



Danmarks Miljøundersøgelser
Miljøministeriet

Evaluering af Københavns Amts prioriteringssystem – Stofspecifik prioritering af punktkilder

Faglig rapport fra DMU, nr. 478



Danmarks Miljøundersøgelser
Miljø- og Energiministeriet

Evaluering af Københavns Amts prioriteringssystem – Stofspecifik prioritering af punktkilder

*Faglig rapport fra DMU, nr. 478
2004*

*Trine Susanne Jensen
Peter Borgen Sørensen*

Datablad

Titel:	Evaluering af Københavns Amts prioriteringssystem – Stofspecifik prioritering af punktkilder.
Forfattere: Afdeling:	Trine Susanne Jensen og Peter Borgen Sørensen Afdeling for Systemanalyse
Serietitel og nummer:	Faglig rapport fra DMU nr. 478
Udgiver:	Danmarks Miljøundersøgelser© Miljøministeriet
URL:	http://www.dmu.dk
Udgivelsestidspunkt: Redaktionen afsluttet:	Januar 2004 August 2003
Redaktion: Faglig kommentering:	Trine Susanne Jensen Hanne Bach
Finansiell støtte:	Københavns Amt og Amternes Videncenter for Jordforurening.
Bedes citeret:	Jensen, T.S. & Sørensen, P. B. 2004: Evaluering af Københavns Amts prioriteringssystem - "Stofspecifik prioritering af punktkilder". Danmarks Miljøundersøgelser. 78 s. – Faglig rapport fra DMU nr. 478. http://faglige-rapporter.dmu.dk . Gengivelse tilladt med tydelig kildeangivelse.
Sammenfatning:	I denne rapport evalueres Københavns Amts prioriteringssystem til oprensning af forurenede grunde. Systemet er baseret på et scoringssystem hvor undersøgelsesparametrenes bidrag til forureningsrisikoen kvantificeres efter samme skala. Dette medfører nogle uønskede påvirkninger af det endelige prioriteringsindeks. Den generelle indflydelse på prioriteringsindekset af strukturen i scoringssystemet samt de enkelte parameters indflydelse er således kortlagt med en uafhængig metode. Denne metode er baseret på delvis rangordning hvor de enkelte undersøgelsesparametre ikke kvantificeres efter samme skala. Prioriteringsindekset for de to metoder er sammenlignet og forslag til justering af scoringssystemet er givet.
Emneord:	Jordforurening, prioritering, delvis rangordning, scoringssystem, evaluering
Layout: Korrektur:	Ann-Katrine Holme Christoffersen Hanne Bach, Ann-Katrine Holme Christoffersen
ISBN: ISSN (elektronisk):	87-7772-782-7 1600-0048
Sideantal:	78
Internetversion:	Rapporten findes kun i elektronisk format på DMU's hjemmeside http://www.dmu.dk/1_viden/2_Publikationer/3_fagrapporter/rapporter/FR478.pdf
Købes hos:	Miljøministeriet Frontlinien Rentemestervej 8 2400 København NV Tel. 70 12 02 11 frontlinien@frontlinien.dk

Indhold

Forord 5

Sammenfatning 6

Summary 8

1 Indledning 10

2 Formål 12

3 Princippet i delvis rangordning 13

4 Københavns Amts scoringssystem 15

5 Forprojekt - Solhøj Kildeplads indvindingsopland (resumé af del 1) 17

6 Evaluering af scoringssystemet med data fra hele Københavns Amts indvindingsopland (Del 2 + 3) 18

6.1 Indledning 18

6.2 Datamateriale 18

6.3 Resultater 20

6.3.1 Indflydelse af aggregerede sårbarhedsindeks 20

6.3.2 Indflydelse af undersøgelsesparametre. 22

6.3.3 Analyse af indflydelse af scoringssystemets struktur på rangordningsindekset 26

7 Konklusion 33

Referencer 35

Appendiks 1 Københavns Amts scoringsbaseret prioriteringsmodel for grundvand 36

Appendiks 2 37

Appendix 3 Korrelationsanalyse tabel - matrix over parametersammenhænge 45

Appendiks 4 Parameterværdier for V2 lokaliteter i Københavns Amts indvindingsopland 46

Appendiks 5 Sandsynlighedsfordelinger 52

Appendiks 6 Grafisk præsentation af delvis rangordning af lokaliteter i Københavns Amts indvindingsopland: Hasse-diagram 79

Forord

Amterne har i de sidste årtier gennemført en omfattende indsats for at lokalisere og registrere forurenede grunde samt udvikle metoder til oprensning. Da listen over forurenede lokaliteter stiger hurtigere end de økonomiske rammer, er der et stigende behov for at prioritere oprydningssindsatsen. Til dette formål har Københavns Amt i samarbejde med NIRAS A/S udviklet et prioriteringssystem "Stofspecifik prioritering af punktkilder". Dette prioriteringssystem bliver evalueret i nærværende rapport med en nyudviklet metode på Danmarks Miljøundersøgelser baseret på princippet om delvis rangordning.

Evalueringen er opdelt i tre delprojekter for at sikre at den viden og erfaring der eksisterer i Københavns Amt inddrages i evalueringen. De tre delprojekter er som følger: Et forprojekt for et enkelt vandindvindingsopland (Del 1 – Solhøj Kildeplads) samt to delprojekter for hele Københavns vandindvindingsopland (Del 2 + 3) der udføres på forskellige aggregeringsniveauer. Afrapportering af Solhøj Kildeplads (Del 1) er vedlagt i appendiks 2 og resuméet i rapportens afsnit 5.

Projektet har været organiseret således at data fra Solhøj Kildeplads (Del 1) blev anvendt til et pilotprojekt dels til en vurdering af omfanget af en evaluering dels til en vurdering af nødvendigheden af at inddrage data for hele Københavns Amt.

Projektet er finansieret af Københavns Amt og Amternes Videnscenter for Jordforurening og udført i første halvdel af 2003. Følgende medlemmer har deltaget i projektgruppen:

Carsten Bagge Jensen, Københavns Amt, Jord- og Vandafdelingen, Teknisk Forvaltning.

Bjarne Persson, NIRAS A/S. Rådgivende ingeniører og planlæggere.

Peter Borgen Sørensen, Danmarks Miljøundersøgelser, Afd. for Systemanalyse.

Trine Susanne Jensen, Danmarks Miljøundersøgelser, Afd. for Systemanalyse.

Sammenfatning

Amterne har i de sidste årtier gennemført en omfattende indsats for at lokalisere og registrere forurenede grunde samt udviklet metoder til oprensning. Da listen over forurenede lokaliteter stiger hurtigere end de økonomiske rammer, er der et stigende behov for at prioritere oprydningssindsatsen. En væsentlig udfordring udspringer af at miljøpåvirkningen er et resultat af komplekse sammenhænge der vanskeligt lader sig kvantificere til en samlet miljøpåvirkning. Prioritering indenfor oprensning af forurenede lokaliteter er ofte baseret på scoringssystemer, hvor undersøgelsesparametre og andre prioriteringsbindinger er kvantificeret efter samme skala, således at de enkelte parameters indflydelse sammenvejes til et enkelt prioriteringsindeks. Indflydelsen af kvantificeringer og sammenvejsninger bliver hurtigt kompliceret hvorved tolkningen af det endelige rangordningsindeks bliver uigennemskueligt. Det er dog muligt at validere og optimere scoringssystemer så det endelige rangordningsindeks bedst muligt afspejler de prioriteringsbindinger der ønskes inddraget i den endelige prioritering.

I dette projekt er Københavns Amts prioriteringssystem "Stofspecifik prioritering af punktkilder", der er baseret på et scoringssystem, evalueret. Scoringssystemet er udviklet til rangordning af forurenede lokaliteter i forhold til en grundvandsrisiko og inddrager således ikke prioritering i forhold til arealanvendelse. Opbygningen af Københavns Amts scoringssystem er kompliceret grundet opdeling i mange elementer med scorepoint, vægtningsfaktorer, normaliseringstrin etc. Systemet ønskes derfor evalueret m.h.t. analyse af betydningen på rangordningsindekset af de forskellige elementer i strukturen i scoringssystemet.

I projektet er der således fokuseret på at foretage en analyse af betydningen af de anvendte parametre, vægtningsfaktorer samt aggregerings- og normaliseringstrin på rangordningsindekset. Indflydelsen af scoringssystemets struktur eksemplificeres endvidere ved analyse af en top 10-liste over de mest forurenende lokaliteter. Endvidere gives forslag til justering af scoringssystemet. Det er således udenfor denne rapport's formål at vurdere de enkelte lokaliteters rangordningsindeks udover hvad der tjener til at illustrere karakteristika ved scoringssystemet. Endvidere foretages der ikke vurdering af relevansen af differentieringen, dvs. i hvor stort omfang scoringssystemet afspejler tilsigtede henholdsvis utilsigtede prioriteringsbindinger. Formålet er således at afgrænse analysen til at påvise nogle generelle effekter af scoringssystemets struktur på rangordningsindekset.

Evalueringen udføres med en nyudviklet metode på Danmarks Miljøundersøgelser der er uafhængig af definerings og kvantificering af en fælles parameter skala. Metoden er baseret på princippet om delvis rangordning. Det betyder at rangordningen resulterer i et rangordningsnetværk - i modsætning til - en lineær rangordning. Ved anvendelse af en matematisk sandsynlighedsmodel er rangordningsnetværket "projiceret" ind på en lineær skala. Forskelle mellem scoringssystemets og den delvise rangordningsmetodes prioriterings-

indeks udtrykker indflydelsen af de prioriteringsbindinger der er kvantificeret i scoringssystemet – tilsigtede såvel som utilsigtede.

Generelt viser evalueringen at strukturen og de valgte kvantificeringer i scoringssystemet har både tilsigtede og utilsigtede effekter på rangordningsindekset. Evalueringen viser således at normaliseringstrinnet, der er indført for at sidestille de tre aggregerede sårbarhedsindeks indflydelse på rangordningsindekset, betyder at branche/stof sårbarhedsindekset får størst indflydelse på det endelige rangordningsindeks. Uden normaliseringstrinnet ville det naturlige sårbarhedsindeks have størst indflydelse, da indekset bidrager til en større differentiering af de forurenede lokaliteter. De enkelte sårbarhedsindeks fremkommer ved en summering af de beskrivende parametre. Fx er branche/stof sårbarhedsindekset en aggregering af de stofspecifikke parametre, dvs. mobilitet, nedbrydning og toksicitet.

Indflydelsen af de enkelte undersøgelsesparametre har endvidere vist sig at være stærkt afhængig af strukturen i scoringssystemet. Parametrene mobilitet og nedbrydning viste sig at have størst indflydelse på det endelige rangordningsindeks. Anderledes er parameterindflydelsen bestemt med delvis rangordning - dvs. uden nogen differentiering, a priori. Her er parameterindflydelsen fra drikkevandsinteresser og infiltration størst.

Vægtningstaktorerne, der anvendes til at kvantificere en bestemt differentiering af parameterindflydelsen, har endvidere vist sig ikke at have proportional indflydelse på rangordningsindekset. Såfremt denne proportionalitet ønskes udtrykt skal vægtningstaktorerne faktiske værdi være anderledes end den tilsigtede værdi.

En sammenligning af en top-10 liste med de højest rangordnede lokaliteter bestemt med hver af de to rangordningsmetoder, viste at der alene var sammenfald i 4 ud af de 10 lokaliteter. En nærmere gennemgang af disse lokaliteter viser at der er en tendens til at scoringssystemet opprioriterer tungmetalforureninger.

Evaluering har vist, at der er både tilsigtede og utilsigtede effekter af et scoringssystems struktur på rangordningsresultatet. Utilsigtede effekter stiger endvidere med kompleksiteten af systemet. Det betyder, at på trods af at scoringssystemet konceptuelt er let at forstå, kan resultaterne være vanskelige at fortolke. Det er således ikke helt enkelt at indbygge viden i et scoringssystem og strukturen i scoringssystemer bevirker at den indbyggede viden ikke nødvendigvis kommer til udtryk som tiltænkt i det endelige rangordningsindeks. Der opstår derfor en vis usikkerhed i forhold til at anvende scoringssystemer hvorfor der opstår et behov for en systematisk evaluering af systemet før det tages i brug. De udførte analyser har vist at en evaluering bidrager til at øge kendskabet til effekter af strukturen i systemet og dermed bidrager til at styrke tilliden til anvendelse af scoringssystemets resultater.

Summary

During the last decades the Danish counties have put a lot of effort into characterisation of contaminated sites and developing methods for clean up activities. The list of contaminated sites are, however, increasing faster than the economic resources allocated to the activities and thus the need for prioritisation of the effort are intensified. An important challenge in this context is to evaluate the relative importance of the different parameters used to characterise the contaminated sites.

Most priority systems for contaminated sites are based on scoring systems where the influence of the parameters are quantified by developing e.g. parameter score points and weighing factors and aggregate these into a risk index. The strength of a scoring based system is that it is possible to include restrictions into the risk index, a priori, by setting parameter score values. The weakness is that a linear relation among the parameters is anticipated even though the parameters are fundamentally different in origin. Furthermore, the final aggregation functions used to obtain an aggregated risk index manipulate the relative parameter influence complicating the interpretation of the risk index. It is, however, possible to localize unintended influence by independent methods and calibrate scoring systems in order to optimise the system with respect to evaluation of the risk potential.

In this project a scoring system, developed by the County of Copenhagen, "Compound specific priority of point sources" is evaluated in order to optimise the parameter quantification. The general influence on the priority index of the intended and unintended priority restrictions is analysed including a mapping of the influence of the characterisation parameters. Suggestions on elements in the priority system that can be optimised are given.

An independent evaluation method is developed by the Danish National Environmental Research Institute based on partial order theory. This approach is, unlike scoring systems, not based on the use of a unified quantification scale for evaluation of the parameter influence. Partial order theory is used to develop a methodology where the contaminated sites are compared two by two on each parameter. By determining technical assumptions the prioritisation results in a network – opposite to a linear range – but are "projected" by a probability function to a linear scale.

In general the evaluation shows that the parameter quantification and structure of the scoring system has both intended and unintended influence on the risk index. E.g. the parameter weighing factors are not expressed proportionally in the risk index and the influence of the individual parameters strongly depends on the structure of the scoring system.

Two compound specific parameters, i.e. mobility and degradation and an administrative parameter expressing site classification with respect to importance as drinking water supply was found to influ-

ence the ranking index the most. If the parameter influence was not weighted a priori the most important ones would be two hydrogeological parameters and an administrative parameter, i.e. the oxidative potential of the groundwater, infiltration rate of rainwater and site classification with respect to importance as drinking water supply.

If the parameter influence is not intended, i.e. may be explained by environmental knowledge, the scoring system must be calibrated to an unbiased index. This can be done by replacing the weighing factors by a calibration factor.

The parameters are grouped into three different risk indexes in the scoring system: one expresses the risk potential of the geological and hydrogeological parameters, one the administrative restrictions and one the compound specific risk potential. For contaminated sites where characterisation is based solely on historical data a parameter expressing the probability of detecting any contamination is further included in the compound risk index. The three indexes are finally aggregated into a risk index. The compound index has proven to influence the risk index the most due to both the classification and the score values of these parameters. The hydrogeological index, however, that are much more differentiated, is not being expressed fully in the risk index.

A comparison of a top 10 list with the highest ranked localities determined with each of the two ranking methods showed a match in 4 out of 10 localities. A further examination of these localities shows a tendency that the scoring system upgrades heavy metal pollution.

The evaluation has shown that there are both intended as well as unintended effects of the structure of the scoring system on the ranking order result. Furthermore unintended effects increase with the complexity of the system. This means that despite the scoring system conceptually is easy to understand the results can be difficult to interpret. Thus it becomes clear that is not quite simple to include specific priority restrictions into a scoring system. Due to the resulting uncertainty in the priority results an evaluation of the system is of interest and contributes to strengthen the reliance in the use of the results of the scoring system.

1 Indledning

En væsentlig udfordring ved prioritering af forurenede lokaliteter til oprensning udspringer af at miljøpåvirkningen er et resultat af komplekse sammenhænge der vanskeligt lader sig kvantificere til en samlet miljøpåvirkning. Miljøpåvirkningen fra forurenede lokaliteter kan beskrives ved følgende faktorer: (1) Naturgivne faktorer der omfatter geologiske og hydrogeologiske parametre, (2) Stof- og branchespecifikke faktorer, der beskriver stofegenskaber og branchetype, (3) Administrative faktorer der udtrykker den politiske prioritering der indgår i beslutningsgrundlaget. Traditionelt har metoder til kobling af fundamentalt forskellige parametre været baseret på udarbejdelse af vægtningsfaktorer der sammenvejes, fx i form af et scoringssystem. Denne metodik indebærer introduktion af forskellige former for usikkerheder der kan karakteriseres ved følgende hovedgrupper:

- (1) Valg af beskrivende parametre der forudsættes at have en betydning for miljøbelastningen og de resulterende miljøpåvirkninger
- (2) Input parametrenes usikkerhed, fx. analyseusikkerhed
- (3) Klassificering af den enkelte parameter, fx i intervaller, maksimalværdier osv. og valg af vægtning således at parameterværdierne bringes på en sammenlignelig skala og den relative betydning af de enkelte parametre kvantificeres.
- (4) Valg af matematisk struktur af scoringssystemet til sammenvejning af beskrivende parametre, fx addition, multiplikation, log-transformation etc.

De introducerede valg søges funderet i en faglig viden om miljøforholdene. Det er dog ofte svært at vurdere om den viden der indarbejdes i et scoringssystem, især for faktorerne (3) og (4) har den tiltænkte indflydelse på det endelige scoringsindeks, da det ikke er let at gennemskue de reelle effekter af at vælge den ene eller anden vægtning. Metodeudviklere vil derfor ofte have svært ved at dokumentere gyldigheden og gennemskueligheden af et fastlagt system. På trods af at resultatet ofte er mere eller mindre uigennemskueligt selv for metodeudviklere, anvendes scoringssystemer i vid udstrækning da brugerfladen er enkel og samtidig er systemet metodemæssigt let at forstå. Som nævnt er det endvidere muligt at indbygge viden i scoringsystemer. Anvendelse af scoringssystemer er således funderet i en stor grad af tillid til at det endelige prioriteringsindeks alene udtrykker reel faglig viden. Det har dog vist sig, at der ofte opstår utilsigtede vægtninger der ikke kan begrundes i faglig viden som en sideeffekt af at indbygge ønskede vægtninger grundet scoringssystemets komplekse opbygning. Herved opstår der altså to slags effekter. Den tilsigtede, som er begrundet i indbygning af faglig viden og er ønsket, og den utilsigtede som opstår grundet de anvendte regneoperationer og relative kvantificeringer af parametrene. Utilsigtet effekter kan således opstå på flere måder. Når scoringssystemet konstrueres indgår der fx overvejelser vedrørende de enkelte parameters betydning, men under denne proces vil der være en tendens til at hver parameter vurderes enkeltvis. I virkeligheden er betydningen af hvert parameter helt forbundet, så når en parameter vægtes op, så vægtes alle andre ned med tilsvarende styrke. Fx hvis man for en sikkerheds

skyld vægter en bestemt type lokaliteter op fordi der er usikkerhed om denne type forureninger, så betyder det at andre lokaliteter, hvor man måske blot er mere konfident m.h.t. problemets karakter, kan blive vægtet mindre, hvilket let kan blive yderst utilsigtet. Det er derfor svært at overskue den reelle virkning af de vægtninger, der indføres i sit fulde omfang.

En prioriteringsmetode, der bygger på teorien om delvis rangorden (se afsnit 3), foretager derimod kun forudsætninger af typen (1) og (2), dvs. valg af betydende parametre og vurdering af inputdatas usikkerhed og har således vist sig lovende til prioritering af miljøproblemer hvor vanskeligt eller ikke sammenlignelige parametre indgår. Til gengæld giver den delvise rangordningsmetode ikke direkte en total rangorden, hvilket efterlader en hvis usikkerhed i resultatet når der skal foretages en udvælgelse af en begrænset mængde. Det er på den anden side muligt at beregne denne usikkerhed, så den kan indgå direkte i en vurdering af resultatet, eller alternativt at foretage yderligere analyser, der kan bestemme den mest sandsynlige rangordning for bestemte lokaliteter.

Udover anvendelse som prioriteringsredskab, er delvis rangordning også velegnet som evalueringsmetode af bl.a. scoringssystemer. Dels grundet uafhængigheden mellem parametrene og et forholdsvis beskeden krav til værdisætningen af parametrene, dels grundet en stor grad af fleksibilitet i metoden. Det er således tilstrækkeligt at værdisætningen af parametrene beskriver om den ene værdi er bedre eller værre end den anden. Flexibiliteten er en konsekvens af at metoden ikke er baseret på fastlæggelse af en fælles skala eller anvendelse af regneoperationer, men kun baseret på en relativ vurdering af om noget er bedre eller værre end noget andet. Ved sammenligning af resultater fra et scoringssystem og delvis rangordning er det derfor muligt at analysere hvorledes og i hvilken grad forudsætninger af typerne (3) og (4) påvirker scoringssystemet, og derved vurdere om en ønsket miljøfaglig viden eller andre ønskede prioriteringsbindinger også kommer til udtryk på rette vis. Da et godt scoringssystem kun bør indeholde bindinger som er miljøfagligt begrundet, kan en sådan analyse anvendes til at validere et givent scoringssystem. Det er endvidere muligt at analysere betydningen af hver enkelt parameters indflydelse på prioriteringsindekset samt følsomheden af de valgte vægte.

Styrken ved den delvise rangordningsmetode er således, at det ikke er nødvendigt at konstruere en fælles parameter skala for at der kan foretages en sammenligning mellem de forurenede lokaliteter. Men også metodens store fleksibilitet gør den anvendelig til flere formål. Generelt har metoden sin store styrke ved prioritering hvor udgangspunktet er at vidensgrundlaget er relativt spinkelt i forhold til problemstillingen. Metoden har tidligere været anvendt til rangordning af forurenede grunde (Jensen et al., 2003; Halfon, 1989) og til prioritering inden for andre miljøområder (Halfon and Reggiani, 1986; Brüggemann et al., 1999; Sørensen et al., 2003). En forkortet version på dansk af referencen Jensen et al., 2003, der beskriver metodeudvikling med forureningsdata fra Vest Sjællands Amt, er givet i Jensen og Sørensen, 2003.

2 Formål

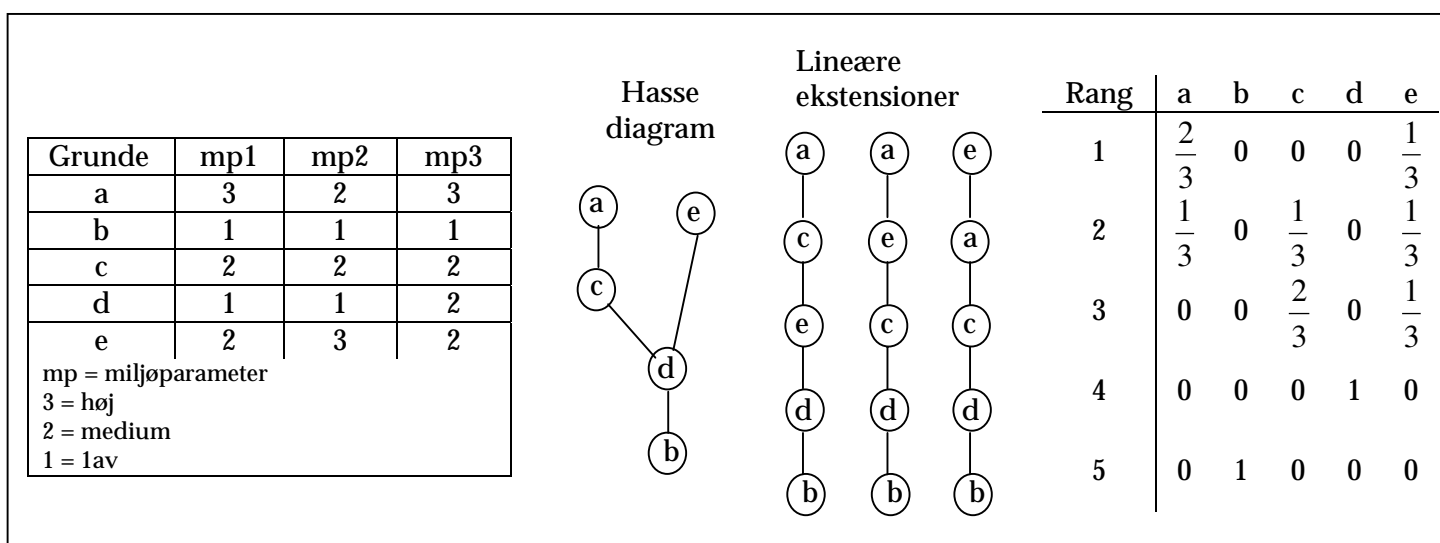
Dette projekts formål er at evaluere Københavns Amts prioriterings-system "Stofspecifik prioritering af punktkilder". Det evaluerede prioriteringsystem er udviklet til rangordning af forurenede lokaliteter i forhold til en grundvandsrisiko og inddrager således ikke prioritering i forhold til arealanvendelse.

I projektet fokuseres på en kortlægning af indflydelsen af forskellige elementer i scoringssystemets struktur på rangordningsindekset. Således analyseres betydningen af de anvendte parametre, de tildelte parametervægtningfaktorer samt aggregerings- og normaliserings-trin på prioriteringsindekset. Endvidere gives forslag til justering af scoringssystemet. Evalueringen foretages med anvendelse af delvis rangordning, en metode der er karakteriseret ved at parametrene ikke vægtes i forhold til hinanden ej heller anvendes aggregeringstrin.

Det er således ikke dette projekts formål at gennemgå og vurdere de enkelte lokaliteters individuelle rangordninger eller "rigtigheden" af disse, men at analysere og påvise nogle generelle effekter af scoringssystemets struktur på rangordningsindekset.

3 Princippet i delvis rangordning

Den delvise rangordningsmetode bygger på princippet om at forurenede lokaliteter kun kan sammenlignes, hvis værdierne for de valgte undersøgelsesparametre ikke betyder, at der er indbyrdes konflikt om rangen. Herved fremkommer der en delvis rangordning, da ikke alle grunde med denne restriktion kan sammenlignes. At der ikke er indbyrdes konflikt om rangen betyder, at alle parameterværdier for en grund er større end eller lig med de tilsvarende parameterværdier for en anden grund. En delvis rangordning kan indgå direkte som evalueringsredskab, men kan også "projiceres" ind på en lineær skala ved brug af en matematisk model til beregning af sandsynligheden for at en given grund får tildelt en bestemt rang - såkaldte lineære ekstensioner (cf. Sørensen et al., 2001). Metoden illustreres ved et simpelt eksempel, som vist grafisk i figur 1. Der er 5 forurenede grunde, a, b, c, d, e, der hver karakteriseres ved tre miljøparametre, fx grundvandsklasse (mp1), jordlagstykkelse (mp2) og mobilitet (mp3). De tre miljøparametre holdes adskilt fordi de afspejler tre fundamentalt forskellige forhold, der alle er væsentlige for bedømmelse af forureningsrisikoen, men som samtidig ikke kan sammenlignes direkte. Herved undgås det på forhånd at skulle afveje vigtigheden af parametrene i forhold til hinanden. En høj parameterværdi betyder stor miljøbelastning/betydningsfuld klassificering. De faktiske parameterværdier kan anvendes direkte, eller de kan klassificeres i nogle intervalgrupper der angiver høj, medium eller lav miljøpåvirkning. Således gælder: $a > c$ i figur 1, mens a og e ikke kan sammenlignes. Resultatet kan vises grafisk i et såkaldt Hasse-diagram. Ud fra den delvise rangorden findes alle de mulige komplette ordner (lineære ekstensioner) der ikke er i konflikt med den delvise orden. Fx skal det gælde i alle de lineære ekstensioner i figur 1 at $a > c$, da dette er tilfældet i den delvise rangordning. Dette giver i alt tre lineære ekstensioner. Det er meget vigtigt at påpege, at det kun er disse tre komplette ordner, som overholder betingelserne i den delvise rangordning vist i figur 1. Der findes i alt 120 komplette ordner mellem 5 objekter ($5 \cdot 4 \cdot 3 \cdot 2 \cdot 1 = 120$).



Figur 1. Principskitse af partiel rangordning og lineære ekstensioner.

Delvis rangordning reducerer altså dette antal til kun 3 mulige. En generel betragtning er, at et hvilket som helst scoringssystem altid vil ende med en rangordning der svarer til en af disse 3 rangordner. Ved at tælle hvor mange gange et element - i denne sammenhæng en forurenede lokalitet - forekommer på en given rangordningsplads, fremkommer en præference for at et element netop er på den givne rang. På den måde ses det i eksemplet (figur 1) at "a" har størst præference for at ligge i toppen af rangordningen. Desuden ses det at der er en vis præference for $e > c$ i stedet for $c > e$, selvom begge rangordninger er mulige. Der synes altså at være en hvis præference for bestemte ordens relationer mellem de objekter, som ikke rangordnes, samt for hvert enkelt objekts placering i en komplet rangordning. Disse præferencer kan anvendes til at beregne en sandsynlighed for en rangordning, som illustreret i tabellen til højre i figur 1. Sådanne betragtninger om sandsynlighed er især væsentlige, hvis der rangordnes mange objekter, hvilket jo er tilfældet for de forurenede lokaliteter i Københavns Amt. Objekter (lokaliteter) for hvilke et scoringssystem rangordner i modstrid med det, som er mest sandsynligt iflg. delvis rangordning, vil være de objekter, hvor den indbyggede subjektivitet i scoringssystemet slår stærkest igennem. På denne måde er det muligt at screene resultatet fra et scoringssystem med brug af delvis rangordning for at finde de steder hvor scoringssystemet er mest subjektivt. En detaljeret gennemgang af teorien bag delvis rangordning kan findes i (Hasse, 1952; Davey and Priestley, 1990).

4 København Amts scoringssystem

Københavns Amt foretager en prioritering af forurenede lokaliteter til oprensning i forhold til grundvandsrisiko ud fra et aggregeret indeks. Metodemæssigt er scoringssystemet baseret på et pointsystem, det amerikanske udviklede DRASTIC system og et GIS-baseret værktøj, der visualiserer det aggregerede indeks ved forskellige farveintervaller på et baggrundskort. Endvidere er elementer fra Miljøstyrelsens projekt "System til prioritering af punktkilder" (MST, 1995) anvendt.

Det aggregerede rangordningsindeks er en sum af tre tematiske indekser der hver især repræsenteres ved forskellige karakteriseringsparametre:

- ◆ Naturgivne sårbarhed (7 parametre)
- ◆ Branche/Stof sårbarhed (3-4 parametre)
- ◆ Administrativ sårbarhed (2 parametre)

I appendiks 1 er vist en oversigt over Københavns Amts scoringssystem. De tre tematiske indekser indgår med lige vægt i den endelige aggregering, hvorfor der foretages en normalisering af de enkelte indekser inden sammenlægning til et prioriteringsindeks. De tre tematiske indekser beregnes ud fra summen af en række parameterværdier der karakteriserer de forurenede lokaliteter i forhold til branche/stofstype, geologiske og hydrogeologiske karakteristika samt administrative bindinger. Parameterværdier bestemmes som et multiplum af en vægtningsfaktor og en scoreværdi.

For lokaliteter der er kortlagt på vidensniveau 1 (V1), dvs. alene ud fra historiske data om tidligere aktiviteter på lokaliteten, er de stofspecifikke data bestemt på baggrund af en formodet forureningstrussel vurderet ud fra en erfaringsbaseret viden om sammenhængen mellem branchetype og stoffund. For lokaliteter der er kortlagt på vidensniveau 2 (V2), dvs. ud fra faktisk udførte undersøgelser af forureningen på lokaliteten, anvendes de eksperimentelle data til klassificering af lokaliteten m.h.t. stofstype. Hvor der er fundet flere typer af stoffer på samme lokalitet er data for det potentielt mest giftige stof anvendt. Værdier for de geologiske og hydrogeologiske parametre er alle eksperimentelt bestemt og ens for V1 og V2 lokaliteter. Parameterværdier for administrativ sårbarhed er ligeledes uafhængig af forureningskarakterisering.

Det naturgivne sårbarhedsindeks er bestemt ved 7 parametre, branche/stof indekset er bestemt ved 4 parametre (V1 lokaliteter) eller 3 parametre (V2 lokaliteter) og det administrative indeks ved 2 parametre.

De 7 naturgivne parametre inkluderer magasinforhold i.f.t. artesisk/spændt, vandindfiltrationsrate, lerlagstykkelse, dybde til primært vandspejl, afstand til indvinding indenfor oplandet, dybde til sekundært magasin samt karakterisering af vandtype m.h.t. oxidationsforhold.

De 3-4 branche/stof parametre inkluderer sandsynlighed for fund af forurening, mobilitet, nedbrydning samt toksicitet af det mest forurenende stof.

De 2 administrative parametre inkluderer lokalitetens klassificering i.f.t. drikkevandsinteresse i området samt administrative beskyttelseszoner, dvs. afstand til indvindingsboring.

5 Forprojekt - Solhøj Kildeplads indvindingsopland (resumé af del 1)

Del 1 er en evaluering af scoringssystemet med testdata fra Solhøj Kildeplads indvindingsopland, for den del af scoringssystemet der omhandler risikovurdering af grundvandsforurening. Evalueringen er foretaget med aggregerede data for værdier af sårbarhedsindekserne, dvs. på det højeste aggregeringsniveau.

Analysen er foretaget på basis af 33 forurenede lokaliteter beliggende i Solhøj Kildeplads indvindingsopland. Lokaliteterne er forurenede med forskellige typer forureninger fra et bredt udsnit af industrielle aktiviteter, fyld- og lossepladser samt ler- og grusgrave. Testdatasættet består dels af faktiske lokaliteter beliggende i Solhøj Kildeplads indvindingsopland, dels af fiktivt indlagte lokaliteter fra andre dele af Københavns Amts indvindingsopland. Lokaliteterne er p.t. prioriteret på V1-niveau, dvs. der anvendes ikke data for faktisk målte forureninger på grundene, men de anvendte data for de geologiske og hydrogeologiske forhold er oplandspecifikke data.

