelsen i Norrbottens län 1981). Dessa metoder och system har använts vid vegetationskartering i Kopparbergs län (Andersson och Rafstedt 19), vegetationskartering kring Siljan (Andersson och von Sydow 198), kring Garpenberg (Landenmark & Näslund-Landenmark 1988) samt i Norrbottens län (Länsstyrelsen i

Norrbottnens län 1981). De senare åren har intresset riktats mot enskilda objekt. Tolkningssjöhöheterna har kartlagts hos ädellövskog (Skånes 1987, Skånes och Ihse 1989, Ihse 1989), ängs- och hagmarker (Ihse 1987) samt jordbrukslandskapets småbiotoper (Ihse och Lewan 1986, Ihse 1987).

Markanvändning	Nivå 1	Nivå 2	Nivå 3
Barrskogsbruk	Barrskog	torr barrskog	hällmarkstallskog lavrisrik tallskog
		frisk barrskog	torr risrik barrskog barrskog på tunt jordtäckte frisk risrik barrskog
		fuktig barrskog	fuktig risrik barrskog frisk-fuktig ört- risrik granskog
Lövsogsbruk	Lövsog	frisk ädellövskog	ekdominerad ädellövskog övrig ädellövskog
		fuktig ädellövskog	askdominerad skog
		torr-frisk triviallövsog fuktig triviallövsog	björk-asp dominerad al-björk dominerad asp-röndominerad
Myrmark/Impediment	Sumpskog	barrdominerad	tallmosse barrsumpskog
		lövdominerad	lövsumpskog
	Öppen myr	mosse	rismosse fastmattemosse mjukmattemosse
		kärr	lösbottemosse fastmattekärr mjukmattekärr lösbottekärr högstarr- sumpkärr videkärr
Betesmark	Buskmark	torr buskmark	enbuskmark taggiga lövbuskar
		frisk buskmark fuktig buskmark	övrig lövbuskmark, sly videbuskmark
	Hagmark	hagmark	se hed resp ängstyper med 20-50% trädtäckning
	Ris-*	rished*	hällmarksljunghed
	Gräsmark	gräshed*	klippshed ljunghed fukthed sandgräshed av borsttåteltyp sandgräshed av tofsäxingstyp staggshed

Fig 1 Indelningssystemet för vegetationskartering i Västerås kommun. Indelningssystemet är anpassat för flybildstolkning i IR-färgbilder. Vegetationstyper som ej förekommer inom undersökningsområdet är markerade med *.

Markanvändning	Nivå 1	Nivå 2	Nivå 3
Betesmark	Ris-*	alvarhed*	alvarhed av hållmarkstyp alvarhed av fårsvingeltyp
	Gräs- Örtmark	torräng	hållmarkstorräng gräsrik torräng, fårsvingeltyp örtrik torräng, ängshavretyp
		friskäng fuktäng	gräsrik friskäng, rödenstyp örtrik friskäng, skogsnäventyp gräsrik fuktäng, gräs- lågstarttyp starr-rik fuktäng, högstarttyp örtrik fuktäng, högörttyp örtrik kalkfuktäng, lågörttyp
Åkerbruk	Odlings- mark	åker, vall	åker, vall
Impediment	Substrat- dominerad mark		hållmark blockmark grus-sandmark
Exploaterad mark	Övrig mark	bebyggelse, tomtmark	parkmark övrig exploaterad mark runderat mark kraftledningsgator
Vatten	Vatten	sjöar och vattendrag högre vattenväxter flybladszon	sjöar och vattendrag vasszon säv-fräkenzon

Fig 1 Fortsättning från föregående sida.

Klassificeringssystemet för vegetationskartering i Västerås är ett planeringsanpassat system för den tätortsnära zonen, anpassat för kartläggning i skalan 1:20.000 med hjälp av flygbildstolkning i IR-färgbilder. Systemet är baserat på Borgs system, anpassat för flygbildstolkning och med tillägg av de nya erfarenheterna från ädellövskogs-, ängs- och hagmarksinventeringen och småbiotoperna. Vegetationskartering med flygbilder i IR-färg innebär att huvuddelen av klassificeringsarbetet sker vid tolkningen, vilket gör det möjligt att inventera stora ytor på kort tid.

Inventeringsarbetet kompletteras alltid med fältinventering, där flygbilderna utnyttjas för strategiskt urval av osäkert tolkade ytor, svårklassificerade vegetationstyper samt för planering av fältrutten. Flygbildsstödd vegetationskartering medger både fördelar och nackdelar. Begränsningar i klassificering måste göras t.ex. för fältskiktstyper i skog, speciellt i lövskogar. I andra sammanhang kan man få mera detaljerad information än som finns i klassificeringssystem, t.ex. om höga naturvärden i gammal lövskog eller om strukturer i skogsmark och småbiotoper i odlingsmark.

Beskrivning av vegetationstyperna

Klassificeringssystemet redovisas i figur 1. Det är anpassat efter förhållanden i Västerås kommun. Det innehåller således både syd-, mellan- och nordsvenska vegetationstyper. Vegetationstyper som saknas i området är markerade med *, men de har bearbetats vidare för att göra klassificeringssystemet generellt giltigt för svenska förhållanden.

Indelningssystemet är uppdelat i tre nivåer, samt en markanvändningsklass. Först sker en uppdelning efter i huvudsak fysionomi. Nivå 1 innehåller huvudgrupperna skog med barrskog, lövskog och sumpskog, öppen myr, buskmark, öppen kulturmark med ris-gräsmark, gräs-örtmark, odlingsmark, substratdominerad mark, övrig mark och vattenvegetation. Huvudgrupperna har på nivå 2 delats upp efter en fuktighetsgradient i torra, friska, fuktiga och våta vegetationstyper. På nivå 3 har artsammansättningen med ingående växtsamhälle använts vid klassificeringen tillsammans med näringsgradient fattiga till rika växtsamhällen. Totalt finns 49 undergrupper utskilda. Här nedan följer en kortfattad genomgång av de olika vegetationstypernas huvudgrupper. En beskrivning av de olika vegetationstyperna finns i bilaga 1.

Skog

Skog definieras som områden med över 70% krontäckning av träd och buskar (undantag är hållmarkstallskogen med 50%). Huvudtyperna är barrskogar, lövskogar samt sumpskogar. Sumpskogarna har brutits ut som en egen grupp, för att markera deras viktiga ställning för naturvård, friluftsliv och bebyggelse i planeringen. Avgränsningen mot såväl myrmark som öppen mark är dock ej helt entydig. Krontäckningen har varit det huvudsakliga kriteriet.

Inom barrskogarna redovisas sju fältskiktstyper; hållmarks-typ, lavris-typ, torr ristyp, torr håll- och blockrik ristyp, frisk ris-och grästyp, fuktig ris-och grästyp och frisk-fuktig gräs-och örttyp.

Lövskogar definieras som bestånd med mer än 70% lövträd och ädellövskog som lövskog med 50% eller mer av ädellövträd. Definitionen ansluter sig till ädellövskogslagens definition. Inom lövskogarna redovisas tre ädellövskogstyper; friska, ekdominerade, friska blandade ädellövskogar, och fuktiga askdominerade, och två triviallövskogstyper; torra-friska björk- och aspdominerade, samt fuktiga al-och björkdominerade.

Sumpskogarna definieras som torvbildande skogar på marker med högt, kontinuerligt grundvatten. Inom sumpskogarna redovisas barrsumpskog, lövsumpskog och tallmosse.

Huvudtyperna är beskrivna med utgångspunkt från de i successionen gamla växtsamhällen. Övergångstyper och olika successionstyper är ofta svårbestämbara och har inte beskrivits i klassificeringssystemet. Däremot har kulturinflytandet med olika skogsfaser, beroende på bl.a. skötselåtgärder, beskrivits. De olika skogsfaserna är: kalhygge (inklusive plantskog upp till 2 m), kalhygge med fröträd, lågvuxen ungskog (2-7m motsvarande röjningsskog upp till ca 20 år), högvuxen ungskog (5-12 m motsvarande gallringsskog ca 20-40 år) och äldre skog (över 15 m och 40 år). Förutom åldersfaserna har också en strukturbeskrivning

skett av slutenheten, eftersom den har visats vara en viktig parameter vid naturvärdesbedömningar, främst ornitologiska sådana. Tre typer har urskilts i äldre skog: bestånd med varierande slutenhet, luckighet och ålder, glesa bestånd samt utglesad äldre skog.

Öppen myr

Myr definieras som öppna områden där olika växtsamhällen bildar torv, samt områden som tidigare varit torvbildande men som numera icke tillväxer med torvbildning. Myrdefinitionen kan tyckas klar, men den är inte entydig. Trots att gränsen mellan myrvegetation och terrester vegetation är en av de tydligaste vegetationsgränserna finns det övergångar och gränfall mot de öppna ängssamhällen och sumpskogarna. Det finns två väsentligt skilda angreppssätt vid klassificering av myrar.

Det ena utgår från väl definierade växtsamhällen med en näringsgradient från fattigkärr till extremrikkärr. Detta system har bl.a. använts av Borg (1975) vid landskapsanalys i Linköpings kommun. Det är baserat på artsammansättningar och kräver fältinventering för klassificering. Det är det botaniskt vanligast förekommande.

Det andra angreppssättet är mer fysionomiskt-ekologiskt inriktat och diskuterades först av Sjörs. Det är enheter som kan urskiljas i flygbilder och systemet har anpassats för myrkartering från flygbilder av Rafstedt-Andersson (1982). Myren uppdelas i huvudenheterna mosse och kärr. Mossen är till skillnad från kärret ett område med torvbildning som icke står under inflytande av fastmarksvatten. Mossen indelas i: risosse, fastmattemosse, mjukmattemosse och lösbottenmosse. Kärret indelas i: fastmattekärr, mjukmattekärr, lösbottenkärr, sumpkärr-högstarrkärr samt videkärr. Denna indelning ger samtidigt en möjlighet att bedöma framkomligheten och bärigheten på myren, men ger mindre information om det floristiska innehållet.

Buskmark

Buskmark definieras som områden med en krontäckning på mer än 10% buskar. Buskmarken är ett successionsstadium inom den öppna kulturmarken, främst ängsmarken och är beroende av hävd och skötselåtgärder. Det har trots detta ansetts värdefullt att urskilja den som en egen enhet i ett planeringsinriktat klassificeringssystem, eftersom den är fysionomiskt avvikande från den öppna marken, vilket också påverkar framkomligheten. Den utgör också en viktig enhet vid faunistiska naturvärdesbedömningar. Buskmarken uppdelas efter artsammansättningen och fuktigheten i enbuskmark, lövbuskmark med taggiga buskar, övrig lövbuskmark samt videbuskmark.

Kulturmark

Kulturmarken omfattar det öppna odlingslandskapets vegetation, med en krontäckning under 25%. Hagmarkerna utgör en mellantyp mellan skogen och den öppna kulturmarken med 25-50% krontäckning. Den kan indelas i hed-, stäpp- och ängsseriens vegetationstyper. Endast vegetationstyper tillhöriga ängsseriens växtsamhällen förekommer inom försöksområdet. Ängstyperna karakteriseras av bredbladiga gräs, friska örter och mossor i bottenskiktet.

Av människan opåverkade naturtyper finns knappast i Norden. De vegetationstyper som

redovisas här under kulturmark har skapats genom att skogen röjts bort och områden sedan hävdats genom bete eller slåtter. De flesta växtsamhällen är helt öppna, medan några genom hävd hållts halvöppna, som hagmarker och lövängar. Många områden är dock i dag halvöppna på grund av upphörd hävd och man får vegetationstyper som utgör succesiva övergångar mot buskmark och skog. Samtliga vegetationstyper är hävdberoende. Eftersom olika hävd ger olika vegetationstyper, samt att sambanden ofta är dåligt kända, innebär det att de avgränsade vegetationstyperna kan variera och svårigheter föreligger att inplacera vegetationstyperna i ett klassificeringsschema. Ängsmarken har delats upp i undergrupper efter i första hand efter gradienter i fuktighet: torrängar, friskängar och fuktängar och därefter beroende på näringsrikedom och artsammansättning.

Den från Naturvårdsverket pågående rikstäckande inventeringen av ängs- och hagmarker är i första hand inriktad på naturbetesmarker som är ogödslade. Konstgödselns effekter har icke tidigare beaktats vid de klassificeringar som gjorts.

Uppdelningen i undergrupper har så långt som möjligt anpassats till de enheter som finns i ängs- och hagmarksinventeringen och som är tolkningsbara i flygbilder (Ihse 1987). Följande nio undergrupper har urskiljts: tre typer av torrängar (av hållmarkstyp, av fårsvingeltyp och av ängshavretyp), två typer av friskäng (av rödventyp och av örttyp) samt fyra typer av fuktäng (av gräslågstartyp, av kalktyp, av högörttyp och av högstartyp).

Landskapsekologiskt utgör småbiotoper som åkerholmar, småvatten och diken en viktig del i jordbrukslandskapet (Ihse 1987). Dessa små enheter karteras endast genom symboler, liksom åker med obrukad kantremsa och granplantering på ängs- eller åkermark. I möjligaste mån anges om området är hävdadt genom bete. I skogen anges genom symboler också små områden av fuktig till våt mark, liten myr, blockig mark och håll, samt diken. På myrmarken anges små fastmarksholmar samt diken.

Substratdominerad mark och övrig mark

Följande undergrupper används för den substratdominerade marken: hållmark, blockmark och grus-sand. Under övrig mark karteras bebyggelse, parkmark, ruderatmark och övrig exploaterad mark samt kraftledningsgator.

Vattenvegetation

I sjöar och vattendrag klassificeras zonerna med vass, säv- och fräken samt flytbladszonen.

Funktions- och egenskapsbeskrivning

Normalt redovisas endast på en vegetationskarta en kort karakteristik i teckenförklaringen av det botaniska innehållet. För att vegetationstyperna skall vara användbara i planeringssammanhang krävs betydligt mer information, antingen som kunskap hos användaren eller att expertkunskap finns till hands. I denna studie har vi valt att beskriva ett antal funktioner och enheter. Dessa beskrivningar utgör de "mjuka"

data i systemet. Den funktions- och egenskapsbeskrivning som presenteras här är en sammanfattning av befintlig kunskap, samt ett försök till värdering av säkerheten och användningen i olika planeringssituationer.

Kunskapen om de grundläggande funktionerna finns i olika detaljgrad på flera olika håll. Tidigt studerade man sambanden mellan jordart och vegetationstyp i flera arbeten från skogshögskolan (Granlund & Wennerholm 1934, Eklund 1943). Detta är mycket detaljerade undersökningar, baserade på fältinventeringar, där man konstaterar grundläggande samband mellan vegetation, jordart och jordmån. Senare har sådana samband studerats från Sveriges geologiska institut med något annan inriktning (Hellman-Lutti 1974). Här redovisas också sambanden mellan jordart och vegetationstyp, samt grundvattenytans läge och förekomsten av rörligt markvatten. Förekomsten av rörligt vatten och kopplingen till vegetationen var också en av de faktorer som studerades och redovisades i Linköpingsstudien.

Sambandet mellan vegetationen, fuktigheten och näringsrikedomen är inbyggda i de ekologiskt inriktade klassificeringssystemen. Fuktighet och näringsrikedom finns beskrivet för skogsvegetationen av Arnborg (1964), och Ebeling (1978) och för den öppna markens vegetationstyper av såväl Borg (1975, 1978) som Ryberg och Drakenberg (1978).

Fuktigheten redovisas här som en grundläggande ekologisk funktion. Den är emellertid i grunden beroende av hydrologiska, geologiska och topografiska faktorer. Fuktighet är en sammanfattning av alla dessa faktor och vegetationen är således ett långsiktigt svar på alla dessa parametrar, till-sammans med klimatet. Svaret, dvs vegetationstypen är dock inte entydigt. Vissa vegetationstyper har mycket hårda ståndortskrav, beträffande fuktighet, näringsrikedom, jordart och sambanden blir då mycket starka. Andra vegetationstyper har stor tolerans i såväl näringshalt som fuktighet och växer på flera olika jordarter, vilket ger svaga samband. Det finns dessutom en stark komplikationsfaktor, nämligen kulturpåverkan. De samband som finns beskrivna gäller i huvudsak för naturliga vegetationstyper medan kulturpåverkan, som olika typer av hävd och skötselåtgärder, förändrar detta.

Nordiska rådets "Vegetationstyper i Norden" (1984) är ingen renodlad botanisk beskrivning. Förutom de botaniska beskrivningarna med karakteristiska och dominerande arter finns för varje vegetationstyp ett antal egenskaps- och funktionsbeskrivningar. Dessa beskrivningar går dock inte direkt att använda för vårt ändamål. Vegetationssambällen är oftast alltför detaljerat indelade för att de skall kunna karteras från IR-flygbilder och flera vegetationstyper kommer därför att ingå i en och samma vegetationstyp i klassificeringssystem anpassade för planering. Dessutom beskrivs olika egenskaper för de olika vegetationstyperna, bl.a för att olika författare är ansvariga för skogsvegetationen, myrvegetationen och odlingslandskapets vegetation.

I "Vegetationstyper i Norden" sker för skogsvegetationen beskrivning av antalet arter och i några fall om förekomst av hotade arter samt bedömningar av stabilitet och förändring, markanvändning och hävd. Markförhållande, fuktighet och näringsrikedom beskrivs i många fall, men inte konsekvent för samtliga. För myrvegetationen bedöms förutom stabiliteten också hotet mot vegetationstypen. För odlingslandskapets vegetation beskrivs markförhållanden, stabilitet, markanvändning och hävd, ingrepp och skyddsvärde. Beskrivningarna inom de olika grupperna är systematiskt gjorda. Inledningsvis har man också konstaterat att det saknas kunskap om många delar.

Dynamik och stabilitet i växtsamhällen är svårt att bedömma och kunskapen är otillräcklig. Dynamiken kan beskrivas genom olika successionsstadier och deras livslängd, stabilitet för olika typer av påverkan samt hävdberoende. I Naturvårdsverkets handboksserie "Skötsel av naturtyper" finns samlat kunskap om ett än så länge ganska litet antal naturtyper. Bakom denna finns en stor kunskapsfond som inte är lika lättillgänglig. Några få vegetationssamhällen är väl undersökta, bl.a. den sydsvenska fuktängen (Larsson 1976) sandstappen (Mattiasson 1974), ljungheden (Nilsson 1970) och norrländska slätterkärr (Elveland 1978). Vad som karakteriserar orörda skogar har specificerats av Naturvårdsverkets urskogsinventering samt för ädellöv- och lövskogar i forskningsprojektet om "urvalskriterier för lövskog med höga naturvärden" (Pettersson och Fiskesjö 1989).

I Naturvårdsverkets "Handbok för inventering för naturvårdsändamål" finns i listorna över värderingsgrunder för friluftsliv-rekreation, samt för vetenskaplig-kulturell naturvård, ett antal egenskaper som kan utläsas från vegetationen. Av Naturvårdsverket listade kriterier för friluftsliv har följande direkt anknytning till vegetationstyperna: artrika, vackra naturtyper som ger möjlighet till positiva känsloupplevelser, tillgång till bär och svamp samt jaktbart vilt, känslighet för slitage och återhämtningsmöjligheter, framkomlighet, hävdberoende samt stabilitet. Av kriterierna för vetenskaplig-kulturell naturvård kan följande utläsas från vegetationstyperna: raritet, mångsidighet och till vissa delar orördhet.

Hotade arter är ibland svårt att koppla till en viss vegetationstyp. Det är ofta enstaka objekt eller små enheter som är avgörande för arten. Sådana företeelser, som ej finns direkt på vegetationskartan är rasbranter och skuggade sluttningar i lövskogar, kantzoner, äldre tallar och äldre lövträd, vindfällor, torrträd och högstubbar i annan skogsmark. Några vegetationstyper innehåller dock generellt ett stort antal hotade arter, tex naturbetesmarker, våtmarker och örtrika skogar. Inom skogsbruket finns goda beskrivningar av hotade arter för faunan (Ahlen 1979), den lägre faunan (Ehnström 1986) och florán (Ingelög 1984). Motsvarande arbeten pågår för hotade arter i odlingslandskapet.

I samband med projektet "Landskapsanalys för fysisk planering" i Linköpings kommun (1977) gjorde Borg (1978) den första sammanställningen av denna typ av "mjuk" kunskap för en planeringsvärdering. Ett exempel från denna ges i bilaga 2. Ett stort antal parametrar beskrivs från de olika vegetationstyperna: produktivitet, framkomlighet, slitagekänslighet och därav följande återhämtningsmöjligheter och markförändring, känslighet för hydrologiska störningar, raritet, hotbild, förekomst av sällsynata växter, artrikedom, stabilitet vid igenväxning, hävdberoende, höga skyddsvärden och värdefulla fågelbiotoper. De parametrar som bedömts viktiga för varje enhet har beskrivits, vilket medför varierande parametrar för olika vegetationsklasser.

Funktions- och egenskapsbeskrivningarna i detta pilotprojektet baseras på principerna i Borgs system för beskrivning av vegetation. En vidareutveckling av parametrarna samt en anpassning av enheterna till flygbildstolkningen har skett. En systematisk genomgång av samtliga parametrar för samtliga vegetationstyper har skett. Nytt är också den värdering av säkerheten i sambanden som har skett.

En systematisk genomgång är nödvändig för att kunna utnyttja rådata i ett geografiskt informationssystem. Det urval av parametrar som beskrivits skall ses som ett första förslag att systematiskt sammanfatta funktioner och egenskaper för planeringsbearbetning. Vidare arbeten behövs för att utvisa om alla parametrarna är nödvändiga, vilka som har högst värde samt om ytterligare nya parametrar behövs. Värderingen av säkerheten i de olika sambanden är nödvändig för ett beslutsstödssystem. Det finns i litteraturen mycket litet eller inget alls av sådana säkerheter beskrivna. Bedömningen som gjorts här är ett första försök till värdering och den är inte baserad på några mätvärden utan är en samlad subjektiv bedömning.

Varje enhet i klassificeringssystemet har karakteriserats och beskrivits med avseende på det botaniska innehållet och dynamiken. Till varje enhet finns också en utökad beskrivning av de grundläggande funktionerna, rörande jordarter, hydrologi och näringsförhållanden, samt därav härledda egenskaper, som är av betydelse för naturresursplaneringen, som biologisk produktionsförmåga, känslighet för störningar och framkomlighet.

Nedan följer en sammanfattning av vilka funktioner och egenskaper som beskrivs :

Botaniskt innehåll

Karakteristiska arter, dominanta arter, sällsynta/hotade arter, artrikedom, siktnings och täthet, orördhet, lövsuccesion, omloppstid.

Grundläggande funktioner (markegenskaper)

Jordart, jordmån (geologiska egenskaper).

Grundvattenyta, permeabilitet, strömningsmönster (hydrologiska egenskaper).

Fuktighet, näringsrikedom (ekologiska egenskaper).

Planeringsegenskaper

Biologisk produktionsförmåga
bär och svamp
virke (bonitet)
grön biomassa

Känslighet för störningar
slitage (trampskador)
dikning
solexponering (vid kalhuggning)
gödsling

Framkomlighet

Dynamik
omloppstid
successionsstadier
återhämningskapacitet
stabilitet
hävdberoende

Fullständiga beskrivningar med karakteristik samt funktions- och egenskapsbeskrivning för barrskogens vegetationstyper redovisas i bilaga 3. Beskrivningar för samtliga vegetationstyper redovisas i "Naturresursplanering från vegetationskartor. Karakteristik av vegetationstyper med funktions- och egenskapsbeskrivning." (Ihse 1989). Exempel från beskrivningen av hållmarkstallskog redovisas nedan.

Hållmarkstallskog

Kort karakteristik: Lågvuxen, gles tallskog på hållmark med tunnt eller inget jordtäckte, där lavar och ris omväxlar med nakna hållar.

Beskrivning: Trädskiktet domineras av glesa, lågväxta tallar, där träd och buskar har en krontäckning som endast är 50% eller lägre. Buskskiktet är svagt utvecklat på de torraste områdena med lingon och ljung som de vanligaste risen. Blåbär dominerar i friskare sprickpartier. Buskskiktet domineras av lavar. Vanligast är Cladonia-arter som renlavar och fönsterlavar. Vitmossor förekommer i de förumpade små "hållkaren".

Förekomst och utbredning: På sprickdalslandskapets urbershållar, främst under högsta kustlinjen, särskilt i östra Sverige. På berg i dagen och på berg med tunnt jordtäckte, på de högsta delarna i landskapet. De flesta arealerna är små. Totalarealen är liten till medelstor.