Evalueringen foretages med to af de i alt tre aggregerede sårbarhedsindeks: det naturgivne sårbarhedsindeks og branche/stof sårbarhedsindekset. Indekset for administrativ sårbarhed har vist sig at antage samme værdier i dette testdatasæt, hvorfor denne parameter ikke har nogen indflydelse på prioriteringen og den er således udeladt i analysen.

Evaluering af scoringssystemet med testdata fra Solhøj Kildeplads indvindingsopland viste at strukturen i scoringssystemet kom til udtryk på rangordningsindekset, både som en over- og underprioritering af de forurenede lokaliteter i forhold til det prioriteringsindeks der beregnes med metoden delvis rangordning. Da den delvise rangordningsmetode er uafhængig af værdisætning af de enkelte parametre – udover om noget er værre eller bedre end noget andet - samt uafhængig af aggregeringsfunktioner, er forskellen mellem scoringssystemets prioriteringsindeks og den delvise rangordningsmetodes prioriteringsindeks et udtryk for en påtrykt indflydelse, som så kan være ønsket eller uønsket. Det blev endvidere fundet at branche/stof sårbarhedsindekset har størst indflydelse på prioriteringsindekset. Grundet det forhold at det administrative sårbarhedsindeks ikke kunne indgå i analysen, og et ønske om at undersøge indflydelsen af branche/stof sårbarhedsindekset vs. de to andre sårbarhedsindeks nærmere, blev det besluttet at udføre del 2 med data for hele Københavns Amts opland. Delrapport 1 er vedlagt i Appendiks 2.

6 Evaluering af scoringssystemet med data fra hele Københavns Amts indvindingsopland (Del 2 + 3)

6.1 Indledning

Del 2 + 3 omfatter en analyse af betydningen af strukturen i scoringssystemet på rangordningen. Der fokuseres på indflydelse af normaliseringstrinet samt indflydelse af de enkelte parametre og vægtningsfaktorer. Endvidere analyseres betydningen af strukturen ved en analyse af de højest rangordnede lokaliteter. Der anvendes data fra hele Københavns Amts indvindingsopland. Prioriteringssystemet er udviklet til risikovurdering i forhold til grundvandsforurening og omfatter således ikke prioritering i forhold til arealanvendelse.

6.2 Datamateriale

Evaluering af scoringssystemet er foretaget på basis af 511 forurenede lokaliteter i København Amts indvindingsopland, hvoraf 445 lokaliteter er kortlagt på vidensniveau V2 og 66 på vidensniveau V1. Lokaliteterne er forurenede med forskellige typer af forureninger fra et bredt udsnit af industrielle aktiviteter, fyld- og lossepladser samt ler- og grusgrave.

I tabel 1 er vist en oversigt over fordelingen af de forurenede lokaliteter i de enkelte parameterklasser i scoringssystemet. Det ses at pointfordeling er opdelt i to forskellige vægtnings typer (vægt og rate). Vægtningstypen tjener som værdisætning af en tilsigtet differentiering af de enkelte parametres indbyrdes betydning. Ratepoint fastlægger en differentiering af de individuelle parameterklasser. Ved denne konstruktion har man kunnet fastlægge en sammenlignelig skala for de enkelte parameterkategorier. Denne konstruktion er valgt for at øge gennemsigtigheden af scoringssystemet samt synliggøre værdisætningen af den differentiering der ønskes indbygget i systemet. Man har endvidere ønsket at differentiere lokaliteterne m.h.t. om stofferne er aerobt (klor) eller anaerobt nedbrydelige (olie), m.h.t. værdisætning af nogle parametre for de naturgivne forhold. Dette er gjort ved at graduere vægtningsfaktoren som det ses af tabel 1, hvor klor=klorerede organiske opløsningsmidler og andre anaerobt nedbrydelige stoffer, og olie=olie stoffer og andre aerobt nedbrydelige stoffer.

Det ses af tabel 1 at der for mange af parametrene er nogle foretrukne klasser som lokaliteterne fordeler sig i. Fx fordeler mere end 4/5 af de forurenede lokaliteter sig for mobilitetsparameteren i klassen med højest ratepoint, dvs. 422 ud af de 511 lokaliteter.

Tabel 1. Fordeling af lokaliteter i Københavns Amts scoringssystem.

Sårbarheds- indeks	Parameter	Vægtning	Scoreværdi	Antal lokalite- ter
Branche/stof sårbarhed	Mobilitet	5	10	422
			4	47
			0	41
	Nedbrydning	2	10	301
			4	1
			0	208
	Toksicitet	3	10	403
			4	82
			0	25
Naturgiven sårbarhed	Vandtype	klor: 3	10	50
		olie: 5	8	265
	<i>Karakterisering m.h.t. oxidationsforhold</i>		5	130
			1	65
	D_primært	klor: 3	10	36
		olie: 5	8	110
	<i>Dybde til primært vandspejl</i>		5	152
			1	212
	Infiltration	2	9	27
			6	100
	<i>Vandinfiltrationsrate</i>		4	115
			3	219
			2	15
			1	34
	Magasin	5	8	110
			7	398
	<i>Grundvandsmagasin spændthed</i>		1	2
	D_sekundær	2	10	99
			8	242
	<i>Dybde til sekundært magasin</i>		6	72
			4	55
			1	33
			0	9
	Afstand_opl	5	10	52
			8	22
			6	53
	<i>Beliggenhed i indvindingsopland i.f.t. afstand til ind</i>		4	105
			3	27
			0	251
	Lerlag	klor: 3	10	60
		olie: 2	8	212
	<i>Lerlagstykkelse</i>		5	229
			1	9
Administrativ sårbarhed	Kildeplads	3	2	63
	<i>Afstand til indvind- ingsboring</i>		0	447
	<i>Drikkevandsint Klassificering af grundvandsressourcen</i>	5	10	283
			8	227

6.3 Resultater

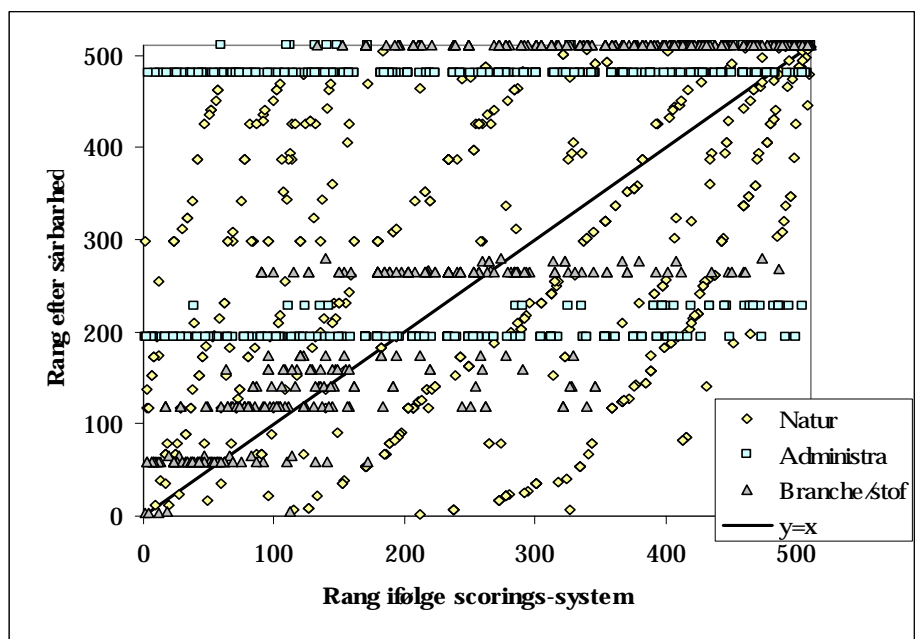
6.3.1 Indflydelse af aggregerede sårbarhedsindeks

I dette afsnit undersøges indflydelse af de aggregerede sårbarhedsindeks på totalrangordningen til vurdering af betydningen af de enkelte indeks. Ved denne analyse fokuseres på indflydelse af normaliseringsleddet og addering af de tre sårbarhedsindeks til et totalt rangordningsindeks.

Indflydelse af de aggregerede sårbarhedsindeks på rangordningen analyseres ved to forskellige analytiske tilgange, dels ved anvendelse af scoringssystemets data (A) og dels ved anvendelse af partiel rangordning (B).

A. Indflydelse af aggregerede sårbarhedsindeks - scoringssystem

Indflydelse af de aggregerede sårbarhedsindeks på totalrangordningen i scoringssystemet undersøges ved at sammenholde de forurenede lokaliteters rangordning med en, til analysen konstrueret, rangordning på basis af hvert enkelt sårbarhedsindeks. I denne analyse anvendes således ikke partiel rangordning, den er alene baseret på scoringssystemets resultater. Resultatet er vist i figur 2 hvor scoringssystemets rangordning af de 511 forurenede lokaliteter er afbildet som funktion af den konstruerede rangordning på basis af hver enkelt af de tre sårbarhedsindeks. Det totale rangordningsindeks er afbildet på x-aksen og y-aksen repræsenterer rangordningen foretaget med hvert af de tre sårbarhedsindeks. Figuren tolkes ved at undersøge hvilket sårbarhedsindeks der rangordner flest lokaliteter tæt på $x = y$ -aksen, da dette er et mål for hvor stor indflydelse dette sårbarhedsindeks har på det totale rangordningsindeks.

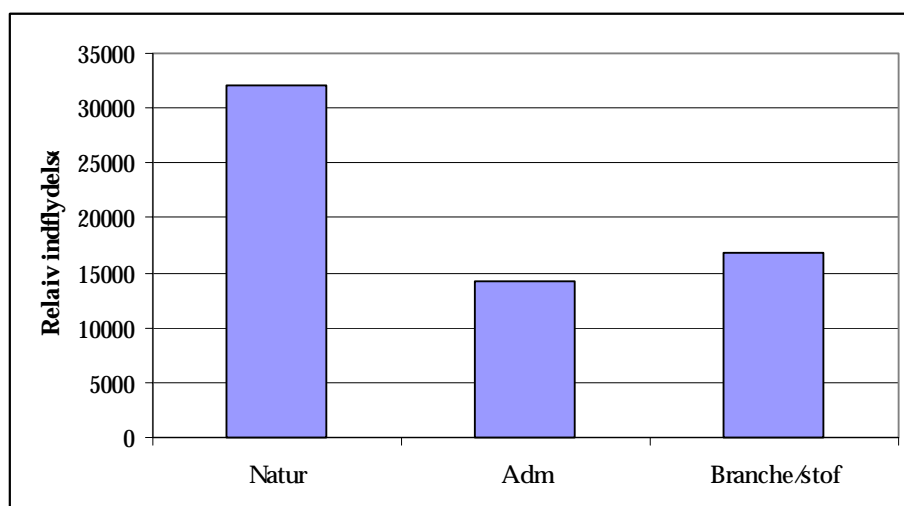


Figur 2. Sammenligning af rangordning ifølge scoringssystemet med rangordning ud fra individuelle sårbarhedsindeks.

Det ses af figur 2 at både branche/stof sårbarhedsindekset og det administrative sårbarhedsindeks fordeler sig i nogle intervalgrupper, modsat det naturgivne sårbarhedsindeks der ligger spredt i hele figurens udfaldsrum. Dette er en konsekvens af forskellen i antallet af parametre som de tre indekser er sammensat af. Mange parametre giver selvsagt større mulighed for spredning i rangordningsresultatet, som det også ses for det naturgivne sårbarhedsindeks, der er sammensat af 7 parametre. Der er en tendens til at branche/stof indekset korrelerer bedst med det totale indeks, selvom dette ikke umiddelbart er tydeligt ud fra figur 2. En analyse af afstanden til $x = y$ -aksen for de tre sårbarhedsindekser viser imidlertid en klar tendens til dette resultat. De lokaliteter der har højest rang, er de mest kritiske, da scoringssystemet primært skal anvendes til at udpege et mindre antal lokaliteter til oprensning. Specielt ved de højest prioriterede lokaliteter korrelerer branche/stof indekset bedst, dvs. afstanden til $x = y$ -aksen er mindst for flest lokaliteter.

B. Indflydelse af sårbarhedsindeks - delvis rangordning

Indflydelse af de tre sårbarhedsindekser er endvidere undersøgt med delvis rangordning og resultatet vist i figur 3. Ved denne metode analyseres en parameters indflydelse ved at udelade den givne parameter i rangordningsanalysen og herefter "tælle" antallet af forøgede (ekstra) sammenligninger i den delvise orden. Dette er et mål for den relative indflydelse som vist på y -aksen. Et stort antal ekstra sammenligninger betyder, at den udeladte parameter giver anledning til mange usammenligneligheder i den delvise rangordningsanalyse, hvilket indikerer en stor indflydelse af parameteren. Det ses af figur 3, at det naturgivne sårbarhedsindeks har størst indflydelse på rangordningen. Det er ikke så overraskende at netop dette indeks har størst indflydelse på rangordningen, da antallet af parametre er størst, 7 parametre i.f.t 2 henholdsvis 3 for det administrative og branche/stof indekset, hvilket selvsagt kan give en større spredning i rangordningen.



Figur 3. Indflydelse af sårbarhedsindeks på rangordningen - delvis rangordning.

Størrelsen af den relative indflydelse (y-aksen) skal vurderes i forhold til, at der eksisterer ca. 130.000 mulige rangordningsrelationer mellem lokaliteterne (dvs. $511 \cdot 510 / 2 = 130.305$).

Ovenfor beskrevne analyser viser således, at såfremt der ikke lægges nogle restriktioner ind i et rangordningssystem, er det det naturgivne sårbarhedsindeks, der har størst indflydelse på rangordningsindeks. I scoringssystemet har man imidlertid ønsket at ligestille indflydelsen af de 3 sårbarhedsindeks på rangordningsindekset, ved at indføre det såkaldte normaliseringstrin, hvor de aggregerede scorepoint for hvert sårbarhedsindeks projiceres på en scala fra 0 - 100. Denne analyse viser, at normaliseringstrinet og summering af de tre aggregerede indekser medfører at branche/stof-indekset får størst indflydelse på det totale rangordningsresultat. Dermed undertrykkes indflydelsen af den mere nuancerede værdisætning, der muliggøres med det naturgivne sårbarhedsindeks.

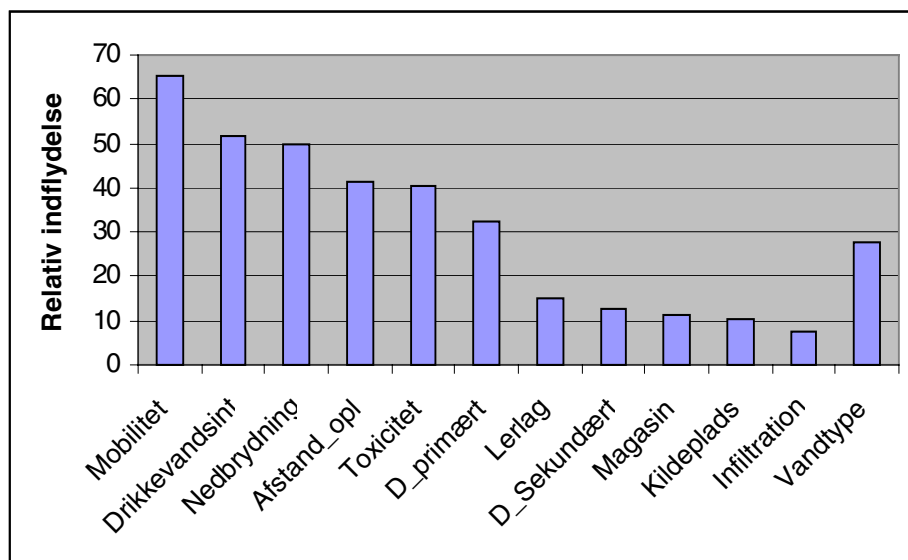
6.3.2 Indflydelse af undersøgelsesparametre.

Værdisætning af undersøgelsesparametrene i scoringssystemet udtrykker en kvantificering af en ønsket differentiering af de enkelte parametres indflydelse på rangordningsindekset. I dette afsnit analyseres den faktiske parameterindflydelse i scoringssystemet (A), hvorvidt værdisætning af vægtningsfaktorerne udtrykkes proportionalt i rangordningsindekset (B) samt en følsomhedsanalyse af vægtningsfaktorernes betydning for parameterindflydelsen (C). Til vurdering af betydningen af den samlede værdisætning af parametrene sammenholdes parameterindflydelsen i scoringssystemet med parameterindflydelsen i delvis rangordning, dvs. uden vægtninger (D).

A. Parameter indflydelse i scoringssystemet

En parameters indflydelse udtrykkes ved en middelændring¹ i rangordningsindekset ved afkobling af parametrene enkeltvis fra datamaterialet. Denne delanalyse er alene baseret på scoringssystemets resultater, dvs. uden anvendelse af partiel rangordning. Resultatet er vist i figur 4, hvor den relative parameter indflydelse er afbildet som funktion af de enkelte parametre. Det ses at parameteren for en forureningsmobilitet, "Mobilitet", har størst indflydelse på rangordningsindekset, efterfulgt af parametrene "Drikkevandsint", dvs. beskrivelse af de forurenende lokaliteters placering i de administrative drikkevandszoner, og "Nedbrydning", dvs. forureningens nedbrydningspotentiale, osv. Det skal her bemærkes at parameterindflydelsen naturligvis afspejler det aktuelle datasæt, dvs. såfremt de registrerede lokaliteter var karakteriseret ved andre forureningsprofiler, ville parameterindflydelsen sandsynligvis være anderledes.

¹ Middelændring er det antal rangordningspladser som en lokalitet i gennemsnit ændres når den specifikke parameter udelades



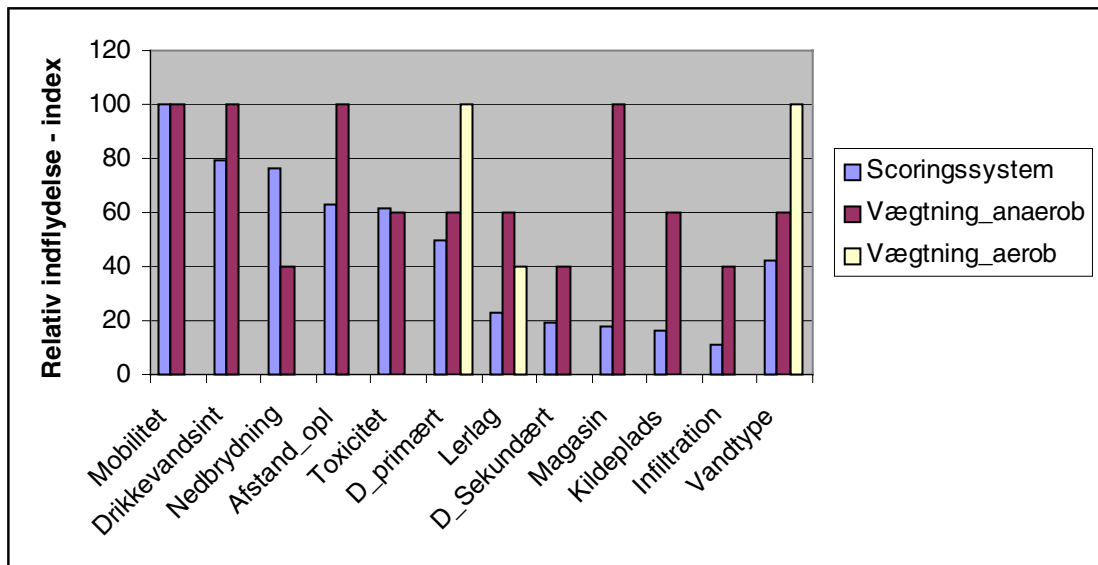
Figur 4. Parameterindflydelse i scoringssystemet.

Generelt set vil de parametre der beskriver de naturgivne forhold have mindre indflydelse på det totale rangordningsindeks, begrundet i at normaliseringstrinnet nedjusterer disse parametres indflydelse. En parameters indflydelse afspejler også andre elementer i scoringssystemet, så som klassificeringen af de enkelte parametre, rate og værdisætningen etc. Endvidere påvirkes en parameters følsomhed af om der eksisterer en korrelation med andre parametre. Hvis der er en positiv korrelation mellem to parametre vil det ikke have så stor betydning for rangordningen, mens det modsatte er tilfældet, hvis der er en negativ korrelation. I appendiks 3 er vedlagt en oversigt over samtlige korrelationer mellem de 12 parametre. Der gives ikke her en gennemgang af alle korrelationer, men følgende eksempel illustrerer anvendelse af korrelationstabellen. Korrelationen mellem parameteren "Vandtype", med en score værdi på 10 (score_10) og parameteren "D_sekundært", med en scoreværdi på 10, (score_10), er interessant at undersøge nærmere, da der eksisterer mange lokaliteter med denne kombination. Det ses af korrelationstabellen, at 99 lokaliteter har en scoreværdi på 10 for parameteren "D_sekundært" og 50 lokaliteter har en scoreværdi på 10 for parameteren "Vandtype". Dvs. fællesmængden er 50 lokaliteter repræsenterende 1/10 af samtlige lokaliteter. Korrelationstabellen viser en værdi på 4,2 for denne kombination, hvilket betyder at antallet af gange de to værdier optræder samtidigt er 4,2 gange højere end det er statistisk forventeligt. Sagt med andre ord, finder man interessante korrelationer ved at finde de høje værdier i tabellen og hvis de samtidig repræsenterer mange lokaliteter er det en betydende korrelation.

B. Parameterindflydelse i scoringssystemet vs. parameter vægtning

I figur 5 er parameterindflydelsen i scoringssystemet sammenlignet med parametervægtningen til vurdering af om vægtningsfaktoren er en reel indikator for parameterindflydelsen. Y-aksen viser en indeksering af den relative indflydelse af parametrene, hvor den relative indflydelse af mobilitetsparameteren er sat lig 100. Værdien af vægtningsfaktorerne er ligeledes vist som indekserede værdier hvor

den største vægtningsfaktor er sat lig 100. For nogle parametre er der to forskellige vægtningsfaktorer afhængig af typen af forureninger bestemt på lokaliteten.



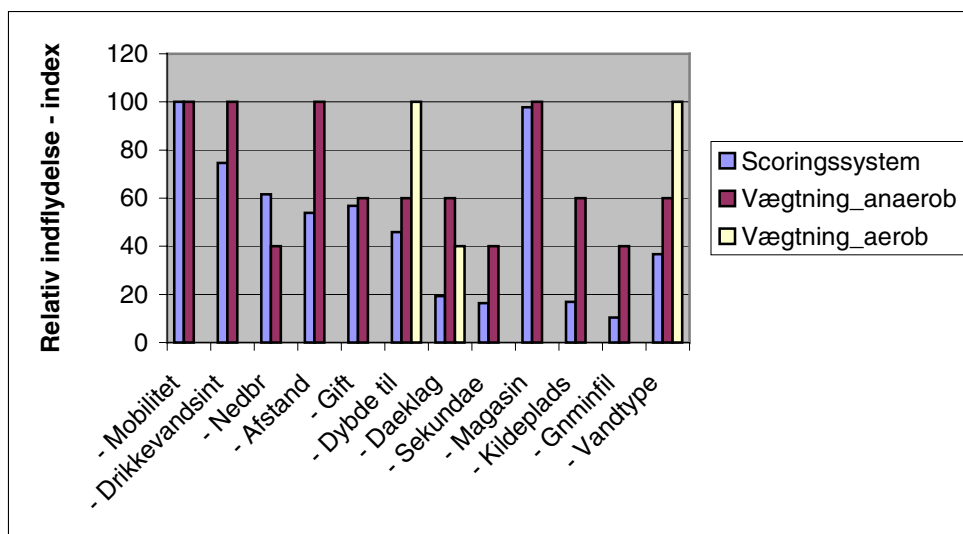
Figur 5. Parameterindflydelse i scoringssystemet vs. parametervægtning.

Af figur 5 ses, at indflydelsen af parametrene på rangordningsindekset er sammenfaldende med de anvendte vægtningsfaktorer for halvdelen af parametrene. For andre parametre ses indflydelsen både at være større og mindre sammenlignet med vægtningsfaktoren. Fx er parameteren for "Magasin"-forhold tildelt højeste vægtning, men indflydelse af denne parameter på rangordningsindekset er lille og det selvom strukturen i datamaterialet viser, at mere end $\frac{3}{4}$ -dele af de forurenede lokaliteter antager næsthøjeste værdi for denne parameterklasse (cf tabel 1). Det skyldes bl.a. at indflydelsen af de naturgiverne parametre reduceres pga. normaliseringstrinet og det ses da også at indflydelsen af disse parametre generelt er lavest (figur 5). Da det er samtlige kvantificeringsled i scoringssystemet der har indflydelse på rangordningsindekset vise analysen, at det er vanskeligt a priori, igennem de enkelte parametres scorepoint og vægtningsfaktorer, at kvantificere en bestemt parameters indflydelse. Det bliver herved tydeligt, at det ikke er helt enkelt at indbygge viden i et scoringssystem.

C. Følsomhedsanalyse - scoringssystem

Ved anvendelse af en følsomhedsanalyse er det muligt at analysere hvilke faktiske vægte der skal anvendes i et scoringssystem, såfremt man ønsker en bestemt indflydelse af de enkelte parametre. I figur 6 er scoringssystemets parameterindflydelse vist ved ændring af vægtningsfaktoren for "magasin" parameteren, således at indflydelsen af denne parameter svarer til en vægtningsfaktor på 5. I dette tilfælde skal vægtningsfaktoren ændres fra 5 til 30. Det ses endvidere af figur 6, at der også sker små forskydninger i indflydelsen af de andre parametre, på trods af at de oprindelige vægtningsfaktorer er bibeholdt. Det skyldes den relative indflydelse som parametrene har i scoringssystemet samt den indbyrdes korrelation mellem parametrene (cf.

appendiks 3). Det skal endvidere noteres, at en sådan kalibrering af parameterindflydelse er specifik for det givne datasæt².

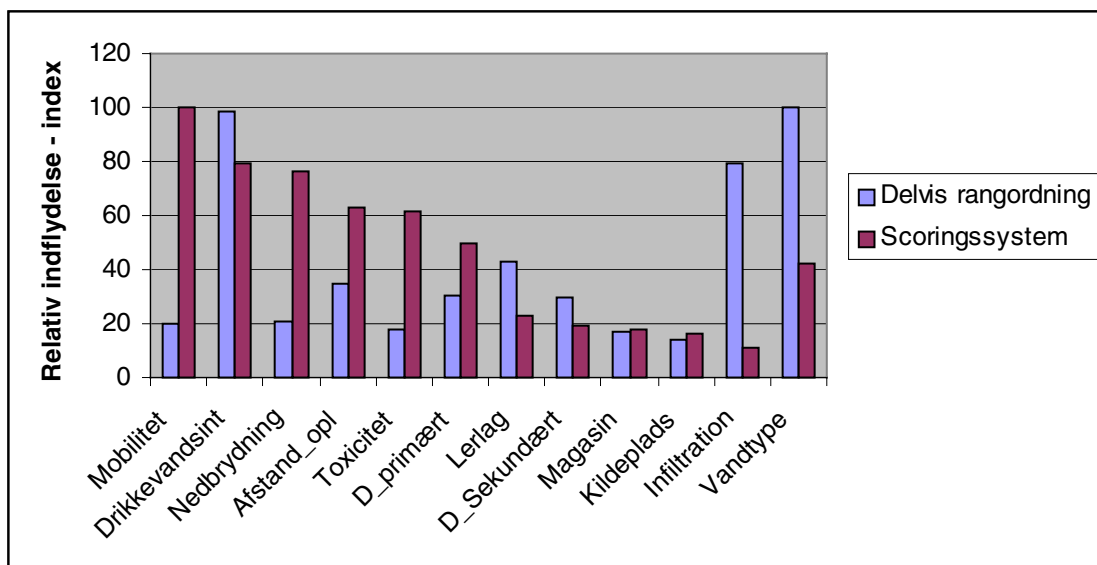


Figur 6. Følsomhedsanalyse af ændring i parameterindflydelse ved ændring i "magasin" parametervægtning fra 5 til 30 i scoringssystemet.

D. Sammenlignende parameterindflydelse - scoringssystemet og delvis rangordning

Indflydelse af værdisætningen af parametrene i scoringssystemet er endvidere belyst ved en sammenlignende analyse af parameterindflydelsen. Indflydelsen er fundet ved anvendelse af delvis rangordning og i scoringssystemet og resultatet er vist i figur 7. Antallet af sammenligninger (y-aksen) er et mål for den relative indflydelse af parametrene. Det ses at parameterindflydelsen ikke er sammenfaldende i de to rangordningssystemer. Ved klassificering af parameterindflydelsen i høj, mellem eller lav indflydelse er der i tabel 2 givet en oversigt over mulige sammenfald i parameterindflydelsen. Det ses, at der er sammenfald for 5 parametre, dvs. kvantificeringen af parameterindflydelsen i scoringssystemet påvirker 7 af de i alt 12 parametre. Hvorvidt denne påtvungne parameterindflydelse er ønskelig eller ej, er uden for denne rapports rammer at vurdere, men de 7 parametres indflydelse bør vurderes ud fra den reelle indflydelse og ikke ud fra de tildelte vægtningsfaktorer og scoringspoint.

² Metode til analyse af parametervægtning er udviklet på Danmarks Miljøundersøgelser og kan rekvireres ved henvendelse til Peter B. Sørensen



Figur 7. Sammenligning af parameterindflydelse i scoringssystemet og delvis rangordning.

Den lave indflydelse af parameteren for mobilitet i den delvise rangordning skyldes fx at over 4/5 af alle lokaliteter har samme parameterværdi, hvilket giver lav følsomhed. Dette skal forstås på baggrund af at parameterindflydelsen er bestemt af, hvor meget parameteren bidrager til en differentiering af lokaliteterne. Såfremt alle lokaliteter havde samme værdi for mobilitetsparameteren ville den ikke have nogen indflydelse i den delvise rangordning. Det er da også selvsagt at hvis en parameter påvirker rangordningen af de enkelte lokaliteter ens, bliver den overflødig i en rangordningsammenhæng.

Tabel 2. Sammenligning af parameterindflydelse. Delvis rangordning (X), scoringssystem (0).

Parameterindflydelse	Høj	Mellem	Lav
Mobilitet	0		X
Drikkevandsinteresse	X/0		
Nedbrydning	0		X
Afstand til vandindvindingsopland		X/0	
Toksicitet		0	X
Dybde til primært grundvand		X/0	
Lerlagstykkelse		X	0
Dybde til sekundær grundvandsmagasin		X	0
Magasinforhold			X/0
Kildeplads (administrative beskyttelseszoner)			X/0
Infiltration	X		0
Vandtype	X	0	

6.3.3 Analyse af indflydelse af scoringssystemets struktur på rangordningsindekset

I dette afsnit analyseres omfanget og karakteren af indflydelse af scoringssystemets struktur på rangordningsindekset. Forskelle i scoringssystemet og den delvise rangordningsmetodes rangordningsindeks anvendes som målestok for omfanget af scoringssystemets indflydelse (A) og karakteren søges belyst ved gennemgang af udvalgte lokaliteter (B). Det er således ikke hensigten at gennemgå

³ Metode til analyse af parametervægtning er udviklet på Danmarks Miljøundersøgelser og kan rekvireres ved henvendelse til Peter B. Sørensen

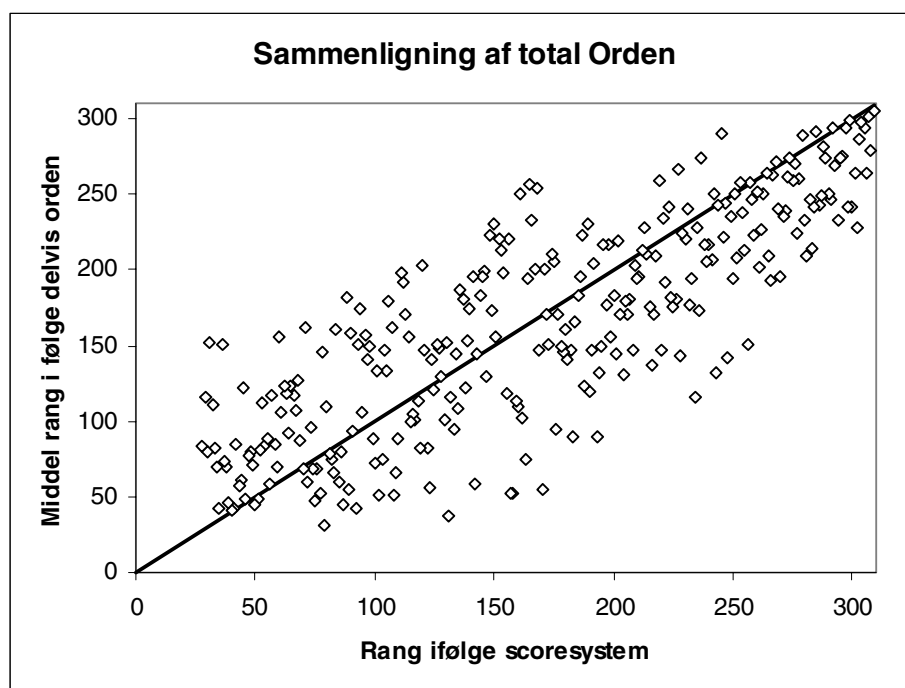
og vurdere rangordningen af alle lokaliteter i scoringssystemet, men ved undersøgelse af udvalgte lokaliteter, at beskrive nogle karakteristika ved scoringssystemet.