Botaniskt innehåll

(Siffrorna anger säkerheten i bedömningen med 100 som säkert samband).

Sällsynta och hotade arter
?

Artrikedom:
mycket låg. Totalt kärleväxter, 20-tal mossor och lavar 100

Orördhet:
mycket stor 90

Lövsuccession:
saknas 100

Grundläggande funktioner

Markfaktorer

Jordart: jordlager saknas ("berg i dagen") eller är berg med tunt jordlager av morän 100

Jordmån: podsol (i mån av jordlager) 100

Grundvattenyta: mycket låg ?

Permeabilitet: mycket låg, dock i sprickzoner mycket hög 90

Strömningsmönster: troligen låg eller ingen rörelse 60?

Ekologiska faktorer

Fuktighet: mycket torrt 100

Näringsrikedom: fattigt 100

Avledda egenskaper

Biologisk produktionsförmåga

Bär och svamp: bärproduktionen är låg, främst av lingon 90 svampproduktionen är medelhög 60

Virke: lågproduktiv- improduktiv skog, oftast impediment 90

Känslighet för störningar

Slitage: mycket stor slitagekänslighet i inledningsskedet då lavvegetationen slits bort, därefter Mycket tålig. 100

Dikning: ingen, påverkas ej 100

Solexponering: låg känslighet

Framkomlighet:

Mycket god 100

Dynamik

Omloppstid: mycket lång, över 150 år 100

Återhämtningskapacitet: låg 90

Stabilitet: mycket stor 100

Hävdberoende: inget 100

Tidigare beteckningar som ingår i enheten:

Hällmarkstallskog (Sjörs 1956)

Tallskog av lavtyp, hällmarksvariant (Nihlgård i Nordiska ministerrådet 1984)

Lavtyp, lavristyp (Arnborg 1964).

VEGETATIONSTYP	BOTANISKT INNEHÅLL									
	artrikedom		orördhet		lövsucces- sioner		skiktning förekomst av buskar		täthet i träd o buskskikt	
	låg 1 2 3 4 5	hög 1 2 3 4 5	påverkad 1 2 3 4 5	orörd 1 2 3 4 5	saknas 1 2 3 4 5	kraftig 1 2 3 4 5	få 1 2 3 4 5	många 1 2 3 4 5	gles 1 2 3 4 5	tät 1 2 3 4 5
Hällmarkstallskog	x			x	x		x		x	
Lavris-rik tallskog	x			x	x		x		x x	
Torr barrskog	x			x	x x		x x		x x	
Barrskog på tunnt jordtäcke	x			x	x x		x x		x x	
Frisk barrskog	x x			x x		x x	x		x x	
Fuktig barrskog	x x			x x		x x	x		x x	
Ört-risrik granskog		x		x		x x	x x		x x	
Barrsumpskog		x		x		x x	x		x x	
Tallmosse	x			x	x		x		x x x	

Tab 2 Sambandet mellan botaniskt innehåll och de olika vegetationstyperna i barrskogar och sumpskogar. Siffrorna anger skalan 1 = saknas eller mycket låg, 2 = låg, 3 = medel, 4 = hög, 5 mycket hög.

VEGETATIONSTYP	DYNAMIK										FRAMKOMLIG HET	
	omloppstid		återhämt- nings- kapacitet		markför- ändring		hävd beroende					
	kort 1 2 3 4 5	lång 1 2 3 4 5	långsam 1 2 3 4 5	snabb 1 2 3 4 5	liten 1 2 3 4 5	stor 1 2 3 4 5	inget 1 2 3 4 5	intensivt 1 2 3 4 5	dålig 1 2 3 4 5	hög 1 2 3 4 5		
Hällmarkstallskog		x		x		x		x				x
Lavris-rik tallskog		x		x		x		x				x
Torr barrskog		x x		x		x x		x			(x)	x
Barrskog på tunnt jordtäcke		x x		x		x x		x				x
Frisk barrskog		x x		x		x x		x			(x)	x x
Fuktig barrskog		x x		x x		x x		x			(x)	x x
Ört-risrik granskog		x x			x	x x		x			(x)	x
Barrsumpskog			x	x			x x	x				x
Tallmosse			x	x			x x	x				x

Tab 3 Vegetationstypernas dynamik och framkomlighet i barrskogar och sumpskogar. Siffrorna anger skalan 1 = saknas eller mycket låg, 2 = låg, 3 = medel, 4 = hög, 5 mycket hög.

VEGETATIONS TYP	BIOLOGISK PRODUKTION						KÄNSLIGHET FÖR STÖRNINGAR																													
	bär		svamp				virke				slitage					dikning					solexpo.															
	låg hög		låg hög		låg hög		okänsl. känsl.					okänsl. känsl.					okänsl. känsl.																			
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5						
Hällmarkstallskog	x					x	x	?			x					(x)		x				-										x				
Lavris-rik tallskog	x					x	x	?			x	x				(x)		x	x		x										x	x				
Torr barrskog			x	x	x	x	x	?				x	x				x	x				x	x									x	x			
Barrskog på tunnt jordtäckte	x	x	x			x	x	x	?		x	x					x	x				x	x									x	x			
Frisk barrskog			x	x	x		x	x	?			x	x				x	x				x	x									x	x	x		
Fuktig barrskog		x	x					x	x			x	x					x	x						x								x	x		
Ört-risrik granskog	x	x					x	x	x	?			x	x				x	x						x									x		
Barrsumpskog	x						x	x	?			x						x	x						x									x		
Tallmosse	x						x	?				(x)													x									x		

Tab 4 Sambandet mellan biologisk produktion samt känslighet för de olika vegetationstyperna i barrskogar och sumpskogar. Siffrorna anger skalan 1 = saknas eller mycket låg, 2 = låg, 3 = medel, 4 = hög, 5 mycket hög. Förklaringar till parenteser ges i funktionsbeskrivningen, bilaga 3.



Fig 2 Sambandet mellan näringstillgång och fuktighet för barrskogar och sumpskogar i Västeråsområdet.

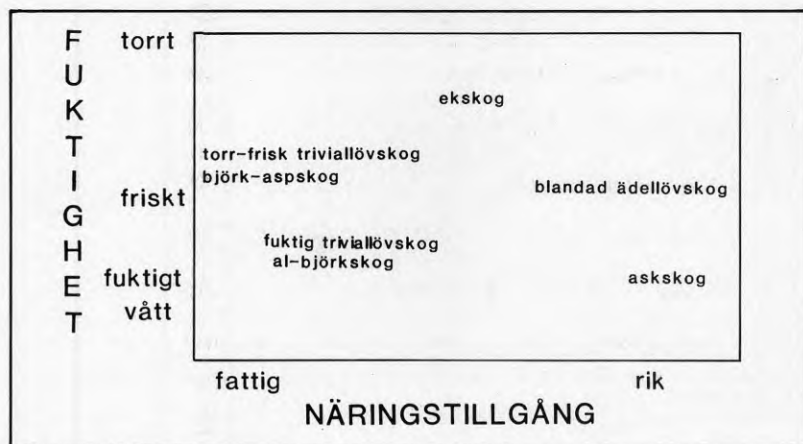


Fig 3 Sambandet mellan näringstillgång och fuktighet för lövskogar i Västeråsområdet.



Fig 4 Sambandet mellan näringstillgång och fuktighet för ängs- och hagmarker i Västeråsområdet.

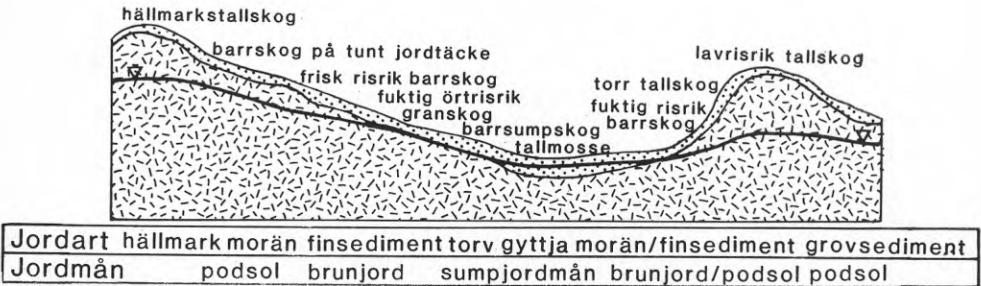


Fig 5 Sambandet mellan vegetation, jordart, jordmån och topografi för barrskogens vegetationstyper i Västeråsområdet.

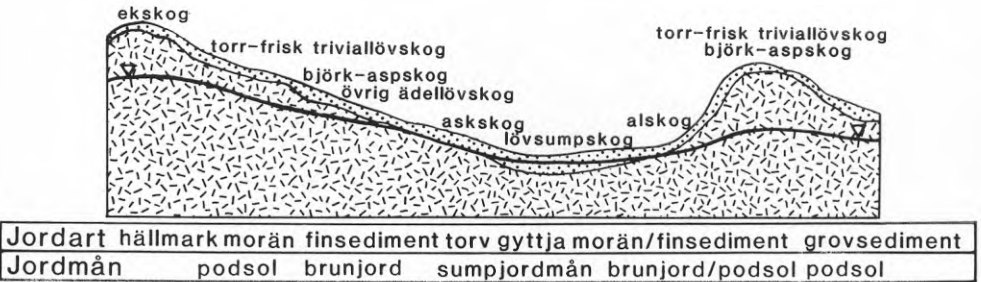


Fig 6 Sambandet mellan vegetation, jordart, jordmån och topografi för lövskogens vegetationstyper i Västeråsområdet.

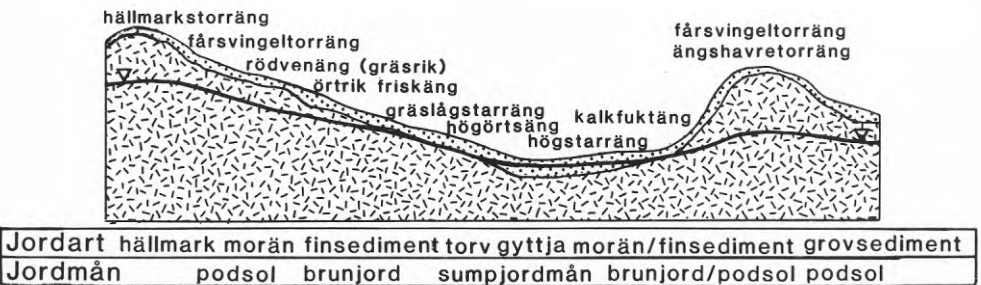


Fig 7 Sambandet mellan vegetation, jordart, jordmån och topografi för ängs- och hagmarkens vegetationstyper i Västeråsområdet.

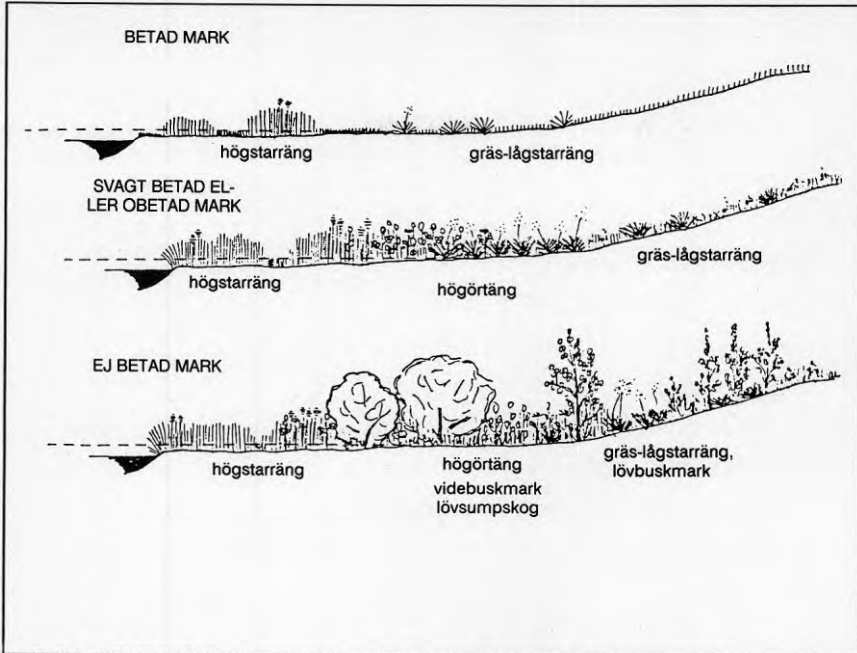


Fig 8 Hävdens betydelse för fuktängens utseende (bearbetad efter Larsson 1976).

			MYR	
			Mosse	Kärr
F	god	torr	Rismosse	
R				
A		F		
M		U	Fastmattemosse	Fastmattekärr
K		K		
O	dålig	T	Mjukmattemosse	Mjukmattekärr
M		I		
L		G		
I		H		
G		E		
H		T	Lösbotten/ Gölmosse	Sumpkärr, Högstarrkärr
E	oframkomlig			Videkärr, Lösbottenkärr
T		blöt		

Fig 9 Sambandet mellan fultighet och framkomlighet för myrens vegetationstyper i Västeråsområdet.

Funktions och egenskapsbeskrivningarna gör det möjligt att byta ut vegetationskartans klassificeringsschema mot något av de beskrivna parametrarna. Vegetationen kan således bytas ut mot en fuktighetskarta eller en framkomlighetskarta. Exempelvis skulle hierarkin överst på nästa sida kunna användas:

God framkomlighet

hällmarkstallskog, lavris-rik tallskog
torr barrskog, ung-gammal
frisk barrskog, medelålders - gammal
fuktig barrskog, medelålders - gammal
ört-risrik barrskog, medelålders - gammal
tallmosse, frisk - fuktig barrskog i hyggesfas
frisk barrskog, fuktig barrskog, ungskog
barrsumpskog

Dålig framkomlighet

Det finns förutom detta en kunskapsfond som inte är lika lättillgänglig. Ett exempel kan hämtas från fuktängarna och deras beroende av hävd. Ornitologerna har kunskaper om våra vanligaste våtmarksfåglars ekologiska miljökrav. Med kännedom om vegetationsutvecklingen på fuktängen och dess beroende av hävd, kan man kombinera dessa kunskaper och göra en prognos för fågelfaunans förändring när t.ex. bete av fuktiga strandängar upphör.

Analysmöjligheter från vegetationstyperna

Planeringsvärderingen ligger till grund för vidare analyser i planeringen. Borg (1975) beskriver i Linköpingsstudien följande analyser med utgångspunkt från baskartorna: förutsättningsanalys, konfliktanalys, konsekvensanalys samt framtidsbeskrivning.

De områden som beaktas vid planeringen är skogsbruk, friluftsliv, naturvård och bebyggelse. I tabell 5 ges ett förslag på vilka faktorer och egenskaper hos vegetationstyperna som har information för dessa olika områden. En närmare beskrivning av de olika vegetationstypernas förutsättningar ges i (Ihse 1990).

FAKTORER OCH EGENSKAPER	PLANERINGSSEKTOR			
	Skogsbruk	Rekreation	Naturvård	Bebyggelse
<u>Markegenskaper</u>				
jordart	x			x
jordmån	x			
grundvattennivå	x			x
permeabilitet				x
strömningsmönster	x			x
fuktighet	x	x	x	x
näringsrikedom	x		x	
<u>Botaniskt Innehåll</u>				
hotade naturtyper, arter	x	x	x	x
artrikedom		x	x	
orördhet		x	x	
lövsuccessioner		x		x
skiktning, buskförekomst		x	x	x
träd- och buskskiktets täthet		x		x
<u>Biologisk produktion</u>				
bär/svamp		x	x	
virke	x			
<u>Dynamik</u>				
omloppstid	x		x	
återhämningskapacitet		x	x	
markförändring, stabilitet		x	x	
håvdberoende	x	x	x	
<u>Känslighet för störning</u>				
slitage		x		
hydrologisk störning / dikning	x	x	x	
solexponering (kalhuggning)		x	x	
framkomlighet	x	x		x

Tab 5 Sammanställning av markegenskaper och biologiska egenskaper av betydelse för olika planeringssektorer.

5 Modeller

Med modell menas en förenklad beskrivning av vår verklighet (vårt system). En modell beskriver de ingående variabelernas relationer och ibland deras inbördes vikt. Vi brukar tala om konceptuella och matematiska modeller

Konceptuella modeller

Konceptuella (teoretiska) modeller är sådana där vi beskriver vilka funktionssamband som existerar utan att sätta numeriska värden på dessa. Den hjälper modellbyggaren att förstå vilka komponenter den slutgiltiga modellen ska bestå av. Utifrån den konceptuella modellen så bygger vi vidare till matematiska modeller.

Matematiska modeller

I de matematiska modellerna beskrivs inte bara sambanden mellan olika element utan värden returneras även från funktionerna. Dessa värden kan stå för olika saker, tex förekomst av elementet (ja/nej), elementets absolutvärde, viktat elementvärde. De matematiska modellerna kan indelas i ett antal grupper beroende på den mätskala elementen är beskrivna i:

Modeller med nominal mätskala

Dessa modeller utnyttjar endast förekomst (1 eller sann)/ icke förekomst (0 eller falsk) hos de ingående elementen. På detta sätt liknar de den överläggsanalys som kan göras med kartor där deloriginal med olika information läggs över varann. Överlappande områden kan därför lätt observeras. Tex kan en nominal modell för att sortera ut torra marktper utnyttja vegetationskartan, jordartskartan och en digital höjdmmodell.

$$\text{Torr mark} = \text{Vegetationstyp} * \text{Jordart} * \text{Höjdläge}$$

I vegetations kartan märks alla hållmarkstallskogar ut med 1 övriga 0. På jordartskartan markeras alla sandiga/grusiga områden med 1 övriga 0 och slutligen i den digitala terrängmodellen maskas alla områden över en viss nivå (områdesberoende) tex 400 möh med 1 övriga 0. När dessa tre lager läggs över varann kan områden där alla tre klasserna kolliderar lätt urskiljas (överläggsanalys).

Modeller med ordinal mätskala

Istället för att endast ange förekomst/icke förkomst kan vi vikta variabelerna i de olika skikten och på så sett få en mer nyanserad bild. Vi kan tex vikta hållmarkstallskog med värdet 2, blåbärstallskog med 1 och övriga med 0. Grusiga jordarter med 2 och sandiga med 1 övriga 0 och slutligen höjdlägen över 600 m med 2 och höjdlägen mellan 400-600 med 1 och övriga 0.

Dessa skikt multipliceras med varann och en överläggskarta med rangordnade områden erhålles. Den ordinala modellen kan endast med svårighet utföras utan ett GIS.

Vikterna som varje skikt tilldelas kan lätt ändras och högre värden tilldelas de skikt som konceptuellt antas ha högst betydelse.

Modeller med intervall- samt kvotmätsskala

I vissa modeller kan elementens värden användas direkt. Detta är det vanliga i modeller som bygger på fysikaliskt underbyggda samband tex grundvattenflöden:

$$\text{Grundvattenflöde} = (k1 * \text{nederbörd (mm)}) * (k2 * \text{lutning (grader)}).$$

Konstanterna är viktsfaktorer som vi kan förändra för att justera de ingående variabelernas inbördes vikt. Anser vi att nederbörden har större betydelse i analysen så ökar vi k1:s värde. Skillnaden mellan intervall- respektive kvotmätsskala är att i den senare är nollpunkten definierad vilket tillåter jämförelser av kvoter.

Förutsägelser med hjälp av modeller

Om verkligheten väl återspeglas i modellen kan den utnyttjas för att studera hur verkligheten skulle kunna påverkas när de ingående variablerna förändras. Vi behöver således verktyg med vars hjälp vi kan utföra sådana operationer.

Ekologiska planeringsmodeller

Erfarenheterna från arbeten med att ta fram underlagsmaterial för planering såsom exempelvis vegetationskartor och geomorfologiska kartor i Siljansområdet (Wastenson, 1981), och exemplifiera hur dessa kan användas (Arnberg och Österlund, 1987), är bl a att den information som finns i kartorna inte utnyttjas fullt ut beroende exempelvis på svårigheten att utnyttja den indirekta, eller underliggande, informationen som en specialist har. Ett bra exempel på detta är "Landskapsanalys i Linköpings kommun".

Denna erfarenhet stämmer även väl med Malbert (1987) som nämner att det ofta är frustrerande att erfara hur existerande, och många gånger efterfrågad, kunskap hos forskare inte används i praktiken. Vidare diskuterar Malbert kunskapsintegration under antagandet att det finns en inriktning att underbygga en naturresurshushållande samhällsplanering. Malbert sammanfattar NRL's och PBL's konsekvenser i två punkter:

öka kunskapen om samhälle och natur, samband och konsekvenser

utveckla planeringsprocessen så att sådan kunskap får påverka samhällsplaneringen

Vi instämmer helt med detta synsätt. En naturdatabank i ett GIS syftar just till detta.

Bjur (1987, s 23) redovisar en planeringsmetod med tre hjälpmedel: "naturdatabank", "konfliktbedömningar och konsekvensbeskrivningar" samt "planeringsområden avgränsade utifrån ekosystem". Naturdatabanken definieras som en sammanställning, i kartor eller på annat sätt, av information och kunskaper om naturresurser och miljö inom kommunen.

Bjur (op.cit.) ställer också frågan vem som ska ha initiativet i informationsförsörjningen, vilken ambitionsnivå som är lämplig och vilken detaljeringsnivå som bör väljas.

Till skillnad från Bjur (1987) anser vi att beskrivningsenheterna bör vara betydligt mindre än hela avrinningsområden. Avrinningsområden, liksom grundvatten-bassänger, kan vara lämpliga redovisningsenheter, men den "största homogena ytan" bör eftersträvas som beskrivnings-enhet. En annan skillnad är också att databasen endast avses innehålla primärdata. Bearbetningar i form av underlagskartor behöver således inte finnas.

Detta är en väsentlig skillnad mot t.ex. landskapsanalys i Linköpings kommun. I detta projekt bestämdes vissa skalområden för presentation i kartor av inventeringsresultatet. Därmed går flexibiliteten förlorad om ny kunskap inhämtas. "Kunskapen" är dessutom redan bestämd i systemet av den utvärderingsmodell som använts. Uppdatering är tung och resurskrävande. Följande generella schema kan ställas upp som visar informationsflödet i materialet från källan fram till användningen, se <\$&linkop> figur 10.

Tidigare inventeringar eller datainsamlingar har ofta inte kunnat användas på nytt därför att man valt en detaljerings- och aggregeringsnivå som passat just för tillfället. Det är kanske också en av orsakerna till svårigheten att använda biologiska och andra naturvetenskapliga inventeringar i en planeringsprocess. Informationen passar inte in eller kan inte förstås på rätt sätt.

En annan orsak kan vara att användaren inte bara skall kunna bryta ned ett problem från toppen, utan också skall kunna starta från botten och sammantälla informationen så att den kan hanteras på den aggregerings- eller detaljnivå som önskas både beträffande rumslig upplösning och klassificeringssystem. Att göra en sådan syntes blir meningsfullt först när man har en idé om struktur, funktion och utbredning i rummet hos olika ekosystem, så att konsekvenser av en tänkt miljöpåverkan kan förklaras.

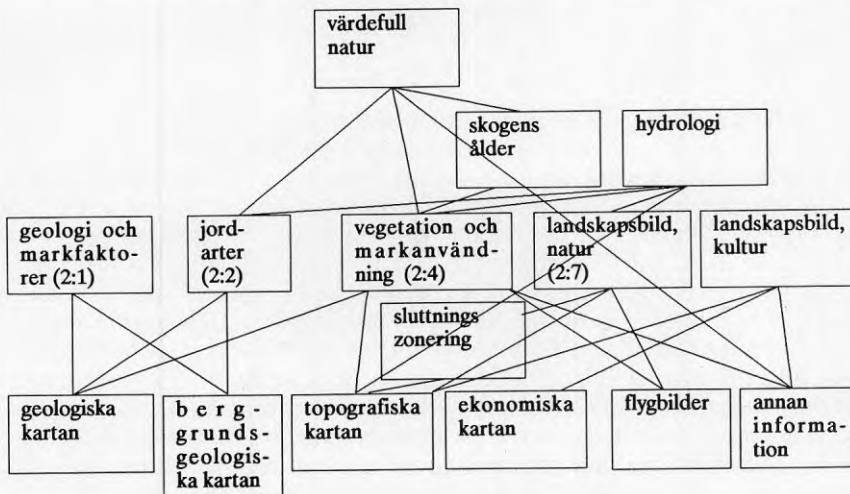


Fig 10 Informationsflöde från datakälla till avledd karta och planeringsinformation. Siffrorna refererar till kartor i Linköpingsstudien.

Osäkerhet i modeller

För många modeller är säkerheten i bedömningen viktig. Antag följande frågeställning: Märk ut alla områden med hög grundvattennivå. I den resulterande kartan kan vi med analyser av ordinaltyp få ut tex 5 grundvattenklasser (1-5). Vad vi inte vet är hur säkra vi kan vara på att klassificeringen är korrekt. Det är av avgörande betydelse om kartunderlaget ska användas vid tex byggnadsplanering. Om säkerheten i klassningen för en yta som klassats som torr är 50% eller 100% är lika viktig som klassningsresultatet i sig självt. Vi får inte luras av färgglada kartor och ta klassningsresultatet för givet. Vi behöver möjligheter att bedömma osäkerheten i analysen.

Att kunna hantera säkerhet i modeller ger oss bättre möjligheter att studera modellens känslighet för förändringar av olika variabler. En känslighetsanalys kan i sin tur rikta blicken mot andra orsaker till effekter än som kanske intuitivt förutsätts råda.

Osäkerheten i den slutgiltiga produkten har flera orsaker:

1. Den grundläggande karteringen har en viss osäkerhet
2. De funktionssamband vi utnyttjar har olika säkerhet

Vi måste därför kunna uttrycka osäkerheten i det datamaterial vi har men även osäkerheten i de relationer vi utnyttjar i modellen. Ett intelligent arbetande GIS som har tillgång till olika databaser strävar att i första hand utnyttja data med hög säkerhet. I vårt fall med grundvattennivåerna kan två datakällor vara användbara, 1) grundvattenkartering och 2) vegetationskartering. För vårt ändamål är grundvattenkarteringen den datakälla som har bäst säkerhet om det finns en mätpunkt just i det område vi vill studera. Men om vi tvingas interpolera fram ett värde sjunker säkerheten då interpoleringen kanske bara kan göras med 70% säkerhet. I fig 11 genomförs räkneexemplet

Denna fingerade jämförelse visar att om vi behöver använda grundvattennivån för en analys så ska systemet välja den datakälla med högst säkerhet och även redovisa säkerheten i den slutliga redovisningen. Vad är det för värde med en grundvattenkarta om vi bara till 30% kan lita på att dess värden är sanna?

För att kunna arbeta med dessa osäkerhetsfaktorer, och kunna bygga modeller på samma logiska sätt som liknar vårt konceptuella modellbyggande, så behöver vi nya metoder att beskriva våra element och funktionerna mellan dem. Det räcker således inte att använda traditionella analysmetoder i GIS. Att sätta viktsfaktorer på skikten kan inte användas för att representera osäkerhet vilket är en vanlig missuppfattning. Låt oss ta ett exempel. Grundvattennivån i två områden är klassad i tio klasser. Område A har klass 9 med en säkerhet på 70 %. Område B har klass 7 med en säkerhet på 90 %. Om säkerhetsfaktorn används för att vikta grundvattennivåerna vid en överläggsanalys kommer båda områdena att tillhöra klassen 6 ($9 * 0.70 = 6,3$). Båda områdena har genom denna beräkning hamnat i en ny klass vilket är missvisande av följande skäl: Om vi inte känner sambandet mellan mätvärde och säkerheten i mätvärdet, kan vi inte automatiskt anta att det finns ett samband och att detta är linjärt. En reduktion av variabler, som är den egentliga innebörden av operationen, är relevant endast om det existerar ett samband. Det är därför viktigt att vi kan bibehålla både klasstillhörighet och säkerhet.

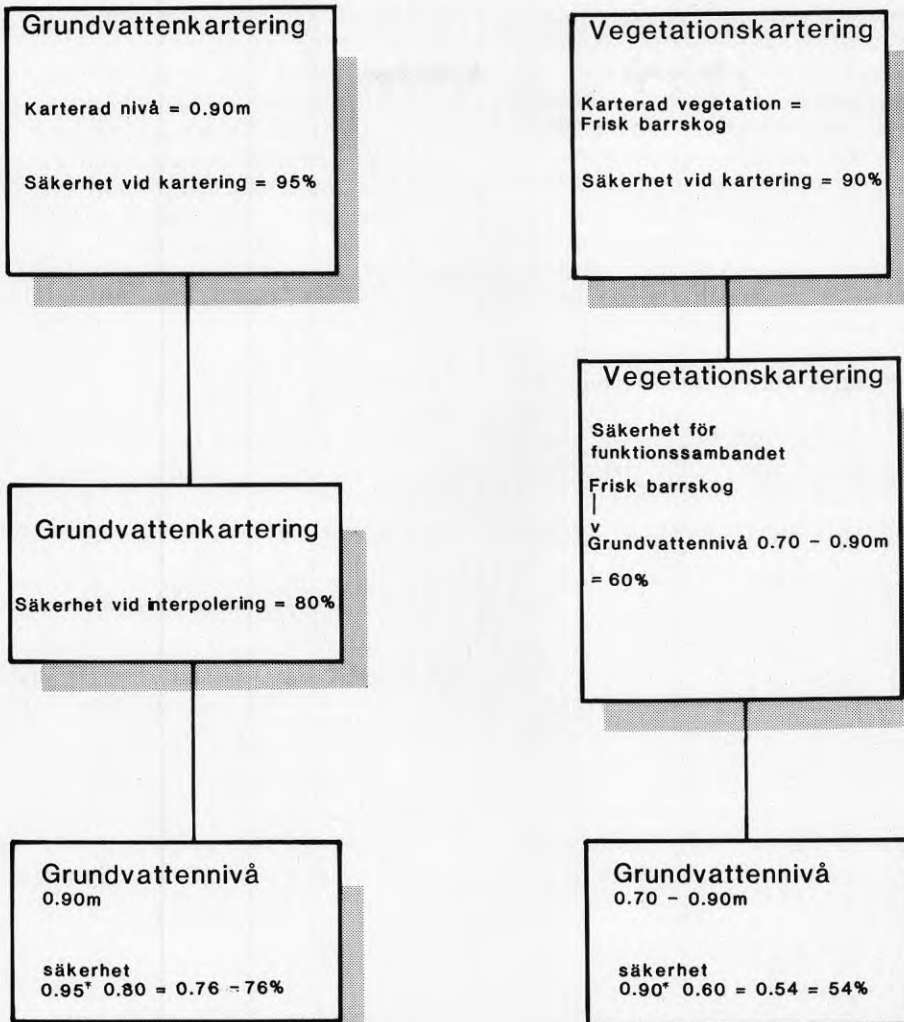


Fig 11 Den vänstra respektive högra spalten visar betydelsen av säkerhetsbedömning när alternativa informationskällor används.

Modell för geografiskt informationssystem

Förutom problemen med insamling, lagring och åtkomst av basinformation är det kanske svårt att ställa de rätta frågorna därför att effektiviteten hos olika variabler inte är kända. Vi behöver därför utveckla metoder som kan hjälpa en "generalistutbildad" person att utnyttja kvalificerad information. Därigenom är det inte nödvändigt att analysera inventeringsdata för alla tänkbara ändamål, utan man kan göra en analys när man har behov av den. Det är dock viktigt att tillräckligt ingående inventeringar finns tillhands för hela intresseområdet. För att i framtiden kunna beskriva hur och när olika data kan eller får användas krävs därför inte bara en standard i kommunikation i teknisk bemärkelse utan också en typdeklaration av ingående data. Vi tänker därför kvalitetsdeklarerat variabler så att hänsyn kan tas till mätskalor och t.ex. tillåtligheten av olika statistiska beräkningar.

Att beskriva olika informationsstrukturer med hänsyn till klassificeringssystem och samband mellan olika klassificeringssystem är ett första steg att överbrygga kompetenskyftan mellan olika discipliner. Därvid behövs både metoder att beskriva relationer mellan olika klasser som metoder att hantera "indikationer". Denna beskrivning av klassificeringssystemen och dessas inbördes samband utgör således en nyckel till samordning av kunskaper från skilda områden. I kapitel 9 visar vi därför hur ingående data kan användas i en analysmodell.

När vi gör en bedömning om exempelvis en lämplig lokalisering av bebyggelse, så fattar vi beslut grundade på bestämmelser eller regler för hur bedömningen skall göras. Iakttagelsen att metoden att dra slutsatser eller göra bedömningar, har gemensamma drag oavsett ämnesområdet, har lett till en teknik som utnyttjas i s.k. expertsystem. Dessa består av en kunskapsbas och en procedur som kan komma till en slutsats, en s.k. slutlednings- eller inferensmaskin. Genom att koppla isär kunskapsbasen och slutledningsproceduren är det möjligt att utveckla system som kan hantera flera olika kunskapsbaser till samma generella slutledningsprocedur. Jämfört med ett vanligt datorprogram kan man säga att kunskapsbasen utgör "data" till slutledningsproceduren, som utgör "programmet".

De bedömningar vi gör är ofta strukturerade val. I huvudsak består de av ett erkännande att ett givet problem har ett ändligt antal hypoteser knutna till sig. Expertsystemets uppgift är att välja ut vilka av dessa hypoteser som ger ett visst utfall.

Två typer av slutsatsdragning kan skönjas: probabilistiska och deterministiska. Deterministiska slutsatser är exakta och kan utföras med boolsk algebra. Exempel på tillämpning är traditionell överläggsanalys, där förekomst av en variabel och en annan variabel ger ett visst utfall. Vid probabilistisk slutsatsdragning väger man också in de olika variablernas sannolika medverkan i slutsatserna.

Den systemmodell som vi arbetar efter beskrivs schematiskt i fig 12. De olika databaserna och/eller analysmodellerna kan vara spridda hos olika kommunala förvaltningar eller finnas någon annanstans, t.ex. hos länsstyrelserna, statliga verk.

Det bör både finnas en kommunikationsstandard som tillåter utsökning i de olika databaserna och en motsvarande standard för analysprogrammen. Inom ramen för detta projekt kommer inte att utredas hur dessa gränssnitt skall se ut, men illustrera betydelsen av att detta diskuteras av olika användare. Informationen är tänkt att hanteras via ett användarprogram utformat som ett expertsystem. Därigenom kan analysmodeller utvecklas på en hög nivå i systemet och utnyttjas för hjälpfunktioner och beslutsstöd. Användarprogrammet utnyttjar analysmodeller för olika specialämnen vars avsikt är att producera avledd information när behovet finns.

Det finns några delar i ett informationssystem som är viktigare än andra. Två sådana är rapporteringssystem och ajourhållning. Det är önskvärt att ett utvärderingssystem av det här slaget utnyttjar primärdata som underhålls och ajourförs samt att all avledd information skapas när behovet uppstår. Därför bör övrig presentation i kartform beskrivas procedurellt och därefter skapas när det finns behov.

Dessa procedurer avses utnyttja generaliseringsmodeller när data hämtas till analysmodellen för att primärdata med olika upplösning skall kunna användas.

Detta ger i sin tur möjligheter till analyser av dynamiska förlopp och simuleringar. Det ger också en återkoppling till dem som ansvarar för primärdata om vad som är önskvärt och viktigt samt skapar en marknad för olika typer av ajourföring som användare har behov för.

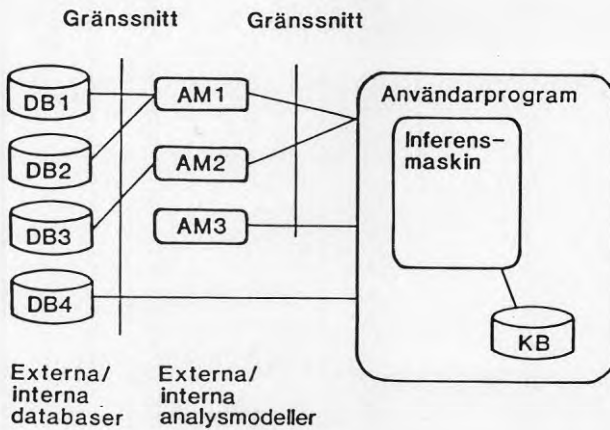


Fig 12 Systemmodellen.

Den beskrivna modellen har fördelen att databaserna finns där behovet för närvarande är som störst eller där organisation och mandat för databaserna finns. Någon separat uppläggning av en databas för planeringsändamål är inte en nödvändighet och ajourhållningsproblem och redundans undviks. Ett "filter" mellan användaren och databaserna erbjuder också större säkerhet. Om analysmodellen kräver information som är sekretessbelagd, t.ex. lokaler för utrotningshotade eller sällsynta arter, behöver detta inte avslöjas eller ens röjas vilken databas som används eller när sådan information utnyttjats. Om analysmodeller utvecklas hos SMHI, Naturvårdsverket m.fl. skulle dessa kunna användas av många användare. Förutsättningen är en kommunikationsstandard för geografiska data som är betydligt mer avancerad än t.ex. det föreslagna transferringsformatet Kartdatabanken.

Det är viktigt att denna typ av system kan byggas så att offentlighetsprincipen, integritets- och säkerhetsintressen kan tillgodoses.

De system vi använt för att bygga en prototyp, består av tre separata programsystem som är tätt knutna till varandra, se figur 13. Basen utgörs av ett system kallat Intelligence Compiler (IC). Detta kan läsa och skriva olika typer av databasfiler bla dBase-filer, som är ett vanligt databassystem på PC. Mapinfo är ett presentationssystem som ritat informationen till skärmen och lagrar koordinaterna.

Genom att använda ett separat beslutsstödssystem (BSS) uppbyggt av IC för analyser får vi ett kraftfullt verktyg för modellbyggande. I detta kan vi bygga upp resonemang grundade på logiska slutledningsmekanismer av samma typ som används i medicinska system för diagnos. Systemet har även inbyggda rutiner för att resonera med osäkerhet. Denna typ av system kallas ofta också expertsystem.

För att förstå principerna med vårt systemtänkande redovisas först hur expertsystem kan vara uppbyggda innan vi i kapitel 7 gör en kortfattad beskrivning av delsystemen som används.

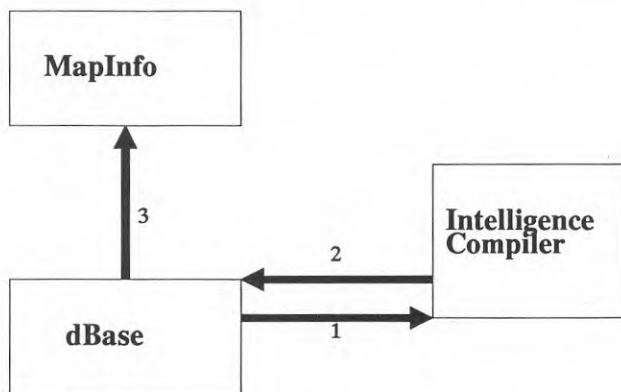


Fig 13 Samarbetande program i pilotstudiens beslutsstödssystem. Basdata lagras i dBASE databastabeller. dessa läses in till Intelligence Compiler (1) och bearbetas. Därefter återförs informationen till dBASE (2). Mapinfo läser därefter informationen från dBASE (3) och skapar tematiska kartor.

6 Expertsystem för GIS

Expertsystem

För att kunna bygga modeller byggda på logiska resonemang, som liknar vårt normala resonerande, så behöver vi bättre verktyg. Kunskapsbaserade system (expertsystem) har dessa möjligheter.

Ett expertsystem är ett program som ska utföra en komplicerad uppgift vanligen utförd av en expert. Programsystemet består i huvudsak av två delar: ett slutledningssystem samt en regelbas med regler av formen OM x är sant DÅ ÄR y sant. Styrkan expertsystemet har, är den inbyggda specifika kunskap som programmet utnyttjar snarare än de speciella sök- och slutledningssystemen. Ett expertsystem arbetar vanligen med problem som det inte finns någon enkel beräkningsmodell för.

Programmering av relativt enkla problemställningar ger i sig självt ofta programmeraren en bättre inblick i sitt problem. Tex att beräkna nederbörds mängden i ett avrinningsområde med ett Pascal-program kan få programmeraren att inse vikten av vissa beräkningsfaktorer som tidigare visade sig vara oväsentliga.

Expertsystem ger två tillskott till dessa bonuseffekter som programmering i sig självt har: Dels introduceras en ny programmeringsteknik som medför att kunskap och resonemang byggd på denna kunskap kan utföras enklare. Men expertsystemen ger oss även nya metoder att strukturera kunskap och metoder för att resonera med denna kunskap på nya sätt.

Strukturen i ett expertsystem

Huvuddragen i ett expertsystem kan liknas vid en människas resonerande. Slutledningsmekanismen är generell för all typ av kunskap. Låt säga att vi har två regler

$$\text{OM A är sann DÅ är B sann} \quad (1)$$

samt

$$\text{OM B är sann DÅ är C sann} \quad (2)$$

Från dessa regler kan vår generella slutledningsmaskin komma fram till att C är sann OM A är sann. Vad A,B och C står för beror på vilken problemställning vi har. Det kan t.ex. vara ett medicinskt eller geologiskt problem; slutledningsmaskinen fungerar på samma sätt oavsett vilken typ av kunskap den arbetar med.

I en specifik kunskapsbas för ett speciellt problem är reglerna fastlagda.

A,B och C kan tex stå för olika utsagor t.ex.

- A: Vegetationstypen är hållmarkstallskog i Lillskogen
- B: Jordtäcket är tunt i Lillskogen.
- C: Vattenbärande förmågan är låg i Lillskogen

Denna kunskap är specificerad i kunskapsbasen. Att vegetationstypen är hållmarkstallskog på den yta vi just nu studerar inhämtas från faktabasen. Men själva slutledningen att vattenbärande förmågan är låg OM vegetationstypen är hållmarkstallskog görs av den generella slutlednings-maskinen.

Kunskap

Vad är egentligen kunskap? Kunskap är ett ganska vitt begrepp. För ett expertsystem så begränsar vi det till följande: Kunskap är information om världen som en expert kan bygga beslut på. För att härma en expert så använder expertsystemet samma kunskap som denna. Kunskapen måste vara utformad på ett sätt som möjliggör slutledningar.

Den första typen av kunskap är fakta. Exempel på generella fakta är:

- Moränlera innehåller x% lerpartiklar (3)
- Grundvattennivån i sumpskogar är hög (4)
- Byggnadskostnaderna är höga (5)

Nästa typ av kunskap är regler:

- OM Lermäktigheten är större än 2 m
- DÅ ÄR byggnadskostnaderna höga

Regler kan kombineras för att skapa nya fakta:

Låt säga att vi har två regler:

- OM Vegetationstypen är hållmarkstallskog (6)
- DÅ ÄR Framkomligheten hög
- OM Framkomligheten är hög (7)
- DÅ ÄR är området lämpligt som friluftsområde

Vi har även en faktabas som detta fall endast innehåller:

- Vegetationstypen är hållmarkstallskog (8)

Vid sökande av ny kunskap i vår faktabas finner vi att regel (6) är sann eftersom förutsättningarna till denna regel kunde hittas i faktabasen. Slutledningen till regel (6) läggs därför till fakta basen. Faktabasen innehåller nu två stycken fakta

Vegetationstypen är hållmarkstallskog (8)

Framkomligheten är hög (9)

Vid den fortsatta slutledningen finner vi att även regel (7) är sann efter som förutsättningen är sann. Slutledningen av regel (7) läggs därför till regelbasen. Vi finner alltså att nyvunna fakta läggs till faktabasen och kan därför användas av senare förekommande kod.

Förutom regler för att beskriva orsakssamband behöver vi även beskriva vår kunskapsstruktur. Dvs hur olika objekt och klasser hänger ihop. Vi har tex en överordnad klass som heter vegetationsklasser som har ett antal underklasser t ex barrskog, lövskog, övrig mark mm. Barrskog har i sig ett antal underklasser bl a hållmarkstallskog och blåbärsgranskog. Med hjälp av denna klasstruktur kan vi kontrollera att hållmarkstallskog verkligen är en vegetationstyp och att regel (6) är tillåten att utföra. Hållmarkstallskog är ju en barrskog och barrskog är en vegetationstyp. Därför kan vi även säga att hållmarkstallskog är en vegetationstyp.

I detta system ärver klasser egenskaper från klasser som ligger på högre nivåer i hierakien. Hållmarkstallskogen som tillhör klassen barrskogar ärver därför alla generella egenskaper som barrskogar har och behöver inte lagra detta på nytt. På detta sätt kan vi kompaktera den kunskap som vi explicit måste lagra. Detta beskrivs mer utförligt under rubriken "Objektramar". För att kunna beskriva vår kunskap i form av regler behöver vi formalisera denna. För detta utnyttjar vi logiska resonemang.

Logik

Skälet till att utnyttja logik och logiska resonemang är att vårt dagliga språk är alltför mångtydigt. Med logiska satser blir våra påståenden mera konkreta.

Formell logik kan kort beskrivas med följande regler:

- 1: Vi utgår från ett antal påståenden som antas vara sanna. Dessa kallas fakta eller axiom.
- 2: Ett antal generella metoder finns som kan kombinera axiomen för att framställa ett antal nya slutsatser. Dessa metoder kallas slutledningsmetoder.
- 3: Slutledningsmetoderna används för att kombinera ett antal axiom som sedan leder fram till nya fakta.

Som ett exempel kan vi ta följande två fakta:

Hållmarkstallskog är en torr skogstyp (10)

Tallbacken är en hållmarkstallskog (11)

Från dessa två regler kan vi dra slutsatsen att:

Tallbacken är ett torrt skogsområde. (12)

Axiomen (som hör till kunskapen) som leder fram till detta är:

Tallbacken är en hällmarkstallskog (11)

samt

OM "Område x" är en hällmarkstallskog (13)

DÅ ÄR

"Område x" en torrskog

Den slutledningsmekanism som lät oss göra slutledningen att givet A och (Om A DÅ B) kallas vanligen syllogism.

Vilka beståndsdelar har logiska meningar

Termer

En av beståndsdelarna vid logisk representation är termer. Dessa kan vara av tre olika typer:

konstant: tex hällmarkstallskog, fuktig, lillskogen

variabel: tex 'område x', 'fuktighetsgrad'

uttryck: tex 24 * 60, 'tid' + 60

Predikat

Predikat är den del av en sats som utgör ett påstående. Predikat används oftast för att beskriva relationer mellan olika termer. Exempel på relationer är, "består av", "innehåller", "är en", "har en" m fl. Predikat är alltså oftast en verbform men de kan även vara ett substantiv ex jordart. Genom detta kan konkreta eller mer generella påstående beskrivas. Tex

luft består av syre, kväve (14)

sumpskogen har en jordart (15)

jordarten är en lerig morän (16)

Dessa påståenden kallas satser.

Sats

Det generella uttrycket för satser är $x P y$. Där P är ett predikat och x och y är termer en eller flera på varje sida. x kallas påstående och y slutsats.

Varje sats har ett sanningsvärde sant eller falskt. Sats 14 och 15 ovan är sanna medan satsen:

Luft består av Helium och Kväve (16)

är falsk

Termer och predikat kan alltså byggas samman så de bildar satser som liknar det sätt vi uttrycker oss med svenska språket.

Satser kan slås samman till kombinerade satser tex

‘lutningen’ 25 (17)
och
‘sluttningsriktning’ = öster ;

Denna kombinerade sats erhåller ett kombinerat sanningsvärde. Om någon av dessa delsatser är falsk så är den kombinerade satsen falsk.

Vi ska nu visa hur vi kan använda logiska resonemang i en form som kallas predikatlogik.

Fakta och regler i ett system byggt på predikatlogik

Fakta

Fakta är en sats som har befunnits vara sann och som därför lagras i en faktabas. Fakta är alltid sanna, oberoende av andra regler i regelbasen. Fakta kan lagras i en faktabas och kan bestå av information från fysikaliska mätningar, inventeringar och flygbildstolkningar. Fakta kan även införas under programmets gång om ny information erhålls.

Regler

Satser kan användas till att beskriva fakta. Kombinerar flera satser erhålls en regel. En regel kan generellt beskrivas som nedan:

OM		(18)
	Sats 1	
	OCH	
	Sats 2	
	OCH	
	
	OCH	
	Sats n	
DÅ	Sats x	

Samma regel kan även skrivas som:

	Sats x	(19)
OM		
	Sats 1	
OCH		
	Sats 2	
OCH		
	
OCH		
	Sats n	

Det är en fundamental skillnad mellan dessa sätt att skriva reglerna:

Regel 18 är skriven på formen (OM A DÅ B)

Regel 19 skrivs däremot som (B OM A)

Regel 18 är en regel av typ framåtsökande och regel 19 av typ bakåtsökande.