A. Scoringssystem vs. delvis rangorden

Da rangordningen, bestemt med delvis rangordning, er baseret på en parvis sammenligning af de forurenede lokaliteter på hver parameter, er det selvsagt nødvendigt at alle lokaliteter er karakteriseret ved samme typer af parametre. Det får således betydning at V1 og V2 lokaliteter m.h.t. branche/stof sårbarhedsindekset beregnes forskelligt, da det kun er V1 grunde, der er karakteriseret ved et brancheindeks. V1 lokaliteter er derfor udeladt i de følgende analyser. I data-materialet for V2 grunde er der desuden foretaget en aggregering, således at lokaliteter med identisk parameter sammensætning kun er repræsenteret ved én lokalitet. Det medfører at antallet af lokaliteter reduceres til 309 i de følgende analyser og den højest rangordnede lokalitet i scoringssystemet er herefter 309. I appendiks 4 er givet en samlet oversigt over de lokaliteter, der indgår i analysen samt de tildelede scoringsværdier.

I figur 8 er scoringssystemets rangordningsindeks vist som funktion af den delvise rangordningsmetodes rangordningsindeks⁴. Det ses at rangordningsindeksene for de to metoder er fordelt omkring $x=y$ -aksen i hele udfaldsrummet for rangordning. Kritiske lokaliteter i scoringssystemet er dem der ligger langt fra $x=y$ -aksen, dvs. rangordningsindekset er meget påvirket af strukturen i scoringssystemet. De lokaliteter, der ligger under $x=y$ -aksen, bliver således rangordnet højere i scoringssystemet sammenligning med delvis rangordning, mens det omvendte er tilfældet for de lokaliteter, der ligger over.

⁴ Her anvendes en linearisering af rangordningen med den delvise rangordningsmetode. Antallet af mulige lineære rangordener, der alle opfylder kriterierne for den delvise rangordning bliver astronomisk højt med så mange lokaliteter som i denne analyse, hvorfor det aldrig vil være muligt for nogen computer at finde dem alle. Derfor er en metode, der finder et tilfældigt udvalg af de mulige lineære rangordener anvendt i denne sammenhæng, cf. Lerche et al., 2003. Herved er der fundet ca. 87.000 lineærangordener, der er det statistisk grundlag for denne analyse.



Figur 8. Sammenligning af rangordning med scoringssystemet og delvis rangordning - lineære ekstensioner. Lokalteter med cirkler er kritiske grunde, hvoraf to er gennemgæet i figur 9 og 10.

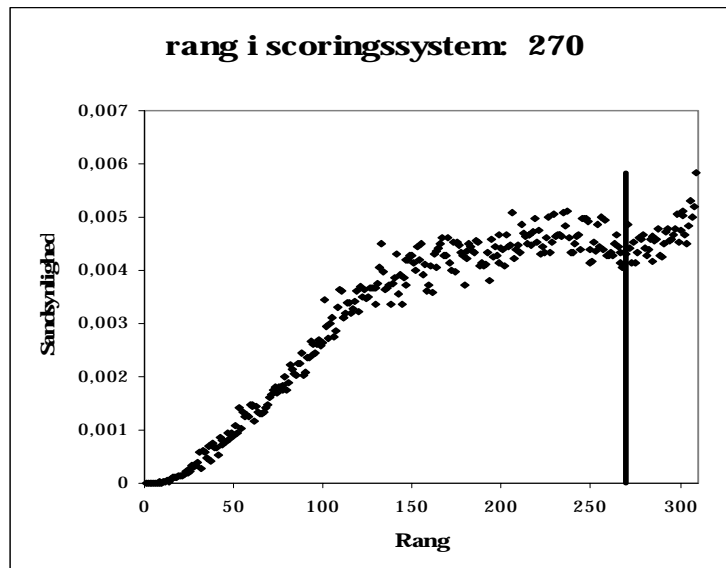
En forskel i rangordningsindekset bestemt med de to forskellige metoder skyldes flere forhold, hvoraf nogle er mere kritiske end andre. For at kunne tolke forskelle i de to metoders rangordningsindeks skal der her gives en kort beskrivelse af mekanismen i den delvise rangordningsmetode ved to illustrative eksempler.

I nogle tilfælde er rangordningen af en lokalitet usikkert bestemt i den delvise rangordning, fordi denne lokalitet kun er sammenlignelig med få andre lokaliteter, dvs. kriteriet om at alle parameterværdier for denne lokalitet skal være større/mindre end alle parameterværdier for den lokalitet der sammenlignes med, kun er opfyldt for et fåtal af lokaliteter. I sådanne tilfælde kan den aktuelle lokalitet antage mange forskellige placeringer i rangordningsrækken, afhængig af rangordningen af de øvrige lokaliteter i datamaterialet.

Lokalitet 270 er et eksempel på en lokalitet hvor rangordningen med den delvise rangordningsmetode er usikkert bestemt, da rangordningen er stærkt afhængig af rangordningen af de øvrige lokaliteter. I figur 9 er vist en sandsynlighedskurve der beskriver mulige rangordningsplaceringer for lokalitet 270. Scoringssystemets rangordningsindeks er endvidere markeret med en lodret linie i figuren. En linearisering af den delvise rangordning, de såkaldte lineære extensioner, er baseret på disse sandsynlighedskurver. Lokalitet 270 rangordnes som nr. 200 med den delvise rangordningsmetode, dvs. der er 70 rangordningspladser til forskel.

For lokalitet 270 betyder strukturen i scoringssystemet altså, at "ubestemtheden" i forhold til de andre lokaliteter kvantificeres således at det medfører en høj rangordning. En gennemgang af parameterværdierne kan til dels begrunde dette. Lokalitet 270 scorer således højeste

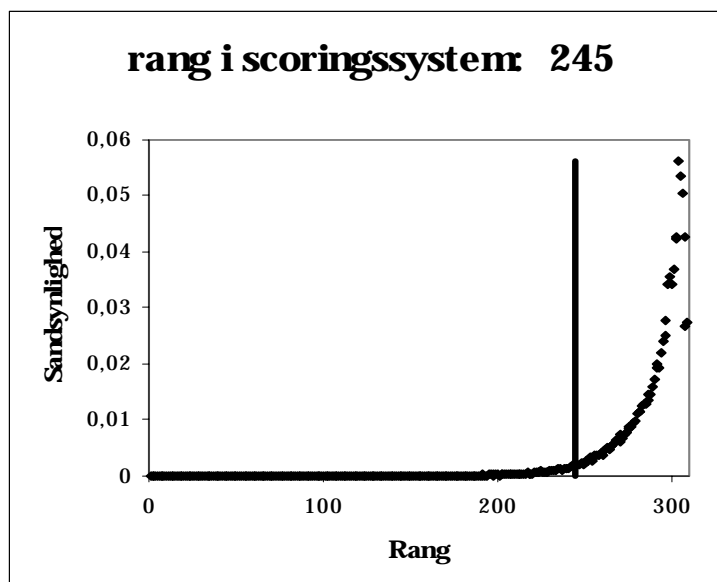
"rate-point" for 5 parametre (cf. appendiks 4). Disse 5 parametre er samtidig de parametre der har størst indflydelse på rangordningsindekset i scoringssystemet (se figur 4).



Figur 9. Sandsynlighedskurve for rangordningsplacering bestemt med delvis rangordning⁵.

Lokalitet 245 er et eksempel på en lokalitet hvor rangordningen med den delvise rangordningsmetode er ret entydigt bestemt. I figur 10 er sandsynlighedskurven for mulige rangordningsplaceringer af lokalitet 245 vist. Scoringssystemets rangordningsindeks er ligeledes vist med en lodret linie. Rangordningsindekset med delvis rangordning er bestemt til 290, dvs. der er 45 rangordningspladser til forskel. For denne lokalitet er scoringssystemets rangordningsindeks lavest. I scoringssystemet får lokalitet 245 højest muligt antal point for 4 parametre (appendiks 4) hvoraf kun de 3 parametre er blandt de mest betydende parametre (figur 4). Strukturen i scoringssystemet betyder altså, at denne lokalitet prioriteres ned til fordel for en anden lokalitet der så kan opprioriteres.

⁵ Sandsynlighedsplottet fremstår som en punktsky hvilke skyldes at den virkelige fordelingskurve er estimeret med "kun" 87,000 lineære ekstensioner, hvorfor der hersker en vis estimeringsusikkerhed af den virkelige fordeling.



Figur 10. Sandsynlighedskurve for rangordningsplacering bestemt med delvis rangordning for lokalitet nr. 245.

Lokalitet 270 er et smedjeværksted forurenet med tungmetaller og 245 er en industrigrund forurenet med pesticider. Dvs. for disse to lokaliteter opprioritere scoringssystemet en tungmetallforurening og nedprioritere en pesticidforurening. Om dette er en fornuftig prioritering er udenfor denne rapport's formål at afgøre.

Det er dog vigtigt her at påpege, at når en lokalitet prioriteres opad i rangordningen, medfører det samtidigt at en anden lokalitet prioriteres nedad. Det betyder, at en lokalitets rangordning ikke bør vurderes isoleret, men må vurderes i forhold til de øvrige lokaliteters rangordningplaceringer.

I appendiks 5 er vist sandsynlighedsplot for rangordning af alle lokaliteter med delvis rangordning, som kan danne baggrund for en fuldstændig gennemgang af kritiske rangordninger. Der skal dog her peges på et par af de mere interessante lokaliteter, og omfatter lokaliteterne 237 (tungmetallforurening), 227 (tungmetallforurening), 168 (benzen forurening) og 165 (phenolforurening). Strukturen i scoringssystemet betyder at disse lokaliteter nedprioriteres meget i forhold til rangen bestemt med den delvise rangordningmetode.

B. Sammenligning af de højest rangordnede lokaliteter - scoringssystemet vs delvis rangordning

De højest rangordnede lokaliteter i scoringssystemet er de mest kritiske, da scoringssystemet skal anvendes til at udpege de mest forurenende lokaliteter til oprensning. I tabel 3 er en top-10 liste vist med de lokaliteter der er rangordnet højest med henholdsvis scoringssystemet og delvis rangordning, og forskelle i rangordningen gennemgås i det følgende. Det ses at de to rangordningsmetoder er enige i 4 ud af scoringssystemets 10 højest rangordnede lokaliteter. Desuden er der nogle meget små forskydninger i rangordningsindeksene for 2 lokaliteter (303 og 308). Top-10 listen repræsenterer et bredt udsnit af forskellige typer af forureninger. To fyld/lossepladser (lokaliteterne 309-

1,1,1-triklorethan og 308-pesticider), to renserigrunde (lokaliteterne 307- tetraklorethylen, 306-klorerede opløsningsmidler og 305-tetraklorethylen; 305 repræsenterer to renserigrunde der blot har samme parameterværdier), en industrigrund (lokalitet 304-klorerede opløsningsmidler), en trælasthandel (lokalitet 303-tungmetaller), en diffus forurening (302-tungmetaller), en industrigrund (301-triklorethylen; repræsenterer 2 lokaliteter). samt et gartneri (300-tungmetaller).

Lokaliteterne 301 og 306 opprioriteres med henholdsvis 16 og 19 rangordningsplaceringer i scoringsystemet. Lokalitet 301 repræsenterer to triklorethylenforureninger og 306 en forurening med klorerede opløsningsmidler. Scoringsystemet opprioriterer således disse to lokaliteter. Hvorvidt dette er hensigtsmæssigt skal naturligvis vurderes i.f.t. hvilke lokaliteter der i givet fald nedprioriteres, og en sådan vurdering ligger udenfor denne rapport's formål at afgøre.

Lokaliteterne 300 og 302 opprioriteres med henholdsvis 38 og 57 rangordningspladser i scoringsystemet. Lokaliteterne er begge tungmetalforureninger.

Den delvise rangordningsmetode udpeger i stedet for lokaliteterne 300, 301, 302 og 306, lokaliteterne 245 (Figur 9), 279, 285 og 292. Lokaliteterne 245, 279 og 292 er industrigrunde forurenet med henholdsvis pesticider og triklorethylen, og 285 er en losseplads forurenet med tungmetaller. Lokalitet 245 er den lokalitet hvor der er størst forskel i rangordningsindekset med de to metoder, med 55 rangordningspladser. Igen er betydningen af denne forskel uden for denne rapport's rammer at vurdere, men analysen her udpeger lokaliteter der er kritiske m.h.t. påvirkning af rangordningsindekset fra scoringsystemets struktur.

Der er således ikke umiddelbart nogen systematik i scoringsystemets opprioritering i forhold til forureningstype.

Tabel 3. Sammenligning af en top 10 liste i scoringsystemet og delvis rangordning.

pladser fra toppen	scorings-system	delvis orden
1	309	309
2	308	307
3	307	299
4	306	304
5	305	305
6	304	297
7	303	292
8	302	285
9	301	245
10	300	279
<hr/>		
11	299	303
12	298	288
13	297	308
14	296	296
15	295	289
16	294	295
17	293	237
18	292	274
19	291	268
20	290	276
21	289	293
22	288	227
23	287	306
24	286	264
25	285	301
48	262	300
65	245	302

7 Konklusion

I nærværende evaluering af Københavns Amts prioriteringssystem er der sat fokus på vurdering af indflydelse af strukturen og kvantificeringerne i scoringssystemet på rangordningen af de forurenede lokaliteter. Denne rapports formål er således ikke at vurdere de enkelte lokaliteters rangordningsindeks i scoringssystemet, men at belyse effekter af strukturen i scoringssystemet på rangordningen. Evalueringen kan opsummeres i følgende hovedresultater:

- Ved analyse af indflydelse af de aggregerede sårbarhedsindeks blev det fundet at branche/stof indekset har større indflydelse på rangordningsindekset sammenlignet med de to andre sårbarhedsindeks. Dette er bl.a. en konsekvens af normaliseringstrinet, der har til formål at sidestille indflydelsen af de tre sårbarhedsindeks inden en addering til et endeligt rangordningsindeks.

I modsætning til scoringssystemet viser den delvise rangordning at det naturgivne sårbarhedsindeks har størst indflydelse på rangordningsindekset, efterfulgt af branche/stof indekset og det administrative sårbarhedsindeks. Dette er et resultat af, at det naturgivne sårbarhedsindeks er sammensat af flest parametre, og indekset kan derfor antage mere nuancerede værdier og bidrager således til en differentiering af rangordningen af de forurenede lokaliteter.

Normaliseringstrinet indvirker således forskelligt på de tre sårbarhedsindeks. Indflydelsen af det naturgivne sårbarhedsindeks reduceres og resulterer i at indflydelsen af de to andre sårbarhedsindeks opprioriteres. Hvor stor indflydelsen af normaliseringstrinet får er indirekte betinget af andre elementer i scoringssystemet, fx antallet af parametre, vægtningsfaktorer etc. Det kan endvidere konkluderes at normaliseringstrinet bidrager til at reducere gennemskueligheden af scoringssystemet.

Forskelle i rangordningsindekset i scoringssystemet og den delvise rangordningsmetode viser, at normaliseringstrinet bidrager til at "undertrykke" den differentiering der potentielt er mulig med det naturgivne sårbarhedsindeks. Hvorvidt dette er hensigtsmæssigt ligger udenfor denne rapports formål at vurdere. Det skal dog understreges, at de bidrag til risikovurdering, der udtrykkes gennem de valgte undersøgelsesparametre for naturgiven sårbarhed, ikke udnyttes optimalt, og dermed opstår en ubalance mellem de ressourcer der investeres i til at bestemme disse parametre og det udbytte der opnåes.

- De tildelte vægtningsfaktorer er et udtryk for en kvantificering af en ønsket differentiering af den relative indflydelse af de enkelte undersøgelsesparametre. Det har dog vist sig at de valgte vægtningsfaktorer ikke påvirker rangordningsindekset som tilsigtet. Dette skyldes både strukturen i scoringssystemet og i datamaterialet, og viser således at det ikke er simpelt at indbygge viden i et scoringssystem i praksis.
- Da scoringssystemet skal anvendes som beslutningsstøtte til udpegning af de lokaliteter der udgør den største risiko for forurening af grundvandet, er det de højest rangordnede lokaliteter der er de mest kritiske. Scoringssystemet og den delvise rangordningsmetode er enig i 4 ud af de 10 højest rangordnede lokaliteter. For lokaliteter der ikke er enighed om, er nogle mere kritiske end andre, vurderet ud fra forskellen i antallet af rangordningspladser. Specielt lokaliteterne 300 (183-0029) og 302 (169-0193) i scoringssystemets top-10 liste er kritiske, da scoringssystemet opprioriterer disse med henholdsvis 38 og 57 rangordningspladser. Det drejer sig om to tungmetalforureninger. Omvendt opprioriterer delvis rangordningsmetoden to lokaliteter med meget stor forskel i rangordningsindekset – disse er lokaliteterne 245 (185-0006) og 279 (167-0009), der opprioriteres med henholdsvis 64 og 30 rangordningspladser. Lokaliteterne er en pesticidforurening og en forurening med klorerede opløsningsmidler. I dette tilfælde opprioriterer scoringssystemet to tungmetalforureninger, fremfor forureninger med klorerede opløsningsmidler. Dette resultat indikerer, at scoringssystemet bør undersøges lidt nærmere for en vurdering af rangordningen af tungmetalforureninger.
- Da Københavns Amts ønsker at indbygge prioriteringsbindinger i scoringssystemet, vurderes det ud fra de udførte analyser, at scoringssystemet bør "kalibreres" således at prioriteringsbindingerne kommer til udtryk som tiltænkt. En sådan kalibrering kan indgå i scoringssystemet ved at erstatte vægtningsfaktorerne med kalibreringsfaktorer.

Evaluering har vist at der er både tilsigtede og utilsigtede effekter af et scoringssystems struktur på rangordningsresultatet. Utilsigtede effekter stiger endvidere med kompleksiteten af systemet. Det betyder, at på trods af at scoringssystemet konceptuelt er let at forstå, kan resultaterne være vanskelige at fortolke. Det er således ikke helt enkelt at indbygge viden i et scoringssystem og strukturen i scoringssystemer bevirker, at den indbyggede viden ikke nødvendigvis kommer til udtryk som tiltænkt i det endelige rangordningsindeks. Der opstår derfor en vis usikkerhed i forhold til at anvende scoringssystemer, hvorfor der opstår et behov for en systematisk evaluering af systemet før det tages i brug. De udførte analyser har vist, at en evaluering bidrager til at øge kendskabet til effekter af strukturen i systemet og dermed bidrager til at styrke tilliden til scoringssystemets resultater.

Referencer

Brüggemann, R., Bücherl, C., Pudenz, S. & Steinberg, C.E.W. 1999: Application of the concept of partial order on comparative evaluation of environmental chemicals. *Acta Hydrochim. et Hydrobiol.* 27(3):170-178.

Davey, B.A. & Priestley, H.A. 1990: *Introduction to lattices and order.* Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom.

Halfon, E. & Reggiani, M.G. 1986: On ranking chemicals for environmental Hazard. *Environ Sci and Technol* 23: 1173-1179.

Halfon, E. 1989: Comparison of an index function and a vectorial approach method for ranking waste disposal sites. *Environ Sci and Technol* 23: 600-609.

Hasse, H. 1952: *Über die Klassenzahl abelscher Zahlkörper.* Akademie-Verlag, Berlin, Germany.

Jensen, T.S., Lerche, D.B. & Sørensen, P.B. 2003: Ranking contaminated sites using a partial ordering method. *Environmental Toxicology and Chemistry*, Vol. 22, No. 4.

Jensen, T.S. & Sørensen, P.B. 2003: Projektbeskrivelse – evaluering af Kbh. Amts prioriteringssystem ”Stofspecifik prioritering af punktkilder”. (januar 2003).

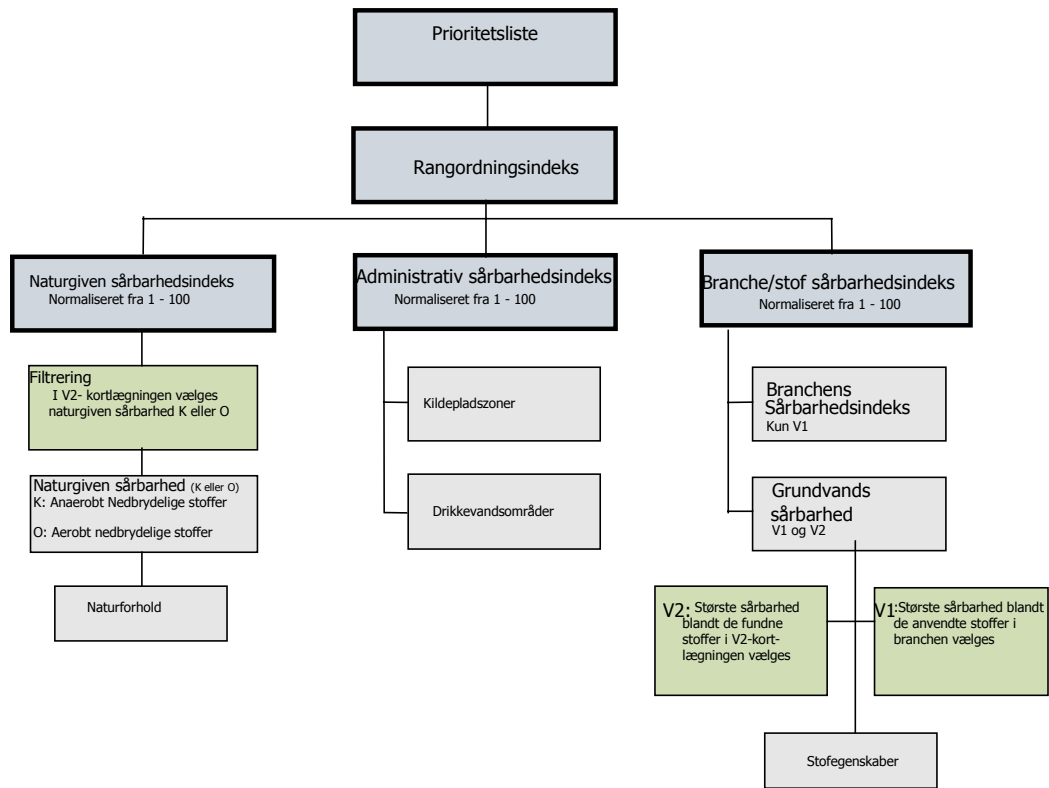
Jensen, T.S. & Sørensen, P.B. 2003: Ny metode til prioritering af oprensning af forurenede grunde. *Dansk Kemi*, nr. 3. ISSN 0011-6335.

Lerche, D. Sørensen, P.B. & Brüggemann, R. 2003: Improved estimation of the ranking probabilities in paratial orders using random linear extensions by approximation of the mutual ranking probability. *J. Chem. Inf. Comput. Sci.* (in Press)

Sørensen, P.B., Brüggemann, R., Carlsen, L., Mogensen, B.B., Kreuger, J. & Pudenz, S. 2003: Analysis of Monitoring Data of Pesticide Residues in Surface Waters using Partial Order Ranking Theory. *Environmental Toxicology and Chemistry*, Vol. 22, No. 3.

Sørensen, P.B., Lerche, D.B., Carlsen, L. & Brüggemann, R. 2001: Statistically approach for estimating the total set of linear orders, A possible way of analysing partial order sets. *Proceedings of the Workshop on Order Theoretical Tools in Environmental Science and Decision Systems*, November 6-7th, 2000 in Berlin, *Berichtes des IGB*, Heft 14, 87-97.

Appendiks 1 Københavns Amts scoringsbaserede prioriteringsmodel for grundvand



Appendiks 2

DMU/marts03

Evaluering af København Amts prioriteringssystem – ”Stofspecifik prioritering af punktkilder”.

Arbejdsrapport - Del 1: Evaluering af scoringssystemets totale rangordning på det højest aggregerede niveau. (oplæg til diskussion mellem Kbh. Amt og DMU d. 20. marts 2003)

Forsker Trine S. Jensen, Ph.d., tsj@dmu.dk, tlf. 4630 1831
Seniorforsker Peter B. Sørensen, pbs@dmu.dk, tlf. 46301817
Afd. for Systemanalyse, Danmarks Miljøundersøgelser
Frederiksborgvej 399, Postboks 358
4000 Roskilde

Indledning

Følgende rapport er første del af i alt tre vedrørende evaluering af København Amts prioriterings-system "Stofspecifikke prioritering af punktkilder". Analysen foretages med partiel rangordning som beskrevet i projektbeskrivelsen [1]. Del 1 er en evaluering på højeste aggregeringsniveau med testdata fra Solhøj Kildeplads indvindingsopland, for den del af scoringssystemet der retter sig mod risikovurdering af grundvandsforurening. Da scoringssystemet endnu ikke er fuldt udviklet med hensyn til prioritering i forhold til arealanvendelsen, er denne del ikke omfattet af analysen.

Datamateriale

Analysen er foretaget på basis af 33 forurenede lokaliteter beliggende i Solhøj Kildeplads indvindingsopland. Lokaliteterne er forurenede med forskellige typer forureninger fra et bredt udsnit af industrielle aktiviteter, fyld- og lossepladser samt ler- og grusgrave. Testdatasættet består dels af faktiske lokaliteter beliggende i Solhøj opland, dels af fiktivt indlagte lokaliteter i oplandet. Lokaliteterne er p.t. prioriteret på V1-niveau, dvs. der anvendes ikke data for faktisk målte forureninger på grundene, derimod er data for de geologiske og hydrogeologiske forhold oplands specifikke data.

Analyseparametre

Prioriteringen foretages ud fra et sårbarhedsindeks som er en sum af tre aggregerede index, som vist:

- ◆ Naturgiven sårbarhed
- ◆ Branche sårbarhed
- ◆ Administrativ sårbarhed

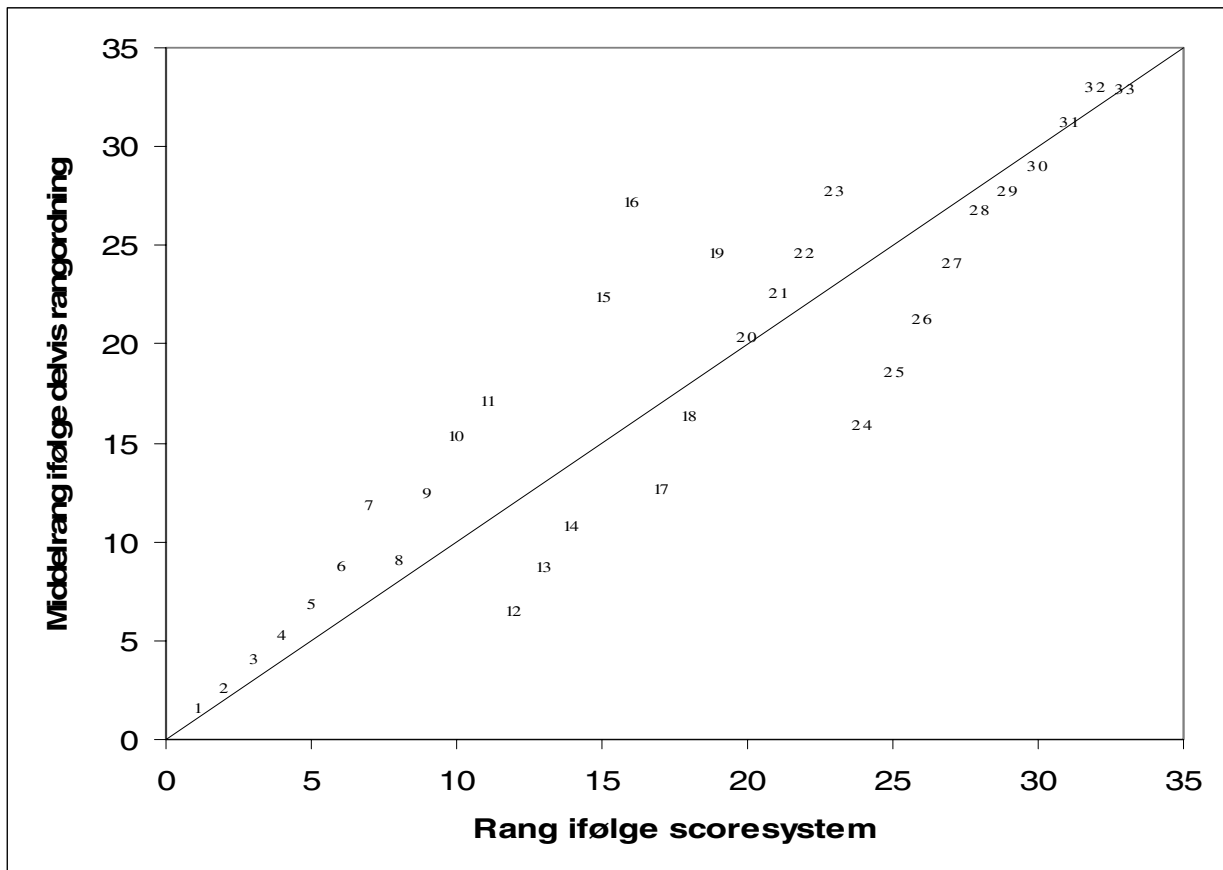
Indekset for administrativ sårbarhed har vist sig at være ens i dette testdatasæt, hvorfor denne parameter ikke har nogen indflydelse på prioriteringen og udelades derfor i herværende del 1. Analysen foretages således med de to aggregerede parametre – naturgiven og branchesårbarhed.

Resultater

Figur 1

I figur 1 er prioriteringsrangen af de 33 testlokaliteter, med den delvise rangordningsmetode, vist som funktion af prioriteringsrangen med scoringssystemet. Prioriteringsrangen med den delvise rangordningsmetode er beregnet som middelværdien af sandsynlighedsfordelingen for en given rang.

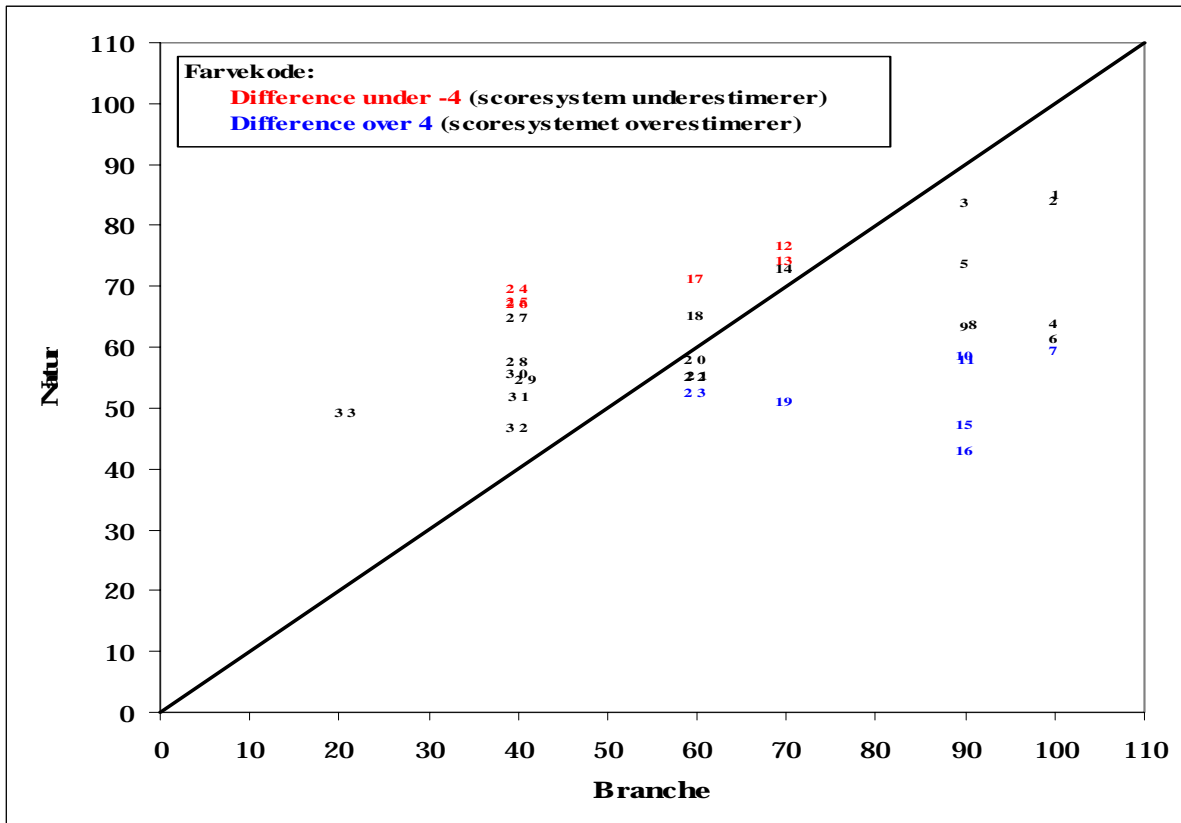
Det ses af figur 1 at der er enighed om, hvilke grunde der skal prioriteres højest og hvilke der skal prioriteres lavest. Derimellem er der en del forskelle i rangordningen med de to metoder.