Framåtsökande regler används tillsammans med en faktabas med förhoppningen att slutledningen av nya fakta skall leda fram till det mål som söks.

Bakåtsökande regler söker först efter en regel som i sin slutsats anger målet. Den försöker därefter att fastställa om påståendet i förutsättningarna är sanna. Om så är fallet, då är även målet sant.

Vad är då ett mål? Målet är ett påstående (sats) vilkens sannhetsvärde vi försöker bedöma. Målet är således ingen fråga som vi vill ha svar på. Exempel på mål kan vara:

Framkomligheten i lillskogen är dålig! (20)

Grundvattennivån vid kärrbäcken är mindre än 20 cm !
(21)

Mål är således satser som vi logiskt försöker bevisa för att nå fram till ett slutmål.

Framåtsökande regler försöker att bevisa målet i sitt påstående. Bakåtsökande regler försöker bevisa målet i sin slutledning.

Skälet till att man resonerar med logiska satser är att det ger oss en möjlighet att beskriva dagliga händelser i ett mer koncist sätt än vårt vanliga språk. Det ger oss även en länk till vårt eget resonemang på ett för oss begripligt sätt. Framåtsökande och bakåtsökande kopplingar är slutledningsmetoder som låter oss resonera med logiska satser. Med hjälp av de logiska reglerna och satserna kan vi beskriva samband och funktioner mellan olika objekt i vår verklighet.

En fundamental punkt i expertsystem är att slutlednings-mekanismerna och reglerna skall vara åtskilda. Vid konventionell programmering är de sammanbyggda och reglerna komma i en viss turordning. Detta gör det svårt att ändra regelverket.

Strukturering av kunskap

Vi behöver nu metoder för att strukturera den kunskap vi har samlad så att den kan utnyttjas i logiska resonemang i en dator. Vi behöver vad vi kallar kunskapsstrukturer, att beskriva vår kunskap med. Det finns i nuläget inte program som kan ta hand om kunskap beskriven i allmänna ordalag som t.ex.:

Alla sluttningar som lutar mer än 30 grader och är täckta med snö kan innebära en risk för laviner om det snöat kraftigt de senaste 3 dygna.

Kunskap beskrivet på detta sätt såsom en expert skulle ha kunnat uttrycka det kan inte översättas av ett program ännu. Programmet kan inte se skillnad på verb och substantiv och kan inte tolka denna mening. Därför måste kunskapen beskrivas i mer strikta former med hjälp av logiska satser som i viss mån liknar vårt dagliga språk men är utan tvetydighet.

För att visa skillnaden mellan uttrycksmöjligheten i vårt dagliga språk och programspråk visas nedan hur samma kunskap kan beskrivas i svenska, predikatlogik och programspråket C.

Dagligt språk:

Om Lillskogen har vegetationstypen hållmarkstallskog och avståndet till vägen är mindre än 300 meter då är Lillskogen ett lättillgängligt och lättframkomligt område

Predikat logik:

OM
Lillskogen är av typ hållmarkstallskog
OCH
Lillskogens avstånd till väg är mindre än 300
DÅ ÄR
Lillskogen lättillgänglig och lättframkomlig

Programspråket C:

```
x = lillskogen
if(x.vegtyp = "hållmarkstallskog" && x.vägavstånd = 300)
{x.tillgänglighet = lättillgänglig;
 x.framkomlighet = lättframkomlig}
```

Den formalisering som sker i predikatlogiken är viktig för att kunna utföra logiska operationer på denna kunskap i en maskin. Det finns flera olika sätt att representera kunskap på. Vilken som ska användas vid vilket tillfälle beror på den verklighet vi för tillfället vill beskriva.

Kunskap kan även beskrivas på olika nivåer: djup eller ytlig. Ytlig kunskap är tex enkla regler som beskriver orsakssamband.

OM		(22)
	snödjupet ökat med mer än 20 cm de senaste 3	dygnen
DÅ ÄR		
	lavinrisken hög.	

Dessa regler fungerar som en svart låda vars innehåll inte är beskrivet. Den ger ingen mer uttömmande beskrivning av varför lavinrisken ökar. Inte heller under vilka omständigheter regeln gäller.

Djup kunskap ger istället en detaljerad beskrivning av orsakssammanhang för det ämne man vill beskriva t ex

Lavinrisken är beroende av tre faktorer: nederbörd, snöstruktur och terräng. Terrängen avgör om det är teoretiskt möjligt för en lavin att utlösas, vilket normalt sker på sluttningar som är brantare än 30 grader. Snöstrukturen avgör hur stor extra belastning som krävs för att utlösa en lavin. Är snötäcket stabilt så beror lavinrisken främst på snönederbörden de kommande tre dygnen. Om denna överstiger 20 cm är risken troligen hög.

Det finns i teorin egentligen ingen gräns för hur djupt vi kan gå vid beskrivningen av kunskap. Tränger vi för djupt utan att göra generaliseringar blir dock systemet praktiskt omöjligt att använda.

För att underlätta en analys kan vi avgränsa de processer som har huvudsaklig betydelse för vår problemställning. Vi beskriver då terräng, väder och snöstruktur som tre stycken objekt som har speciella egenskaper och funktioner. Vi beskriver även hur dessa objekt påverkar andra objekt under olika förutsättningar.

Slutledningsmekanismer

I ett expertssystem kan i princip tre olika typer av slutledningsmekanismer förekomma. Framåtsökande, bakåtsökande samt oexakt slutledning. De regler som tidigare beskrivits har använt sig av bakåtsökande slutledning. Begränsningen med denna är att slutsatsen bara kan bli tvåvärdig (sann,falsk). Vid slutledningen om hällmarkstallskogen är lättframkomlig vill vi dock kunna veta i vilken grad som den är lättframkomlig. Därför utnyttjar vi istället oexakt (eller osäkert) resonering.

Osäkert resonerande

En betydande del av de resonemang vi vill utföra i ett GIS innehåller någon form av osäkerhet:

Våra basdata innehåller fel i sin geografiska position

Basdata innehåller osäkerhet i sitt uppmätta/karterade värde.

De samband vi försöker upprätta för att ta fram ny kunskap innehåller även en viss osäkerhet.

Slutligen införs en viss osäkerhet beroende på att databasen inte innehåller exakt det vi vill ha.

Vi kan till exempel utnyttja ett påstående som säger:

Lillskogens jordtäckte består av lerig morän. (Sant/Falskt).
(23)

I detta fall finns det bara två möjligheter. Antingen är det lerig morän helt säkert eller så är det inte lerig morän. Denna tvåvärda logik (sant/falskt) kan utnyttjas av system där det inte råder tveksamhet om reglernas betydelse. I geografiska system kan vi dock aldrig vara riktigt säkra. Vi uttrycker istället ett värde mellan 0 och 100 på hur pass starkt vi tror på det aktuella påståendet.

Lillskogens jordtäckte består av lerig morän. (0 - 100).
(24)

En paradox som beskriver begränsningen med tvåvärd logik är följande:

Om vi tar bort en sten från stor stenhög så är stenhögen fortfarande stor.

Detta kan pågå tills endast en sten återstår. När övergår då stenhögen från att vara stor till att vara liten? Problemet kan istället beskrivas med osäkert resonerande där påståendet får ett succesivt sjunkande sannhetsvärde.

Stenhögen är stor 0.70

Stenhögen är liten 0.50

Stenhögen kan anses vara både stor och liten men den tillhör gruppen stora högar med en högre vikt.

Grundtanken med osäkert resonerande är att så långt möjligt minska osäkerheten i ett beslut. Jämför en planeringssituation där planeraren vill göra en plan för ett områdes utnyttjande. Inledningsvis är osäkerheten stor om vad området lämpar sig för. Planeraren använder information som i sig inte alltid är helt säker, för att minska osäkerheten i sitt ställningstagande. Det kan t.ex. vara funktionssamband som härletts från vegetationstypen, tyckande från andra instanser, framtidsplaner och budgetplaneringar. Genom att använda ett överskott av informationskällor som ger indikationer om planeringsmålet så kan osäkerheten i beslutet minskas.

Hur ska då ett antal påståenden vägas samman? Säg att fem olika instanser uttalat sig om ett områdes lämplighet för bostadsbyggande. Hur väger vi dessa mot varandra? Det finns ett flertal metoder för att resonera med osäkerhet. Flertalet metoder gäller endast under vissa förutsättningar och kan inte användas i ett beslutstödssystem. Det som framförallt är komplicerat är hur kombinerade sannolikheter ska beräknas. De metoder som kommer att beskrivas nedan är : sannolikhetslära, diffus logik (Fuzzy logic) och säkerhetsteori (certainty theory).

Sannolikheter

Sannolikhetsläran härstammar från försök att kvantifiera möjligheterna till vinst i olika spel. Den bygger på att det finns observationer sedan tidigare som beskriver en viss händelses förekomst. Sannolikheten att få en sexa på en balanserad tärning är t.ex. 0.17. Det vet vi genom att det finns sex olika alternativ (1/6). Är dock tärningen justerad så att sexan endast dyker upp 1 gång av 10 så är sannolikheten att få en sexa 0.10. Vi kan alltså genom att göra en lång mätserie beräkna sannolikheten för ett visst utfall. Detta är möjligt även i vissa geografiska sammanhang, t.ex. vid studier av meteorologiska/klimatologiska sannolikheter. För dessa finns långa tidsserier som beräkningar kan utföras på. Men i de tillämpningar som vi arbetar med, beslutstödssystem för planering, så är inte tidsserier lämpliga att bygga på helt enkelt därför att de inte existerar. Varje planeringssituation är unik.

Sammanvägning av sannolikheter byggda på tidsserier kräver att de ingående påståendena är helt oberoende av varandra. Säg att vi har två oberoende händelser x och y med sannolikheten $P(x) = 0.50$ resp $P(y) = 0.70$. Vad är sannolikheten att båda inträffar samtidigt? Denna sammanvägda sannolikhet definieras som

$$P(x \text{ och } y) = P(x) * P(y) = 0.50 * 0.70 = 0.35 \quad (25)$$

Låt oss överföra detta till ett konkret exempel. Vi har två påståenden:

$$\text{Lillskogen är en hällmarkstallskog} \quad P = 0.05 \quad (26)$$

$$\text{Lillskogen har ett torrt markskikt} \quad P = 0.10 \quad (27)$$

Detta innebär att vi till 5% kan säga att Lillskogen är en hällmarkstallskog och till 10% har ett torrt markskikt om vi räknar statistiskt över hela kommunen. Sannolikheten för att både påstående 26 och 27 är sanna om de inte är beroende av varann är då $0.05 * 0.10 = 0.005$.

$$P(\text{torr och hällmarkstallskog}) = 0.005 \quad (28)$$

I de flesta fall vi kommer att arbeta med är dock inte de ingående faktorerna oberoende av varandra. Vi vet att hällmarkstallskogen är förknippad med torra markskikt. Genom en statistisk undersökning i vår testkommun kan vi istället få reda på att à priori sannolikheten för att ett område både är torrt och en hällmarkstallskog är 0.04. Detta högre värde kommer av att det finns ett funktions samband mellan vegetationstyp och markfuktighet

$$P(\text{torr och hällmarkstallskog}) = 0.04 \quad (29)$$

Denna betingade sannolikhet är ett sätt att beräkna sannolikheter som tar hänsyn till

redan kända fakta om de påverkar utsagan. Tidigare visade vi att det är en sannolikhet på 0.10 att ett slumpmässigt utvalt område har ett torrt markskikt. Om vi innan får reda på att området är en hållmarkstallskog kan vi istället beräkna den betingade sannolikheten för att området har ett torrt markskikt. Dvs vad är sannolikheten att området har ett torrt markskikt under förutsättning att vi vet att det är en hållmarkstallskog. Detta skrivs som

$$P(\text{torr} \mid \text{hållmarkstallskog}) \quad (30)$$

och beräknas med

$$P(\text{torr och hållmarkstallskog}) / P(\text{hållmarkstallskog}) = 0.04 / 0.05 = 0.90 \quad (31)$$

Dvs vet vi att ett område är hållmarkstallskog så är sannolikheten att det har ett torrt markskikt 0.90.

Betingad sannolikhet låter oss således beräkna statistiska samband när händelser är beroende (korrelerade) till andra händelser.

Bayes teorem

Det finns dock ett annat sätt att se sannolikheter:

En sannolikhet är den grad av tro som hålls av person om en hypotes eller påstående.

Det finns således en grad av subjektivitet inbyggd i bedömningen som skiljer den från den rent statistiska som bygger på händelsers förekomst. Vid denna typ av sannolikhetsbedömning tar man hänsyn till tidigare händelser som påverkar utfallet.

Ett känt expertsystem som använt sig av denna typ av sannolikhetsbedömning är PROSPECTOR som utnyttjats för mineralprospektering.

Betingad sannolikhet beräknades enligt ovan med formeln

$$P(a \mid b) = P(a \text{ och } b) / p(b) \quad (32)$$

Dvs sannolikheten för a om vi känner b är sannolikheten för a och b dividerat med sannolikheten för b. Vi kan till exempel vilja beräkna sannolikheten för guldförekomst givet att vi spårat att viktigt ledmineral:

$$\frac{P(\text{Guld} \mid \text{ledmineral})}{P(\text{Guld och Ledmineral}) / p(\text{ledmineral})} \quad (33)$$

Det är dock sällan som information om mineraltillgångar finns så att ekvation (33) kan lösas. Den information som däremot är lättillgänglig är den motsatta. Dvs vad är sannolikheten för att vi hittar ett ledmineral om vi står vid en guldfyndighet.

$$P(\text{ledmineral} \mid \text{Guld}) \quad (34)$$

Bayes teorem visar hur vi kan lösa ekvation 33 dvs sannolikheten för att vi hittar guld om vi finner ledmineral skall beräknas ur sannolikheten för att vi hittar ett ledmineral om vi står vid en guldfyndighet.

$$P(\text{Guld} \mid \text{ledmineral}) = \frac{P(\text{Guld}) * P(\text{ledmineral} \mid \text{Guld})}{P(\text{ledmineral})} \quad (35)$$

Bayes sannolikheter är dock komplicerade att utnyttja av flera skäl enligt Parsay(1988):

Det är nödvändigt att ha ett statistiskt underlag för alla ingående variabler.

För att Bayes teorem skall vara matematiskt riktig krävs att alla utsagor är oberoende. Även om det går att komma runt denna begränsning så innebär det att experten måste omvärdera sin tankemodell för att passa expertsystemet.

När storleken på expertsystemet ökar så är det omöjligt att ändra på en à priori sannolikhet utan att en mängd andra också måste ändras. Detta för att summan av alla delsannolikheter måste vara 1.0. (om en karta består av ett antal klasser, kan man säga att sannolikheten för att en viss klass motsvaras av dess procentuella yta på kartan. Ytornas sammanlagda areal blir alltid 100%.

Trots att Bayes-sannolikheter har sina begränsningar så kan man utnyttja dem endast som ett sätt att resonera med oexakta värden i stället för att se dem som en probalistisk metod för att resonera med osäkerhet.

Diffus logik (fuzzy logic)

I motsats till sannolikhetsberäkningar där tidigare förekomst anger sannolikheten för en viss utsaga så anger diffus logik styrkan i en viss utsaga.

Om vi utgår från det enkla påståendet:

$$\text{Lerdjup över 2m ger svåra sättningsskador på hus (0.80)} \quad (36)$$

Vill vi ange osäkerheten i form av sannolikheter beskriver vi det som att i 80% av fallen så blir det svåra byggnadsskador. Som komplement till denna sats så har vi även påståendet:

$$\text{Lerdjup över 2m ger små sättningsskador på hus (0.20)} \quad (37)$$

I 20% av fallen är sättningsskadorna små. Observera att summan av sannolikhetstalen måste uppnå 100%. Vid en sannolikhetsbedömning så är sättningsskadorna små eller svåra, vi är dock osäkra vilken av dem. Om vi istället beskriver samma påstående i diffus logik så lyder sats (36): Lerdjup över 2m innebär att området tillhör mängden med svåra sättningsskador till 80%. Den kan samtidigt tillhöra mängden med små sättningsskador till 20% och även kanske en tredje mängd med moderata sättningsskador till 50%. Dessa tillhörighetsvärden behöver inte summeras upp till 100% då en

utsaga kan tillhöra flera diffusa mängder. Ett exempel till belyser skillnaden. Vi har tidigare beskrivit hur vi vill utnyttja de funktionssamband som vegetationen är indikerar. Ett av dessa samband är

Vegetationstyp ->> Markfuktighet

Dvs genom vegetationen kan vi uttala oss om markfuktigheten. Vi kan indela markfuktigheten i ett antal klasser t.ex Mycket torrt, Torrt, Friskt, Fuktigt, Vått. Vår vegetationstyp kan tillhöra flera diffusa mängder samtidigt men med olika styrka.

Hällmarkstallskog är mycket torr (0.90) (38)

Hällmarkstallskog är torr (0.70) (39)

Jämför detta med sannolikheter där det visserligen kan vara sannolikt att ett objekt kan tillhöra flera klasser men bara en i taget.

Skillnaden mellan tillämpning av sannolikheteori och diffus logik kan sammanfattas som:

Sannolikhet: Anger hur stor sannolikhet det är att ett föremål/påstående tillhör en viss klass.

Diffus logik: Anger hur starkt ett föremål/påstående tillhör en viss klass.

Zadeh (1965) beskriver tre olika typer av oexakthet:

Generalitet: Ett speciellt fall passar in i flera olika situationer.

Tvetydighet: Ett speciellt fall kan inte inte urskiljas från andra liknade fall.

Osäkerhet: Gränserna mellan två olika fall är diffus.

Ett diffus mängd är en klass som tillåter partiell tillhörighet. Låt säga att vi har ett skogsparti med blandskog av gran och tall. Vi har en enkel klassificering som indelar skogen i tall respektive granskog. För att tillåta glidande tillhörigheter så definieras klasserna Gran och Tallskog som diffusa mängder. Det gör att vi kan säga att vårt skogsparti både tillhör granskogen och tallskogen men bara till en viss del.

Säkerhetsteori

Målet med vår beskrivning av osäkerhet är att kunna utnyttja denna i regler för att beräkna hur osäkerheten fortplantas. Med Bayes teorem så används osäkerheten för att ange sannolikheten att en regel är sann. En annan möjlighet är att osäkerheten blir ett mått på hur starkt vi tror på en viss regel vilket motsvarar diffus logik och säkerhetsteori (ST). Säkerhetsteori ger oss regler för hur osäkerhet tillämpas i regler och hur osäkerheten fortplantas i ett system som utnyttjar diffus logik.

I ST tilldelas varje påstående en säkerhetsfaktor (SF). Detta värde ligger 0 och 100. Påståendet:

Hällmarkstallskog är en torr skogstyp SF (90) (40)

Innebär att hällmarkstallskogen tillhör klassen torra skogstyper med en styrka på 90

Vi behöver nu regler för att beräkna kombinerade SF-värden. SF(a och b), SF(a eller b) med hjälp av SF(a) och SF(b). Vi utnyttjar två tidigare studerade påståenden.

Lillskogen är en hällmarkstallskog SF(0.05) (41)

Lillskogen har ett torrt markskikt SF(0.10) (42)

Vad är det kombinerade SF-värdet för (41) och (42)? Om vi ser SF värdena som sannolikheter och 41 och 42 är oberoende så är den kombinerade sannolikheten att Lillskogen både är torr och en hällmarkstallskog:

$$0.05 * 0.10 = 0.005 \quad (43)$$

Säkerhetsteori ser dock satser som kombineras med "och" som en kedja av påstående som är lika stark som dess svagaste länk.

$$\begin{aligned} \text{SF(torr och hällmarkstallskog)} &= \\ \text{MIN(SF(torr), SF(hällmarkstallskog))} &= \\ \text{MIN(0.10,0.05)} &= 0.05 \end{aligned}$$

Däremot är påståenden som kombineras med "eller" sammanvägda där den starkaste länken avgör vad det sammanvägda SF-värdet blir.

$$\begin{aligned} \text{SF(torr eller hällmarkstallskog)} &= \\ \text{MAX(SF(torr), SF(hällmarkstallskog))} &= \\ \text{MAX(0.10,0.05)} &= 0.10 \end{aligned}$$

Det har varit en hel del debatt om hur SF-värden ska kombineras (Buchanan och Shortliffe 1984). En av fördelarna med att inte se SF-värden som "sannolikheten för förekomst" är att man i det fallet snabbt närmar sig sannolikheten 0 då alla satsers sannolikhetsvärden multipliceras med varann.

Hittills har vi bara beskrivit hur SF-värden kan användas för att ange hur stark ett fakta är. Vi kan även använda SF-värden för att ange hur starkt vi tror på en regel.

$$\begin{aligned} \text{SF} &= 80 & (44) \\ \text{Lillskogen är lättframkomlig} & \\ \text{OM} & \\ \text{Lillskogen är av typ hällmarkstallskog} & \end{aligned}$$

Denna regel anger att vi tror att detta påstående gäller till 80%. Den ska inte tolkas som att den bara gäller i 80% av fallen utan att den gäller i varje enskilt fall men bara till 80%. Vi kan även utnyttja vår tro på försatsen i regeln som i detta fall kan vara t.ex. 90.

$$\text{Lillskogen är av typ hällmarkstallskog SF(90)} \quad (45)$$

Den sammanvägda säkerheten i detta fall blir säkerheten i försatsen gånger säkerheten för regeln:

$$80 * 90 / 100 = 72 \quad (46)$$

Påståendet Lillskogen är lättframkomlig har därmed en styrka på 72%. Divisionen med 100 görs för att behålla intervallet 0-100

Om vi nu utvidgar regel 44 med ännu en förutsättning

$$\begin{array}{l} SF = 80 \\ \text{OM} \quad \text{Lillskogen är lättframkomlig} \\ \quad \text{Lillskogen är av typ hållmarkstallskog SF(90)} \\ \text{OCH} \\ \quad \text{Lillskogen är svagt kuperad SF(70)} \end{array} \quad (47)$$

Vi har nu två försatser vars betydelse ska sammanvägas. Som tidigare angetts så anses två satser sammansatta med ett "och" vara lika starkt som sin svagaste länk. Därför blir den totala regelsäkerheten:

$$80 * \text{MIN}(90,70) / 100 = 80 * 70 / 100 = 56 \quad (48)$$

Generellt gäller vid beräkning av SF för en regel:

$$\begin{array}{l} SF = X \\ \text{OM} \quad \text{Slutsats} \\ \quad \text{Förutsättning} \\ SF(\text{Slutsats}) = (SF(\text{Förutsättning}) * X) / 100 \end{array} \quad (49)$$

Kombinering av regler

Om vi har fler regler som har samma sats i sin slutsats behöver vi bestämmelser för hur denna ska sammanvägas. Vi kan se det som att varje regel ger en indikation om slutsatsens styrka. Om två regler A och B resulterar i samma slutsats så blir den kombinerade säkerhetsfaktorn:

$$SF(A) + SF(B) - (SF(A) * SF(B)) \quad (50)$$

Säg att vi ställs inför frågeställningen - Hur starkt är påståendet:

" Lillskogen är lättillgängligt" ?

Vi kan t.ex. ha två regler som beskriver ett områdes lättillgänglighet. Hur utnyttjar vi dessa regler ?

$$SF = 80 \quad (51)$$

Lillskogen är lättillgänglig

OM

Lillskogen ligger nära bilväg

$$SF = 70 \quad (52)$$

Lillskogen är lättillgänglig

OM

Lillskogen ligger nära bostadsområde

Båda dessa regler ger oss en indikation om lillskogens lättillgänglighet. Låt oss säga att vi har en faktabas där vi på något sätt har kommit fram till följande fakta:

Lillskogen ligger nära bilväg SF(60)(53)

Lillskogen ligger nära bostadsområde SF(50)(54)

När vi försöker beräkna lillskogens lättillgänglighet finner vi först regel 51. För att utlösa denna söker den finna förutsättningen vilken den hittar i fakta 53. Vi kan nu fastställa att Lillskogen är lättillgänglig med en säkerhet på:

$$80 * 60 / 100 = 64 \quad (55)$$

Regel 51 - Lillskogen är lättillgänglig SF(64) (56)

Vi kan dock uttala oss ännu säkrare om lillskogens lättillgänglighet då ännu en regel, oberoende av regel 52, ger en indikation om lättillgängligheten. Regel 2 finner att lättillgängligheten i Lillskogen är:

$$70 * 50 / 100 = 35 \quad (57)$$

Regel 52 Lillskogen är lättillgänglig SF(35)(58)

Enligt ekvationen (1) ovan så vägs dessa SF:värden samman med:

$$64 + 35 - (64 * 35)/100 = 77 \quad (59)$$

Det totala SF:värdet blir alltså högre än de individuella vilket är logiskt eftersom båda oberoende indikerar samma slutsats.

Det finns dock vissa fall där det är lämpligare att välja medelvärdet för två regler när en sammanvägning ska ske. I fallet ovan skulle det sammanvägda säkerhetsvärdet bli:

$$(64 + 35) / 2 = 49.5 \quad (60)$$

Vi har dock även regler som talar mot lämpligheten som rekreationsområde.

$$SF = 80 \quad (63)$$

Storskogen är olämpligt som rekreationsområde

OM

Förutsättning xx

OCH

Förutsättning yy...

I regel 63 kan vi nå fram till följande slutsats.

$$\text{Storskogen är olämpligt som rekreationsområde } SF(50) \quad (64)$$

Detta innebär att vi har slutsatser som både talar för och mot storskogens lämplighet som rekreationsområde. Det sammanvägda resultatet för dessa två slutsatser är en enkel subtraktion

$$\text{Slutsats 62 - Slutsats 63} = \text{Summa SF} = 80 - 50 = 30 \quad (65)$$

Vi skulle ha kunnat beräkna de motsägande reglerna med negativa SF-värden. Då skulle det dock inte vara möjligt att se vilka konflikter som föreligger. I ett fall kan t.ex en lösning styrkas till 90% men motsägas med 70% och i ett annat styrkas med 20 % men inte motsägas överhuvudtaget. Båda dessa resulterar i en styrka för slutsatsen på 20% men skiljer sig markant åt

$$90 - 70 = 20 \text{ Stora konflikter} \quad (66)$$

$$20 - 0 = 20 \text{ Inga konflikter} \quad (67)$$

Detta visar att det är en fördel att separera positiva och negativa effekter.

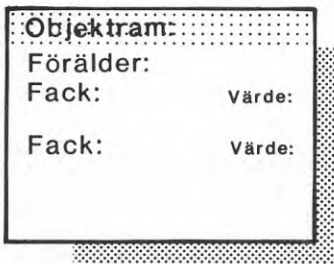


Fig 14 Objektramar används för att strukturera informationen.

Vi vet tex att klassen hållmarkstallskog har ett markskikt av olika Cladonia-lavar. Men vi vill inte behöva lagra detta explicit för varje objekt som är en hållmarkstallskog. Istället vill vi att alla objekt som är söner till hållmarkstallskog ska ärva de egenskaper som föräldern hållmarkstallskog har. Objektramar (jmf engelska termen "Frames") är en typ av datastruktur som kan kontrollera dessa arvsmechanismer. En objektram har ett namn, en eller flera föräldrar och ett eller flera fack, se fig. 14.

Ett praktiskt exempel kan t.ex. vara objektramen SJÖAR, se fig 15. Den är en son till objektramen VATTENDRAG. Alla sjöar kan beskrivas med ett antal variabler i objektramen kallad Fack:. VATTENDRAG har även den ett antal fack. Dessa är variabelbeskrivningar för alla typer av vattendrag. I och med att vattendrag är förälder till SJÖAR så gäller alla vattendragets fack-beskrivningar även för sjöar. Vi kan alltså fråga efter "kemisk formel" för en sjö och få svaret H₂O trots att det inte är direkt lagrat under SJÖAR.

Förutom att objektramar kan användas för att beskriva datastrukturer och inbördes relationer så kan vi även skapa instanser (förekomster) av en objektram. Förekomsterna kan ses som de dataobjekt vi lagrar dvs alla lagrade sjöar. På detta sätt blir objektramen en sorts typdeklaration av alla förekomster som hör till denna. T ex i vårt arbetsområde har vi ett antal vegetationsytor som är av typ hållmarkstallskog. Vi kan se dessa ytor som förekomster av objektramen hållmarkstallskog. Förekomsterna är alltså själva databasen och objektramen är databasbeskrivningen. Objektramen kan i detta fall kallas ett objektramsschema.

En Objektram är ett sätt att beskriva ett avgränsat objekt med ett antal egenskaper. Egenskaperna lagras under olika "FACK" i objektramsstrukturen. Ett annat exempel i vår för tillfället mycket begränsade värld är följande. Vi har objektramen barrskogar som är förälder till objektramen hållmarkstallskog. Objektramen har under sig ett antal förekomster av hållmarkstallskogar dvs vår databas med lagrade ytor av bl.a hållmarkstallskogar. I denna databas finns bl.a lillskogen. I och med att alla egenskaper som gäller för Barrskogen också gäller för dess söner så kan vi i systemet ställa följande fråga:

Trädtyp hos hållmarkstallskogen?

(68)

och få svaret tall och/eller granskog utan att detta behöver vara specificerat hos hållmarkstallskogen. Lillskogen kommer nämligen att söka bland sina föräldrar och se om någon av dessa har trädtyp specificerad.

Om vi frågar efter markskiktet hos Lillskogen så kommer den söka om någon förälder till objektet Lillskogen innehåller ett värde på markskiktet.

Kopplade procedurer

Objektramarna låter oss avgränsa egenskaper och metoder som är specifikt hos varje objekt. I denna bemärkelse liknar detta mycket objektorienterad programmering. Objektramarna låter oss på ett enkelt sätt sammanbinda deklarativa och procedurella satser. Vi kan i en objektram lagra rena fakta (explicit lagrad information) och procedurer (metoder) som beräknar ett värde när det efterfrågas (implicit lagrad information)

Vi kan se att vid facket Fuktighet finns en extra meddelanderad, fig 16. Den säger att värdet fuktighet inte finns lagrat men att det beräknas när någon önskar använda värdet. Här kan regler av den typ som tidigare beskrivits kallas in. På detta sätt kan våra implicit lagrade datafält beräknas först då någon ber om värdet. Regelbasen kan då vara uppbyggd så att all tillgänglig information används för att ta fram ett så säkert värde som möjligt. Detta minskar storleken på databasen. Det är även lättare att hålla databasen ajour då information som är beroende av andra fält beräknas vid behov.

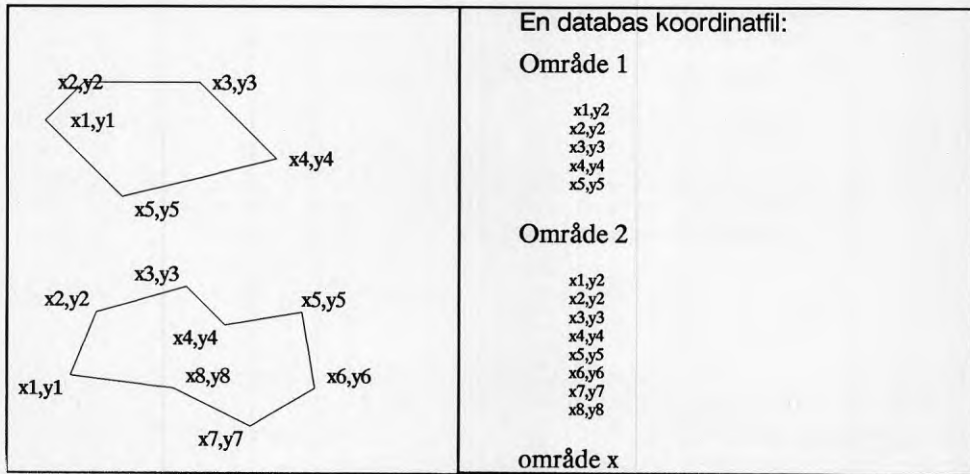


Fig 17 Varje yta (polygon) består av ett antal segment.

Fig 18 Koordinatdata lagras separat från attributdata.

Område	Vegtyp	Fältskikt	Buskskikt	Xkoord	Ykoord
1	Barrskog	...	...	...	...
2	Lövskog	...	...	...	...
3	Sumpskog	...	...	...	...
4	Rismosse	...	...	...	...
5	Tallmosse	...	...	...	...
6	Barrskog	...	...	...	...
7	Barrskog	...	...	...	...

Tab 7 Konventionell databastabell med all information som rör ett objekt samlat i en tabell.

Kopplingar till databaser

Det är lätt att se paralleller mellan en relationsdatabastabell och en objektram. I det system vi för närvarande arbetar med är det implementerat en direkt länk mellan dBase-databastabeller och objektramsinstanser.

Område	Vegtyp	Xkoord	Ykoord	Vegtyp	Fältskikt	Buskskikt
1	Barrskog	...	....	Barrskog	...	...
2	Lövskog	...	....	Lövskog	...	...
3	Sumpskog	...	....	Sumpskog	...	...
4	Rismosse	...	....	Rismosse	...	...
5	Tallmosse	...	....	Tallmosse	...	...
6	Barrskog	...	....	
7	Barrskog	...	....	

Tab 8 Onödig upprepning av data i relationdatabastabeller kan motverkas genom att data lagras i flera tabeller relaterade till varandra genom nyckelfält. Fältet "Vegtyp" ovan är ett sådant.

Databaser

Relationsmodellen

Normalt är den rumsliga informationen (koordinaterna) lagrad separat från de data, egenskaper eller attribut, som beskriver de objekt vi vill arbeta med.

Figur 17 visar hur de ser ut på en karta. Varje yta kallas polygon och en polygon består av ett antal segment. Polygonen med namn "Område 1" har 5 segment och 5 punkter (koordinatpar). "Område 2" har 8 segment och 8 punkter. Deras olika storlek medför problem med att använda konventionella relationsdatabassystem för dessa filer se fig 18.

Varje polygon, Område 1, Område 2... motsvaras av vad som kallas en post i ett databassystem. I de första databassystemen kunde motsvarande attributdatabasfil över vegetation se ut som tabell

7.

Områdena listas ett efter ett med all information som hör till området på samma rad.

Det som är viktigt att notera vid denna typ av databasfil är att vid tex område 1 och 6 som har samma vegetationstyp så sker en upprepning av beskrivningen av vegetationen. Denna brist har dock arbetats bort med de relationsdatabaser som nu används. En relationsdatabas med samma information skulle lagras enligt tabell 8 och 9.

Upprepning av data förekommer i mindre utsträckning här vilket är viktigt både av utrymmesskäl och från uppdateringssynpunkt.

Dessa datastrukturer kallas tabeller. Denna databas har alltså två tabeller. Varje tabell har ett antal fält (lodräta rader) vilket är den information som finns lagrad i tabellen.

Varje vågrät rad kan betraktas som en post. Man kan även se fälten som relationer. Varje post beskriver ett objekt som har ett antal relationer. Tex har vi relationen vegetationstyp mellan post nr 1 och barrskog. Detta kan skrivas: Vegtyp(1) = Barrskog.

Båda tabellerna har ett gemensamt fält (vegetationstyp) som gör att en detaljerad beskrivning av varje vegetationstyp bara behöver lagras på ett ställe.

Kunskapsbaserade databaser

Funktionssamband som regler

I vår enkla relationsdatabas med endast vegetationstypen registrerad för varje område finns dock mycket mer information att hämta. Vi kan uppställa ett antal funktionssamband mellan elementet vegetationstyp och olika markparametrar tex

- Vegetationstyp ->> framkomlighet
- Vegetationstyp ->> markfuktighet
- Vegetationstyp ->> känslighet för körskador

Med detta menar vi att den aktuella vegetationen är en indikation på de klimat och jordmånsbetingelser den lever under. Alltså borde det omvända vara möjligt dvs att utifrån vegetationen göra en bedömning av mark-betingelserna.

Men det räcker inte med att endast uppställa funktionssambandet, vi måste även ange säkerheten för just detta samband. Ex

Hällmarkstallskog - markfuktighet(torr), säkerhet (90%)
(69)

Frisk risrik barrskog - markfuktighet(fuktig), säkerhet (80%)
(70)

Inom ett och samma funktionssamband kan även säkerheten variera.

Vi kan beskriva dessa funktionssamband som regler.

OM Vegetationstypen är Hällmarkstallskog (71)
DÅ ÄR fuktigheten torr (90)

Men för en del vegetationstyper krävs det mer omgivningsinformation för att ange textfuktigheten. En angivelse om terrängens lutning kan ge oss mer detaljerad kunskap om fuktigheten. Vi skulle därför kunna ställa upp en mer komplex regel

OM (72)
Vegetationstypen är lingonrisbarrskog
OCH
Lutningen 5 grader
DÅ ÄR
fuktigheten frisk (90)

Men vi behöver inte bara information om just den punkt vi studerar. När vi läser en karta utnyttjar vi all information som omger vårt observationsområde. Vi tittar inte på en punkt isolerat om vi t ex vill kartera troliga inströmningsområden för grundvatten. Olika vegetationstyper ger oss en första indikation på sannolikheten, men får vi information om objektets avstånd från krönpunkter och svackor kan vi med större säkerhet uttala oss om att området är ett inströmningsområde.

Explicit lagrad information			Implicit lagrad information		
Område	Vegtyp	Xkoord	Ykoord	Fuktighet	Framkomlighet
1	Barrskog	...	....	...	...
2	Lövskog	...	....	...	...
3	Sumpskog	...	....	...	...
4	Rismosse	...	....	...	...
5	Tallmosse	...	....	...	...

Tab 9 En databas med explicit lagrade data och implicit lagrade data i form av regler

Explicit och implicit lagrad information

Det vi kan se här är att vår fysiskt lagrade databas innehåller mer information än vad som egentligen finns lagrat. Vi kan se databasen som två delar. En del med explicit lagrade fält och en del med implicit specificerade fält som dock inte

finns lagrade som data utan som regler i en regelbas (tabell 10). För användaren syns dock ingen skillnad om det är explicit eller implicit lagrad information

En kunskapsbaserad databas består således av konventionellt lagrad data plus regler.

Frågan är då, hur ska denna information lagras. Lösningen är att databasen byggs upp av en relationsdatabas med tabeller för den explicit lagrade informationen och en kunskapsbas med regler för den implicit specificerade kunskapen. För användaren ska det dock inte vara någon skillnad på att använda sig av explicit eller implicit lagrad information.

I ett kunskapsbaserat databassystem kan regelbasen arbeta mot flera olika databaser med ett gemensamt problem. Detta är nödvändigt då flera olika intressenter ska använda sig av informationen. Inom en kommun kan tex flera olika inventeringar av känsliga vegetationstyper ha gjorts. Några översiktliga med flygbilder och några i detalj med markkarteringar. I detta fall är det olämpligt att slå ihop dessa karteringar i en gemensam databasfil därför att dessa två karteringar är gjorda med olika indelningssystem.

Markkarteringen kan ha ett mycket mer finindelad system som inte kan utnyttjas i flygbilder. Flygbilderna är dock bra för generaliseringar av gränslinjer och mer översiktliga vegetationstyper. Att försöka slå ihop dessa karteringar leder därför till ett mycket oenhetligt system där källan till ett uttaget värde är omöjligt att spåra. En användare vill naturligtvis kunna fråga på ett standardiserat vis utan att behöva bry sig om varifrån kunskapen hämtas. Därför kan regler styra ur vilken databas kunskapen ska hämtas. Är det detaljinformation som efterfrågas ska markkarteringen utnyttjas, däremot ska flygbildskarteringen utnyttjas för översikter. Detta innebär att vid uttag ur databasen kan ett enhetligt indelningssystem för alla avdelningar användas. Lagring och uppdatering av data sker dock av ansvarig avdelning i det datasystem och indelningssystem som är lämpligast för denna avdelning.

7 Beskrivning av program ingående i vårt system

dBase

dBase är ett vanligt förekommande relationsdatabassystem på persondatorer och det har nyligen utkommit med en ny kraftfull version. Detta gör att stora mängder information kommer att finnas tillgängligt i detta format. Systemet bygger på att tabeller lagras i filer på det sätt som beskrivits tidigare. Ett enskilt databassystem kan bestå av många tabeller där vissa fält (kolumner) är gemensamma så att kopplingar mellan olika tabeller kan göras. I dBase kan data lätt matas in antingen från andra datafiler eller från tangentbordet.

De tabeller som skapas kan förändras, nya fält kan läggas till och flera poster läsas in. Varje fält kan maximalt vara 255 bokstäver lång. Det innebär att det går att spara textinformation som är kopplad till en post. Vi kan tex skapa ett fält som heter vegetationsbeskrivning där vi i ord beskriver vegetationstypens egenskaper.

MapInfo

MapInfo är ett lågbudgetprogram för ritning av kartinformation på persondator. Varje karta som lagras uppdelas på två filer. En koordinatfil (se fig 17 och 18) som anger gränserna för varje polygon, linje eller punkt och en attributfil som lagrar information knuten till varje polygon. Tabell 8 och 9 ovan kan vara ett exempel på en sådan attributfil som innehåller 7 poster med information om motsvarande 7 polygoner vilka lagras i polygonfilen. Attributfilen är i själva verket en datafil som lagras med ett relationsdatabassystem (dBase).

Med MapInfo kan snabbt tematiska kartor ritas ut. Det går att göra tematiska kartor med alla de fält som finns specificerade i attributfilens tabell tex vegetationstyp. Rutiner finns för snabb förstoring eller förminskning av kartbilden och förflyttningar inom kartan.

Rutiner finns även för att söka efter olika element i kartbilden. Man kan skriva in namnet på den väg, det hus eller den vegetationsyta som vi vill lokalisera och MapInfo söker igenom databasen och ritar upp kartan på nytt med den önskade punkten i centrum. Det går även att peka på den punkt man vill ha information om. Systemet öppnar då ett fönster där den visar den datapost som attributfilen har lagrad om den aktuella vegetationsytan eller punkten.

Mapinfo innehåller ett eget relationsdatabassystem som kallas mBase. Det har i princip samma funktioner som dBase vilket gör själva programmet dBase överflödigt. Det principiellt viktiga är att filer med dBase-format är den gemensamma länk som MapInfo har med program i sin omgivning.

Intelligence compiler

Detta är ett system som liknar programspråket PROLOG (PROgramming in LOGic). Det är ett programspråk som helt bygger på logiska resonemang och har utvecklats för att underlätta logiska resonemang i en dator. Den typ av logik som används kallas predikatlogik och består helt enkelt av ett antal satser av typen

OM x Då y

Med detta menas, om x är sant då är y sant. T ex

OM "Vegetationstypen" är mosse
DÅ är näringshalten låg

Med satser av denna typ kan ett logiskt resonemang som mer liknar vårt naturliga språk (än normala programspråk) göras. En annan viktig faktor är att ett program skrivet med detta språk drivs av de data som det testas på. Det finns många olika benämningar på dessa system. Vi föredrar att använda namnet beslutsstödssystem (BSS). Beteckningen expertsystem förekommer också men namnet och leder ofta till missförstånd om vad programmet egentligen är ämnat till. Ett traditionellt dataprogram har en väl bestämd utformning där satserna i programmet genomlöps i tur och ordning från rad 1 till sista raden. I ett BSS är det indata i programmet som styr vad nästa steg är.

Intelligence Compiler har inbyggda funktioner för att kommunicera med bl.a. dBase-filer. Det innebär att programmet kan läsa datafiler skapade med detta system. Det kan därefter göra analyser och extrahera ut ny information som lagras i nyskapade dBase-filer. Med detta system är det möjligt att bygga komplicerade geografiska modeller som kan inhämta många olika typer av data. Det kan därefter spara resultatet från dessa analyser i form av en dBase fil som kan utnyttjas i Mapinfo för presentation. Fördelarna med att använda ett BSS för analysen, istället för att helt förlita sig på överläggsanalys, är att vi kan bygga modeller med mer komplex information och som mer liknar det sätt som en människa resonerar när hon vill göra en liknande undersökning.

Intelligence Compiler är byggt kring programspråket C och ger därför möjlighet att länka egna program i C. Tex kan rutiner skrivas för länkning och uttag ur vilket databassystem som helst t.ex. ORACLE eller dBase.

Systemuppbyggnad

Med systemen MapInfo och och Intelligence Compiler kan vi bygga komplicerade modeller där även osäkerheten i vår bedömning ingår.

Vi kan tänka oss att systemet utnyttjas på detta sätt:

I programmet Intelligence Compiler (IC) specificeras den uppgift vi vill lösa. I IC kan vi skapa generella regler för de olika analyser som kan vara tänkbara. Detta underlättar för användaren och felaktiga/orimliga analyser blir ej möjliga. En parallell kan dras till de vanligt förekommande statistikprogram som finns tillgängliga på PC:r. För att utnyttja dessa krävs en mycket god kunskap i statistik för att

man inte ska bryta mot de grundförutsättningar som specificerats för den rutin man vill använda. Programmet i sig protesterar dock ej mot den felaktiga användningen. På liknande sätt tror vi att analysmöjligheterna bör styras upp så att otillåtna analyser inte kan göras utan att varningar utfärdas.

När IC valt de analysmetoder som är lämpliga, letar det i tillgängliga databaser vilka data som är tillgängliga. Det arbetar sen mot dessa data och skapar en ny databasfil med information kopplad till varje polygon. Denna används sedan av Mapinfo för att göra en karta över analysområdet.

8 En regelbaserad modell för kommunal naturresursplanering

Inledning

I detta kapitel beskrivs den datastruktur som vi tror är lämplig för en regelbaserad modell för kommunal naturresursplanering. Inom pilotprojektets ram har vi inte haft tid och resurser att implementera hela detta system. Istället har vi tagit vissa genvägar för att få fram ett begränsat fungerande demonstrationsprogram. Vi kommer i detta kapitel att notera där vi har gjort dessa modifieringar.

Områdesindelning

En viktig fråga är hur vi ska representera de ytor vi vill studera. Avancerade vektorbaserade system har normalt funktioner för polygonöverlagring. I pilotprojektet har vi inte arbetat med den typen av system. Vi har därför gjort en generalisering och använt de karterade vegetationsytorna som minsta analysbara enhet. Denna generalisering är dock välgrundad då vegetationstypen är en integrerad funktion av jordarten, markhydrologin, markanvändningen och klimatet. De gränser som vegetationen därvid bildar är därför gemensamma för många parametrar.

Information lagrad i databasen

Vår grundfilosofi är att data skall lagras hos den enhet som bäst klarar att hålla databasen à jour. Detta förhindrar inte att andra avdelningar har exakt specificerade databasbeskrivningar. T.ex. över vad som finns lagrat i vilken tabell och vilka metoder som använts för att samla in informationen. Därför blir den viktigaste delen i vårt system de länkar som ska knyta ihop vårt beslutsstödssystem med externa databaser. I pilotprojektet använder vi dock internt uppbyggda databaser då externa databaser kräver en stor arbetsinsats.

Grunden i vårt analysystem är som nämnts vegetationen. Den databastabell vi utgår ifrån är därför den där alla vegetationsytor är lagrade.

Område	Vegtyp	Skogsfas	Xkoord	Ykoord
1	Hällmarkstallskog	1	15678900	66423425
2	Videbuskmark	5	15668880	66435666
3	Odlingsmark	7	15648888	66458885
4	....	....	...	....

Tab 10

Kopplad till denna är filer med vegetationsytornas koordinater.

Annan viktig information som kan lagras i databasen är:

Jordartskartan.

För avståndsberäkningar används digitaliserad väg- och bebyggelseinformation.

Hydrologisk- och geoteknisk information.

Höjddata i en digital terrängmodell

Kunskapsbas

Vår kunskapsbas består av regler och objektramshierarkier för att kunna resonera sig fram till ny kunskap. Med hjälp av dessa datastrukturer skapas nya databastabeller som används av kartritningsystemet. Vilka data som ska lagras i den nya databastabellen definieras av användaren i början av programkörningen och sparas i en lista kallad utdatalista. Trots att många fack kanske måste beräknas så innebär inte det att alla lagras automatiskt. Från denna lista så skapas den nya databastabellen. Anta att användaren definierat följande fack i utdatalista.

UTDATALISTA = [Område nr, Xkoord, Ykoord, Vegtyp, Skogsfas, Framkomlighet, Rekreativsvärde]

Detta innebär att en databastabell med följande utseende skapas.

Område	Xkoord	Ykoord	Vegtyp	Skogsfas	Framk.	Rekreativsvärde
...

Längden och typen för varje fält ligger lagrat i separata databeskrivningar som tillhör varje definierat fack.