Figur 1. Prioriteringsrangen af de 33 test lokaliteter med den delvise rangordningsmetode som funktion af prioriteringsrangen med scoringssystemet. Prioriteringsrangen med den delvise rangordningsmetode er beregnet som middelværdien af sandsynlighedsfordelingen for en given rang. De angivende numre er scoresystemets rangordning (1=top rang, dvs. nederste højre hjørne er top rang)

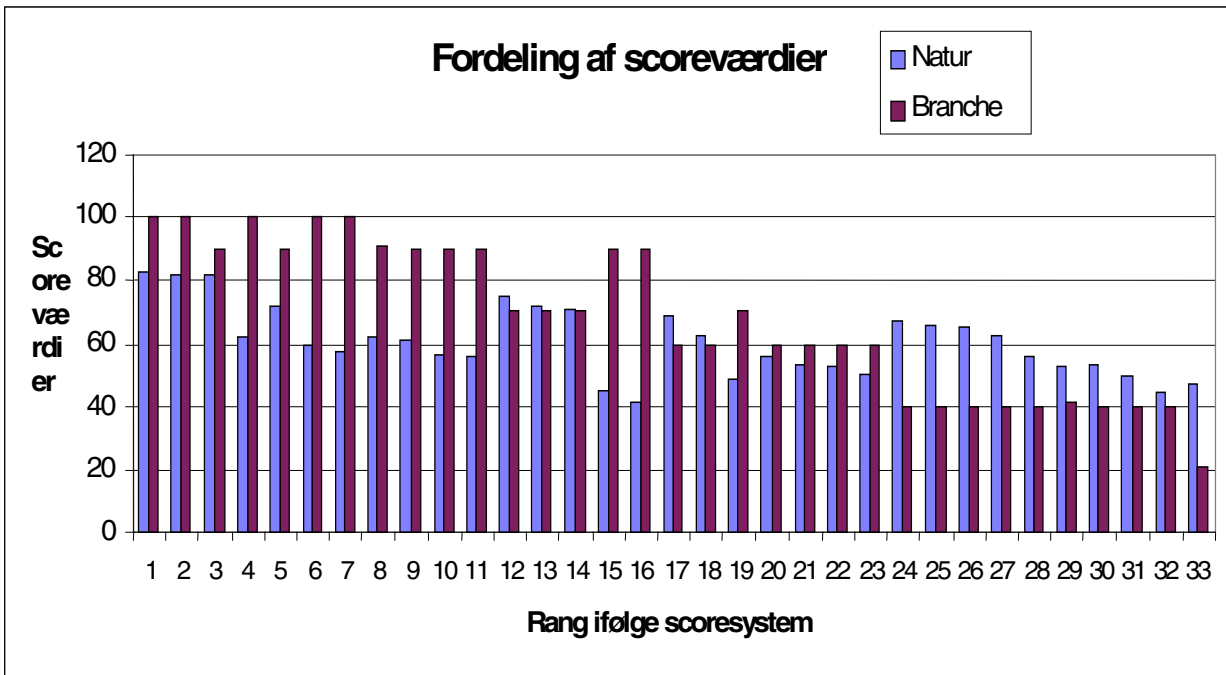
Figur 2 (a+b)

I figur 2a er det naturgivne sårbarhedsindeks vist som funktion af branchesårbarhedsindekset. Der fokuseres på to forhold som figuren viser. Det ene er at datamaterialet er skævt fordelt med mange grunde placeret under x=y-aksen. Det andet er knyttet til de lokaliteter, der er indtegnet med henholdsvis blå og rødt.



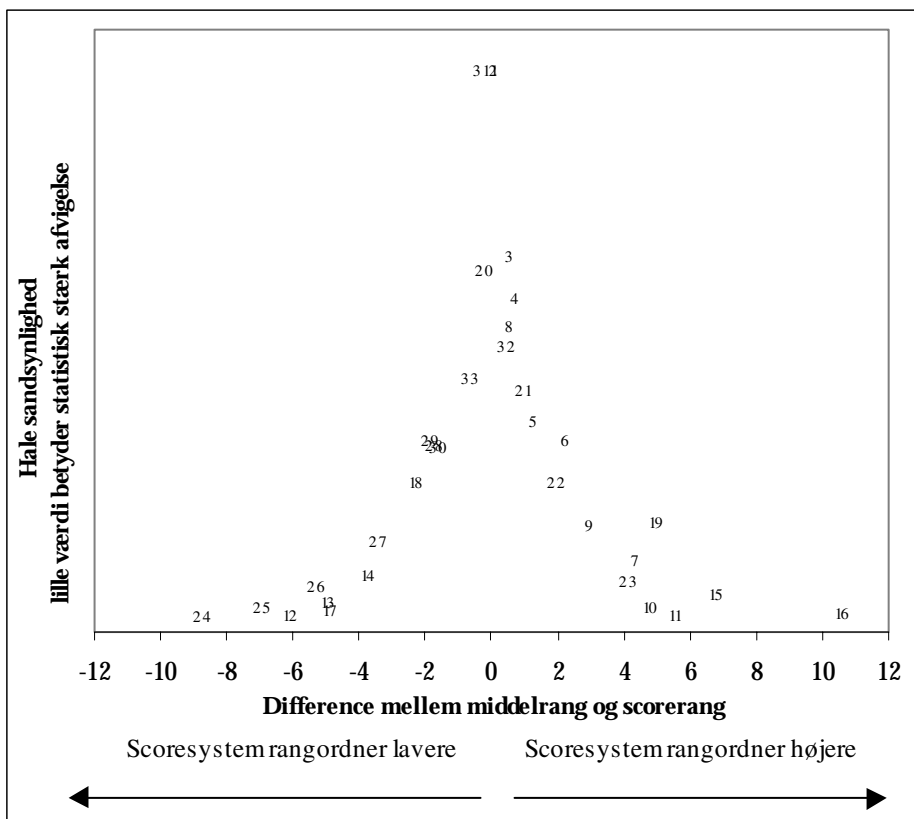
Figur 2a. Naturgiven sårbarhedsindeks som funktion af branchesårbarhedsindeks. Farvekoden er forklaret på grafen og i teksten.

Skævdelingen i datamaterialet er begrundet i, at det totale antal scorepoints for naturgiven sårbarhed fordeler sig mellem 41 – 83, mens fordelingen for branchesårbarhed er mellem 21 – 100 scorepoint. Dette forhold ses tydeligst i figur 2b.



Figur 2b. Fordelingen af naturgiven- og branchesårbarhedsindeks som funktion af scoresystemets totale rang. "Natur" = naturgiven sårbarhedsindeks; "Branche" = branchesårbarhedsindeks

Lokaliteter indtegnet med blåt betyder, at scoresystemet overestimerer prioriteringen af disse grunde i forhold til den delvise rangordning, mens grunde markeret med rødt betyder, at scoresystemet underestimerer prioriteringen. Vurderingen af dette forhold er foretaget på basis af en statistisk analyse af differencen mellem prioriteringsrangen (middelrangen) fra den delvise rangordningsmetode og scoresystemets rangordning. Figur 2b viser resultatet af denne analyse, hvor y-aksen udtrykker et mål for om scoresystemets rang kan forklares som tilfældigt i forhold til den delvise rangorden. Dvs. at jo højere op et punkt ligger, jo mere sandsynligt er det, at score systemet blot udtrykker en tilfældig orden i forhold til de mulige. Der er ikke sat værdier på denne sandsynlighed, da den kun skal forstås relativt. X-aksen angiver forskellen mellem middelrangen fra den delvise rangordningsmetode og scoreringen. De lokaliteter der ligger nederst og længst væk fra midten er således dem, hvor der er den største forskel mellem de to rangordningsmetoder, dvs. med største sandsynlighed er påvirkede af subjektivitet.

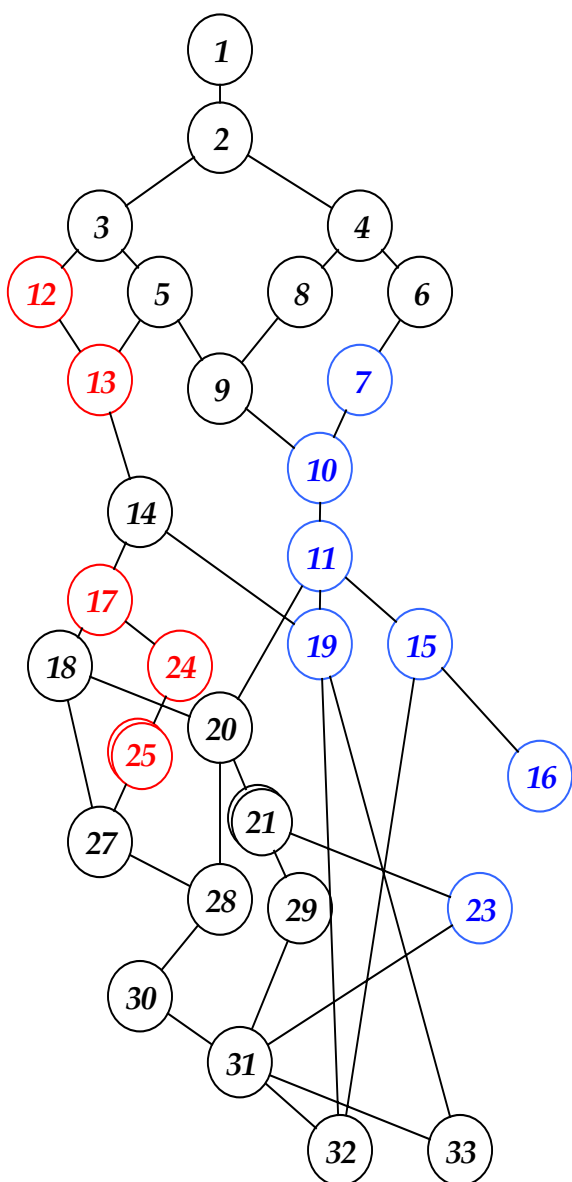


Figur 2.b. Opad på plottet er et mål for om scoresystemets rang kan forklares som tilfældigt i forhold til den delvise rangorden. Dvs. at jo højere op et punkt ligger, jo mere sandsynligt er det at scoreringen blot udtrykker en tilfældig orden i forhold til de mulige. Der er ikke sat værdier på denne sandsynlighed, da den kun skal tages relativt. Ud af akserne (x-aksen) ses forskellen mellem middelrangen fra den delvise orden og scoreringen.

Dette forhold kan vise sig at have uheldige konsekvenser i situationer, hvor scoresystemet overestimerer prioriteringen af de forurenede lokaliteter, der vil medføre at andre lokaliteter, der måtte udgøre en større forureningsrisiko, i så fald ikke vil blive udpeget til oprensning. Modsat gælder for de lokaliteter der underestimeres, at mindre forurenede lokaliteter vil blive oprenset på bekostning af mere forurenede grunde. Det skal således undersøges nærmere, om de årsager der ligger til grund for den subjektivitet der forårsager over- henholdsvis underestimeringen, er udtryk for en ønsket subjektivitet eller om det er en artifact forårsaget af konstruktionen af scoresystemet. (En metode til en systematisk evaluering af denne problemstilling er beskrevet i forbindelse med tabel 2- data)

Figur 3

Figur 3 viser den delvise rangordning i et såkaldt "Hasse-diagram". Da parametrene ikke sammenvejes i denne metode, fremkommer der en delvis rangordning modsat en linear rangordning. Ved anvendelse af statistiske metoder kan den delvise rangordning "projiceres" ind på en linear skala, som vist i tabel 1. I tabel 1 er lokalitetsidentitet, scoringsystemets rang samt en linearisering af den delvise rangordnings rang anført. Lineariseringen er foretaget ud fra de beregnede middeltalværdier. I både figur 3 og tabel 1 har lokaliteter vist med rødt og blåt samme betydning som i figur 2. Eksempelvis har lokalitet 169-0117 fået tildelt rang 12 i scoresystemet og rang 5 i partiel rangordning. Dvs. der er indbygget en subjektivitet i scoresystemet der gør, at denne lokalitet bliver prioriteret lavere i dette system grundet de valgte scoreværdier. Måske er det fornuftigt at nedprioritere oprensningen af denne grund, hvis dette er begrundet i en erfaring vedrørende risici ved netop denne type forurening, som ønskes indbygget i scoresystemet. Modsat er det en artifact begrundet i strukturen af scoresystemet. Derved er der introduceret en uønsket subjektivitet som ikke kan begrundes i viden om de indgående parametre og må anses for at være uønsket.



Lokalitet	Score_rang	Partiel_rang	Middel_rang ¹⁾
169-0155	1	1	1,00
169-0001	2	2	2,00
169-0084	3	3	3,50
169-0029	4	4	4,67
169-0117	12	5	5,93
169-0142	5	6	6,24
169-0174	13	7	8,10
169-5001	6	8	8,22
169-0060	8	9	8,54
169-0118	14	10	10,27
169-0028	7	11	11,31
169-5014	9	12	11,91
169-0006	17	13	12,08
169-0106	10	14	14,79
169-0083	24	15	15,29
169-0015	18	16	15,75
169-0076	11	17	16,53
169-0200	25	18	18,04
169-0002	20	19	19,81
169-0074	26	20	20,72
169-5005	15	21	21,76
169-0009	21	22	21,95
169-0102	27	23	23,53
169-0017	22	24	23,99
169-0140	19	25	23,99
169-5002	28	26	26,27
169-0115	16	27	26,59
169-0124	29	28	27,15
169-0003	23	29	27,16
169-0129	30	30	28,41
169-0139	31	31	30,69
169-0154	33	32	32,36
169-0088	32	33	32,45

Tabel 1. Rangordning med scoresystemet og den delvise rangordningsmetode.

1) se forklaring i teksten

Figur 3. Rangordning af lokaliteter i Solhøj opland, Kbh. Amt, med den delvise rangordningsmetode. Tallene angiver rangordningen med scoresystemet. De blå cirkler repræsenterer grunde som scoresystemet overestimerer. De røde cirkler repræsenterer grunde som scoresystemet underestimerer.

Tabel 2

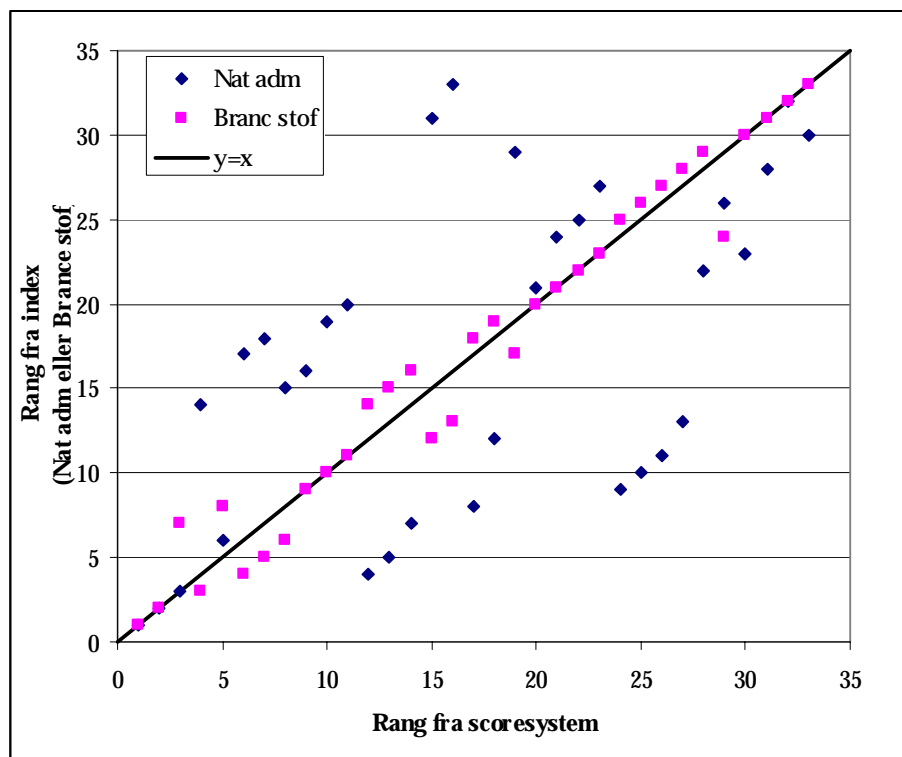
I tabel 2 er de forurenede lokaliteter sammenlignet parvis med hensyn til sandsynligheden for at de to grunde rangordnes ens i de to forskellige rangordningssystemer. Denne analytiske tilgang er valgt, da mange grunde er blevet rangordnet forskelligt og det derfor er uoverskueligt at vurdere hvor der mest hensigtsmæssigt fokuseres i evalueringen. Tabellen er organiseret således at sandsynligheden for at to lokaliteter rangordnes ens er stigende ned gennem tabellen. Dvs. i toppen af tabellen er anført resultatet af de to lokaliteter der har mindst sandsynlighed for at blive rangordnet ens. Således er sandsynligheden for at rangordningen af lokalitet 169-0117 og 169-0076 er ens under 1% - helt præcist 0,8%. Det ses videre at lokalitet 169-0117 er rangordnet som nr. 12 i scoringssystemet, men som nr. 5 i det delvise rangordningssystem. Modsat er lokalitet 169-0076 rangordnet som nr. 11 i scoringssystemet, men som nr. 17 i det delvise rangordningssystem. De blå henholdsvis røde markeringer følger samme notation som i de øvrige figurer. Blå markeringer angiver således grunde der er overestimeret i scoresystemet og rød angiver underestimering.

Lokalitet 1	S_rang¹⁾	D_rang²⁾	Lokalitet 2	S_rang	D_rang	Sandsynlighed %
169-0117	12	5	169-0076	11	17	0,8
169-0006	17	13	169-0115	16	27	1,0
169-0003	23	29	169-0083	24	15	1,3
169-0117	12	5	169-0106	10	14	2,1
169-0174	13	7	169-0076	11	17	3,1
169-0015	18	16	169-0115	16	27	4,0
169-0200	25	18	169-0003	23	29	4,4
169-0006	17	13	169-5005	15	21	4,4
169-0017	12	5	169-0083	24	15	4,7
169-0083	24	15	169-0115	16	27	5,1
169-0174	13	7	169-0106	10	14	6,9
169-0117	12	5	169-5014	9	12	7,7
169-0118	14	10	169-0076	11	17	7,9
169-0083	24	15	169-0140	19	25	9,0
169-0009	21	22	169-0083	24	15	9,0
169-0003	23	29	169-0074	26	20	9,8

Tabel 2. Sandsynligheden for at lokaliteter parvis rangordnes ens med scoresystemet og den partielle rangordningsmetode. 1) S_rang = scoringssystem rang; 2) D_rang = delvis rangordnings rang

Figur 4

I figur 4 er det naturgivne sårbarhedsindeks henholdsvis branchesårbarhedsindeks vist som funktion af det totale scoreindeks. Det ses at branchesårbarhedsindekset korrelerer med det totale scoreindeks, mens dette ikke er tilfældet med det naturgivne sårbarhedsindeks. Det betyder at det naturgivne sårbarhedsindeks kun har lidt indflydelse på rangordningen af lokaliteter i Solhøj Kildeplads indvindingsopland. Der viser sig således en skævhed i datastrukturen for de to sårbarhedsindeks som må undersøges nærmere.



Figur 4. Sammenligning af natur- henholdsvis branchesårbarhedsindekset med totalrangen fra scoresystemet.

Forslag til diskussion mellem Kbh. Amt og DMU

- 1) At diskutere om scoresystemets rangordning kan begrundes i en viden om forureningens karakter på lokaliteterne der ønskes inddraget i rangordningen. I modsat fald viser sammenligningerne i tabel 2, at der er en uønsket subjektivitet introduceret i scoresystemet og dette kan så undersøges nærmere i del 2 af nærværende projekt.
- 2) På baggrund af skævheden i datastrukturen m.h.t. det naturgivne og branchesårbarhedsindeks foreslås dels en analyse af normaliseringens betydning for den relative indflydelse på de to indeks, dels en analyse af betydningen af de valgte parametre på rangordningsresultatet i det omfang parametrene medvirker til skævheden i datamaterialet. (Her skal DMUs datamateriale suppleres med en oversigt over de 13 parametre der ligger til grund for konstruktion af branchesårbarhedsindeks samt rate og vægte samt evt. normaliseringsfaktor)
- 3) Ligeledes, på baggrund af skævheden i datamaterialet fra Solhøj Kildeplads opland, vil det være en fordel for styrken af de dragne konklusioner, m.h.t. evalueringen af scoresystemet, at datamateriale fra hele amtet inkluderes så tidligt som muligt i de efterfølgende analyser.

Referencer

- (1) Jensen, T.S.; Sørensen, P.B. Projektbeskrivelse – evaluering af Kbh. Amts prioriteringssystem ”Stofspecifik prioritering af punktkilder” (januar 2003).

Appendiks 4 Parameterværdier for V2 lokaliteter i Københavns Amts indvindingsopland

Rangnummerering anført i venstre kolonne tjener som identifikations nr. i teksten.

Rang ifølge scorings-system	Grund	Mobilitet	Nedbr	Gift	Vandtype	Dybde til	Gnminfil	Magasin	Sekundae	Afstand	Daeklag	Kildeplads	
309	171-0001	10	10	10	10	8	4	7	10	10	10	2	10
308	161-0003	10	10	10	8	5	3	7	8	10	5	2	10
307	169-0051	10	10	10	10	5	4	8	10	10	10	0	10
306	159-0105	10	10	10	10	1	4	7	4	10	10	2	10
305	169-0029 169-0028	10	10	10	10	5	4	8	10	8	10	0	10
304	169-0001	10	10	10	10	5	6	8	10	8	8	0	10
303	185-0043	10	10	10	8	8	3	7	8	10	8	2	8
302	169-0193	10	10	10	8	5	1	7	8	10	8	0	10
301	169-0107 169-0007	10	10	10	10	8	2	7	10	8	8	0	10
300	183-0029	10	10	10	1	5	6	8	8	10	5	2	10
299	187-0003	10	10	10	10	10	4	8	10	10	10	0	8
298	159-0106	10	10	10	10	1	4	7	4	8	10	2	10
297	169-0190	10	10	10	10	10	4	7	10	4	10	0	10
296	189-0010 189-0009	10	10	10	5	1	6	7	10	10	5	2	10
295	167-0003	10	10	10	5	8	4	8	10	10	8	2	8
294	169-0057	10	10	10	10	5	2	7	10	8	8	0	10
293	159-0014	10	10	10	10	1	4	7	6	6	10	2	10
292	187-0002	10	10	10	10	10	4	8	10	8	10	0	8
291	189-0019	10	10	10	5	1	4	7	10	10	5	2	10
290	157-0005	10	10	10	8	1	3	7	8	6	5	2	10
289	163-0020	10	10	10	8	8	3	7	8	6	8	2	8
288	167-0012	10	4	10	8	8	3	8	8	10	8	2	8
287	163-0004	10	10	10	5	8	4	7	10	10	8	2	8
286	181-0068	10	10	10	8	1	6	7	4	6	5	2	10
285	183-0004	10	10	10	8	8	6	7	8	0	10	0	10
284	185-0040	10	10	10	5	5	4	8	10	10	8	2	8
283	169-0186 169-0052	10	10	10	10	5	2	7	10	6	8	0	10
282	173-0001	10	10	10	8	1	3	7	6	10	5	0	10
281	169-0175	10	10	10	1	5	6	8	8	10	5	0	10
280	169-0042 169-0090 169-0008	10	10	10	10	8	2	7	10	4	8	0	10
279	167-0009	10	10	10	10	10	4	8	10	6	10	0	8
278	185-0005	10	10	10	5	8	4	8	10	6	10	2	8
277	169-0142	10	10	10	1	8	6	7	8	6	8	0	10
276	165-0005	10	10	10	8	8	6	7	8	0	5	0	10
275	189-0018	10	10	10	5	5	6	7	10	8	5	0	10
274	169-0155	10	10	10	10	5	4	7	10	4	8	0	10
273	185-0042	10	10	10	8	8	3	7	8	3	8	2	8
272	151-0028	10	10	10	8	5	3	7	8	6	8	2	8
271	181-0063	10	10	10	5	1	6	7	6	8	5	2	10
270	167-0039	10	10	10	1	10	3	8	8	6	10	2	8
269	189-0020 189-0008	10	10	10	5	1	6	7	10	10	5	0	10
268	167-0045	10	0	10	8	8	3	8	8	10	8	2	8
267	173-0010	10	0	10	8	1	6	7	6	10	5	2	10
266	169-0067 169-0089 169-0092 169-0099 169-0127 169-0128 169-0059	10	10	10	10	5	2	7	10	4	8	0	10
265	157-0121	10	10	10	5	1	4	7	6	8	5	2	10
264	151-0003	10	0	10	8	5	3	8	8	10	5	0	10
263	175-0018	10	10	10	10	8	4	8	10	8	5	0	8
262	169-0011	10	0	10	1	5	6	7	8	10	8	2	10
261	185-0041	10	10	10	5	5	4	7	10	8	8	2	8
260	167-0017	10	10	10	5	10	4	8	10	4	8	2	8
259	163-0005	10	10	10	5	8	4	7	10	6	8	2	8
258	183-0001	10	10	10	5	8	4	8	10	4	5	0	10
257	169-0144 169-0164	10	10	10	8	5	6	7	8	0	5	0	10

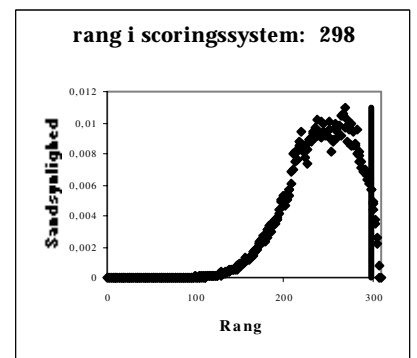
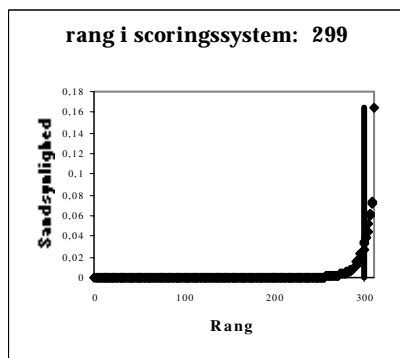
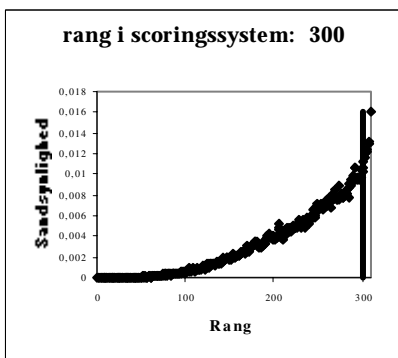
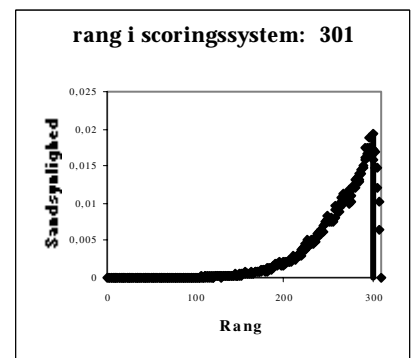
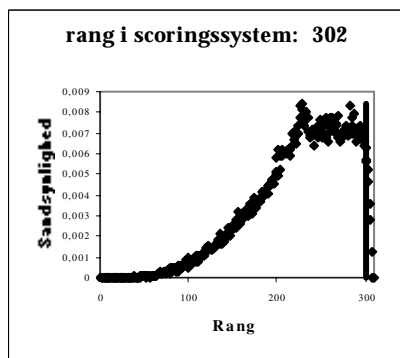
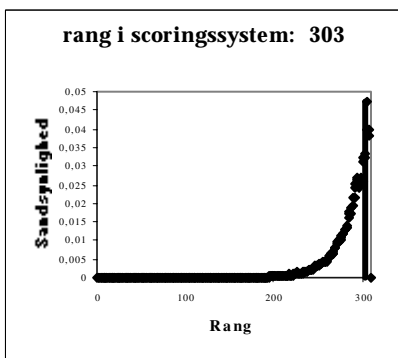
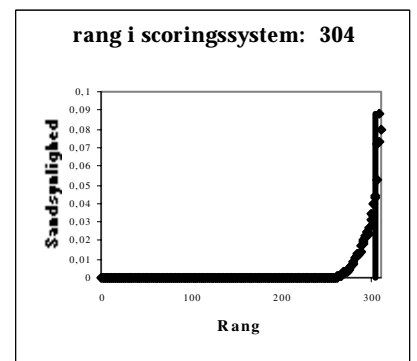
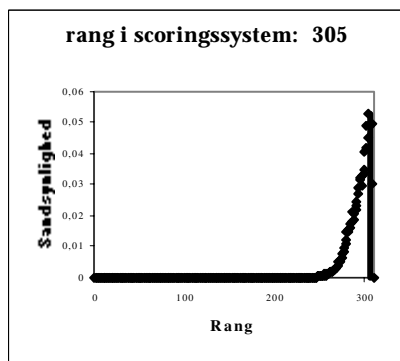
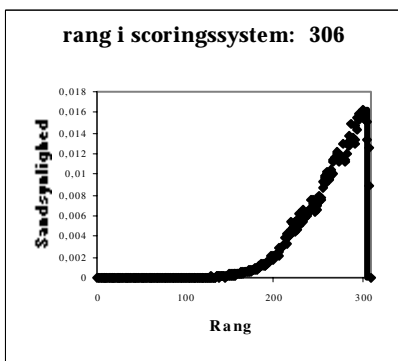
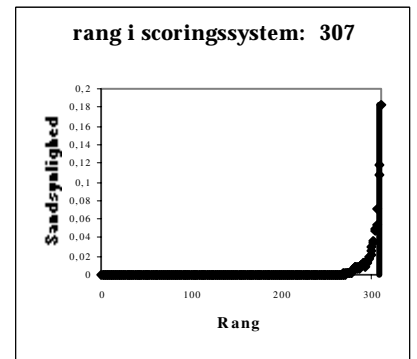
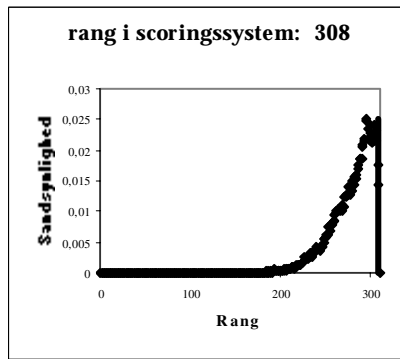
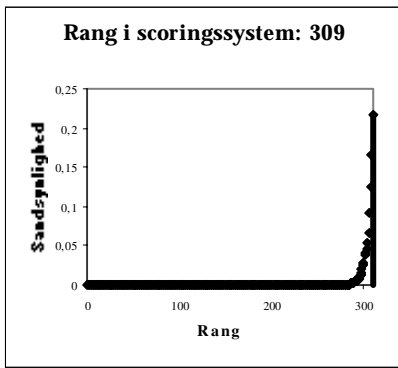
	169-0179												
256	169-0200	10	10	10	1	1	6	8	8	10	5	0	10
255	157-0004	10	10	10	8	1	3	7	6	6	5	0	10
254	173-0034	10	10	10	5	1	6	8	8	8	5	0	10
253	169-0113 169-0084	10	10	10	8	5	3	8	8	0	5	0	10
252	181-0001	10	0	10	8	1	3	7	4	10	5	2	10
251	163-0025	10	10	10	8	8	3	7	8	0	8	2	8
250	163-0016	10	10	10	5	5	4	8	10	8	5	2	8
249	151-0002	10	10	10	8	1	9	7	1	0	5	2	10
248	169-0126	10	10	10	10	5	2	7	10	4	5	0	10
247	159-0104	10	10	10	10	1	4	7	6	4	10	0	10
246	151-0023	10	10	10	5	5	4	7	10	6	5	0	10
245	185-0006	10	10	10	8	10	6	8	8	0	8	0	8
244	151-0040	10	10	10	5	5	4	7	10	4	8	0	10
243	169-0153 169-0093	10	10	10	10	1	2	7	10	4	8	0	10
242	157-0061	10	10	10	8	1	6	7	6	3	5	0	10
241	157-0092	10	10	10	8	5	3	7	6	0	5	0	10
240	151-0018	10	10	10	8	1	3	7	8	3	5	0	10
239	163-0006	10	10	10	5	8	4	7	10	4	8	2	8
238	151-0031	10	10	10	5	5	4	8	10	4	5	0	10
237	167-0043	10	10	10	8	10	3	8	8	0	8	0	8
236	181-0030 181-0018	10	10	10	5	1	4	7	4	4	8	2	10
235	189-0006	10	10	10	5	5	6	7	10	4	5	0	10
234	173-0044	10	10	10	5	1	4	7	4	8	1	2	10
233	159-0101	10	10	10	5	1	4	7	8	4	5	2	10
232	169-0002	10	0	10	8	5	6	8	0	6	10	0	10
231	175-0017	10	10	10	5	10	4	8	10	4	10	0	8
230	169-0118	10	10	10	1	5	3	8	8	3	8	0	10
229	185-0011	10	10	10	5	10	4	7	10	6	8	0	8
228	153-0002	10	10	10	5	8	2	7	10	4	8	2	8
227	153-0032	10	10	10	8	8	6	7	8	0	10	0	8
226	173-0051	10	10	10	5	1	4	7	6	8	5	0	10
225	169-0106	10	10	10	5	5	4	7	10	4	5	0	10
224	163-0008	10	10	10	5	8	4	8	6	6	10	0	8
223	161-0001	10	0	10	8	8	3	7	8	10	8	0	8
222	163-0031	10	10	10	8	5	3	8	4	0	8	2	8
221	181-0025 151-0006	10	10	10	8	1	6	7	8	0	5	0	10
220	157-0043 157-0104 157-0041	10	10	10	5	1	4	7	6	10	5	2	8
219	167-0047 165-0018	10	10	10	8	8	3	8	8	0	8	0	8
218	157-0058	10	0	10	8	1	3	7	6	10	5	0	10
217	163-0023 163-0015	10	10	10	5	5	4	7	10	4	8	2	8
216	173-0037	10	10	10	5	1	4	7	4	8	5	0	10
215	157-0038 157-0074 173-0033 157-0034	10	10	10	5	1	4	7	8	6	5	0	10
214	159-0107 159-0028	10	10	10	5	1	4	7	8	4	8	0	10
213	161-0002 175-0057 153-0033	10	10	10	8	8	3	7	8	0	8	0	8
212	175-0066	10	10	10	8	8	3	8	8	0	5	0	8
211	173-0058	10	10	10	5	1	6	7	10	4	5	0	10
210	157-0065	10	10	10	8	1	3	7	4	0	8	0	10
209	165-0016 165-0017 165-0020 165-0015	10	10	10	5	8	4	8	10	4	8	0	8
208	181-0014	10	10	10	5	1	4	7	6	6	5	0	10
207	169-0086	10	0	10	8	8	1	7	8	0	8	0	10
206	169-0005	10	0	10	1	5	1	7	8	10	8	0	10
205	157-0056	10	10	10	5	1	4	7	6	4	8	0	10
204	173-0023 173-0036	10	10	10	5	1	4	7	6	8	1	0	10
203	173-0065 181-0005 159-0149	10	10	10	5	1	6	7	8	4	5	0	10
202	175-0065	10	10	10	10	5	4	8	10	4	5	0	8
201	165-0010	10	10	10	5	10	2	7	10	4	8	0	8
200	159-0011 159-0169	10	10	10	8	1	6	7	1	0	5	0	10
199	181-0004 157-0115	10	10	10	8	1	3	7	4	0	5	0	10
198	165-0021	10	0	10	8	5	3	7	8	10	8	0	8