Kunskapsbasen är hierarkiskt uppbyggd med regler på olika nivåer med hjälp av objektramar. Varje vegetationsyta som vi vill bearbeta är förekomster av objektramen Ettobj. Detta innebär alltså att alla fack hos föräldrarna till Ettobj görs tillgängliga för den nyskapade förekomsten (objektet). Vid inläsning av varje ny yta nollställs alla fack hos föräldrarna. Under de flesta facken ligger färdiga beräkningmoduler som vet var och hur fackvärdet ska inhämtas. Objektramen Vegetationsobjekt är speciell då den är kopplad till databastabellen med alla lagrade vegetationsytor. Gången i programmet är därför att först kontrollera om det återstår några objekt i databasen att beräkna. Om så är fallet så skapas en förekomst till Ettobj. Detta objekt är dock helt tomt, den har inga explicit definierade fack. Automatiskt sker därefter en överföring av vegetationsytans data från databasen till den nya förekomsten av Ettobj. Bara de fält som är definierade i utdatalista överförs dock direkt.

Vårt nya objekt har nu explicit lagrat facken: Områdes nr, Xkoord, Ykoord, Vegtyp, Skogsfas

Därefter beräknas övriga fack som angetts i utdatalista. Framkomlighet är den första variabeln som blir beräknad för vegetationsytorna. För att beräkna framkomligheten så måste vi utnyttja oss av bl.a. medellutning, blockighet, vegetationstyp. Dessa måste därför beräknas temporärt för varje vegetationsyta men sparas inte direkt i den nya databastabellen.

Objektram: Vegetationsklasser
Förälder: Databastabell
Fack: Trädskiktets täthet
Fack: Fältskiktets täthet
Fack: Artrikedom
Fack: Hotade arter
Fack: Årstidsväxlingar
Fack: Interceptionsförmåga
Fack: Lövsuccessioner
Fack: Omloppstid
Fack: Produktionsförmåga
Fack: Humushalt
Fack: Siktdjup
Fack: Näringshalt
Fack: Bärighet
Fack: Grundvattennivå
Fack: Permeabilitet
Fack: Strömningsmönster
Fack: Jordart
Fack: Jordmån

Fig 19 Funktionssamband som är kopplade till varje vegetationstyp.

Den ursprungliga databastabellen hålls relativt liten och de flesta värden beräknas när de behövs. Om dock t.ex. medellutning beräknats en gång för en vegetationsyta så ligger värdet kvar nästa gång det utnyttjas i en annan beräkningsmodell. Det är dock viktigt att betona att dessa värden endast läggs upp temporärt och inte lagras statistiskt i en databas om sättet att beräkna dem varierar.

En stor del av den information vi vill inhämta bygger på vår kunskap om vegetationen och de funktionssamband denna indikerar. Därför har vi en speciell datastruktur som innehåller information om t.ex. fuktighet, känslighet, framkomlighet. Varje vegetationstyp är en förekomst av objektramen Vegetationsklasser. Denna innehåller fack med beskrivningar av aktuella funktionssamband t.ex. fuktighet, framkomlighet, känslighet (fig 19).

Observera dock att vi inte kan lagra t.ex. fuktighet som ett entydigt värde under varje vegetationstyp. Vi kan inte säga entydigt att Hällmarkstallskog är mycket torr. Den kan även sägas ha en viss tillhörighet i klassen torra vegetationstyper. Under facket fuktighet ryms därför ännu en objektsram med namnet Fuktighet. Denna Objektsram innehåller ett fack för varje möjlig klasstillhörighet som vegetationstypen kan ha i klassen fuktighet. Varje instans till objektsramen Vegetationsklasser har alltså en egen instans till facket fuktighet, framkomlighet m.fl.

De funktionssamband som hittills är definierade för vegetationen visas i figur 20 där den totala datastrukturen beskrivs. Notera att det faktum att vi har fukighetsvärden, framkomlighetsvärden m.fl. angivna för varje vegetationstyp inte innebär att regelbasen utnyttjar dessa för beräkningar. Finns det mer detaljerad information så utnyttjas denna i första hand. Vegetationen kan dock ge oss stor hjälp då övriga karteringar saknas.

Vegetationskunskapsbasen kan ses som en fristående faktabas som utnyttjas av regelverket vid behov.

Nedan följer en mer detaljerad beskrivning av kunskapsbasens struktur. På högsta detaljnivån ligger objektramar med regler för beräknade basparametrar:

Terrängparametrar

Omgivningsparametrar

Mark- och vattenparametrar

Spatiala (rumsliga) parametrar

Dess objektramar har metoder inbyggda för att beräkna/inhämta tex lutning, jordart, markfuktighet mm. På en mer generaliserad nivå finns en objektram med regler för generella egenskaper såsom framkomlighet, orördhet, tillgänglighet. Dessa generella regler utnyttjar basparametrarna för sina beräkningar. Längst ner i hierarkien finns objektramar med värderingsregler för de sektorer där konflikter uppstår: byggnations-, skogsbruks-, rekreations-, och naturvårdsvärderingar. För varje definierat fackvärde som lagras så lagras, även säkerhetsfaktorn som beskriver hur säkert detta värde är.

Basparametrar

Basparametrar beräknas oftast direkt från de data som finns explicit lagrat i databasen. Beräkningsmodellerna är ofta rent matematiska. De kräver ofta en fackkunnig expert för att definieras. Dessa beräkningsmodeller kommer att vara statiska i systemet och inte möjliga att förändra förutom för systemkunnig personal.

Terräng

Den digitala representationen av höjder görs oftast i form av en rutnät där varje rutas storlek är mellan 10 - 500 meter. Höjdvärdet antas vara medelhöjden inom denna ruta. För områden som täcker flera rutor i en digital terrängmodell kan medelhöjden beräknas med medelvärdet av de individuella rutorna. För lutning och lutningsriktning är detta dock ej så enkelt. En yta som täcker båda sidor av en ravin innehåller många lutningsriktningar och blir därmed mer komplicerad att beräkna.

I vissa fall vill vi även beräkna var i en sluttning vi befinner oss. I ett böljande landskap är det ur hydrologisk synpunkt viktigt om vårt studieområde ligger nära krönpunkt eller nära en svacka dvs ett inströmnings- eller utströmningsområde. Denna relativa placeringen i terrängen beräknas under facket Relativhöjd. Den enkla rutnätsindelningen av höjdvärden behöver således kompletteras med en mer komplicerad datamodell som även tar hänsyn till rumsliga aspekter. I pilotprojektet har vi direkt lagt in höjdvärden i databasfilen. I framtiden ska dessa explicit lagrade datavärden beräknas implicit av en modell vid programmets igångsättande.

Omgivning

Denna objektram definierar metoder för att beräkna hur vegetationsytan förhåller sig till sin omgivning. Facket Närliggandepolygoner beräknar och hänvisar till en lista på alla polygoner som gränsar till den aktuella. Detta är intressant ut ekologisk synpunkt då flera växter och djur är beroende av att vissa vegetationstyper gränsar till varandra eller ligger nära vattendrag. T.ex. Nötkråka som både kräver gammal granskog och för häckning och ek-/hasseldungar för födosök.

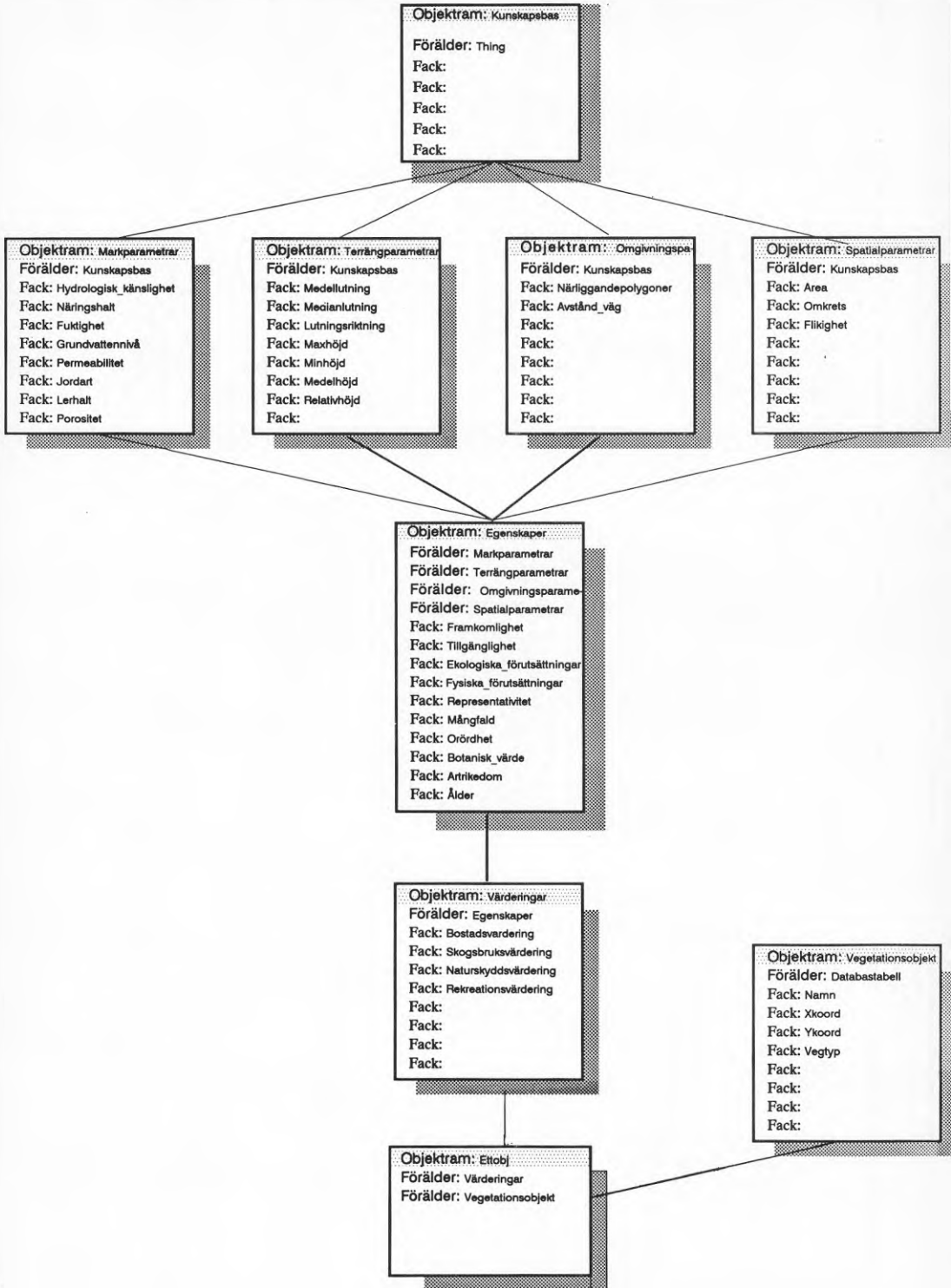
Facket Avstånd väg innehåller metoder för att beräkna zoner runt vägar och bebyggelse som används vid avståndsberäkningar.

Mark o vatten

Här finns en hel rad komplicerade modeller där ett stort utvecklingsarbete krävs. Många av dessa fack är nödvändiga för senare beräkningar av egenskaper och värderingar.

Spatiala

Spatiala parametrar ger indikationer på vegetationsytans utseende och storlek. En stor omkrets i förhållande till arean indikerar ett flikigt utseende vilket ökar antalet vegetationsgränser i området vilket gynnar många djur. Hittills sker beräkningar bara över individuella vegetationsytor. Men mått på hela områdets flikighet, mångfald mm är viktiga för att bedömma områdets helhet.



Figur 20 Denna objekthierarki visar hur en datamodell för geografisk information kan utformas. Längst ned i hierarkin finns det objekt vi vill beräkna egenskaper för. Överordnat detta finns olika objektramar med mer generella egenskaper och beräkningsmetoder som vårt objekt ärver.

Generella egenskaper

Dessa egenskaper är ofta svåra subjektiva bedömningar av områdets egenskaper och karaktär. Det finns sällan entydiga matematiska beräkningsmetoder för dessa. Metoderna kan växla mellan olika personer. Men även om två planerare bygger sina bedömningar på samma ingångsvariabler så kan de väga ihop dessa faktorer olika. Det är därför önskvärt att vid beräkning av dessa kunna välja bland olika basparametrar, väga samman dessa med olika metoder (se: kombinerad av regler) och kunna variera den vikt man vill lägga på dessa.

Värderingar

Dessa variabler är slutmålet för planeringsmodellen. De visar lämpligheten för de olika sektorsintressena. En negativ bedömning görs också i samma objektrum dvs hur pass olämpligt det är att anlägga en viss företelse. Modellerna är självklart svåra att bygga och därför krävs det goda verktyg där man kan laborera med olika faktorer. Värderingsmodellerna byggs till stor del på de egenskaper som beräknats tidigare.

9 Planeringsexempel

Scenario

Vandringsled

Att lokalisera en vandringsled är ett enkelt exempel på en detaljplaneuppgift. Även här är det en avvägning mellan exploatering och sparande. Ingreppet är dock väldigt begränsat sett till ytan. Sparandet kan medföra viss skötselansvisning, till vilken vi senare återkommer. Ledens placering i terrängen är av stor betydelse för att ta tillvara de bästa kvalitéerna i ett givet område.

Följande bl a bör styra planeringen (oprioriterat):

målpunkter

närhet till anläggningar

längd

storlek

tillgänglighet/avstånd till väg, framkomlighet

omväxlande landskap; öppet/slutet

rumslighet

skogens ålder/täthet

klimat/vind

närhet till vatten/utsikt

badmöjligheter; vass/sand/klippor

bär-/svampproduktion

vegetationens tolerans

frihet från störningar; ljud/visuellt

"pärlor" (sällsynta växter, kulturelement, geologiska formationer)

Till dessa planeringskriterier skall man dessutom lägga anläggnings- och driftskostnader. Anläggningskostnaderna är beroende av jordart, topografi, fuktighet t.ex. Skötselplan med skötselinsatser för vegetation är de huvudsakliga driftskostnaderna. Typ av åtgärd och frekvens reglerar kostnaden. För att utifrån planeringsanspråken komma åt naturdatabanken, alltså grundkunskaper i modellen, måste anspråket brytas ned till den terminologi som finns i modellen.

För rekreationens del kan en nedbrytning se som i figur 21.

Kunskapen i modellen kan vara osäker eftersom värderingen ofta är subjektiv. Värderingen återfinns inte alltid i ett enstaka siffervärde utan inom ett intervall.

Att försöka ta fram ett antal nyckelord ger planeraren en bättre bild än inga nyckelord alls, även om innehållet inte alltid exakt går att kvantifiera. Nyckelorden tvingar på sikt fram ett bättre kunskapsunderlag genom att behovet av kunskap och kunskapsamband framgår av modellen. Modellen ger också utrymme att gå in i och fördjupa vissa delar i ett senare skede.

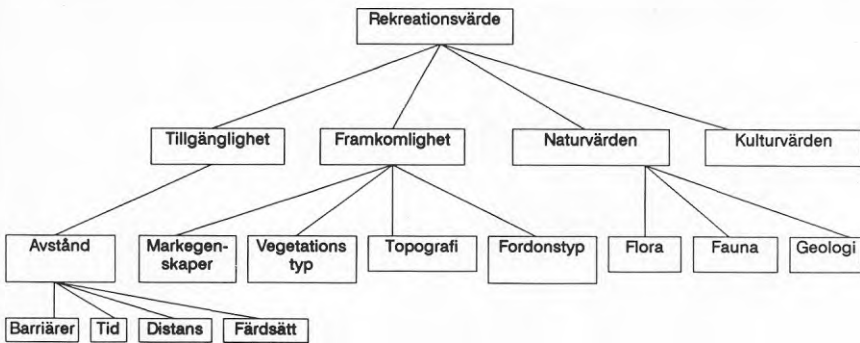


Fig 21 Utdrag ur den hierarkiska struktur som beskriver vilken information som behövs för att beskriva ett områdes rekreativ värde.

Genom att kunna redovisa vilka faktorer man tagit hänsyn till i en planeringssituation kan det vara möjligt att kombinera exploatering och sparande. Man behöver inte lägga en död hand över ett område om man bara vet vad man skall ta hänsyn till och hur. Nyckelorden ger med andra ord möjlighet att redovisa konsekvenserna av en viss åtgärd eller ett visst begrepp. En bättre förutsättningskarta ger möjlighet till bättre beslutsunderlag.

Planeringsunderlag för ett rekreativ område

Vid detta scenario använder vi en delmängd av de planeringskriterier som skulle kunna användas. Begränsningen har gjorts för att kunna visa tekniken vid analysen så att diskussionen hålls till denna och inte till vilka planeringskriterier som utvalts. Valet av ett rekreativ område som scenarieobjekt har också gjorts då beslutsmodellen för detta är enklare att beskriva än för t.ex. ett bostadsområde.

Det modellen ska beräkna är vår värdering av varje individuell vegetationsytas lämplighet som rekreativ område. Vi kommer att klassindela vegetationsytorna i tre klasser.

Mycket lämplig
Lämplig
Olämplig

För varje yta kommer även en säkerhetsangivelse mellan 0 och 100 att ges. För området

granbacken som är ett enhetligt skogsområde skulle värderingen kunna se ut så här:

Granbacken är mycket lämpligt som rekreationsområde SF=80.

Det generella utseendet för en regel är således:

"Områdets namn" är "klasstillhörighet" som "värderingsmål" SF="säkerhetsfaktor"

"Områdets namn" = Granbacken

"Klasstillhörighet" = Mycket lämplig

"Värderingsmål" = rekreationsområde

"Säkerhetsfaktor" = 80

För varje vegetationsyta göres tre värderingar, en för varje lämplighets klass. Säkerhetsfaktorn beräknas på följande tre påståenden för granbacken.

Granbacken är mycket lämpligt som rekreationsområde SF=?.

Granbacken är lämpligt som rekreationsområde SF=?.

Granbacken är olämpligt som rekreationsområde SF = ?.

För att erhålla dessa värderingar utgår vi från ett antal egenskaper som vi kan tillskriva varje vegetationsyta. För en värdering av rekreationsvärdet så utnyttjar vi i detta fall följande egenskaper.

Tillgänglighet

Framkomlighet

Biologisk produktion

Naturvärden

Fysiska förutsättningar

Kulturvärden

Användbarhet i undervisning

Varje egenskap ger ett tillskott/indikation till vår värdering. Det finns olika metoder att väga samman dessa egenskapers betydelse beroende på sammanhanget. I detta fall anses tillgänglighet vara en huvudfaktor som styr om området överhuvudtaget är intressant som rekreationsområde. Är tillgängligheten lägre än viss nivå kommer övriga faktorer överhuvudtaget inte att beaktas och området att klassas som olämpligt som rekreationsområde.

Övriga egenskaper vägs samman där varje egenskaps värde vägs samman till en gemensam värdering.

Tillgänglighet

Tillgänglighet är ett mått på ett områdes närhet till kommunikationer och bostadsområden. Två påståenden för tillgänglighet beräknas.

Tillgängligheten är god (SF = ?)

Tillgängligheten är dålig (SF = ?)

För varje område beräknas sannhetsvärdet för båda dessa påståenden. Regeln kopplad till rekreativsvärdet kan då se ut som

(SF = 70)

Rekreativsvärdet är mycket högt

OM

Tillgängligheten är god (SF = 80)

Tillgängligheten bygger på två olika avståndsberäkningar, avstånd från närmaste väg och avstånd från bebyggelse. Dessa två vägs samman och ger tillsammans säkerhetsfaktorn för tillgänglighet.

Framkomlighet

(SF = ?)

Rekreativsvärdet är mycket högt

OM

Framkomligheten är god (SF = ?)

Framkomlighet är en egenskap som beskriver möjligheten att via fot eller fordon färdas inom ett område. Information för detta hämtar vi främst ur vegetationskartan och den digitala terrängmodellen. Vegetationstypen ger i flera fall i sig god information (se kapitel om vegetationsklassificering). Utöver detta kan brutenheten beräknas som anger hur höjdförhållandena inom området är utformat. Dessa två faktorer vägs samman för att gemensamt beräkna framkomligheten.

Framkomligheten är god (SF = ?)

OM

Vegetationstypen är 'x' (SF = ?)

Framkomligheten är god (SF = ?)

OM

brutenheten är mindre än 'x' (SF = ?)

Principskiss

I verkligheten har vi oftast betydligt mer komplicerade fall än som vandringsleden ovan exemplifierar. Låt oss utgå från en ekosystemmodell, se fig 22. De olika blocken i modellen utgör data i en framtida "naturdatabas". Vilken information kan vi tänkas dra ur vår databas?

Låt oss uppdelat svaret i tre "datafält": värden (rådata), egenskaper (härledda data) och planeringsvärderingar. Egenskaperna och planeringsvärderingarna i ekosystemmodellens olika delar kan vara härledda från andra delars rådatafält respektive egenskapsfält. Exempelvis härleds egenskapen "grundvattenbildning" i vattendelen från rådatafält i klimaddelen, markdelen samt topografidelen. Planeringsvärderingen "recipient" i markdelen härleds från egenskapsfält i markdelen och vattendelen.

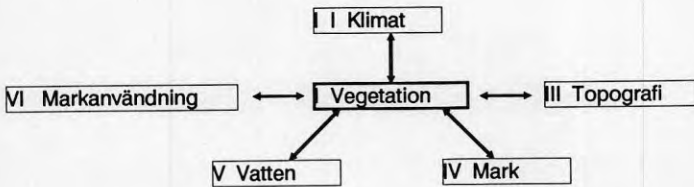


Fig 22 En ekosystemmodell som visar hur olika faktorer påverkar utvecklingen av olika vegetationsstyper.

Uppdelningen på dessa tre "datafält" är gjort för att markera skillnaden mellan rådata, härledning och utvärderingsmodell. Rådata är objektiva, dvs en ny "mätning" kan genomföras och ge samma resultat. Härledningen är mer beroende på uppskattningar och nuvarande kunskapsnivå. Den kan därför vara föremål för större revideringar än rådata. De härledda egenskaperna kan beskrivas med regler. Det är viktigt att förstå att en egenskap kan härledas på många olika sätt med olika precision. I planeringsmodellen kan regler finnas som fastställer kraven på härledningarna i syfte att välja ut den "bästa" härledningen. Användningen i planeringen, slutligen, innebär att vi utnyttjar rådata och vår härledning i en utvärderingsmodell. I den har vi beskrivit de funktions samband som råder och vilka regler som skall tillämpas.

Planering på ekologisk grund bör utgå från landskapets bärande förmåga. Dvs att både de naturgivna förutsättningarna och människors önskan utgör utdata till planeringsprocessen.



Fig 23 Exempel på en hierarkisk planeringsmodell för markrecipienter

Slutord

Vi har i denna rapport främst visat en metod för hur ett beslutsstödssystem kan byggas upp. Detta system utnyttjar såväl rådata som härledd information och regler i en planeringsmodell. I vårt koncept är ett geografiskt informationssystem inte bara ett system för lagring, presentation och bearbetning av geografiska data utan också ett system för utvärdering anpassat till användarens behov och beskrivet av användaren.

I detta pilotprojekt har vi inte haft tid att studera olika variablers samband och sambandens styrka, utan de exempel vi givit visar uppskattningar. I framtiden är det därför angeläget att utvärdera både vilka samband som existerar och hur starka dessa samband är. Sambandens styrka kan utnyttjas som säkerhetsfaktorer då det visar hur mycket av en variabel som förklaras av en annan variabel. En annan viktig del som inte berörts är generaliseringsprinciper. Vi behöver ofta olika precision i svaren på våra frågor. Ibland räcker det med ett osäkert svar, ibland måste svaret vara exakt. Vi har också redovisat en datamodell som kan hantera komplexa planeringsfrågor. Modellen är en av många möjliga och också tillämpade försök kan avgöra hur funktionell den är.

Det är vidare angeläget att beskriva de planeringsparametrar som finns i en kommun. Med planeringsparametrar menar vi de tumregler, direktiv, beslut, åsikter osv. som ligger till grund för vårt dagliga beslutsfattande. Att sammanfatta handläggningsrutiner i ett regelsystem är ingen nyhet i statsförvaltningen; PLUTO (Berg, Hård och Doscherty, 1988) är ett exempel på detta. Vad som däremot är nytt, är försöken att alltid utgå ifrån objektiva data, rådata, och göra härledningarna när de efterfrågas. Därmed kan vi undvika problemet med att de bearbetade data (jfr egenskaper ovan) som finns tillgängliga (inventeringar etc) inte riktigt passar in i den bearbetning som just för tillfället efterfrågas. Dessutom är avsikten att den som vill utnyttja befintlig information skall kunna använda utvärderingsmodeller som är sanktionerade av specialister och få hjälp med denna användning av systemet. Den typ av system som vi föreslagit dokumenterar dessutom rådande praxis och ger därmed användarna en bättre insikt om den faktiska beslutsbakgrunden i ett ärende.

Vår omgivning innehåller en så stor mängd komponenter att det är ogörligt att samtidigt få en uppfattning om dem alla. För att kunna förstå vår omvärld fordras en begreppsstruktur som är hanterlig för oss. Denna struktur är i grunden hierarkisk, även om delarna kan samverka eller växelverka på många olika sätt. När vi vill studera någonting utifrån ett visst syfte väljer vi en lämplig detaljeringsnivå och avgränsning i tid och rum.

Samtidigt som vi vinner mer och mer kunskaper om detaljerna synes problemet med att skapa ett långsiktigt och uthålligt naturresursbruk vara svårigheten att utnyttja kunskaperna över ämnesgränserna. Den del av samhällsplaneringen som avser någon form av naturresursutnyttjande, t.ex. byggande eller annan påverkan på omgivningen, är beroende av att ta vara på kunskaper från många ämnesområden.

Konsekvensbedömningar, liksom många andra bedömningar i planeringssammanhang, är till sin natur tvärvetenskapliga. Den som skall sammanställa vad de olika experterna har kommit fram till måste ha tillräcklig insikt i terminologi och metodik inom resp. ämnesområde. Vi hoppas med vårt arbete att göra informationen och kunskaperna mer lättåtkomliga och därigenom medverka till ett långsiktigt och uthålligt naturresursutnyttjande.

10 Referenser

- Ahlén et al 1979: Faunavård i skogsbruket. -Skogsstyrelsen, Jönköping. 48s.
- Andersson, L. och Rafstedt, T. :Fjällens vegetation. Kartor del4:Kopparbergs län. - Medd från Naturgeografiska inst, Stockholms universitet nr 161.
- Andersson, L. och von Sydow, U. :Vegetationskartor Siljan. -Meddelande från Naturgeografiska inst, Stockholms univ nr 160.
- Arnberg, W. , Ihse , M. och Wallenberg, G.1989: Kommunal hushållning med naturresurser. Datoriserat beslutsunderlag. -Sv. lantmäteriidskrift 1989:1 s 42-50.
- Arnberg, W., Österlund, H. 1987: Use of a low-cost GIS for extracting areas for energy forestry. - Int.J.Imag.Rem.Sens.IGS, 1987,1,57-67.
- Arnborg, T. 1964: Det nordsvenska skogstypsschemat. -Sv.Skogsvårdsföreningen 21s.
- Berg, Hård och Docherty, 1988: Social Assistance and Knowledge-based Systems. PLUTO - A Support System. - Statskontoret 1988:53, ISBN 91-7220-094-4, 60 s.
- BIN 1975: Biologiska Inventeringsnormer. Forskningssekretariatet vid Statens Naturvårdsverk.
- Bjur, H., (red) 1987: Ett ekologiskt synsätt i översiktlig planering - erfarenheter och slutsatser. BFR T12:1987.
- Björkhem, U. och Halvarsson, J. 1976: Källor och material för landskapsanalys. -SNV PM 687 123s.
- Borg, L. 1975: Användningsområden för översiktlig vegetationskartering i fysisk planering. -Forskningsprojektet Landskapsanalys för fysisk planering. Forskningsrapport delprojekt Västekologiska ekosysteminventeringar, Lund 78s.
- Buchanan, B. och Shortliffe, E. 1984: Rule-Based Expert Systems: The MYCIN Experiment. Reading, MA. Addison-Wesley.
- Ebeling, F. 1978: Nordsvenska skogstyper. -Sv Skogsvårdsförbunds tidskrift, häfte 4, årgång 76, specialnummer s340-381.
- Eklund, B. 1943: Sambandet mellan berggrundens beskaffenhet och frekvensen av olika trädslag och skogssamhällen inom Jämtlands län. -Sv skogsvårdsföreningens tidskrift, häfte 1. årg. 4 s. 20-39.
- Elveland, J. 1978: Skötsel av norrländska rikkärr. -SNV PM 1007.
- Ehnström, B. 1986: Faunavård i skogsbruket-den lägre faunan. -Skogsstyrelsen, Jönköping 351s.
- Fredbäck, K, 1986: Landsbygdplanering. Forskningsobjekt och forskningsbehov. Institutionerna för fastighetsteknik, kulturteknik, fastighetsekonomi, KTH. BFR G13:1986, 52 s.

- Granlund, E. och Wennerholm, S. 1934: Sambandet mellan moräntyp samt bestånds- och skogstyper i Västerbottens lappmarker- SGU ser C nr 384 65s.
- Hellman-Lutti, K. 1974: Flygbild-vegetation-jordart. Vegetationen som indikator på jordartsförhållanden vid geobildtolkning. -
- Hägglund, B. och Lundmark, J-E. 1981:Handledning i bonitering, del 3. Markvegetationstyper, skogsmarksflora. -Skogsstyrelsen 124s.
- IBP i Norden, nr 7 1973: Nordisk vegetationsklassificering för kartläggning. 76s.
- IBP i Norden, nr 11 1973: IBP/CT-symposium om vegetasjonsklassifisering.
- Ihse, M. 1978: Flygbildstolkning av vegetation i syd- och mellansvensk terräng. En metodstudie för översiktlig kartering. SNV PM 1083 165 s.
- Ihse, M. 1982: Skogsbruksplanernas användbarhet vid vegetationskartering, - Naturgeografiska inst, Stockholms universitet, forskningsrapport 51 80s.
- Ihse, M. 1987: Landskapet omdanas snabbt-växter och djur på reträtt. -Forskning och Framsteg nr 6 1987 s. 44-50.
- Ihse, M. 1987: Flygbildstolkning av ängs- och hagmarker. Kortfattad sammanställning. - I Handbok för inventering av ängs- och hagmarker. Naturvårdsverket informerar s. 113-122.
- Ihse, M. 1990: Flygbildstolkning av ädellövskog. Metodstudier för inventering och urval av värdefull lövskog med höga naturvärden. (Manuskript till SNV's PM serie.)
- Ihse, M. och Lewan, N. 1986: Odlingslandskapets förändringar på Svenstorp studerade i flygbilder från 1940-talet och framåt. -Ale, historisk tidskrift för Skåneland 2/86 s 1-17.
- Ihse, M. 1989: Naturresursplanering från vegetationskartor. Karakteristik av vegetationstyper med funktions-och egenskapsbeskrivning.-Manuskript.
- Ingelög, T. 1984: Floravård i skogsbruket. -Skogsstyrelsen, Jönköping 407s.
- Johnston, K.M. 1987: Natural resource modeling in the geographic information system environment. - Photogrammetric Eng. & RS, vol 53, no 10, oktober 1987, s. 1411-1415.
- Landenmark, L. och Näslund-Landenmark, B. 1988: Vegetationskartan Garpenberg-Lantmäteriverket, Gävle.
- Landskapsanalys i Linköpings kommun (1977). SNV PM 804.
- Larsson, A. Den sydsvenska fuktängen, -Vegetation, dynamik och skötsel. Medd. från avd. för ekologisk botanik 31, Lunds universitet.
- Länsstyrelsen i Norrbottens län 1981:Försök med vegetationskartering i Norrbottens län, -Planeringsavd. rapportserie 13. 28s.
- Länsstyrelsen i Norrbottens län 1983: Vegetationskartans användning i naturvårdsarbetet. -Planeringsavd. rapportserie 17. 24s.
- Malmgren, U. 1982: Västmanlands flora. -Motala 670s.

- Malbert, B. 1987: Uppsats i "Naturresurser i samhällsplaneringen. En forskarantologi". BFR T16:1987, s 77-84.
- Mattiasson, G. 1974: Sandstätt. Vegetation, dynamik och skötsel. Medd. från avd. för ekologisk botanik 2:4 Lund.
- Nilsson, J. 1970: Ljunghedar och deras skötsel. Medd. från forskargruppen för skötsel av naturreservat:3.
- Nordiska Ministerrådet, 1984: Vegetationstyper i Norden. -Arlöv.
- Pettersson, B. och Fiskesjö, A-L. 1989: Lövnaturskogens fauna och flora. Värdering,urval och skötsel av bestånd.- Manuskript.
- Parsay, K. och Chignell, M.,1988: Expert systems For Experts, Wiley, New York, 461 s.
- Rafstedt, T. och Andersson, L. 1981: Flygbildstolkning av myrvegetation. En metodstudie för översiktlig kartering. SNV PM 1433, 106 s.
- Ryberg, M. och Drakenberg, B. 1978: Anvisningar för kartering av terrester vegetation, I och II. -Bergianska stiftelsen, Stockholm.
- Sjörs, H. 1956: Nordisk växtgeografi. -Stockholm 228s.
- Skånes, H. och Ihse, M. 1988: Ädellövskog i Laholms kommun. Översiktlig inventering i IR-färgbilder. - Länsstyrelsen i Hallands län, Medd. nr 1988:11 19 s, 44 kartor.
- Statens Naturvårdsverk 1975: Översiktlig naturinventering och naturvårdsplanering. Råd och anvisningar.
- Statens Naturvårdsverk 1987: Handbok för inventering av ängs-och hagmarker.
- Zadeh, L. A. 1965: Fuzzy sets. Information and Control, Vol. 8.
- Wastenson. L. 1981: Ny typ av kartor över geomorfologi och vegetation ger bättre planeringsunderlag. Sv. Lantmäteritidskrift 1981:3.

Bilaga 1

Klassificeringssystem för vegetationskartering i Västerås kommun

I skalan 1:20.000 för tätortsnära delar

Utarbetat av :

Margareta Ihse, Naturgeografiska inst.Stockholms Universitet

Barbro Näslund-Landenmark, Lantmäteriverket, Gävle

BARRSKOGAR

Hällmarkstallskog

Gles och lågvuxen tallskog på hällmark. På hällarna växer främst renlav, fönsterlav och en del mossor. I sprickor mellan hällarna förekommer ofta jord- eller torvtäcke med andra skogstyper, varför vegetationen ofta är mosaikartad.

Lavrisik tallskog

Tallskog av lavrik typ på grova sediment. Lavarna är främst renlav, fönsterlav och islandslav. Glest fältskikt av främst mjölon, lingon, ljungrön och kråkbär. Buskskiktet är svagt utvecklat.

Torr risik barrskog

"Lingontallskog". Talldominerad skog på grova sediment. Granen är i denna typ mer lågvuxen än tallen och kan ibland saknas helt. Fältskiktet domineras oftast av ljungrön, kråkbär, lingon eller kruståtel. Lavar förekommer sparsamt. Av andra växter förekommer ofta blåbär, ibland med påtagligt örtinslag av skogsstjärna, ängskovall, smultron och ekorrbräken.

Frisk ris- och gräsrik barrskog

"Blåbärsgrenskog". Barrblandskog, oftast med blåbärsdominerat fältskikt. Karakteristiska arter förutom blåbär är lingon, kruståtel, hus- och väggmossa. På något näringsrikare marker förekommer fler inslag av örter och gräs såsom gullris, harsyra, ekorrbräken, ekbräken, ängskovall och bergslok. I hyggesfas dominerar kruståtel.

Fuktig ris- och gräsrik barrskog

Grenskog och tallskog på finsediment, tunt torvtäcke eller dikad torvmark. Karakteristiska arter är odon, klotstarr, skogsfräken (framför allt i grenskog), skvattram (framför allt i tallskog), hjortron, björn- och vitmossor. Ofta växer även blåbär, lingon, hus- och väggmossa tillsammans med dessa arter.

Frisk till fuktig, örtrik grenskog

Relativt näringsrik mark. På den friska marken dominerar blåbär och kruståtel. Förutom dessa tillkommer örnbäken, harsyra, ekorrbräken, liljekonvalj och bergslok. Ibland dominerar örter över ris. Tillkommande arter är då oftast vitsippa, blåsippa, stenbär, skogsnäva, bergslok och piprör.

På den fuktiga marken dominerar örter och gräs. Tillkommande arter är bl a hässelbrodd, humleblomster, kärrfibla och kärrviol. I buskskiktet förekommer arter såsom hallon, hassel och brakved.

Barrskog på tunt jordtäckte

Relativt näringsfattig mark. Grovkornig mark (ofta svallad morän) eller tunt jordtäckte, ofta med torr prägel. Tall dominerar i trädskiktet. Tillkommande arter i fältskiktet är framför allt ljung och kråkbär. Ibland hög blockhalt eller rikedom på hällar. Vid rikedom på hällar övergångsformer till hållmarkstallskog.

LÖVSKOGAR

(Bestånd med 70 % lövträd eller mer)

Ädellövskogar

(lövskog med 50 % ädellövträd eller mer)

Ekdominerad ädellövskog

På relativt goda bruna skogsjordmåner. Örtrikt fältskikt bestående av bl a vitsippa, blåsippa, gökärt, vårbrodd, bergsslok och lundgröe.

Askdominerad ädellövskog

Mullrika jordar, friska eller ibland fuktiga och med rörligt grundvatten. Tillsammans med asken förekommer ofta klibbal eller alm. Örtrik vegetation, ofta högvuxen, av bl a skogsnäva, ormbär, stor blåklocka, vitsippa och älgört.

Blandad ädellövskog

På marker av varierande karaktär. Ädellövträden dominerar i trädskiktet men andra trädslag förekommer, t ex björk, hägg och rönn. Örtrik vegetation med arter som ovan.

TriviallövskogarBjörk- och aspdominerad triviallövskog

Normalt björk- eller aspdominerad ört- och gräsrik skog på kulturpåverkad mark eller tidigare kulturmark.

Fuktig al- och björkdominerad triviallövskog

Skog med i första hand björk, klibbal eller sälg på fuktig, ibland våt mark. Fältskiktet är gräs- och örtrikt och marken är ofta tuvig. Många fuktlövskogar är igenvuxna fuktängar.

SUMPSKOGAR

Skogar på marker med kontinuerligt högt grundvattenstånd, oftast torvbildande.

Barrsumpskog

Blandskog på tuvig, blöt och svårframkomlig torvmark. Ofta förekommer både tall, gran, björk och klubbald tillsammans. Artrik vegetation med fastmarksarter på träsocklar, t ex blåbär och lingon, och våtmarksarter i höljorna, t ex vattenklöver, flaskstarr, grenrör och topplösa.

Lövsumpskog

Björk- och klubbaldominerad skog på blöt, tuvig och svårframkomlig mark, oftast torvmark, men ibland finkorniga mineraljordar. Vanliga arter i det blötaste delarna är kråklöver, vattenklöver, topplösa, videört och strandklo.

Tallmossse

Tallskog på relativt jämn och lättframkomlig torvmark. Typiska växter i en ofta knähög risvegetation är skvattram, dvärgbjörk, odon, hjortron och tuvull. Marken täcks vanligen helt av vitmossor.

ÖPPEN MYR

(trädförekomst på myren anges)

Indelas i huvudgrupperna mosse och kärr. Mossen tillförs vatten endast från nederbörd och är därför näringsfattigare än kärret. De flesta kärlväxter på mossen är vedartade.

Mosse

Rismosse

Ristvedominerad myr, oftast glest bevuxen med tall. Typiska växter är skvattram, dvärgbjörk, odon, ljung, hjortron och tuvull. Marken täcks av vitmossor, ibland med inslag av lavar.

Fastmattemosse

Myr dominerad av fastmattehöljor med främst tuvull och tuvsäv på en relativt fast och lättgången vitmossmatta. Typiska vitmossarter är *Sphagnum balticum*, *Sph. rubellum*, *Sph. magellanicum* och *Sph. angustifolium*. Ristuvor förekommer, liksom övergångsformer mot mjukmattehöljor.

Mjukmattemosse

Myr dominerad av mjukmattehöljor med främst vitag och kallgräs på en mjuk och sviktande vitmossmatta. Typiska vitmossarter är *Sphagnum tenellum*, *Sph. majus* och *Sph. cuspidatum*. Risvegetation förekommer i tuvor eller strängar.

Lösbotten - Gölmosse

Blöt, vegetationsfattig myr, oftst vattentäckt. Mellan lösbottnar och gölar finns ofta ristuvor eller fast-/mjukmattor. Typiska lösbottenarter är dystarr, vitag och kallgräs.

KärrFastmattekärr

Starr- eller gräsdominerad myr, mer eller mindre fast. Typiska dominerande arter är trådstarr, flaskstarr, tuvsäv och blåttåtel. Vitmossorna är nästan heltäckande.

Mjukmattekärr

Mjuk, sviktande heltäckande vitmossematta, normalt blöt. Glest fältskikt av bl a trådstarr, flaskstarr, sumpstarr, dystarr och kallgräs.

Lösbottenstarr

Blöt, svårframkomlig myr med gles vegetation på naken eller vattentäckt torvslam. Typiska växter är vitag, dystarr och vattenblåddra. Ofta förekommer även flaskstarr och vattenklöver.

Sumpkärr och Högstarkärr

Blöt myr eller i kulturmark ofta i form av starräng, i regel vegetationsrik och svårframkomlig. Vanliga arter är flaskstarr, trådstarr, kråklöver, pors, videarter och bladvass, med typiska inslag av bl a topplösa, sjöfräken och besksöta. Vanligen saknas mossor nästan helt.

Videkärr

Videdominerad myr, vegetationsrik, ofta tuvig och svårframkomlig. Samma växtarter som i sumpkärr.

BUSKMARK

(mer än 10 % buskar)

Enbuskmark

Enbuskdominerad ängsvegetation av torr-frisk typ.

Lövbuskmark

Buskrik ängsvegetation av torr-frisk typ. Typiska buskarter är slån, nypon och hagtorn.

Videbuskmark

Videdominerad fuktig äng. Växter i övrigt som fuktäng.

Övrig buskmark

(Sly och ungskog av löv)

Lövbrynvegetation

KULTURMARK

Odlingsmark

Åker och vall.

Ängs- och hagmarker.

Glest trädsikt (25-50 %) kan förekomma. Redovisas i kombination med barr-, triviallöv- och ädellövraster.

Torräng

Gles, lågvuxen vegetation på grovkornig jord eller tunt jordtäckte. Torra förhållanden, ofta i sydlägen. Artrik, ibland hög andel ettåriga arter.

Torräng av hållmarkstyp

Tunt jordtäckte på berg. Bildar ofta "hållmarksöar" i betesmark. Förekommande arter är bl a vårtåtel, rödsyra och gul fetknopp.

Torräng av ängshavretyp

Artrik torräng på kalkhaltig jord. Dominerande arter är ängshavre, luddhavre, fårsvingel, gulmåra och rödkämpar.

Friskäng

Gräsrik vegetation på relativt finjord mark.

Friskäng av rödventyp

Lågvuxen, frisk gräsmark. Förekommande arter är bl a rödven, ängsgröe, rölrika, daggkåpor och vitklöver.

Friskäng av örtytp

Relativt lågvuxen, örtrik frisk gräsmark. Förekommande arter är bl a rödsvingel, ängsgröe, ögontröst, gökärt, åkervädd, käringtand och gullviva.

Fuktäng

Ängsmark i låglänt terräng med hög markfuktighet, ofta vid sjöstränder eller utmed vattendrag.

Fuktäng av gräs och lågstarrtyp

Relativt artrik, lågvuxen gräs- starrdominerad vegetation. Förekommande arter är bl a hundstarr, hirsstarr, blåtåtel och humleblomster.

Fuktäng av kalktyp

Lågvuxen, örtrik gräsmark på fuktig kalkrik jord. Förekommande arter är bl a darrgräs, hirsstarr, älvväxing, vildlin och orkidéer.

Fuktäng av högstarrtyp

Högvuxen, tät starr- gräsvegetation vid sötvattenstränder. Förekommande arter är bl a brunven, vasstarr, vattenmåra och kråklöver.

Fuktäng av högörstyp

Högvuxen ört- och gräsvegetation. Förekommande arter är bl a tuvtåtel, grenrör, älggräs, brännässla och videört.

SUBSTRATDOMINERAD MARK

Hällmark

Berg i dagen, vanligen lav- eller mossbevuxet.

Blockmark

Blocksänkor, klapperfält, rasbranter, blockstränder.

Grus - sandmark

Som regel vid stränder. Täkter redovisad som exploaterad mark.

ÖVRIG MARK

Bebyggelse, tomtmark

Parkmark, gräsmark

Ruderatmark

Igenlagda täkter, upplag och gårdstun

Industrimark, soptipp, tåökter

Kraftledningsgator (anges endast i skogsmark)

Övrig exploaterad mark

VATTENVEGETATION

Sjöar och vattendrag

Vasszon

Säv- fräkenzon

Flytbladzon

Bilaga 2

Beskrivning av Hällmarksvegetation

ur System för beskrivning av vegetation (Borg 1978).

HÄLLMARKSTYP

Kort karakteristik: Ris och lavar dominerar fält-respektive bottenskiktet. Vegetationen omväxlar med nakna hållar.

Beskrivning: Trädskiktet domineras vanligen av tall. Buskskiktet svagt utvecklat. Bland dominanterna i fältskiktet märks *Calluna vulgaris* (ljung) och i bottenskiktet olika *Cladonia*-arter (renlavar). Förekommer på urberg, främst under högsta kustlinjen inom tallens hela utbredningsområde i Sverige.

Planeringsvärdering: Lågproduktiv -improduktiv skog, rekreativvänlig strövskog. Lavvegetationen mycket känslig för slitage med mycket långsam återhämtning och ingen markförändring.

Tidigare beteckningar som ingår i enheten: Hällmarkstallskog (Sjörs 1956 och 1971)
del av *Cladonia Pinetum* (Kielland-Lund 1967).

Bilaga 3

Barrskogens vegetationstyper

Karakteristik med funktions-och egenskapsbeskrivning

HÄLLMARKSTALLSKOG

Kort karakteristik: lågvuxen, gles tallskog på hållmark med tunnt eller inget jordtäckte, där lavar och ris omväxlar med nakna hållar.

Beskrivning: Trädskiktet domineras av glesa, lågväxta tallar, där träd och buskar har en krontäckning som endast är 50% eller lägre. Buskskiktet är svagt utvecklat. I fåltskiktet är lingon och ljung de vanligaste risen. Blåbär dominerar i friskare sprickpartier. Bottenskiktet domineras av lavar. Vanligast är *Cladonia*-arter som renlavar och fönsterlavar. Vitmossor förekommer i de försumpade små "hällkaren".

Förekomst och utbredning: På sprickdalslandskapets urbershållar, främst under högsta kustlinjen, särskilt i östra Sverige. På berg i dagen och på berg med tunnt jordtäckte, på de högsta delarna i landskapet. De flesta arealerna är små. Totalarealen är liten till medelstor.

Botaniskt innehåll

Sällsynta och hotade arter
?

Artrikedom:
mycket låg. 10-tal kärleväxter, 20-tal mossor och lavar. 100

Orördhet:
mycket stor 90

Lövsuccesion:
saknas 100

Grundläggande funktioner

Markfaktorer

Jordart:
jordlager saknas ("berg i dagen") eller är berg med tunt jordlager av morän. 100

Jordmån:
podsol (i mån av jordlager) 100

Grundvattenyta:
mycket låg_ ?

Permeabilitet:

mycket låg, dock i sprickzoner mycket hög 90

Strömningsmönster:

troligen låg eller ingen rörelse 60?

Ekologiska faktorer

Fuktighet:

mycket torrt 100

Näringsrikedom:

fattigt 100

Avledda egenskaper

Biologisk produktionsförmåga

Bär och svamp:

bärproduktionen är låg, främst av lingon 90
ktionen är medelhög 60

svampprodu

Virke:

Lågproduktiv- improduktiv skog , oftast impediment 90

Känslighet för störningar:

Slitage:

mycket stor slitagekänslighet i inledningsskedet då lavvegetationen slits bort,
därefter Mycket tålig. 100

Dikning:

ingen, påverkas ej 100

Solexponering:

låg känslighet

Framkomlighet:

Mycket god 100

Dynamik:

Omloppstid:

mycket lång, över 150 år 100

Återhämningskapacitet:

låg 90

Stabilitet:

mycket stor 100

Hävdberoende:
inget 100

Tidigare beteckningar som ingår i enheten:

Hällmarkstallskog (Sjörs 1956)

Tallskog av lavtyp, hällmarksvariant (Nihlgård i Nordiska ministerrådet 1984)

Lavtyp, lavristyp (Arnborg 1964).

LAVRISRIK TALLSKOG

Kort karakteristik: gles tallskog på mycket torra och torra marker, dominerad av lavar och ris.