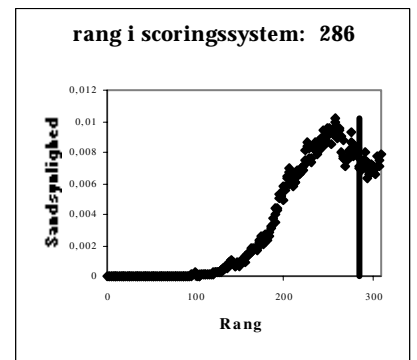
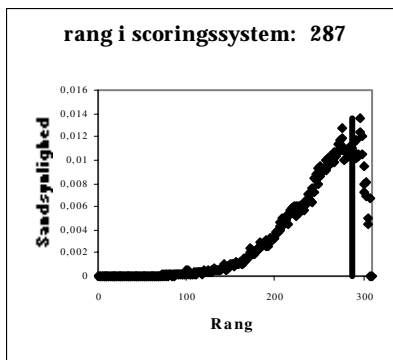
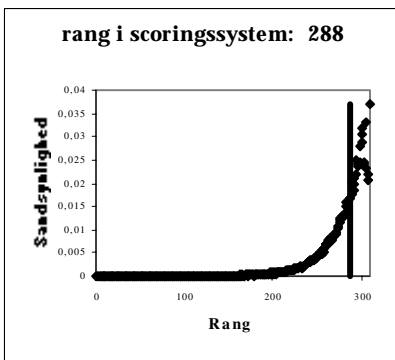
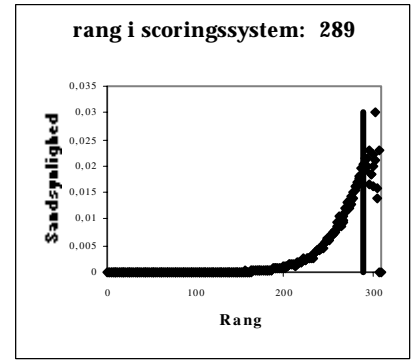
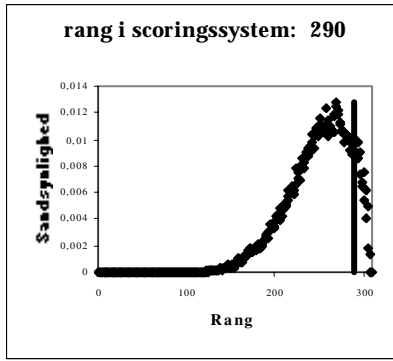
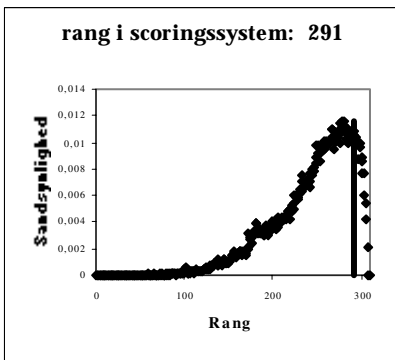
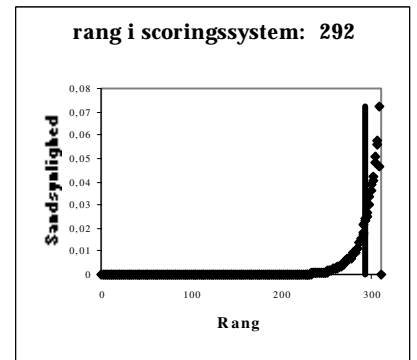
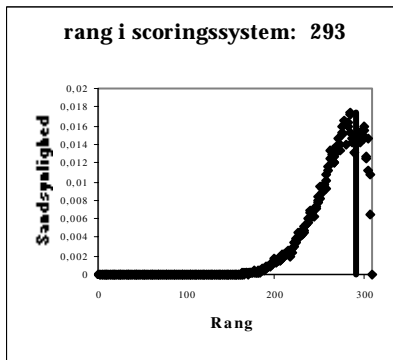
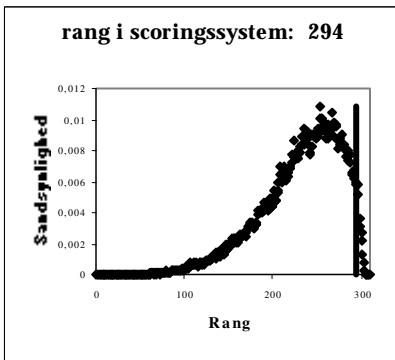
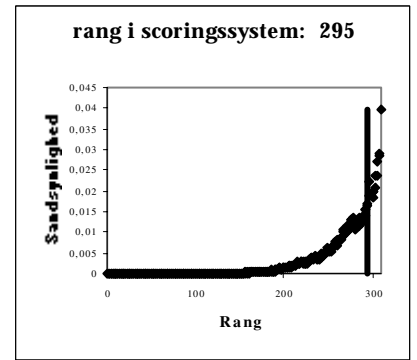
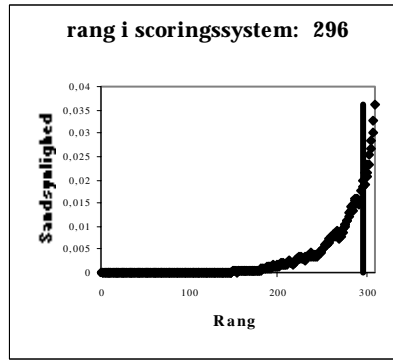
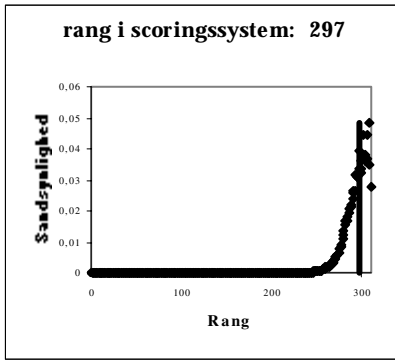
	161-0013												
197	153-0025 163-0003 165-0012 165-0019 165-0029 153-0009	10	10	10	5	8	4	7	10	4	8	0	8
196	169-0154	10	0	10	1	5	3	8	8	6	10	0	10
195	169-0132 169-0103	10	10	10	1	5	1	7	8	0	8	0	10
194	169-0117	10	10	10	1	5	1	8	8	0	5	0	10
193	153-0021 153-0020	10	10	10	5	8	2	7	10	4	8	0	8
192	175-0031 161-0008	10	10	10	8	5	3	7	8	0	8	0	8
191	159-0002	10	0	10	8	1	3	7	4	10	5	2	8
190	157-0044 157-0067 157-0020	10	10	10	5	1	4	7	6	4	5	0	10
189	151-0044	10	0	10	8	5	3	8	8	0	5	0	10
188	181-0032	10	10	10	5	1	4	7	6	0	5	2	10
187	163-0029	10	0	10	8	8	3	7	8	0	8	2	8
186	157-0028	10	10	10	5	1	4	7	8	0	10	0	10
185	169-0194 169-0195 169-0091	0	10	10	8	8	1	7	8	10	8	0	10
184	163-0030	10	10	10	8	5	3	7	4	0	10	0	8
183	173-0046	10	10	10	5	1	4	7	6	6	1	0	10
182	185-0020	10	10	10	5	10	4	7	10	0	10	0	8
181	189-0002	10	0	10	8	1	3	7	8	6	1	0	10
180	157-0109	10	0	10	8	1	3	7	4	6	5	0	10
179	153-0006 161-0015 153-0001	10	10	10	5	8	4	7	10	4	5	0	8
178	161-0024 175-0008 175-0015 175-0040 175-0058	10	10	10	5	5	4	7	10	4	8	0	8
177	157-0078 157-0096 157-0010	10	10	10	8	5	3	7	8	0	5	0	8
176	173-0035 173-0039 173-0047 173-0048 173-0062 159-0116	10	10	10	5	1	4	7	4	4	5	0	10
175	183-0025	10	0	10	8	5	3	7	8	0	5	0	10
174	173-0072	10	0	10	8	1	6	7	6	3	5	0	10
173	157-0037	10	10	10	5	1	4	7	8	0	8	0	10
172	157-0011	10	0	10	8	5	3	7	6	0	5	0	10
171	163-0007	10	0	4	8	8	3	7	8	6	8	2	8
170	165-0060	10	10	10	5	5	2	7	10	4	8	0	8
169	151-0015	10	10	10	5	5	4	8	10	4	5	0	8
168	185-0001	10	0	10	8	10	6	7	8	0	8	0	8
167	169-0017	10	0	10	1	8	3	8	8	0	10	0	10
166	163-0034	10	0	10	8	5	3	8	8	0	8	2	8
165	167-0042 185-0003	10	0	10	8	10	3	8	8	0	8	0	8
164	165-0003	10	0	10	8	5	3	7	8	6	8	0	8
163	173-0028	10	0	10	8	1	3	7	4	6	1	0	10
162	159-0097	10	10	10	1	1	3	7	6	0	10	0	10
161	155-0003	10	0	10	8	10	3	7	8	0	10	0	8
160	157-0035 157-0036 157-0045 157-0030	10	10	10	5	1	4	7	6	0	8	0	10
159	157-0017	10	10	10	5	1	4	7	10	0	5	0	10
158	173-0038 151-0033	10	10	10	5	1	4	7	6	4	1	0	10
157	181-0007	10	10	10	5	1	4	7	0	4	5	0	10
156	167-0002	10	0	10	8	10	3	7	8	0	8	0	8
155	151-0039	10	10	10	5	5	4	7	10	4	5	0	8
154	185-0002	10	10	4	8	8	3	8	8	0	8	0	8
153	175-0023	10	0	10	8	10	3	8	8	0	5	0	8
152	169-0010	10	0	4	8	8	6	8	8	0	5	0	10
151	165-0042	10	0	10	8	8	1	8	8	0	10	0	8
150	165-0057 165-0027	10	0	10	8	8	3	8	8	0	8	0	8
149	175-0048	10	0	10	8	10	3	7	8	0	5	0	8
148	187-0008 153-0019	10	0	10	8	8	3	7	8	0	10	0	8

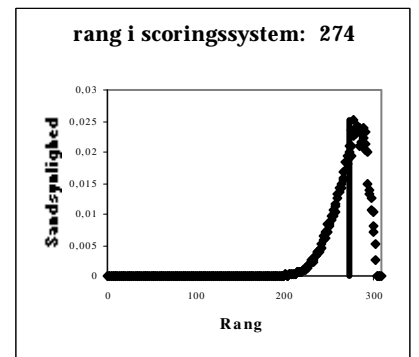
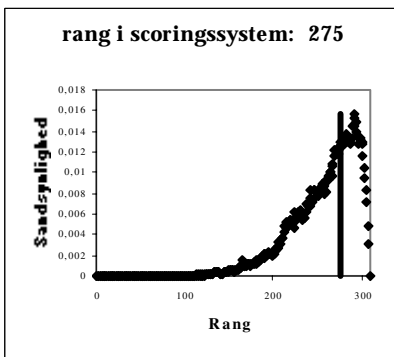
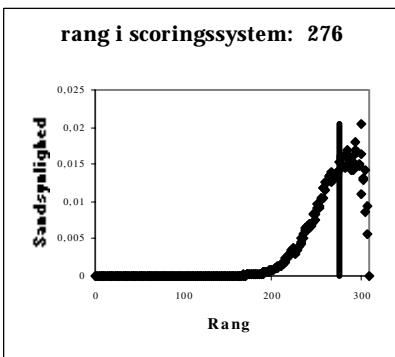
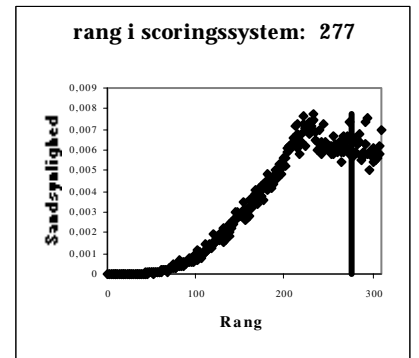
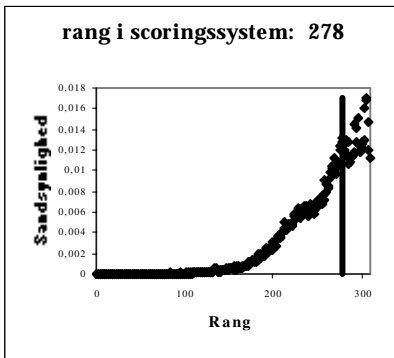
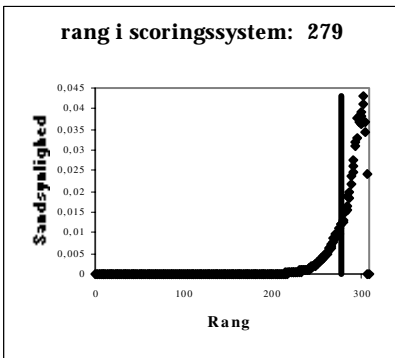
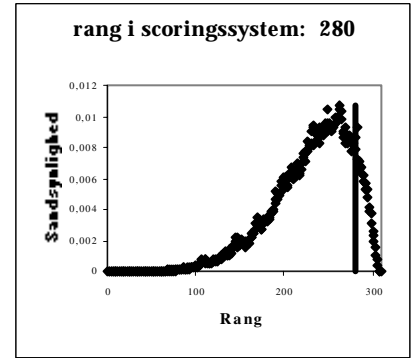
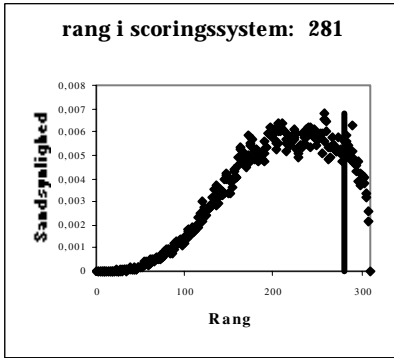
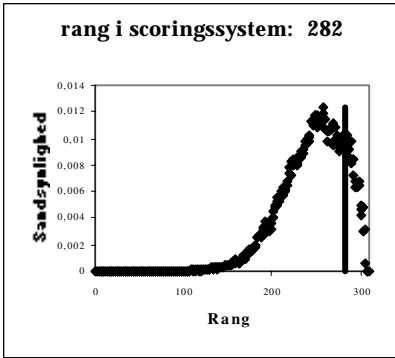
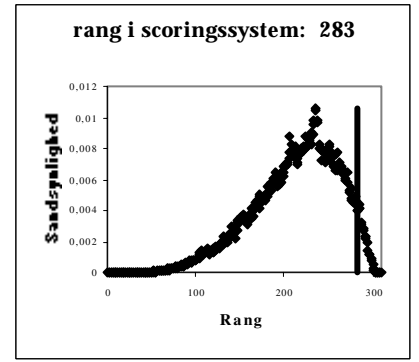
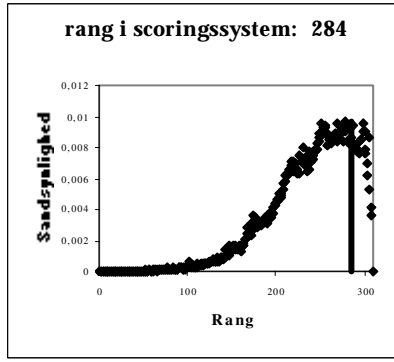
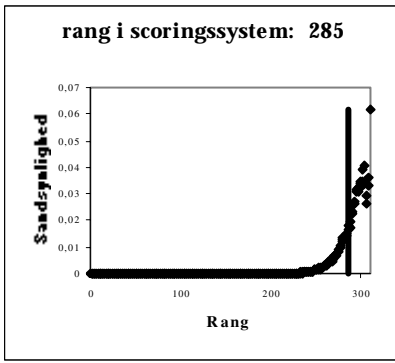
147	169-0196	0	10	10	8	8	1	7	8	6	8	0	10
146	159-0055 159-0095 159-0103 159-0140 159-0004	10	10	10	10	1	6	7	4	4	5	0	8
145	159-0139	10	0	10	8	1	3	7	6	0	8	0	10
144	173-0026 151-0001	10	0	10	8	1	6	7	6	0	5	0	10
143	151-0011	10	10	10	8	1	3	7	8	0	5	0	8
142	181-0021 181-0027 181-0029 157-0029	10	10	10	5	1	4	7	6	0	5	0	10
141	165-0026 165-0045 165-0059 175-0002 175-0030 175-0036 175-0062 185-0014 185-0018 185-0024 153-0015	10	0	10	8	8	3	7	8	0	8	0	8
140	181-0003	10	0	10	8	1	9	7	1	0	5	0	10
139	157-0071	10	0	10	8	1	3	7	4	0	8	0	10
138	157-0110	10	10	10	8	1	3	7	6	0	5	0	8
137	183-0007	10	0	4	8	8	3	7	8	0	5	0	10
136	169-0004	10	0	4	8	5	3	7	8	3	5	0	10
135	181-0058	10	10	4	8	1	3	7	4	0	5	0	10
134	181-0056 173-0029	10	0	10	8	1	3	7	6	0	5	0	10
133	165-0048 153-0014	10	0	10	8	8	1	7	8	0	8	0	8
132	159-0060	10	10	10	5	1	4	7	6	4	8	0	8
131	181-0026	10	10	10	5	1	4	7	4	0	5	0	10
130	155-0002	10	10	0	8	10	6	7	8	0	8	0	8
129	183-0031	10	10	10	5	1	4	7	10	4	5	0	8
128	159-0102	10	10	10	5	1	6	7	8	4	5	0	8
127	175-0064	10	0	10	8	8	3	7	8	0	5	0	8
126	159-0008 159-0128 159-0157 159-0158 159-0003	10	10	10	8	1	6	7	1	0	5	0	8
125	157-0108 157-0116 157-0117 159-0177 157-0082	10	0	10	8	1	3	7	4	0	5	0	10
124	183-0016	10	0	10	1	5	3	7	8	0	8	0	10
123	175-0001	10	10	10	1	5	3	8	8	0	5	0	8
122	159-0156	10	10	10	5	1	4	7	4	4	8	0	8
121	173-0012	10	10	0	8	1	3	7	6	3	5	0	10
120	165-0044	10	0	10	8	5	3	8	8	0	8	0	8
119	159-0081	10	10	10	5	1	4	7	8	4	5	0	8
118	169-0105 169-0111 169-0101	10	0	10	1	5	1	7	8	0	8	0	10
117	159-0170	10	10	10	8	1	3	7	1	0	5	0	8
116	181-0059 159-0108	10	0	10	8	1	3	7	1	0	5	0	10
115	165-0008	10	0	0	8	8	3	7	8	10	8	0	8
114	189-0001 189-0003 165-0001	10	10	0	8	1	6	7	8	0	5	0	10
113	161-0029 165-0046 175-0032 175-0041 175-0044 175-0052 175-0063	10	0	10	8	5	3	7	8	0	8	0	8
112	151-0048	10	0	10	8	5	6	7	8	0	5	0	8
111	189-0028	4	0	4	8	1	6	8	8	10	5	2	10
110	159-0001 159-0009 159-0017 159-0039 159-0142 159-0151	10	10	10	5	1	6	7	4	4	5	0	8
109	163-0001	10	10	10	5	1	4	7	6	4	5	0	8

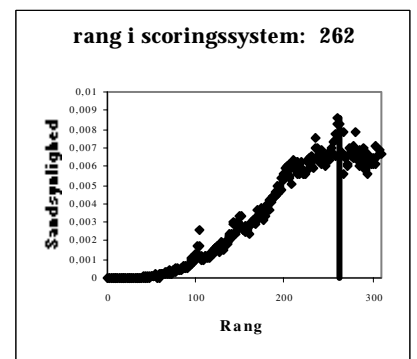
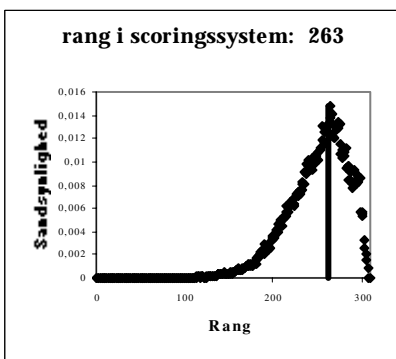
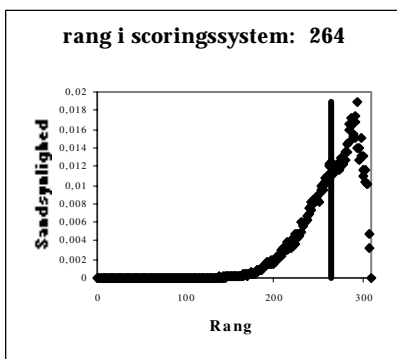
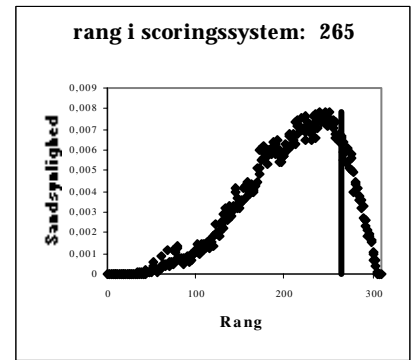
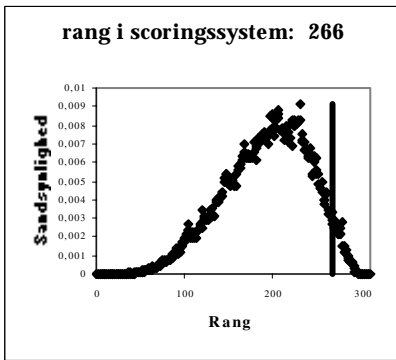
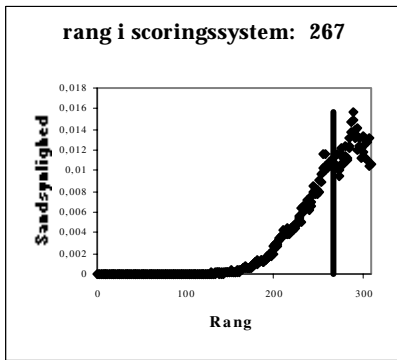
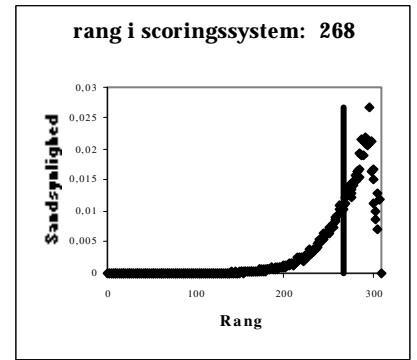
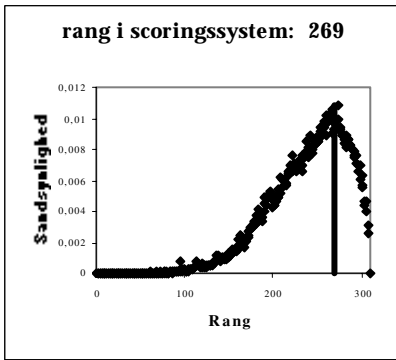
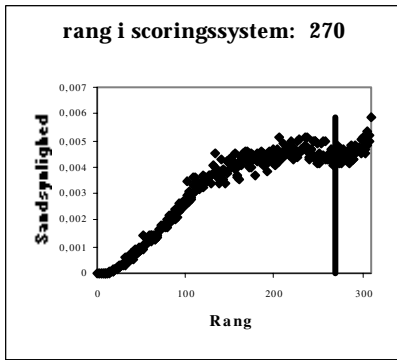
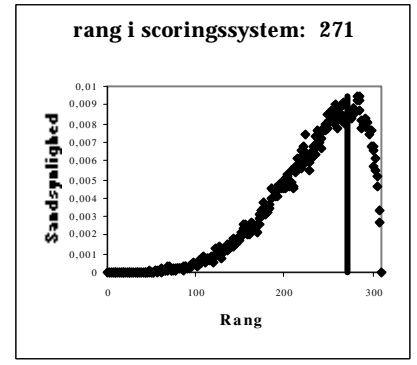
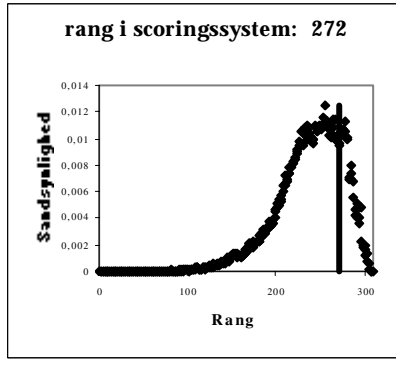
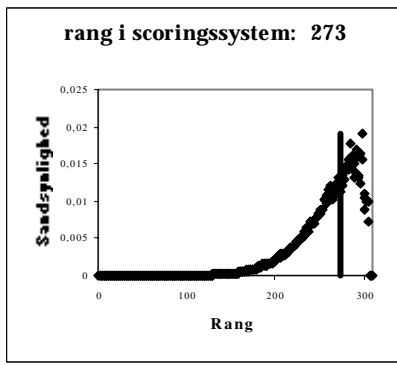
108	157-0006	10	10	10	5	5	4	7	10	0	5	0	8
107	151-0047	10	0	10	8	5	3	8	8	0	5	0	8
106	151-0005	10	0	4	8	1	6	7	8	3	5	0	10
105	173-0013	10	0	0	8	1	3	7	6	10	5	0	10
104	183-0009	10	0	4	8	5	3	7	8	0	5	0	10
103	169-0095	10	0	10	1	5	1	7	8	0	5	0	10
102	159-0165	10	10	10	5	1	4	7	4	4	5	0	8
101	157-0089 151-0024	10	0	10	8	5	3	7	8	0	5	0	8
100	159-0030	10	0	4	1	1	3	7	1	6	10	2	10
99	173-0015	10	0	4	8	1	3	7	1	6	5	0	10
98	169-0009	10	0	4	1	5	3	8	8	3	10	0	10
97	163-0014	0	10	10	8	8	3	7	8	3	8	2	8
96	173-0075	4	0	4	8	1	6	7	6	10	5	2	10
95	157-0008	10	10	0	8	1	3	7	6	0	5	0	10
94	169-0015	10	0	0	8	1	6	8	8	3	10	0	10
93	151-0004	10	0	4	8	5	3	7	8	0	8	2	8
92	157-0076	10	10	10	5	1	4	7	6	0	8	0	8
91	173-0014	0	10	4	8	1	3	7	6	10	5	2	10
90	169-0140	0	10	10	8	5	6	7	8	0	8	0	10
89	169-0129	10	0	4	1	1	6	8	8	6	5	0	10
88	165-0041 153-0017	10	0	4	8	8	6	7	8	0	8	0	8
87	181-0081 181-0072	10	0	10	8	1	3	1	6	0	5	0	10
86	159-0126	0	10	10	8	1	3	7	6	10	5	2	8
85	181-0076	10	10	0	8	1	3	7	1	0	5	0	10
84	187-0004	0	10	10	8	10	3	7	8	3	10	0	8
83	155-0012	0	10	10	1	10	3	7	8	10	10	0	8
82	175-0046	10	10	0	8	5	3	7	8	0	8	0	8
81	165-0004	10	10	0	8	5	6	7	8	0	5	0	8
80	169-0139	10	0	4	1	5	3	8	8	0	10	0	10
79	169-0097	10	0	10	1	1	1	7	8	0	5	0	10
78	165-0031	10	0	4	8	8	3	7	8	0	8	0	8
77	181-0099	0	0	10	8	1	3	7	4	10	5	2	10
76	163-0010	10	0	0	8	8	3	7	8	0	8	2	8
75	181-0086	0	10	4	8	1	3	7	1	10	5	2	10
74	157-0007	0	10	10	8	1	3	7	4	6	5	0	10
73	169-0088	10	0	4	1	5	6	8	8	0	5	0	10
72	165-0037	10	0	4	8	8	1	7	8	0	8	0	8
71	155-0005	0	10	10	8	10	6	7	8	0	10	0	8
70	173-0006	0	10	10	8	1	3	7	6	3	8	0	10
69	169-0124	0	10	10	8	1	6	7	0	3	10	0	10
68	185-0012	10	0	0	8	10	3	8	8	0	8	0	8
67	153-0003	0	10	10	8	8	3	7	8	3	8	0	8
66	159-0121	10	0	10	8	1	6	7	1	0	5	0	8
65	155-0007	0	10	10	8	10	3	7	8	0	10	0	8
64	173-0009	10	0	0	8	1	3	7	6	3	5	0	10
63	175-0039	10	0	4	8	5	3	7	8	0	8	0	8
62	151-0008	10	0	4	8	5	6	7	8	0	5	0	8
61	167-0013	0	10	10	8	10	3	7	8	0	8	0	8
60	169-0083	4	0	4	1	8	6	8	8	6	8	0	10
59	185-0008	10	0	0	8	10	3	8	8	0	5	0	8
58	159-0013 159-0171 159-0006	10	0	10	8	1	3	7	1	0	5	0	8
57	157-0106	4	0	4	8	1	3	7	6	10	5	0	10
56	169-0006	10	0	0	1	5	6	8	8	0	10	0	10
55	161-0006	10	0	0	8	8	3	8	8	0	8	0	8
54	159-0079	10	0	0	8	1	3	7	4	0	10	0	10
53	159-0070	10	0	0	8	1	3	7	6	0	8	0	10
52	167-0010 185-0017 161-0005	0	10	10	8	8	3	7	8	0	8	0	8
51	169-0074	4	0	4	8	5	6	7	0	3	10	0	10
50	171-0007	0	10	10	8	1	6	7	0	0	8	0	10
49	159-0033	10	0	0	8	1	3	7	6	0	5	0	10
48	181-0009	10	0	0	8	1	6	7	1	0	5	0	10
47	159-0174	0	10	10	8	1	6	7	1	0	5	0	10
46	167-0030	10	0	0	1	8	3	8	8	3	10	0	8
45	169-0076	4	0	4	1	5	3	8	8	6	8	0	10
44	169-0085	0	10	10	1	5	1	7	8	0	8	0	10
43	175-0059 161-0031	0	10	10	8	5	3	7	8	0	8	0	8
42	183-0003	10	0	4	8	1	3	7	8	0	5	0	8
41	183-0032	0	10	4	8	5	3	7	8	0	5	0	10
40	169-0102	4	0	4	8	1	6	8	0	3	10	0	10
39	169-0168	0	10	10	1	1	3	8	0	3	10	0	10
38	157-0075	4	0	4	8	1	3	7	4	0	5	2	10
37	169-0199	4	0	4	1	1	6	8	8	6	10	0	10
36	167-0046	4	0	4	8	10	3	8	8	0	8	0	8

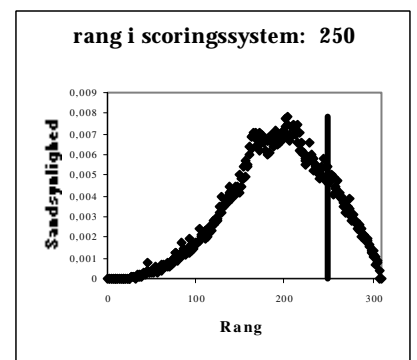
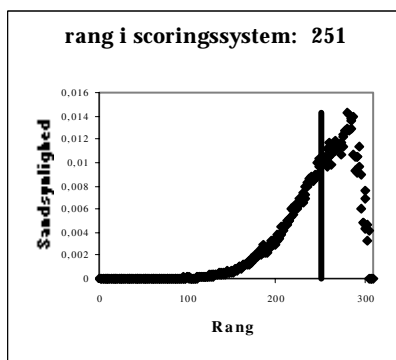
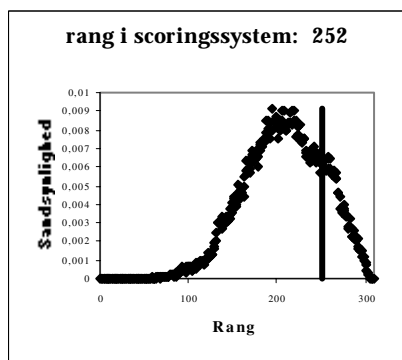
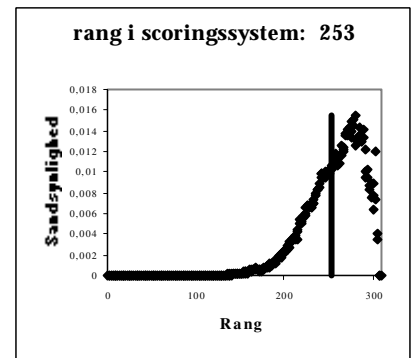
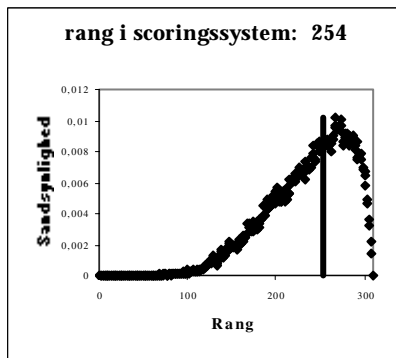
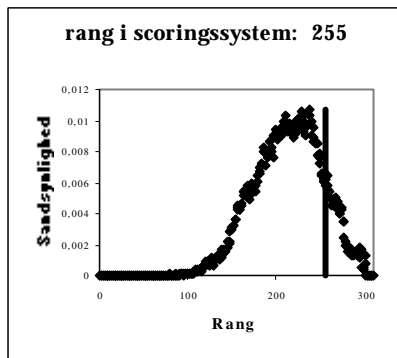
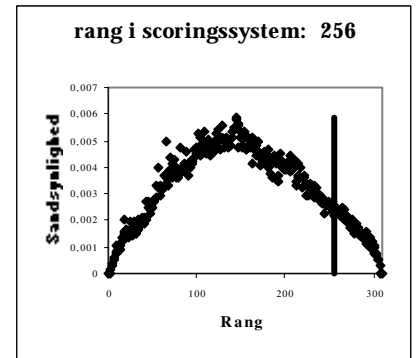
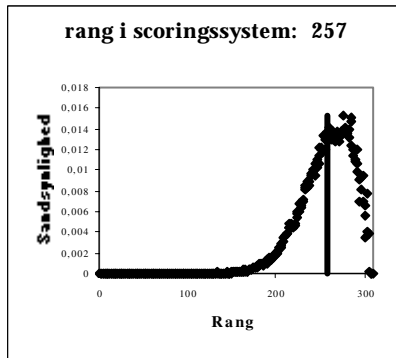
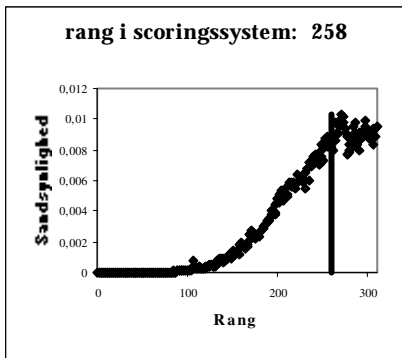
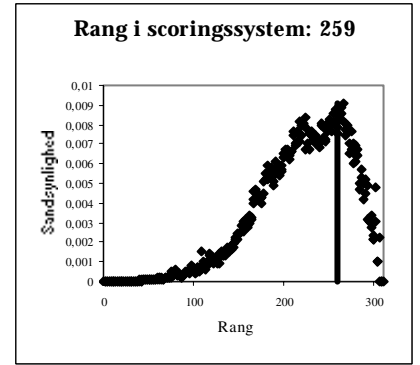
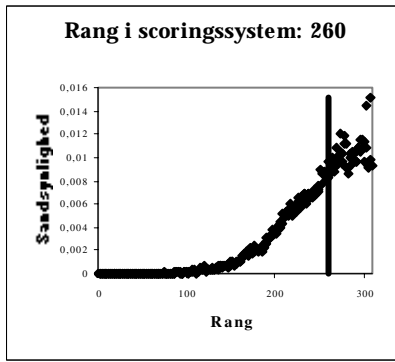
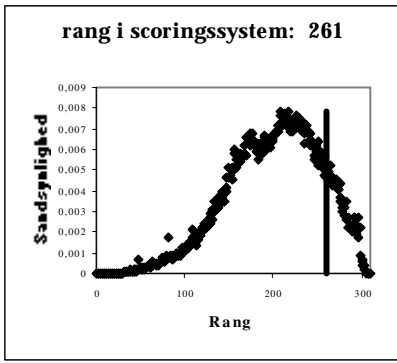
	167-0028												
35	167-0031	4	0	4	1	10	3	8	8	6	10	0	8
34	157-0099	4	0	4	8	5	3	7	4	0	5	0	10
33	157-0113	4	0	4	8	1	3	7	6	3	5	0	10
32	175-0049 165-0058	4	0	4	8	10	3	7	8	0	8	0	8
31	165-0038	4	0	4	8	8	3	8	8	0	10	0	8
30	159-0052	10	0	0	8	1	6	7	4	0	10	0	8
29	165-0033	4	0	4	8	8	3	8	8	0	8	0	8
28	173-0071	4	0	4	8	1	6	7	6	0	5	0	10
27	169-0148	4	0	4	1	5	1	7	8	3	8	0	10
26	183-0012 157-0073	4	0	4	8	1	3	7	8	0	5	0	10
25	175-0042 163-0017	4	0	4	8	8	3	7	8	0	8	0	8
24	157-0122	4	0	4	8	1	3	7	8	3	5	2	8
23	157-0107	4	0	4	8	1	3	7	6	0	5	0	10
22	165-0047	4	0	4	8	5	3	8	8	0	10	0	8
21	181-0052 157-0120	4	0	4	8	1	3	7	4	0	5	0	10
20	165-0002 161-0004	0	10	4	8	5	6	7	8	0	8	0	8
19	169-0115 169-0060	4	0	4	1	5	3	8	8	0	5	0	10
18	165-0052	4	0	4	8	5	3	8	8	0	8	0	8
17	159-0155 159-0083	0	10	10	8	1	6	7	1	0	5	0	8
16	169-0108	4	0	4	1	5	1	7	8	0	8	0	10
15	173-0077 173-0076	4	0	4	8	1	3	7	1	0	5	0	10
14	161-0007 175-0055	0	10	4	8	5	3	7	8	0	8	0	8
13	175-0060 151-0043	4	0	4	8	5	3	7	8	0	8	0	8
12	169-0081	0	0	10	1	5	1	7	8	0	8	0	10
11	159-0134 159-0159	0	10	10	8	1	3	7	1	0	5	0	8
10	159-0168	10	0	0	8	1	3	7	1	0	5	0	8
9	159-0015	0	10	10	5	1	4	7	4	4	5	0	8
8	169-0096	4	0	4	1	5	1	7	8	0	5	0	10
7	165-0040	4	0	4	8	5	1	7	8	0	8	0	8
6	175-0004	0	10	4	1	8	3	8	8	0	8	0	8
5	169-0079	4	0	4	1	1	1	7	8	0	8	0	10
4	159-0176 159-0175	0	10	4	8	1	6	7	6	0	5	0	8
3	183-0005 159-0167	4	0	4	8	1	3	7	8	0	5	0	8
2	159-0179	4	0	4	8	1	3	7	6	0	5	0	8
1	159-0162	4	0	4	8	1	6	7	1	0	5	0	8

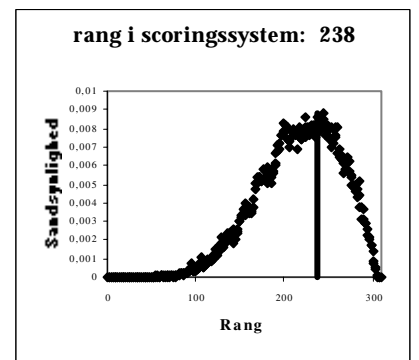
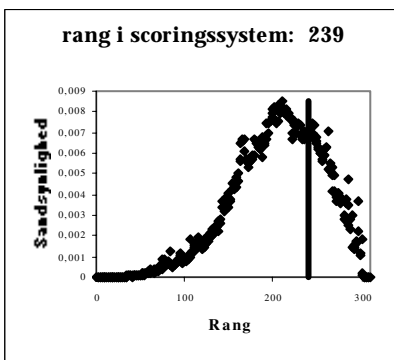
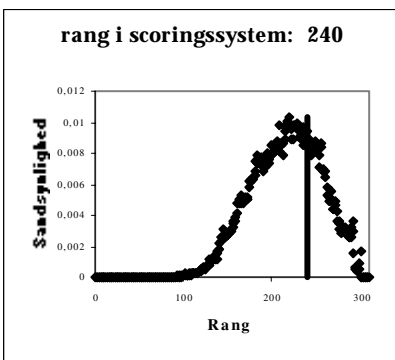
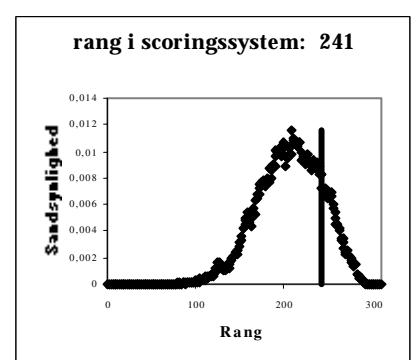
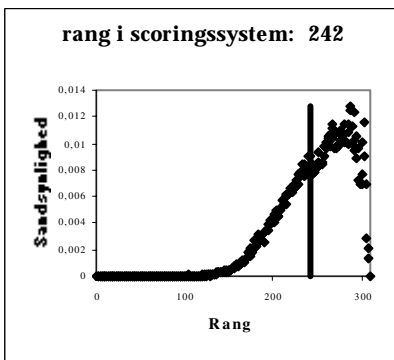
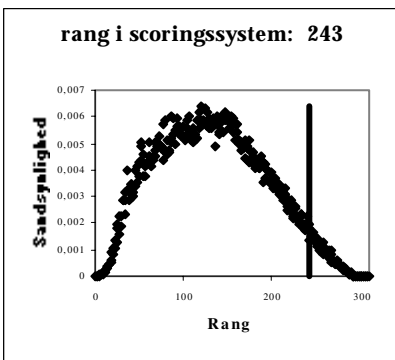
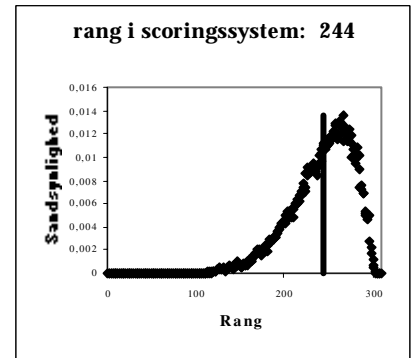
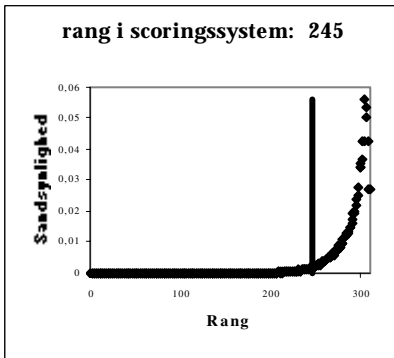
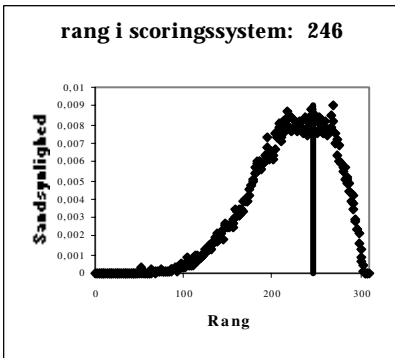
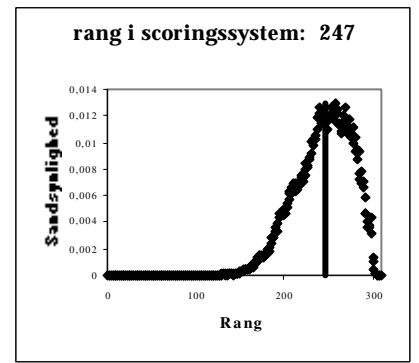
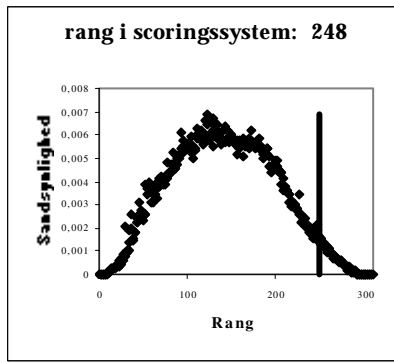
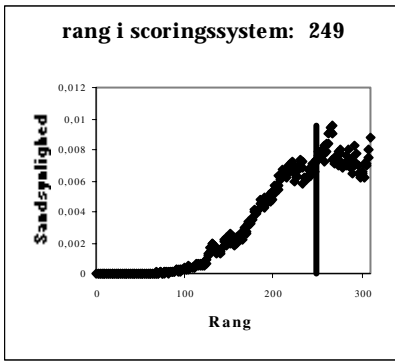


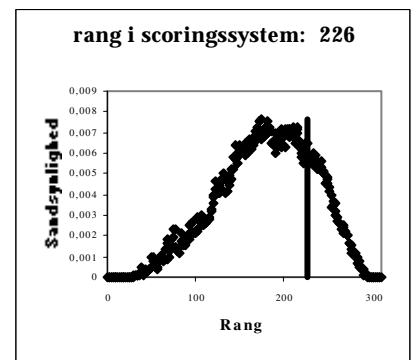
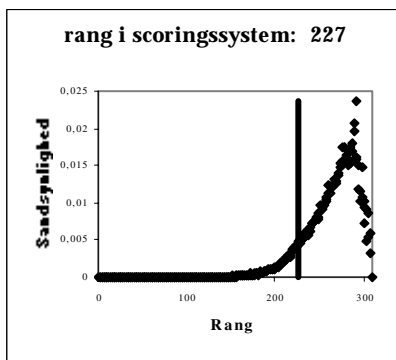
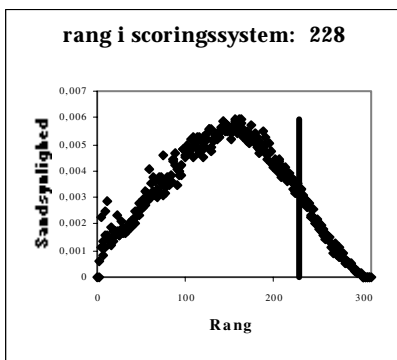
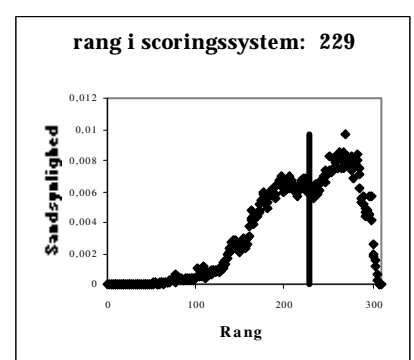
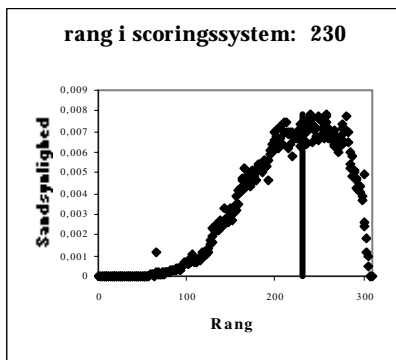
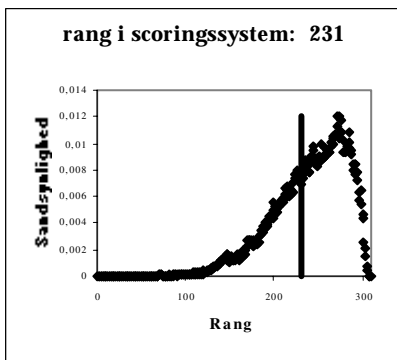
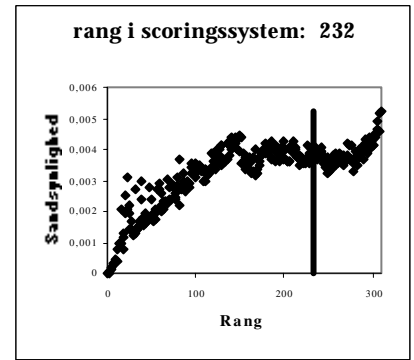
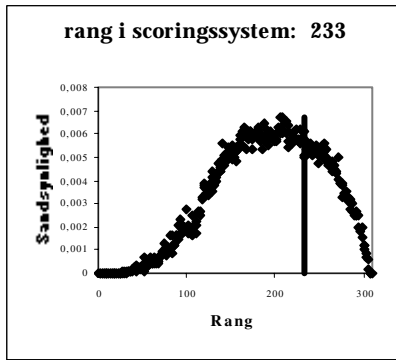
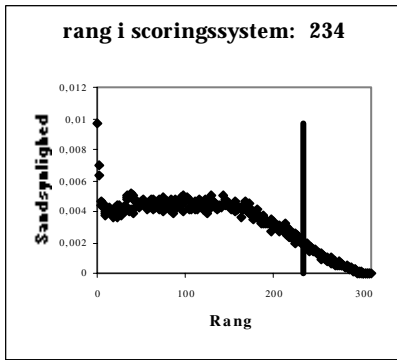
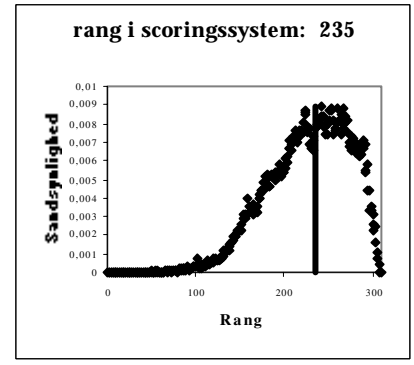
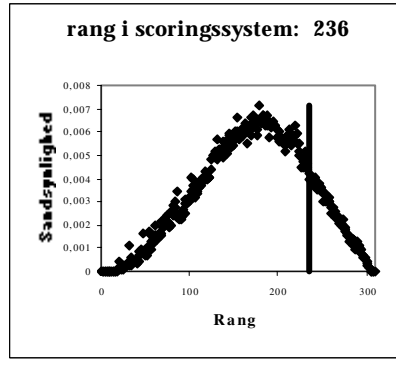
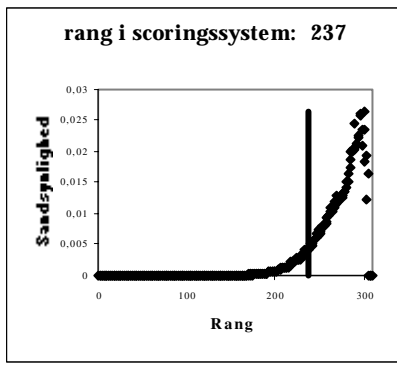


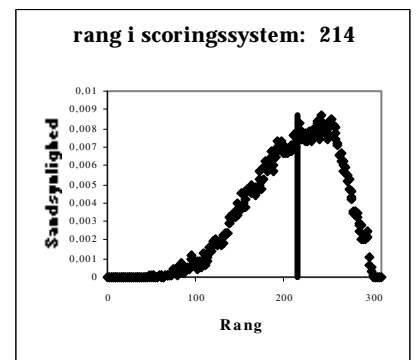
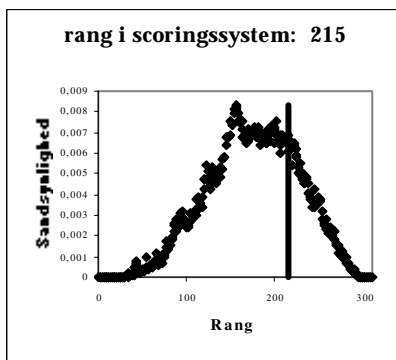
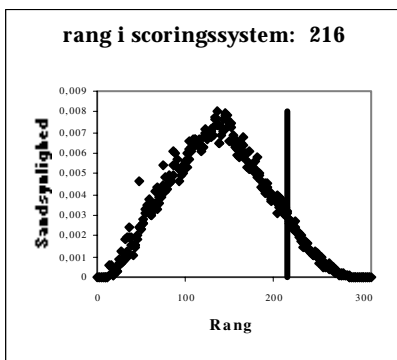
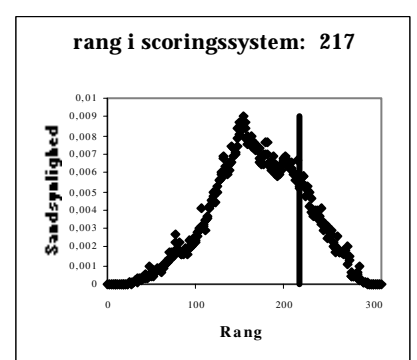
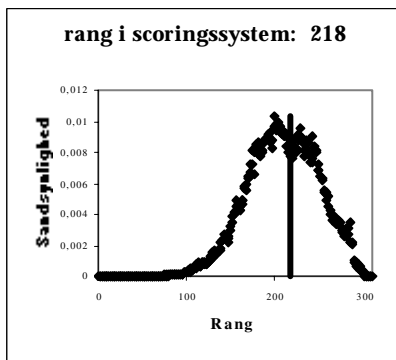
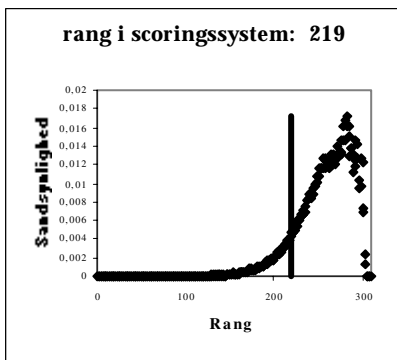
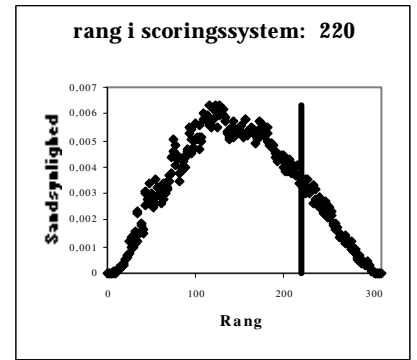
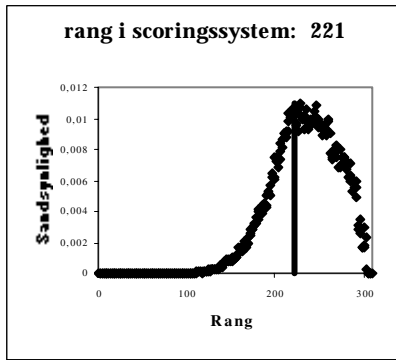
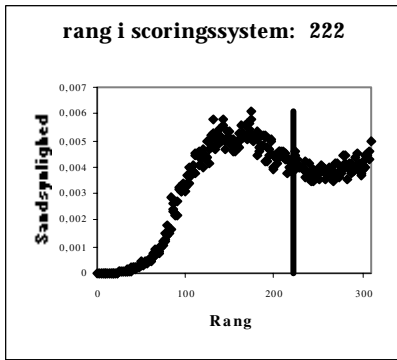
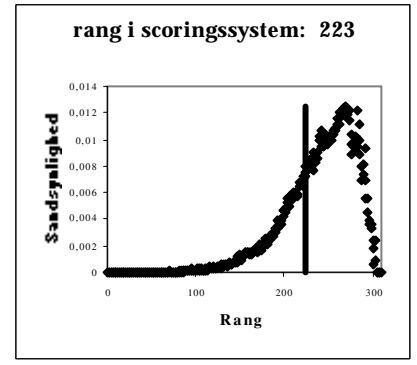
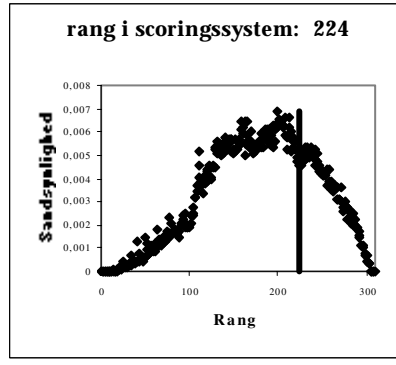
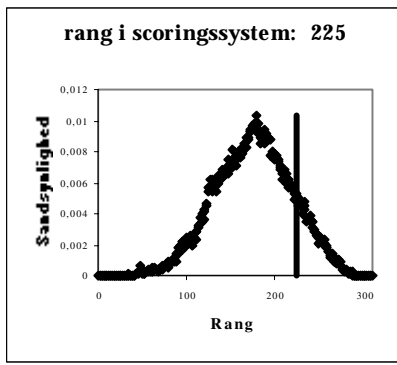


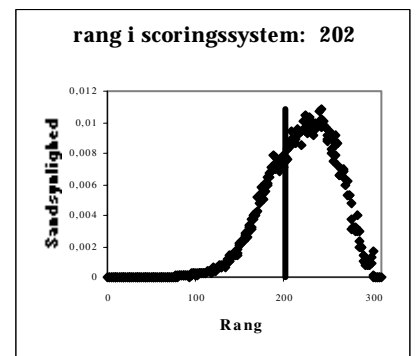
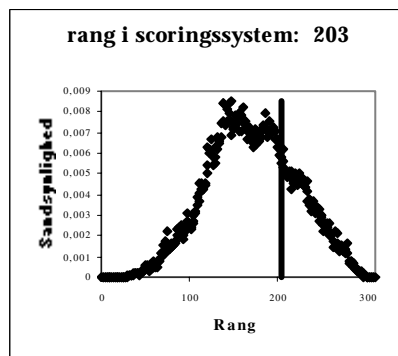
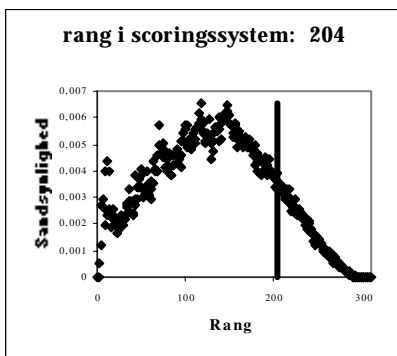
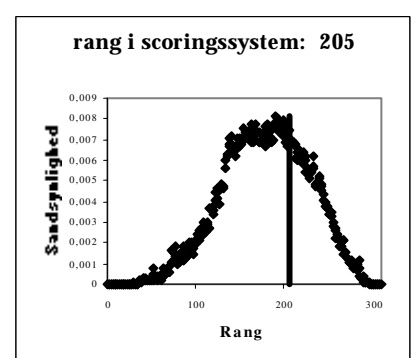
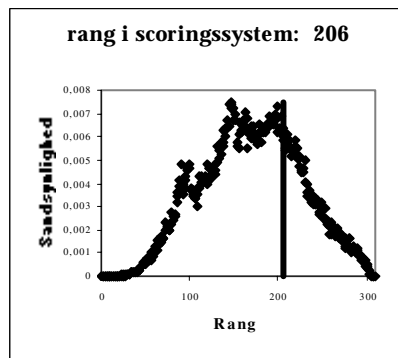
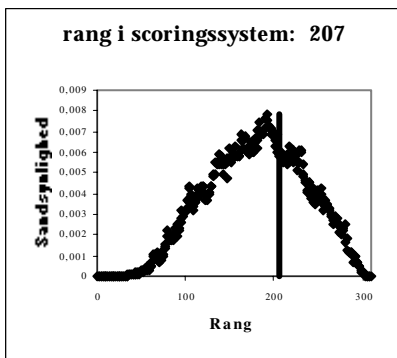
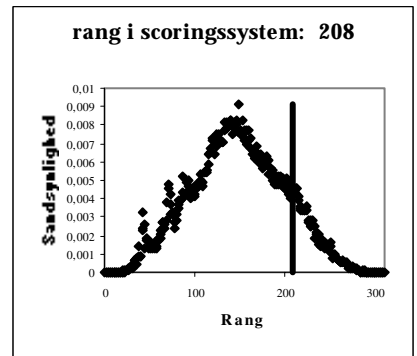
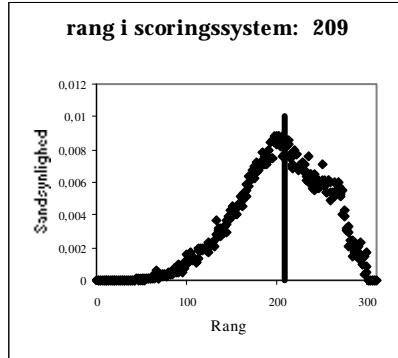
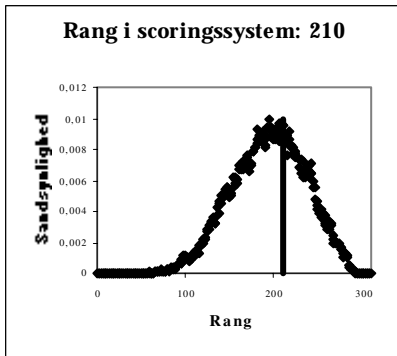
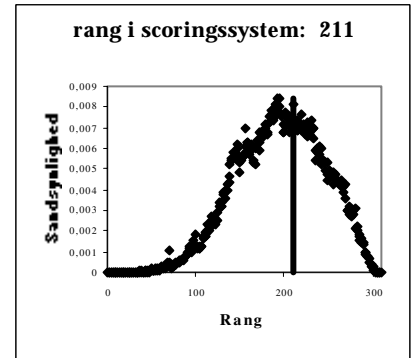
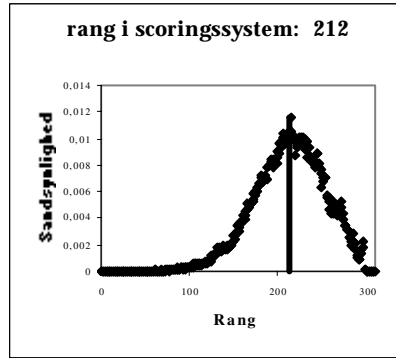
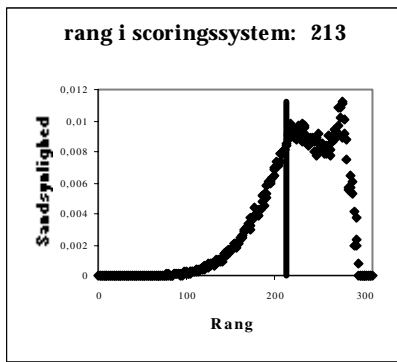


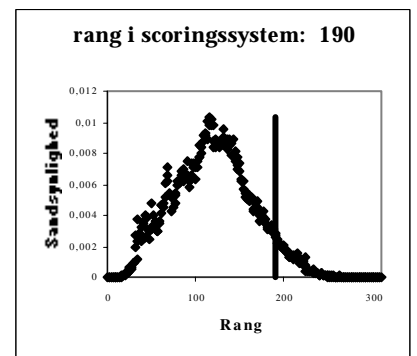
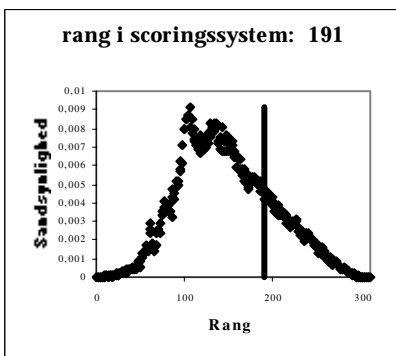
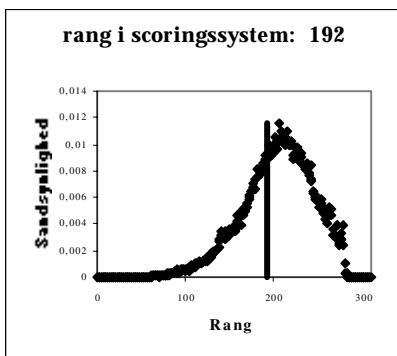
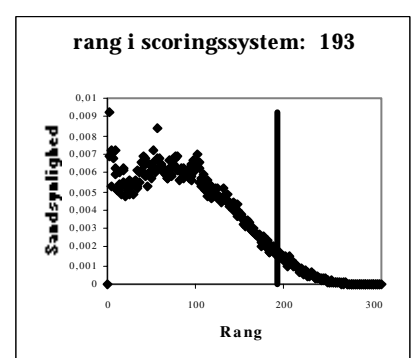
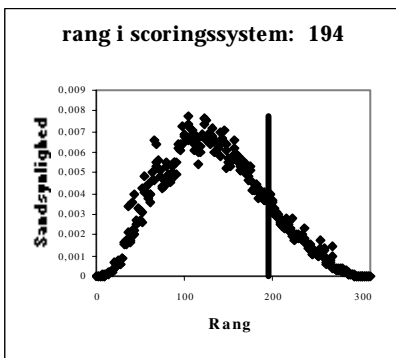
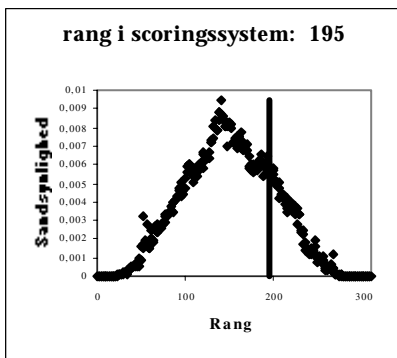
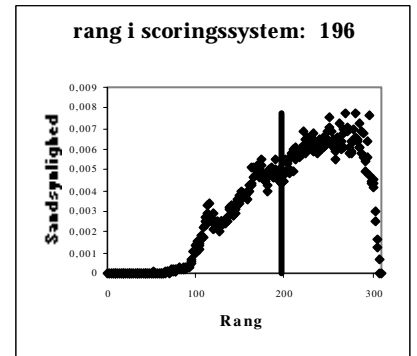
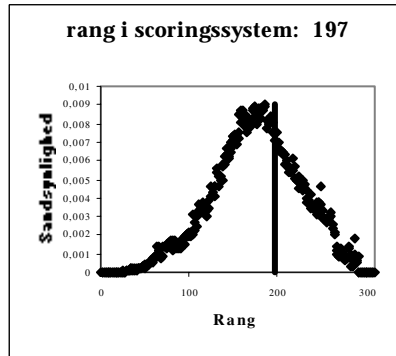
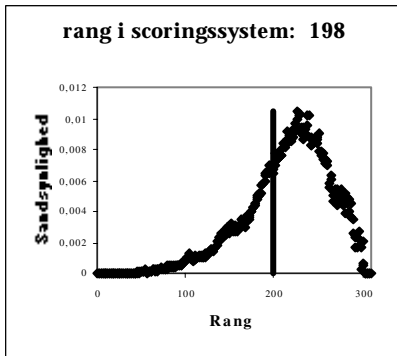
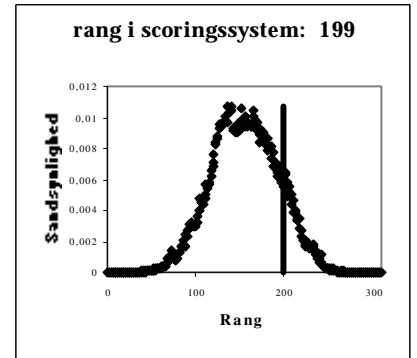
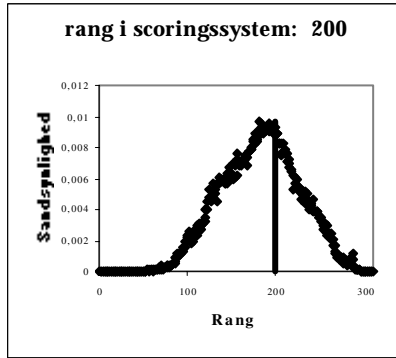
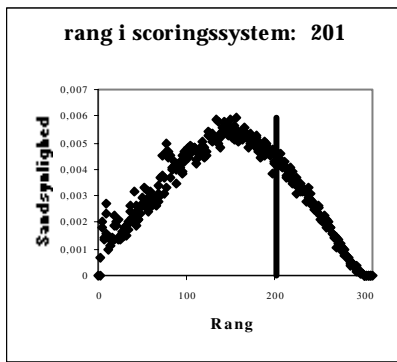