Beskrivning: Tall dominerar i trädsiktet. Busksiktet är svat utbildat eller saknas. Fältsiktet är glest och består av mjölon, lingon, ljung och kråkbär. I bottensiktet dominerar olika lavar, som renlav, fönsterlav och islandslav.

Förekomst och utbredning: På grova sediment av grus eller sand. På glaciala ackumulationsformer som rullstensåsar eller stora plana ytor som fossila deltan och sandur, eller på näringsfattig grov morän på områden med skogsbrandshistorik. Vanligen små bestånd på övre delen av slutningen på rullstensåsarna. Vanligen stora bestånd på deltan och på sandurytorna.

Biologiskt innehåll

Sällsynta och hotade arter:
?

Artrikedom:
låg. Få kärlväxter, många lavar och mossor. 100

Orördhet:
skogsproduktion, självföryngring 90

Lövsuccession:
saknas 90

Grundläggande funktioner

Markfaktorer

Jordart:
grovsediment av grus och sand. 90, grova moräner

Jordmån:
jodsol 100

Grundvattenyta:
mycket låg 100

Permeabilitet:
mycket hög, stor infiltrationsförmåga 90

Strömningsmönster:
inströmningsområde 90

Ekologiska faktorer

Fuktighet:
mycket torr 90

Näringsrikedom:
mycket fattig 90

Avledda egenskaper

Biologisk produktionsförmåga

Bär och svamp:
låg-medelgod bärproduktion 90, låg-medelgod svampproduktion

Virke:
lågproduktiv skog 100

Känslighet för störningar

Slitage:
slitagekänslig 90

Dikning:
okänslig 90 förekommer ej

Solexponering:
känslig vid kalhuggning. 80

Framkomlighet:

Mycket god framkomlighet 100

Dynamik

Omloppstid:
mycket långsam tillväxt 90

Återhämningskapacitet:
mycket långsam återhämtning 80

Stabilitet:
små markförändringar 90

Hävdberoende:

inget, föryngring genom plantering eller skärmställning

Tidigare beteckningar som ingår i enheten:

Tallhed (Sjörs 1956)

Tallskog av lavtyp (Nihlgårdh i Nordiska Ministerrådet 1984)

Tallskog av ljung-kråkbärstyp (")

Blandskog av lav-ristyp (")

TORR BARRSKOG

Kort karakteristik: Talldominerad skog på torra marker med grova sediment och grova moräner, med lingon som dominerade ris och med en blandning av mossor och lavar i bottenskiktet.

Beskrivning: Tall dominerar i trädsiktet, men inslag av lågvuxen gran förekommer ibland. Busksiktet är svagt utvecklat. Fältsiktet av ris som domineras av ljung, lingon, kråkris och blåbär. Marken är ej så torr som i lavristypen, utan något friskare. Här finns förutom blåbären också ett ökat gräs- och örtinslag jämfört med lavristypen. Kruståtel är vanligt förekommande, liksom skogsstjärna, ängskovall, smultron och ekorrbär. I bottenskiktet samdominerar mossorna väggmossa och husmossa med lavarna, främst renlavarna. Förekomsten av ljung, lingon och lavar skiljer den från den friska barrskogen.

Förekomst och utbredning: På grova sediment och grova moräner, ofta svallade moräner. Den växer på övre och mellersta delen av sluttningarna på grovsedimenten eller på plan bottenmorän i medelstora till mycket stora bestånd. Mycket vanligt förekommande i hela tallens utbredningsområde och är vanligast i norra och mellersta Sverige. Totalarealen är stor.

Biologiskt innehåll

Sällsynta och hotade arter
?

Artrikedom:

låg. 15-tal kärleväxter, 15-tal mossor och lavar 100

Orördhet:

utnyttjad för skogsbruk 90

Lövsuccesion:

saknas eller är svag 90

Grundläggande funktioner

Markfaktorer

Jordart:
grova sediment 50 eller grova moräner 50

Jordmån:
podsol 100

Grundvattenyta:
låg 90

Permeabilitet:
hög 90

Strömningsmönster:
inströmningsområde 100

Ekologiska faktorer

Fuktighet:
torr 100

Näringsrikedom:
näringsfattig 100

Avledda egenskaper

Biologisk produktionsförmåga

Bär och svamp:
hög bärproduktion 70, normal till hög svampproduktion 60

Virke:
lågproduktiv till produktiv skog 90

Känslighet för störningar

Slitage:
obetydligt slitagekänslig 80

Dikning:
ej känslig 90

Solexponering:
något känslig 80

Framkomlighet:

Hög 100 i gammal skog, dålig i ungskog

Dynamik

Omloppstid:
normal-lång. Ganska långsamväxande 90

Återhämtningskapacitet:
långsam till god 80

Stabilitet:
relativt stabil med liten markförändring 100

Hävdberoende:
inget, kalhugning och plantering eller föryngring

Tidigare beteckningar som ingår i enheten:

Lingontallskog(Sjörs 1956)

Tallskog av lingonris-typ (Nihlgård i Nordiska Ministerrådet (1984)

Torr ristyp(Arnborg 1964)

BARRSKOG PÅ TUNT JORDTÄCKE

Kort karakteristik: Tallskog på torra marker med tunnt jordtäckte med hög blockhalt eller rikedom på hällar, dominerad av ris, mossor och lavar.

Beskrivning: Trädskiktet är relativt glest och domineras av tall. Buskskiktet är svagt utvecklat eller saknas. I fältskiktet dominerar risen med ljung, kråkbär, blåbär och lingon, med inslag av gräs. I bottenkiktet dominerar mossor, husmossa och väggmossa, med inslag av lavar.

Förekomst och utbredning: På torra grova moränjordar med tunnt jordlager och med hög blockhalt eller hällar. Övergång vid rikedom på hällar till hållmarkstallskog, med djupare jordtäckte till frisk barrskog. Förekommer i höjdlägen och i övre delen av sluttningar. Relativt små bestånd i Västeråstrakten. Inte beskriven som egen enhet tidigare.

Biologiskt innehåll, egenskaper och funktioner : som för hållmarkstallskog i torrare , hållrika partier, som för frisk barrskog i friskare partier med tjockare jordtäckte.

FRISK BARRSKOG

Kort karakteristik: Granskog eller barrblandskog på friska till fuktiga moränmarker, med dominerande mossor, ris och gräs, samt enstaka inslag av örter.

Beskrivning: Det vanligaste skogsekosystemet. Gran dominerar oftast i trädskiktet, men blandskogar av gran och tall är lika vanliga. Ofta finns inslag av vårtbjörk, asp, rönn och ek. Buskskiktet är svagt utbildat. I fältskiktet dominerar blåbär, men lingon och

odon är vanligt förekommande. Inslaget av torra smalbladiga gräs som kruståtel, fårsvingel och rödven kan vara stort i gläntor eller i skogar som har skogsbete eller har varit betesmarker. Enstaka örter förekommer, som skogsstjärna, ekorrbär, gullris och ängskovall. På något mera näringskrävande marker är örtinslaget tydligare medekbräken, harsyra och bergsslok. I bottenskiktet dominerar enbart mossor, speciellt husmossa, väggmossa och kvastmossor. Lavar saknas. Den skiljes från torr ristyp genom att lavar saknas och ljung, lingon och kråkris förekommer mycket sparsamt. Den skiljes från fuktig ristyp genom att vitmossor saknas.

Förekomst och utbredning: På friska moränjordar med fattig till medelgod näringshalt. Jordmånen är podsol. Den växer i mycket stora bestånd i de flesta topografiska lägen utom i de extrema höjdlägen eller sänkorna i granens hela utbredningsområde. Planterade granskogar söder om granens naturliga sydgräns. Totalarealen är mycket stor.

Biologiskt innehåll

Sällsynta och hotade arter:

?

Artrikedom:

rel. artfattig, 20-tal kärlväxter, 10-tal mossor och lavar 100

Orördhet:

påverkad. Skogsproduktion med kalhuggning och plantering 100

Lövsuccesion:

medel till rikligt med löv

Grundläggande funktioner

Markfaktorer

Jordart:

morän 100

Jordmån:

podsol 100

Grundvattenyta:

medelhög 70

Permeabilitet:

medelgod till hög 70

Strömningsmönster:

genomströmning 70, inströmning ?

Ekologiska faktorer

Fuktighet:

frisk 100

Näringsrikedom:
näringsfattig till god 100

Avledda egenskaper

Biologisk produktionsförmåga

Bär och svamp:
medelgod till mycket god bär- och svampproduktion 70

Virke:
produktiv till högproduktiv skog 80

Känslighet för störningar

Slitage:
obetydligt slitagekänslig 90

Dikning:
obetydligt känslig 70

Solexponering:
mycket känslig. Risen försvinner vid kalhuggning, gräs dominerar i hyggesfasen.

Framkomlighet:

God i gamla skogar 90, mycket dålig i ungskog 100

Dynamik

Omloppstid:
relativt kort till normal 60 år i södra Sverige - 100 år i norra Sverige

Återhämningskapacitet:
relativt snabb 90

Stabilitet:
stabil skogstyp med måttlig markförändring 90

Hävdberoende:
inget, skogsproduktion med kalhuggning och plantering 100

Tidigare beteckningar som ingår i enheten:

Blåbärsgranskog (Sjörs 1956)

Granskog av blåbärs-ristyp (Nihlgård i Nordiska Ministerrådet 1984)

Björkskog av ris-grästyp (")

Frisk blåbärsristyp (Arnborg 1964)

Frisk ekbräkentyp (")

Gräsrika typer dåligt dokumenterade

FUKTIG BARRSKOG

Kort karakteristik: Gran-, tall- eller barrblandskog på fuktiga näringsrika marker på finsediment, på tunna torvlager eller på dikad torvmark, med dominerande sumpris, ormbunkar, gräs och starr samt vitmossor och björnmossor.

Beskrivning: Trädskiktet domineras av tall och/eller gran. Även glasbjörk och vårtbjörk kan förekomma rikligt. Buskskiktet är relativt svagt utvecklat. I fältskiktet finns odon, skvattram och hjorton förutom den friska barrskogens blåbär och lingon. Skogsfräken och klotstarr är vanligt förekommande. Inslaget av örter är litet. I bottenskiktet dominerar vitmossor och björnmossor, förutom den friska barrskogens hus- och väggmossa.

Förekomst och utbredning: På näringsrika finsediment, mo och mjälamarker och på marker med tunnt torvtäcke eller dikad torvmark med hög och relativt stillastående grundvattenyta. Den växer i relativt små bestånd, ofta i nedre delen av sluttningar, i svackor och vid myrkanter och sjöstränder. Jordmånen är podsol med kraftigt mårtäcke eller torvjordmån. Totalarealen är måttligt stor. Försvinnande genom utdikning

Biologiskt innehåll

Sällsynta och hotade arter:

?

Artrikedom:

rel. artfattig , 10-20 kärlväxter 10-20 mossor och lavar 100

Orördhet:

Ofta mycket utnyttjad 80

Lövsuccession:

kraftigt lövuppslag 90

Grundläggande funktioner

Markfaktorer

Jordart:
tunna torvlager, dikad torvmark, finsediment, mo och mjäla 90

Jordmån:
torv eller podsol 90

Grundvattenyta:
hög 90

Permeabilitet:
låg 90

Strömningsmönster:
stillastående eller långsamt utströmmande 90?

Ekologiska faktorer

Fuktighet:
fuktig 100

Näringsrikedom:
fattig till god 80

Avledda egenskaper

Biologisk produktionsförmåga

Bär och svamp:
låg bärproduktion 70 och medelgod till hög svampproduktion 80

Virke:
produktiv - lågproduktiv skog 90

Känslighet för störningar

Slitage:
måttligt känslig -känslig 80

Dikning:
mycket känslig 100

Solexponering:
mycket känslig 100

Framkomlighet:

Dålig i gammal skog 90, mycket dålig i ung skog 100

Dynamik

Omloppstid:
rel.lång 90

Återhämningskapacitet:
långsam 80

Stabilitet:
stabil med måttlig markförändring 90 stark förändring efter dikning

Hävdberoende:
inget, skogsproduktion. Dikas

Tidigare beteckningar som ingår i enheten:

Sumpmossrik granskog (Sjörs 1971)

Sumptallskog (Sjörs 1971)

Granskog av sumpristyp (Nihlgård i Nordiska ministerrådet 1984) av huvudtyp, hjortonvariant, skogsfräkenvariant

Tallskog av sumpristyp (Nihlgård i Nordiska ministerrådet 1984)

Fuktig ristyp (Arnborg 1964)

Fuktig ekbräken-ristyp (Arnborg 1964).

Våt ristyp (Arnborg 1964)

ÖRTRIS-RIK GRANSKOG

Kort karakteristik: Grandominerad skog på näringsrika, friska till fuktiga finsediment med ris, gräs, örter och mossor.

Beskrivning: Trädskiktet domineras av gran, men kan också ha stort inslag av björk. Buskskiktet är relativt väl utvecklat, med arter som hassel och brakved. Fältskiktet är mycket variabelt. På friska marker förekommer uppblandning med den friska ristypens blåbär, kruståtel, harsyra och ekorrbär. Ormbunkar, mjuka gräs och lågväxta örter örter utgör ett väsentligt inslag och kan helt dominera. Vanliga arter är örnbräken, bergsslok, piprör, vitsippa, blåsippa, stenbär och skogsnäva. På fuktiga marker dominerar mera högväxta gräs och örter, som hässlebrodd, humleblomster, kärrfibbla och violarter. I bottenskiktet bildar mossorna, stjärnmossa (*Mnium* sp < >) och gräsmossor (*Brachytecium*-sp) < > tillsammans med en del hus-och väggmossor en gles matta.

Förekomst och utbredning: På friska och fuktiga finsediment med god, ofta rörligt markvatten. Jordarten är sur brunjord med mull eller svagt podsolerad. Små bestånd i nedre delen av sluttningar eller i låga delar av terrängen. Totalarealen är liten.

Biologiskt innehåll

Sällsynta och hotade arter:
sällsynt naturtyp 90

Artrikedom:
måttligt stor, 25-tal kärlväxter och 10-tal mossar och lavar 90

Orördhet:
måttligt utnyttjad 80

Lövsuccesion:
kraftig-mycket kraftig 90

Grundläggande funktioner

Markfaktorer

Jordart:
finsediment 90

Jordmån:
sur brunjord eller svagt podsolerad 90

Grundvattenyta:
hög 90

Permeabilitet:
låg 80

Strömningsmönster:
rörligt markvatten, utströmmande eller översilande.90

Ekologiska faktorer

Fuktighet:
frisk till fuktig 100

Näringsrikedom:
närringsrik 100

Avledda egenskaper

Biologisk produktionsförmåga

Bär och svamp:
mycket låg -ingen bärproduktion 90, medelgod-hög svamppr. 70

Virke:
högproduktiv 100

Känslighet för störningar

Slitage:
känslig 90

Dikning:
mycket känslig 100

Solexponering:
mycket känslig 100

Framkomlighet:

Dålig i gammal skog 90, mycket dålig i ung 100

Dynamik

Omloppstid:

rel kort till normal 90

Återhämningskapacitet:

snabb till måttlig återhämtning 100

Stabilitet:

Måttlig markförändring, stabil 70?

Hävdberoende:

inget, skogsproduktion, dikning

Tidigare beteckningar som ingår i enheten

Granskog av lågörttyp (Nihlgård i Nordiska Ministerrådet 1984)

Granskog av ormbunkstyp (")

Frisk ört-ristyp (Arnborg 1964)

Fuktig ört-ristyp (Arnborg 1964)

BARRSUMPSKOG

Kort karakteristik: Barrdominerad blandskog på våta och torvbildande, tuviga marker med artrik vegetation av starr och örter samt ris på träsocklar. Myrskog.

Beskrivning: Trädskiktet består huvudsakligen av gran med rikligt med inslag av tall, björk och klibbal. Buskskiktet är vanligen svagt utvecklat men buskage av sälg och andra videarter förekommer. Marken är ofta tuvig med högväxta starr-och gräsarter tillsammans med fräken och örter bildar en frodig vegetation i de våta "höljepartierna", medan blåbär och lingon växer på träsocklarna. Vanliga arter är flaskstarr, grenrör, olika fräkenarter, vattenklöver och topplösa. I bottenskiktet dominerar vitmossor, men också stjärnmossor och brunmossor.

Förekomst och utbredning: På näringsrika, våta och torvbildande marker med högt, rörligt eller stillastående grundvatten. Marken har gley-jordskaraktär med kärmmull-torvbildning. Relativt små bestånd till måttligt stora i sänkor och låglänta områden. Naturtypen är starkt hotad genom dikning och på väg att försvinna.

Biologiskt innehåll

Sällsynta och hotade arter:

hotad naturtyp 100

Artrikedom:

måttligt artrik 25-tal kärlväxter, 10-tal mossor och lavar 90

Orördhet:
relativt orörd 90

Lövsuccesion:
kraftig 90

Grundläggande funktioner

Markfaktorer

Jordart:
torv 100

Jordmån:
kärrtorv 70

Grundvattenyta:
mycket hög 100

Permeabilitet:
mycket låg 100

Strömningsmönster:
stillastående eller utströmmande 90

Ekologiska faktorer

Fuktighet:
mycket fuktig, våt 100

Näringsrikedom:
näringsfattig 80

Avledda egenskaper

Biologisk produktionsförmåga

Bär och svamp:
låg bärproduktion 90, låg svampproduktion 60

Virke:
mycket låg - improduktiv vid stillastående vatten 90. högproduktiv vid rörligt
markvatten 90

Känslighet för störningar

Slitage:
mycket känslig 90

Dikning:
mycket känslig 100

Solexponering:
mycket känslig 100

Framkomlighet:

Mycket dålig 100

Dynamik

Omloppstid:
mycket lång 90

Återhämningskapacitet:
långsam 90

Stabilitet:
måttlig markförändring. Förändras starkt efter dikning 100

Hävdberoende:
inget, oftast impediment 90

Tidigare beteckningar som ingår i enheten:

Granskog av sumpristyp (Nihlgård i Nordiska ministerrådet 1984)

Granskog av sumpört-starrtyp(")

Granskog av lågörttyp, sumpvariant(")

Skogsmyr/skogskärr av granskogs-och tallskogskaraktär, flera olika typer beskrivna under myrvegetation i Nordiska Ministerrådet (Borg). Inventeringen ej utförd med en sådan detaljgrad att det går att bestämma dessa myrklasser.

Våt ristyp (Arnborg 1964)

Våt ört-starrtyp (")

Våt fräken-ristyp(")

TALLMOSSE

Kort karakteristik: Tallskog på jämna torvmarker med sumpris och mossor.

Beskrivning: Lågväxt tall dominerar trädkiktet. Buskskiktet oftast svagt utbildat eller saknas. I fältskiktet dominerar högväxta ris av skattram, dvärgbjörk och odon. Hjortron och tuvull är vanliga. I bottenskiktet täcks marken helt av vitmossor och ibland även av renlav.

Biologiskt innehåll

Sällsynta och hotade arter:
?

Artrikedom:
artfattig, 15-tal kärlväxter, 10-15-tal mossor och lavar 80

Orördhet:
ofta orörd 90

Lövsuccesion:
saknas 100

Grundläggande funktioner

Markfaktorer

Jordart:
torv 100

Jordmån:
mossetorv 100

Grundvattenyta:
hög 100

Permeabilitet:
mycket låg 100

Strömningsmönster:
stillastående 100

Ekologiska faktorer

Fuktighet:
mycket fuktig, våt 100

Näringsrikedom:
näringsfattig 100

Avledda egenskaper

Biologisk produktionsförmåga

Bär och svamp:
låg 90

Virke:
improduktiv, impediment

Känslighet för störningar

Slitage:
mycket slitagekänslig 100

Dikning:
mycket känslig 100

Solexponering:
känslig 60

Framkomlighet:

Dålig 100

Dynamik

Omloppstid:
lång 100

Återhämtningskapacitet:
långsam 100

Stabilitet:
måttlig markförändring , stabil naturtyp 100

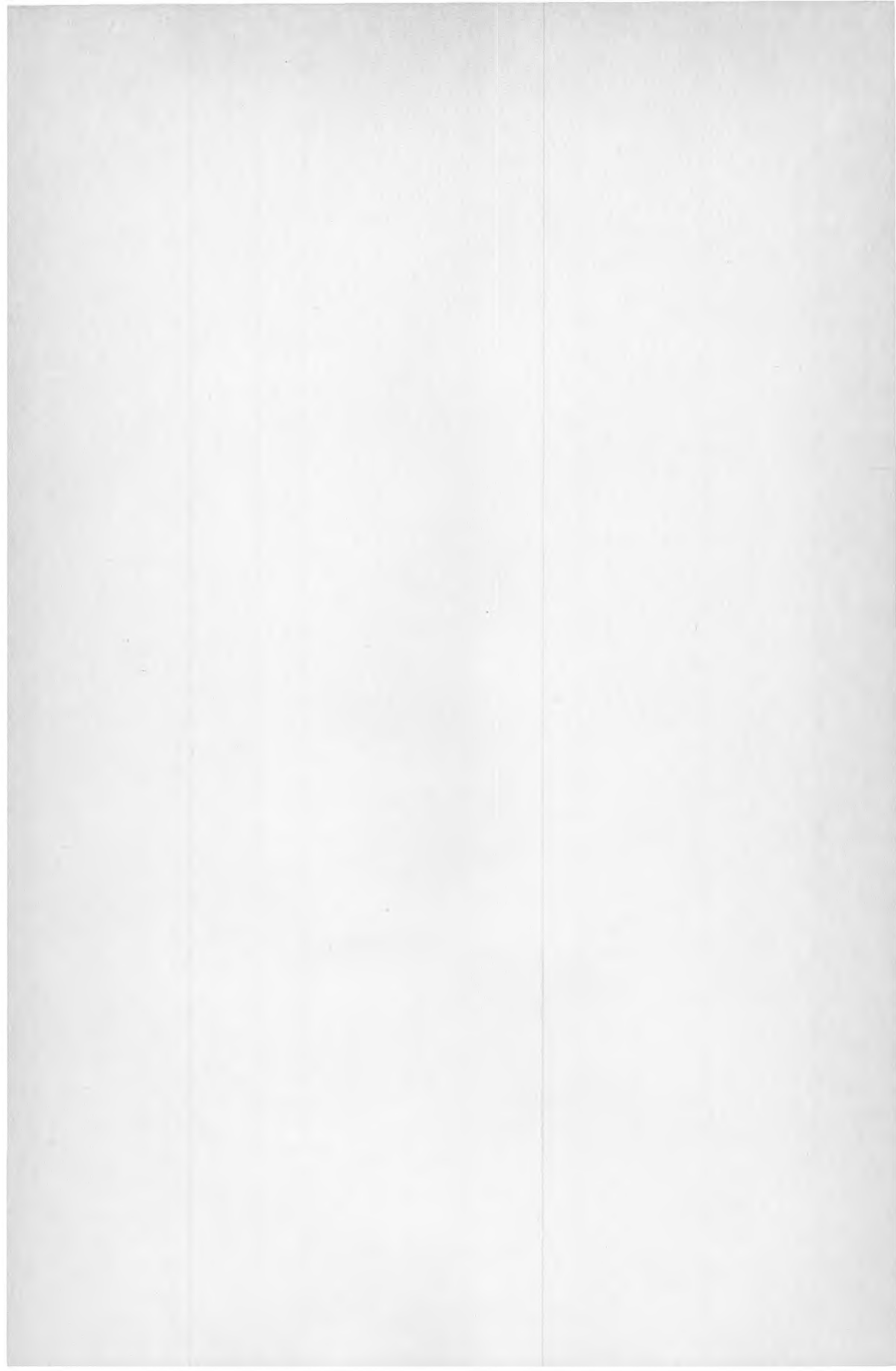
Hävdberoende:
inget, typen förstörs genom överföring till skogsproduktion genom dikning och gödsling.

Tidigare beteckningar som ingår i enheten:

Tallskog av sumpristyp (Nihlgård i Nordiska Ministerrådet 1984)

Tallmosse av ris-typ (Borg i ")

Tallmosse av skvattramtyp (Borg i ")



Byggnadsforskningsrådet och Svenska Kommunförbundet samarbetar kring forskning och utveckling för kommunerna. Prioriterade områden är social kunskap, naturresursplanering och infrastruktur. Denna rapport är ett resultat av detta samarbete.

R20 : 1991

ISBN 91-540-5316-1

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Art.nr: 6811020

Abonnemangsgrupp:
X. Samhällsplanering

Distribution:
Svensk Byggtjänst
171 88 Solna

Cirkapris: 68 kr exkl moms