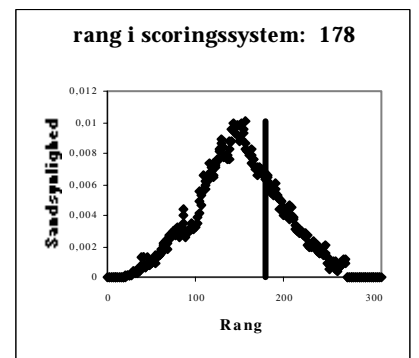
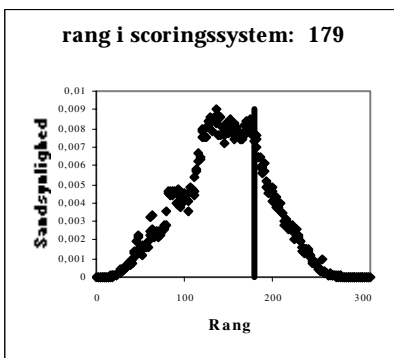
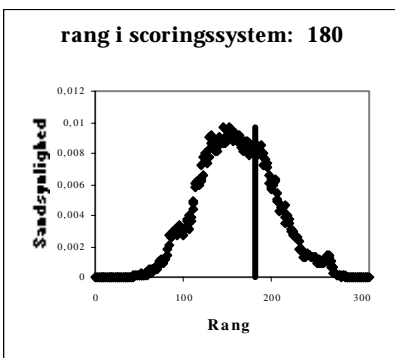
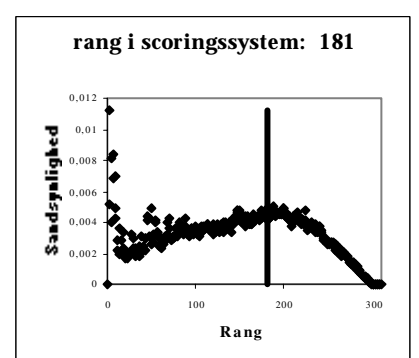
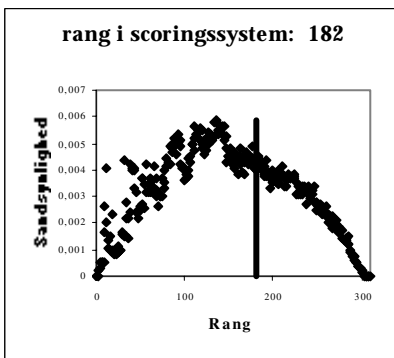
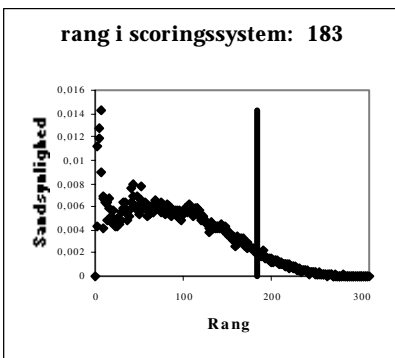
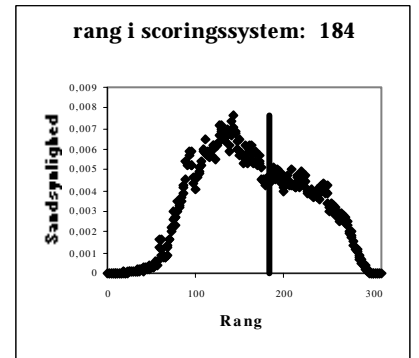
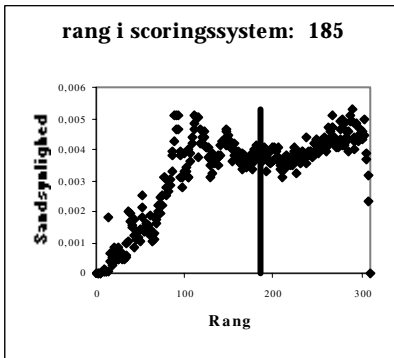
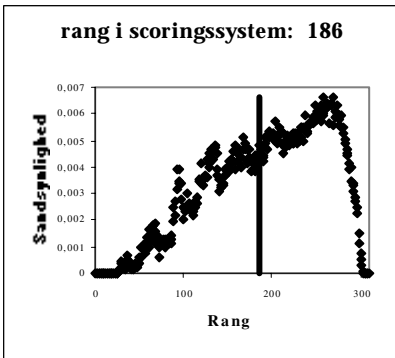
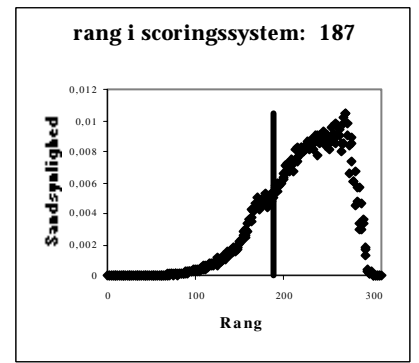
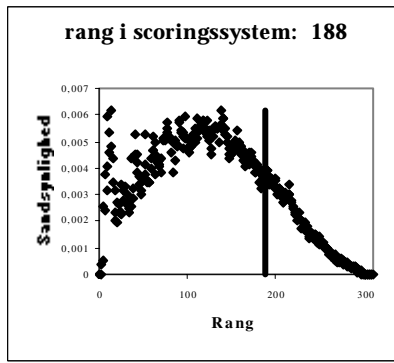
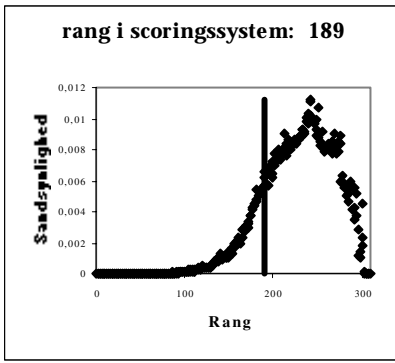


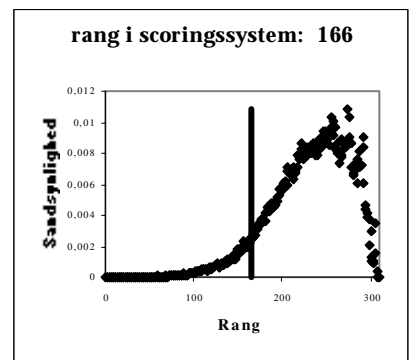
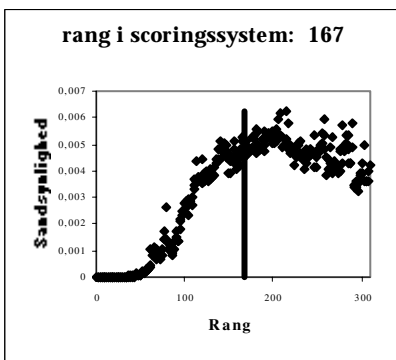
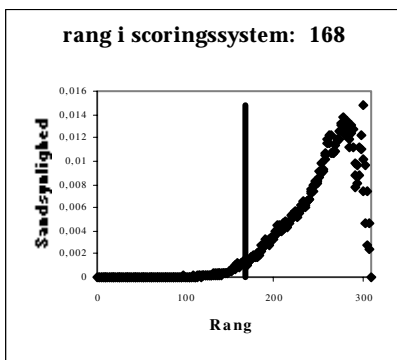
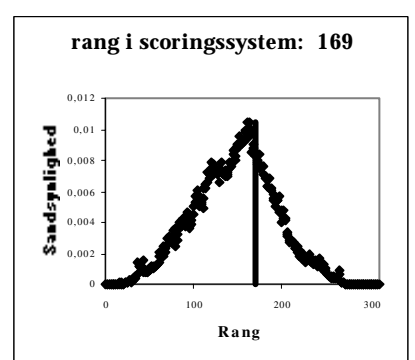
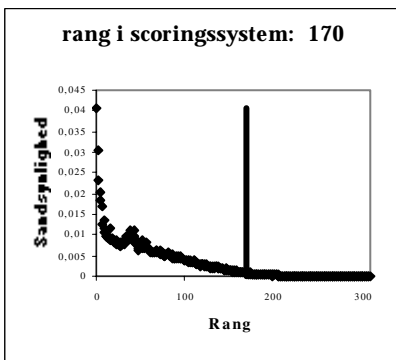
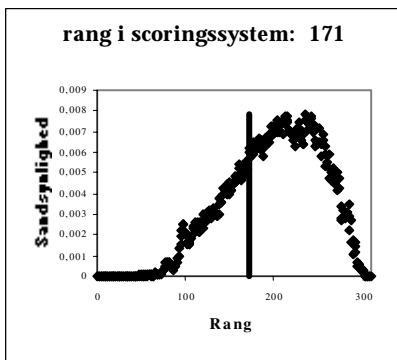
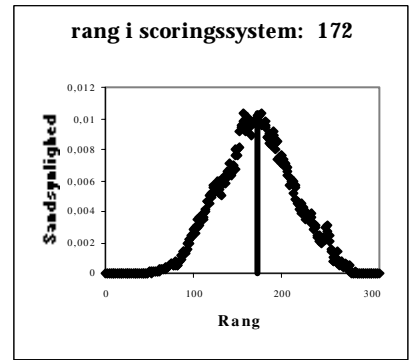
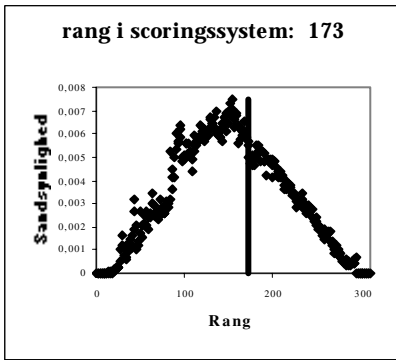
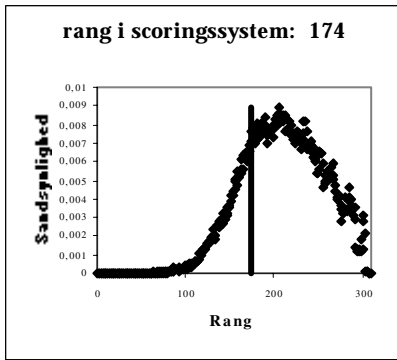
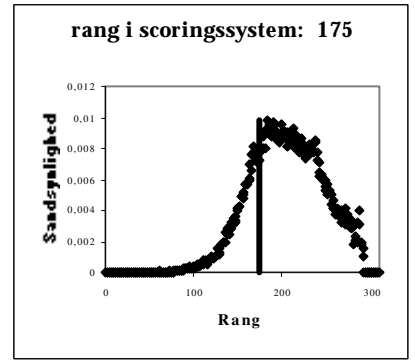
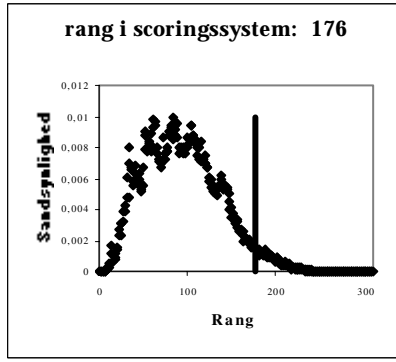
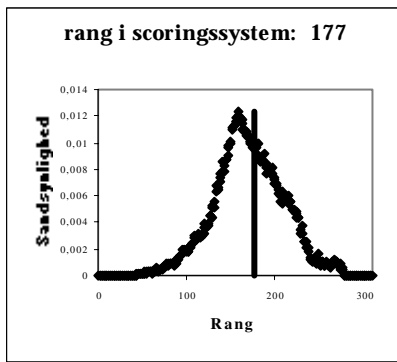


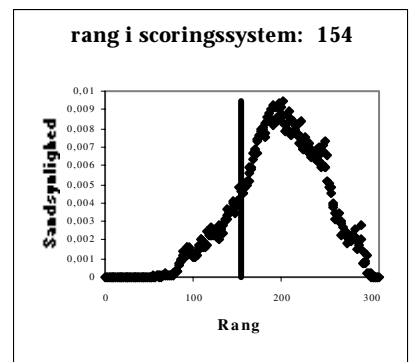
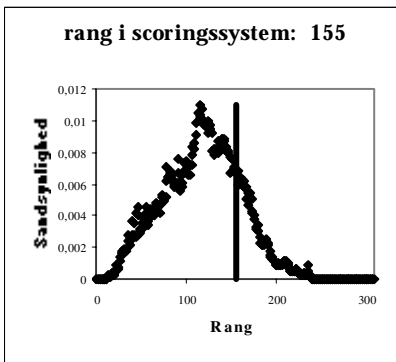
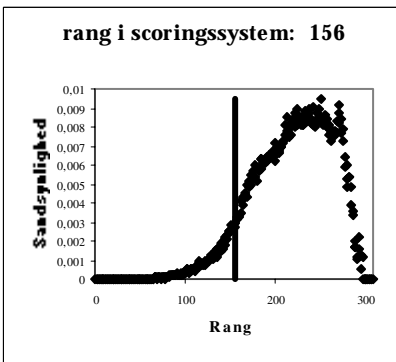
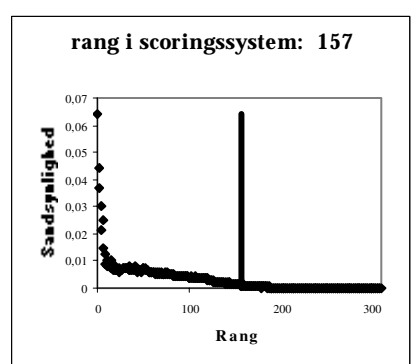
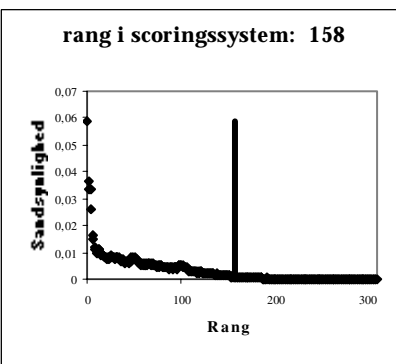
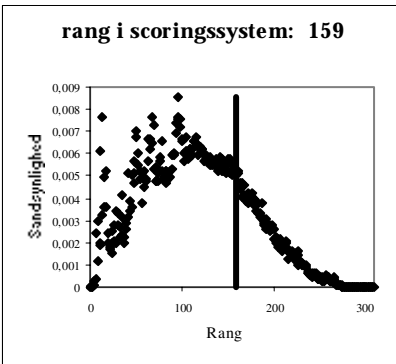
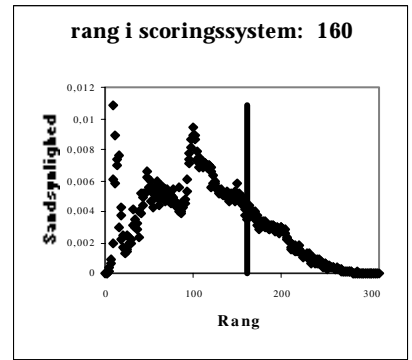
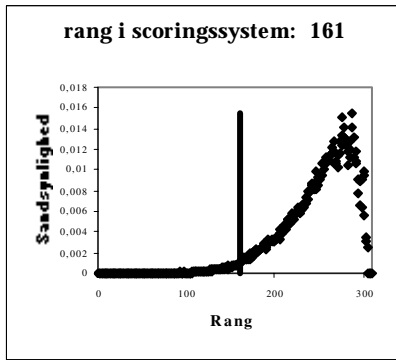
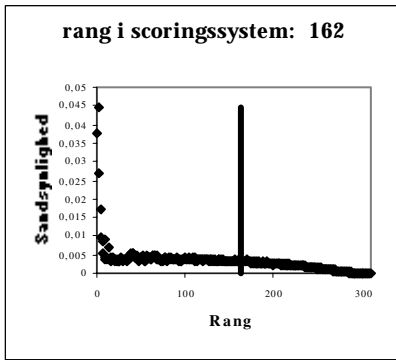
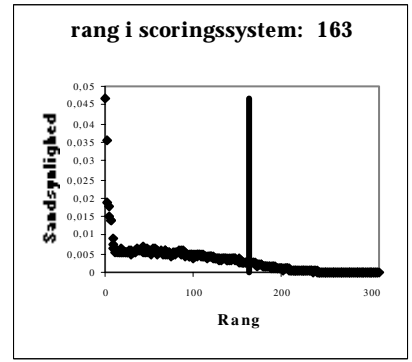
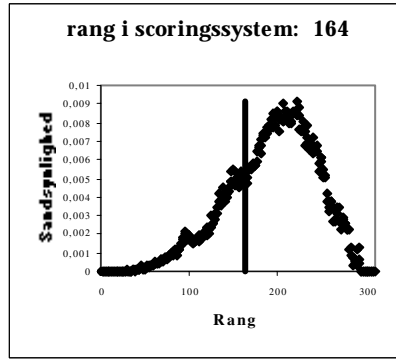
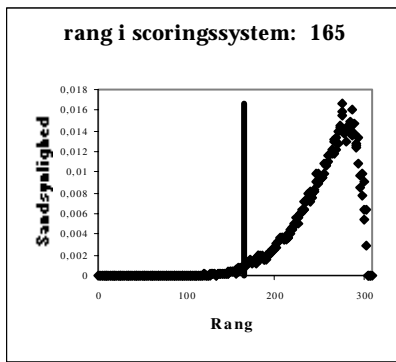




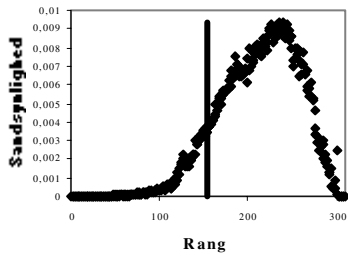




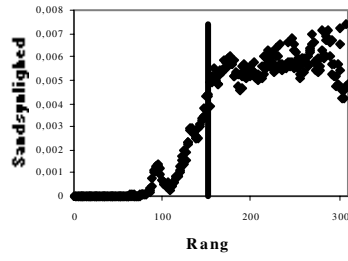




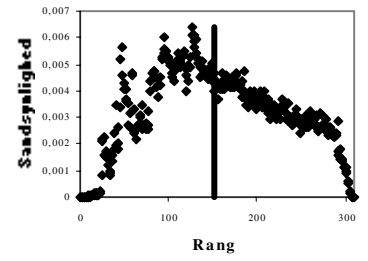
rang i scoringsystem: 153



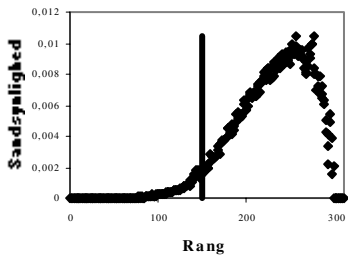
rang i scoringsystem: 152



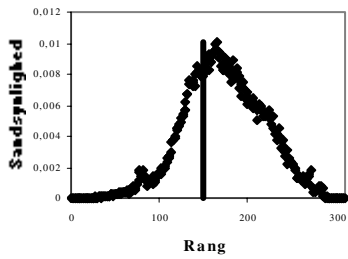
rang i scoringsystem: 151



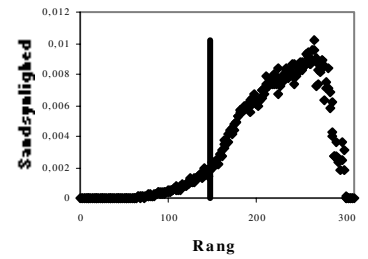
rang i scoringsystem: 150



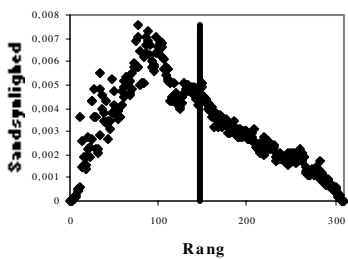
rang i scoringsystem: 149



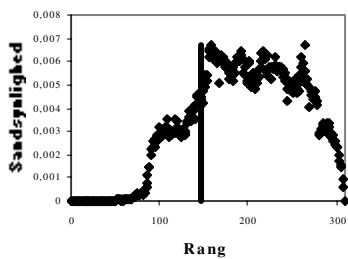
rang i scoringsystem: 148



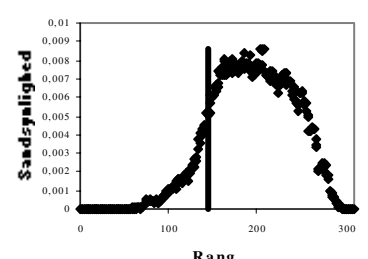
rang i scoringsystem: 147



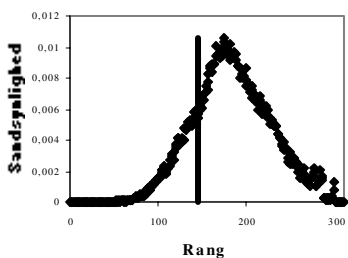
rang i scoringsystem: 146



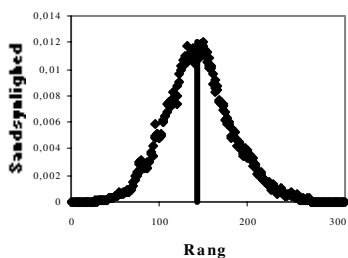
rang i scoringsystem: 145



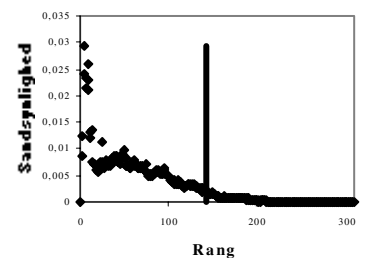
rang i scoringsystem: 144

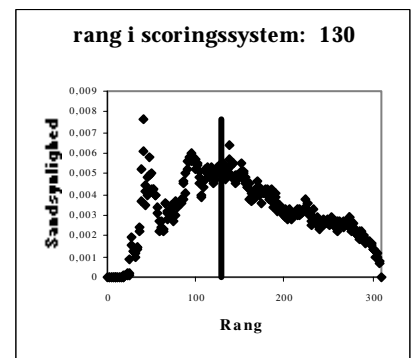
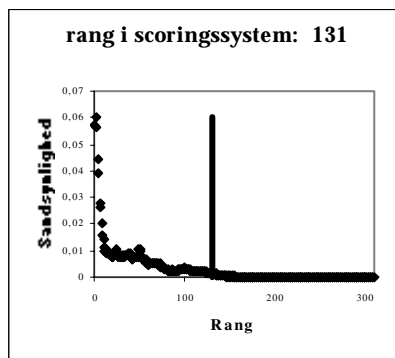
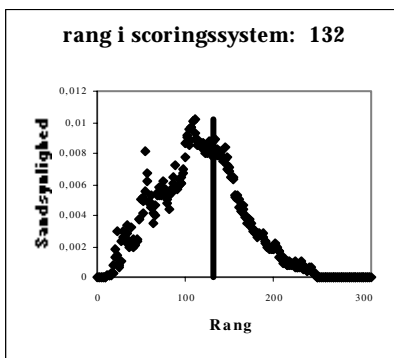
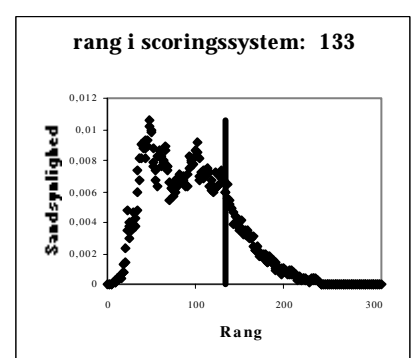
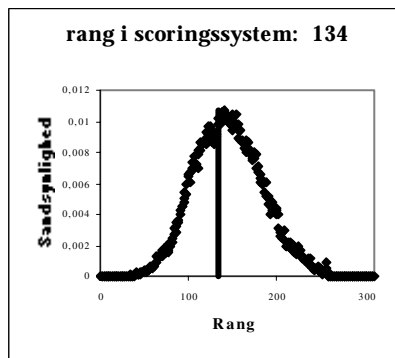
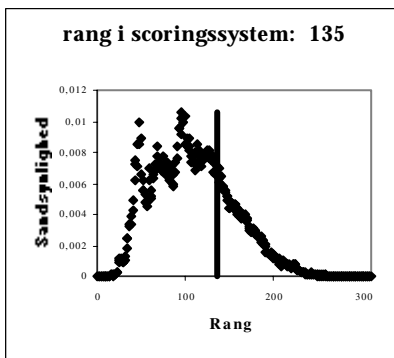
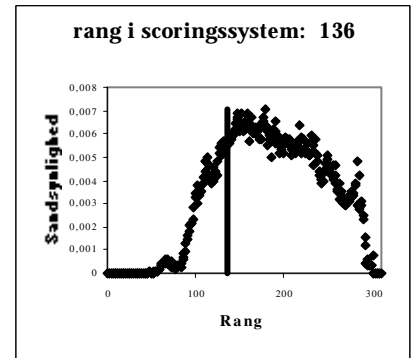
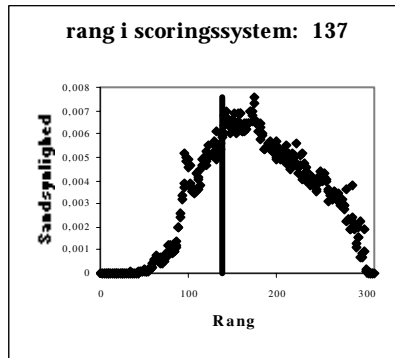
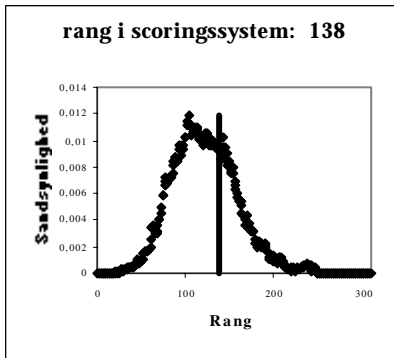
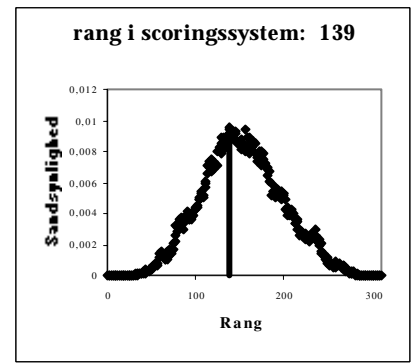
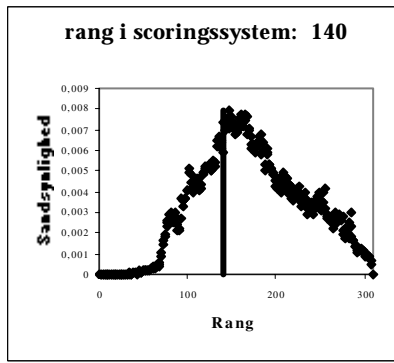
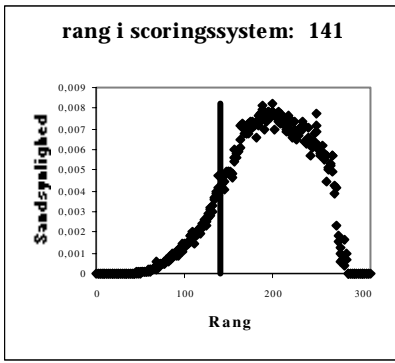


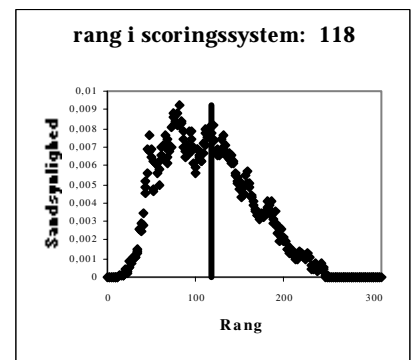
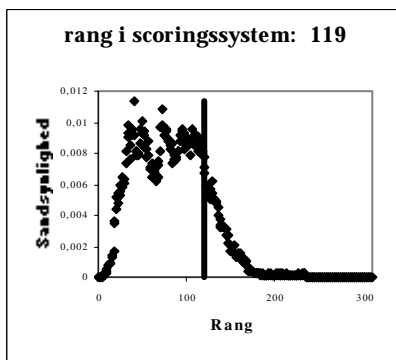
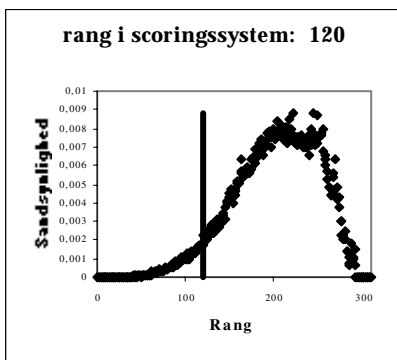
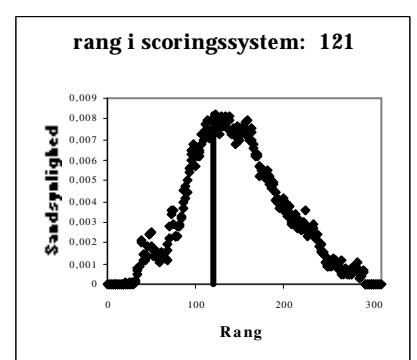
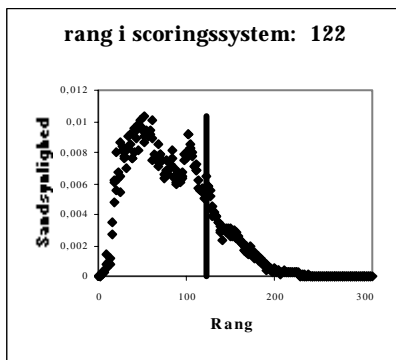
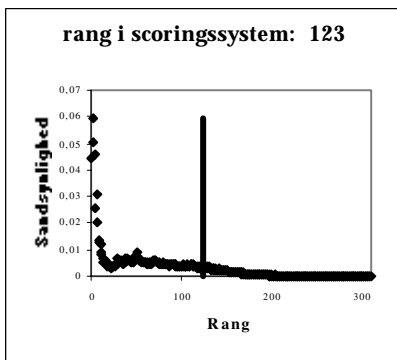
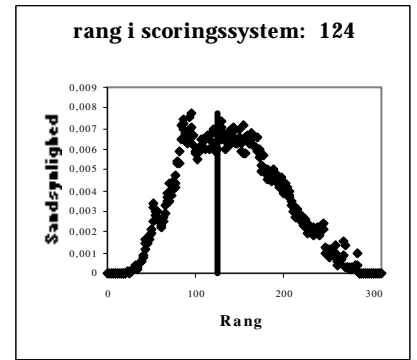
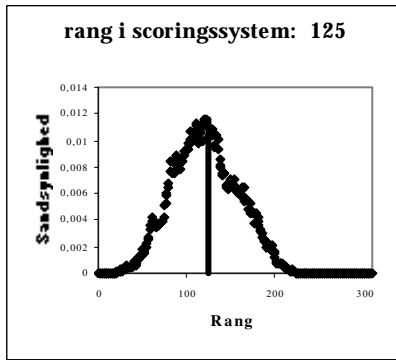
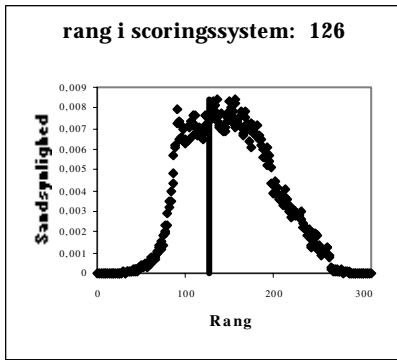
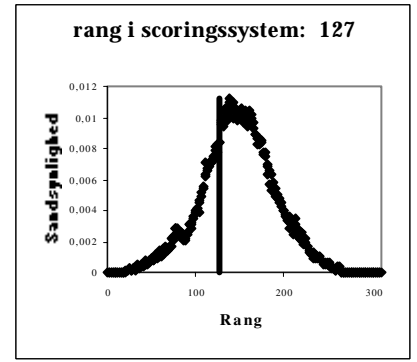
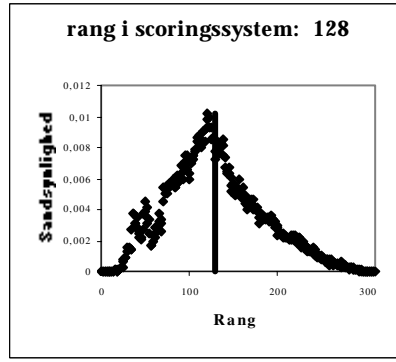
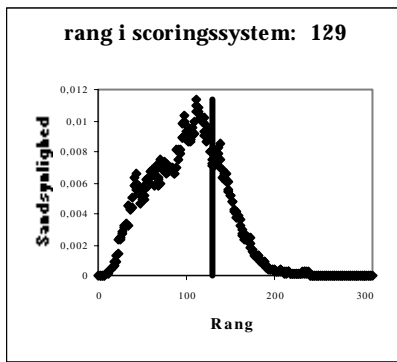
rang i scoringsystem: 143

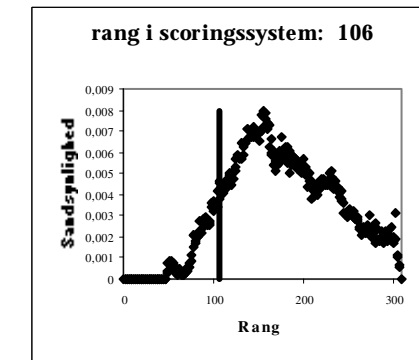
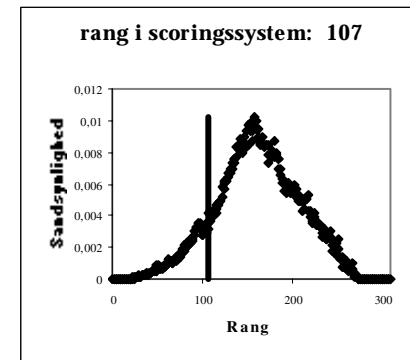
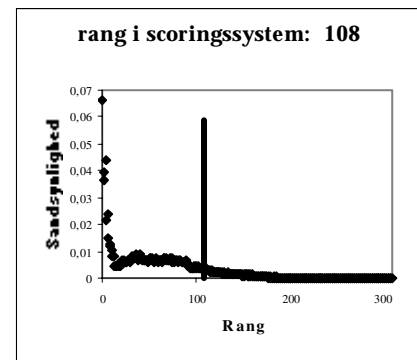
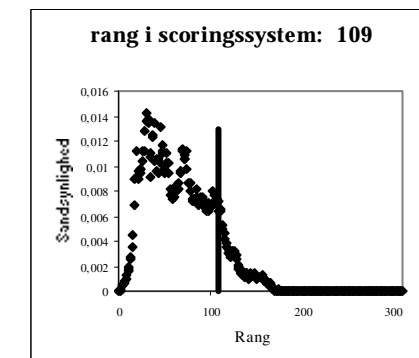
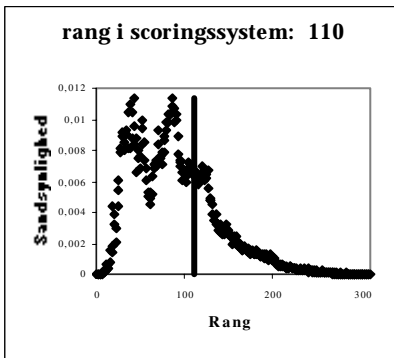
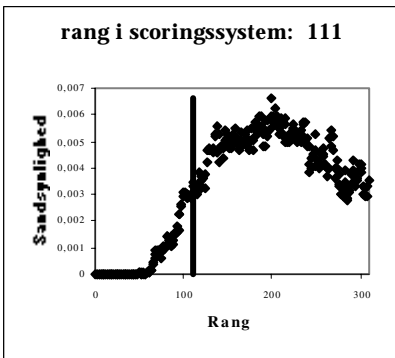
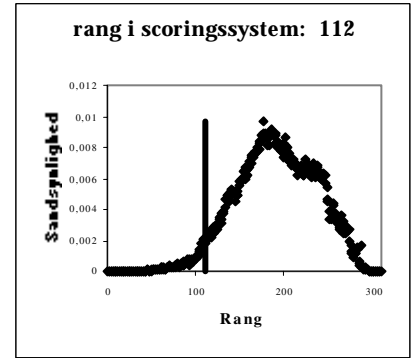
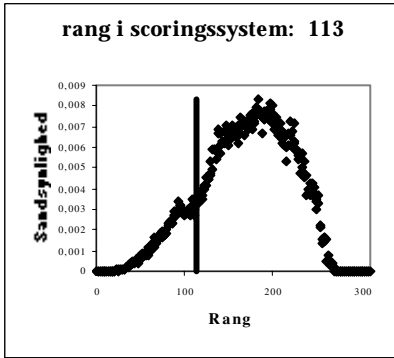
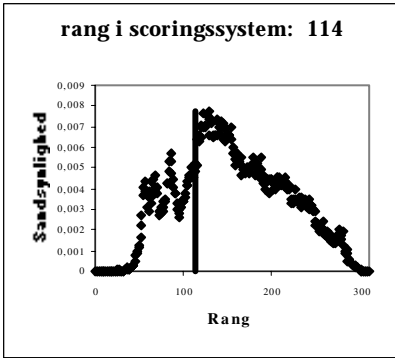
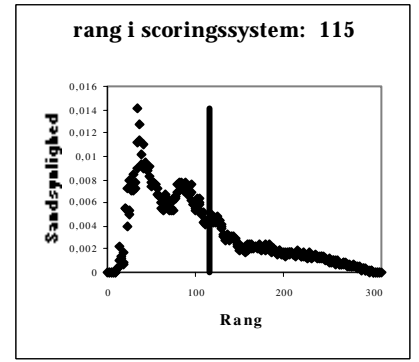
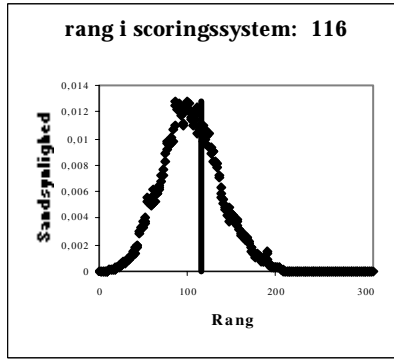
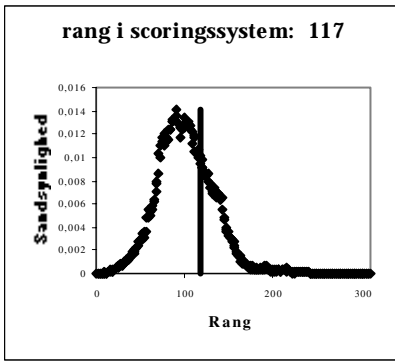


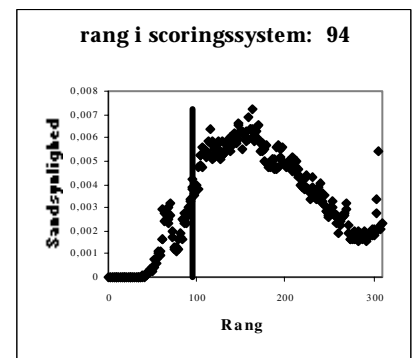
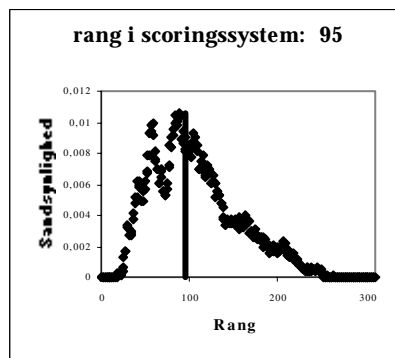
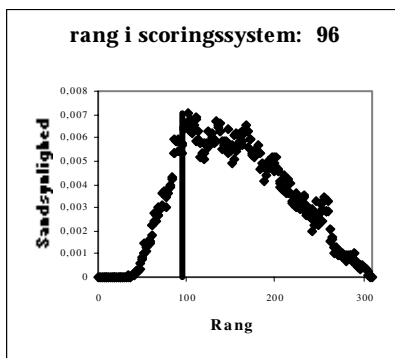
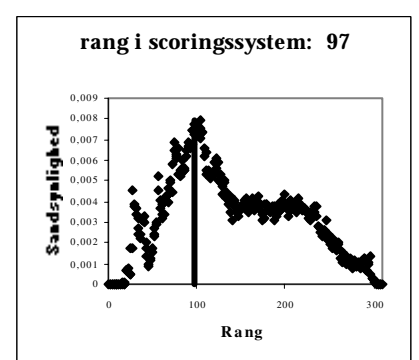
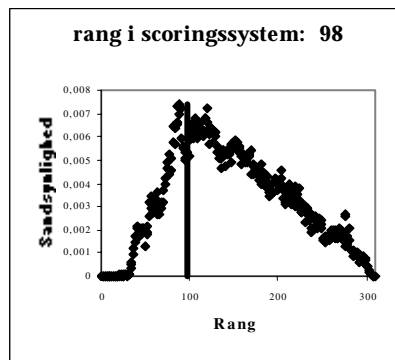
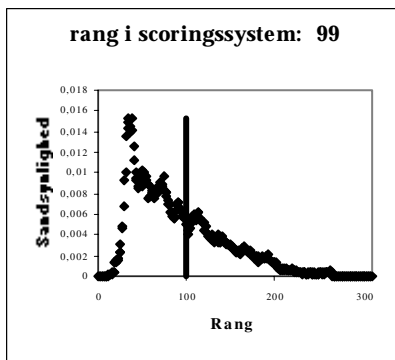
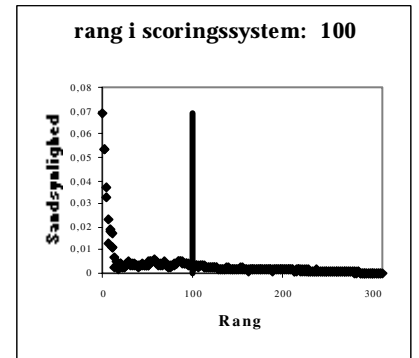
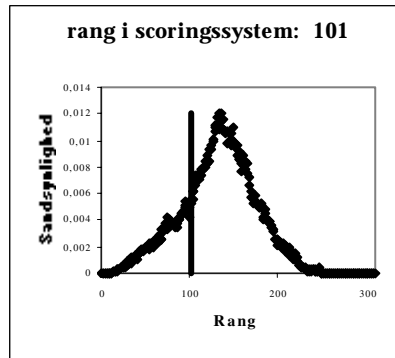
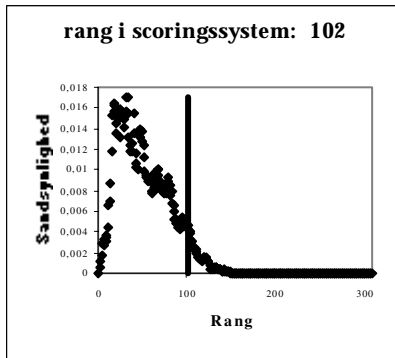
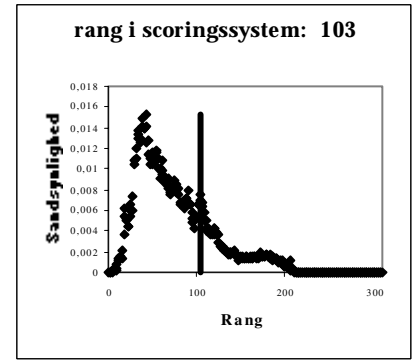
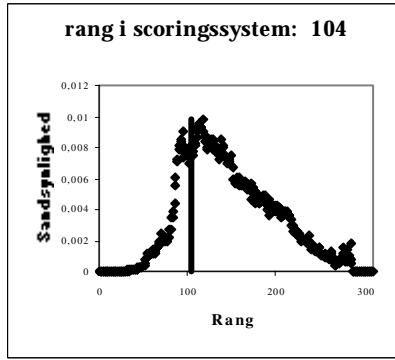
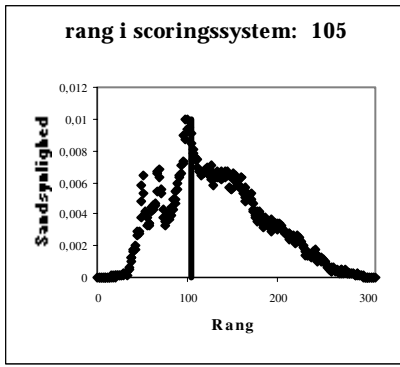
rang i scoringsystem: 142

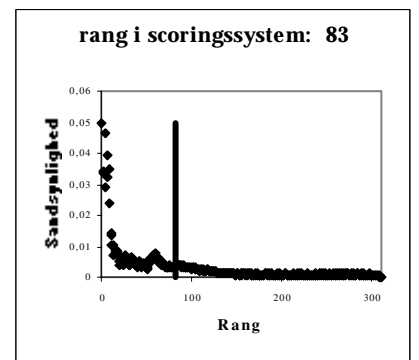
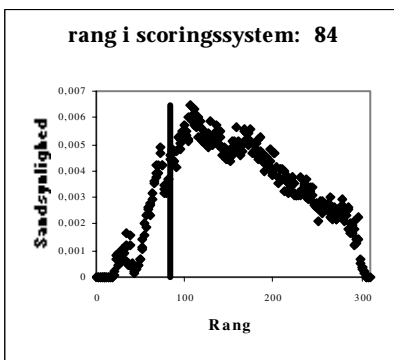
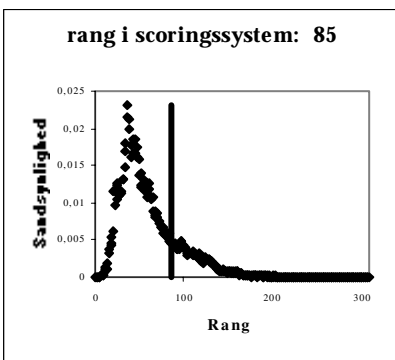
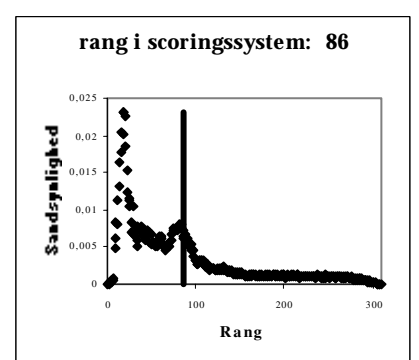
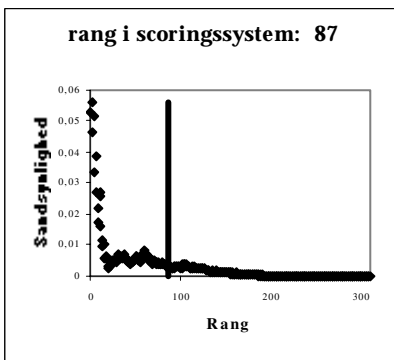
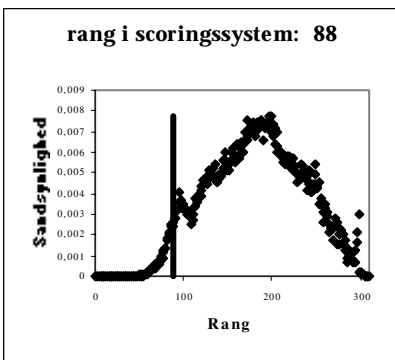
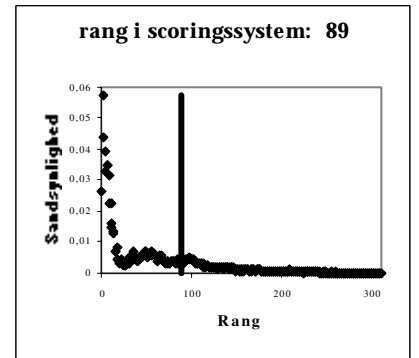
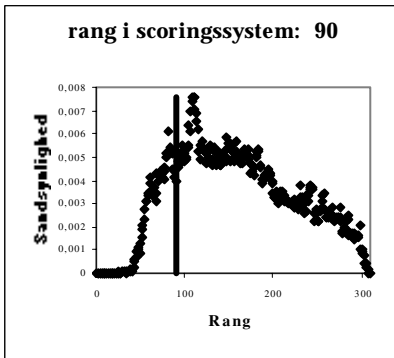
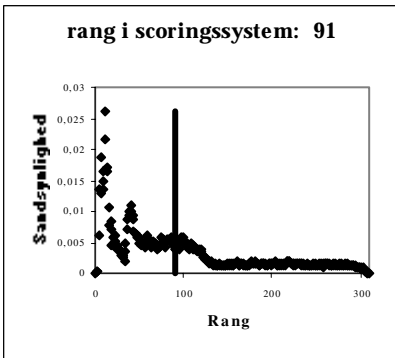
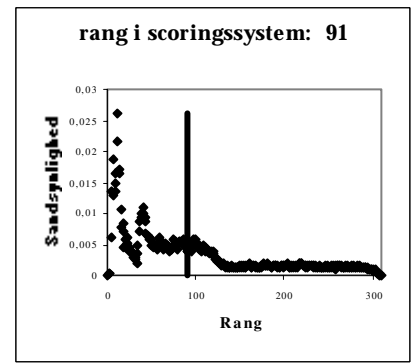
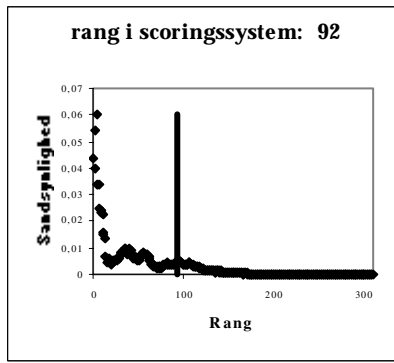
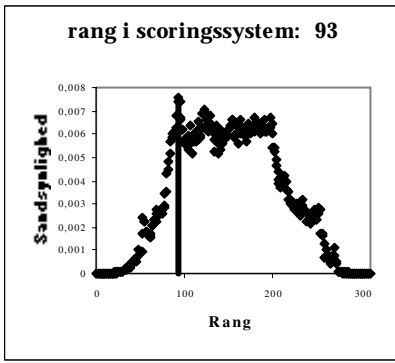


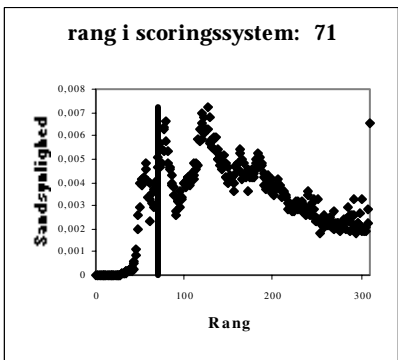
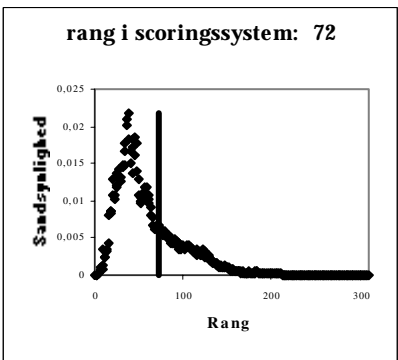
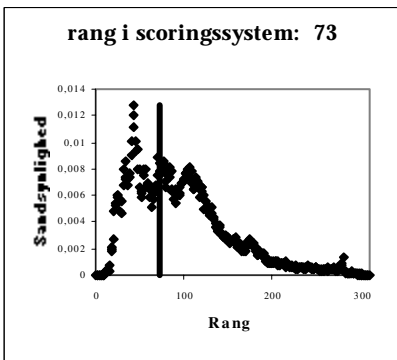
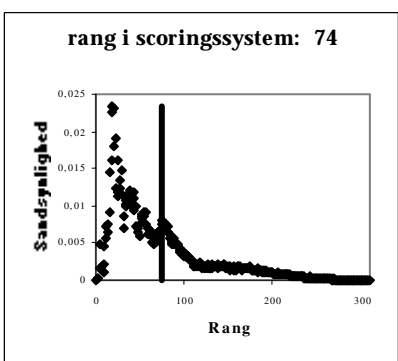
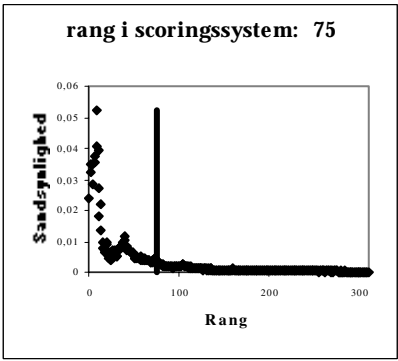
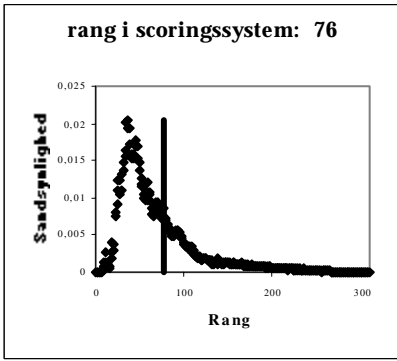
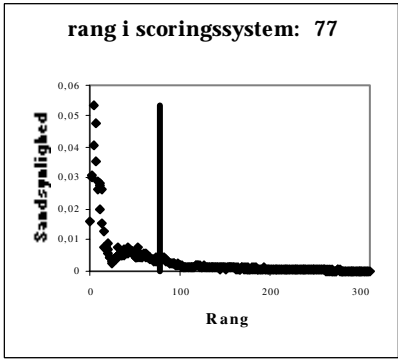
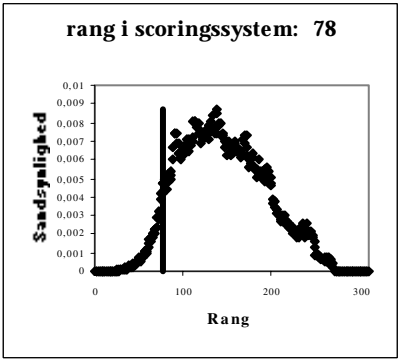
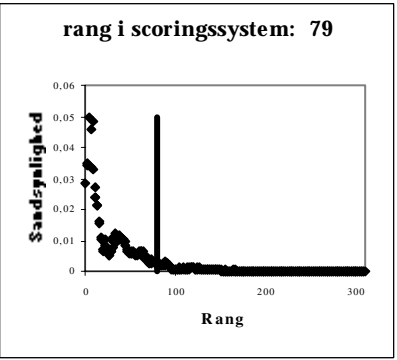
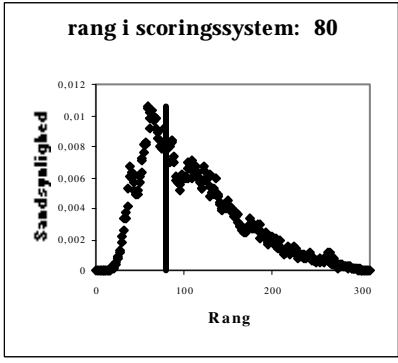
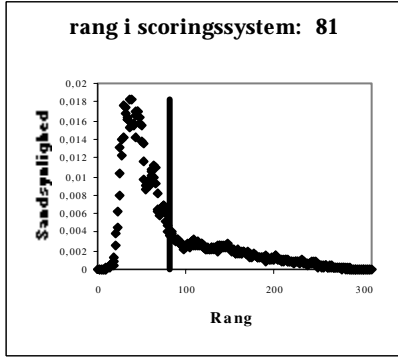
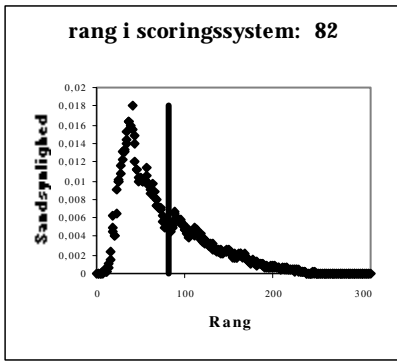


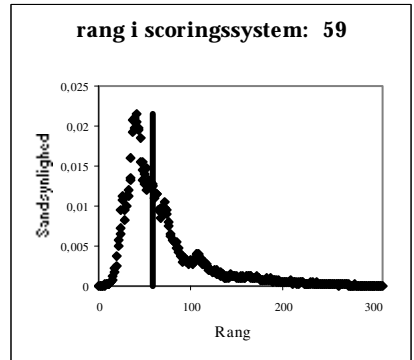
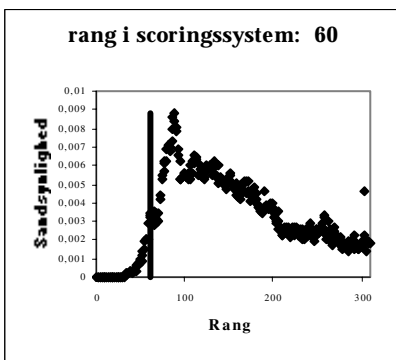
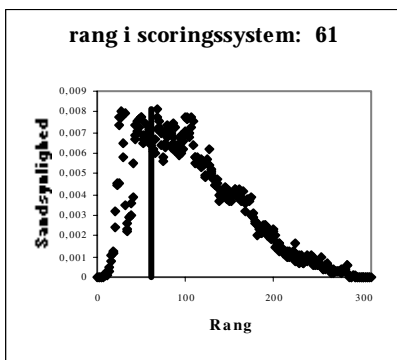
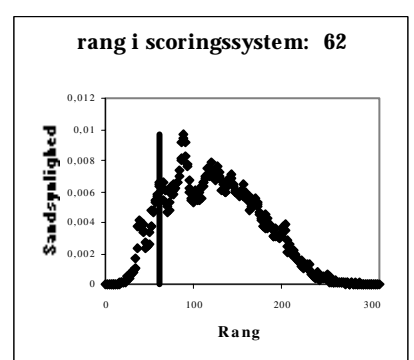
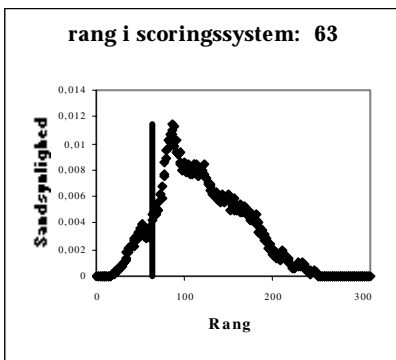
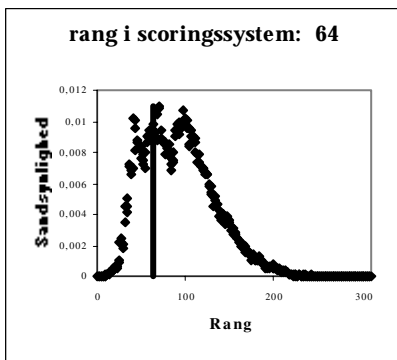
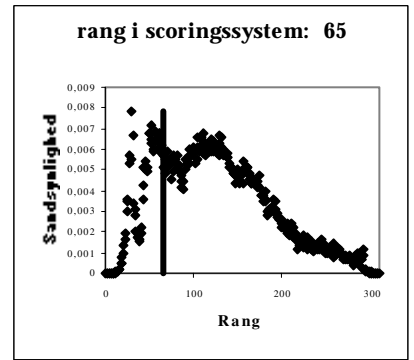
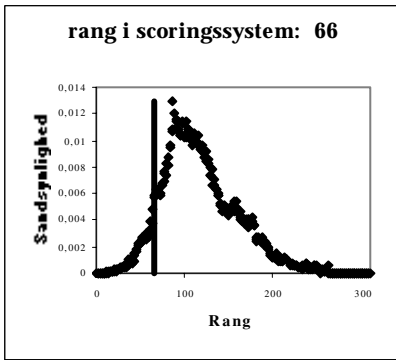
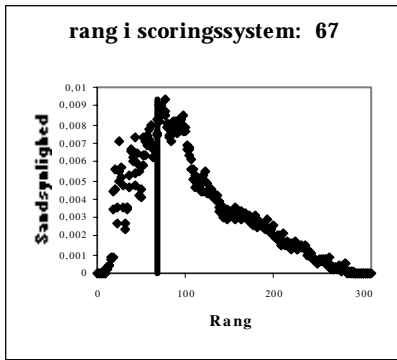
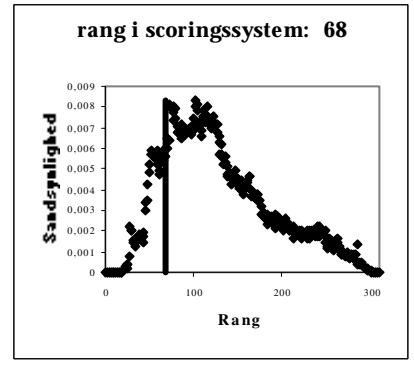
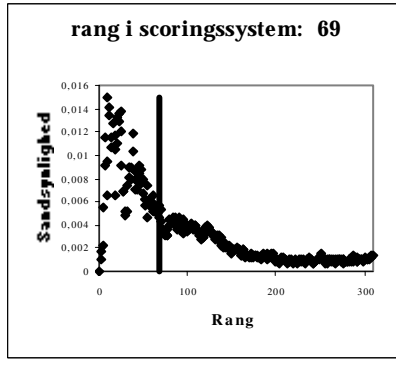
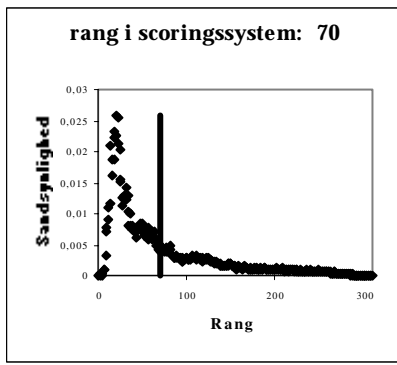


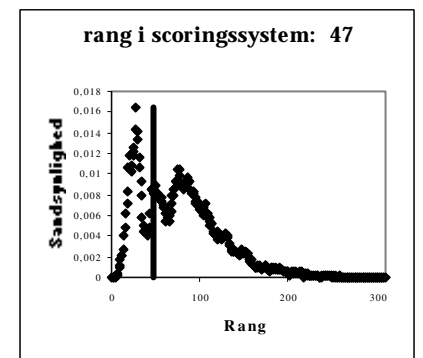
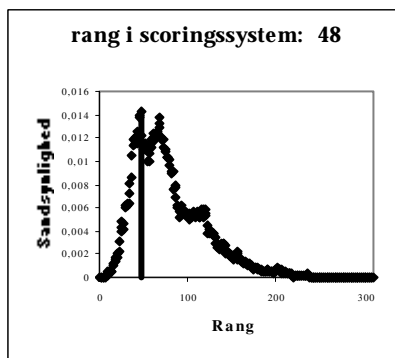
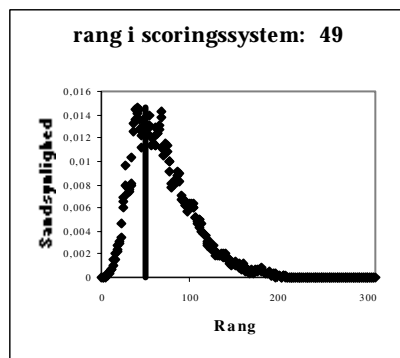
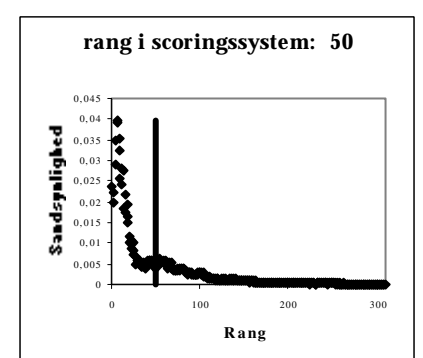
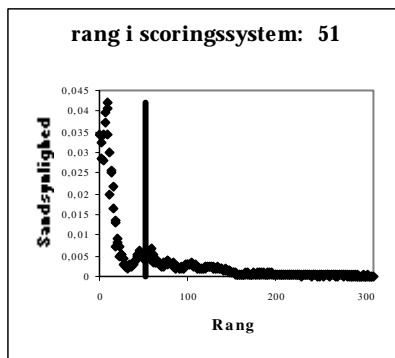
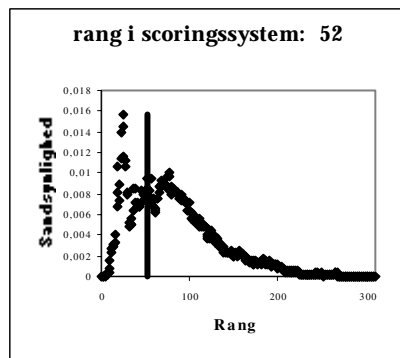
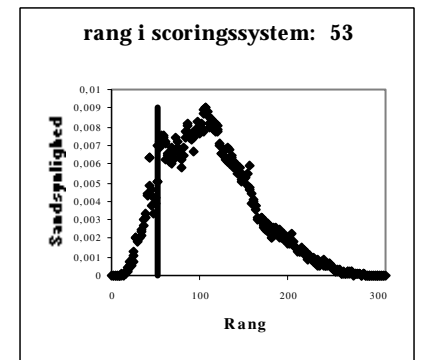
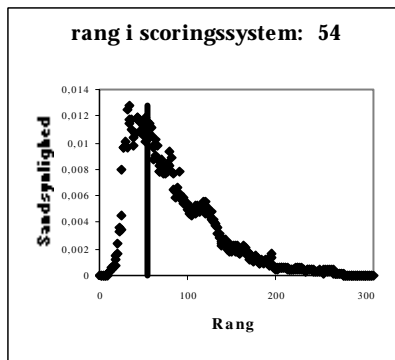
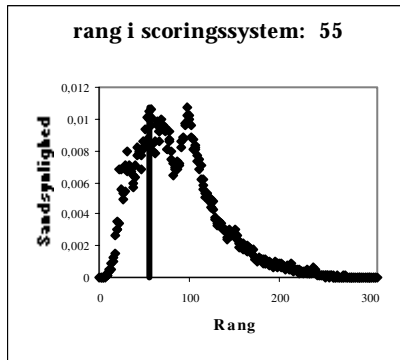
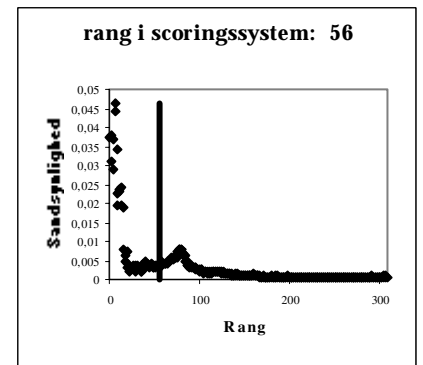
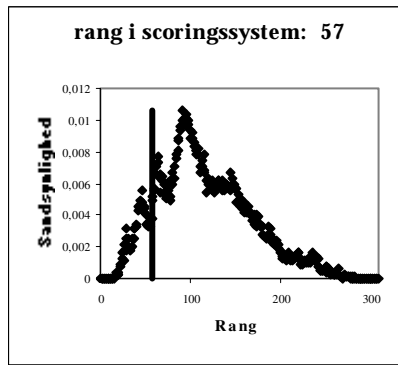
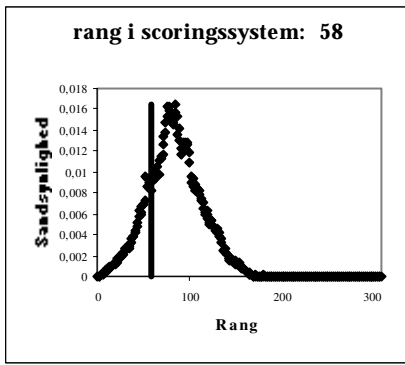


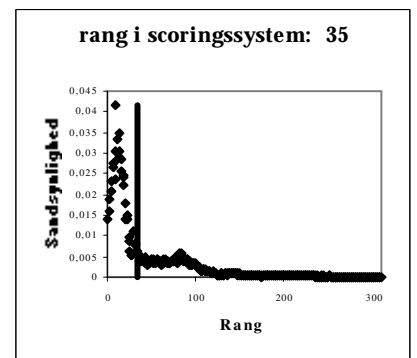
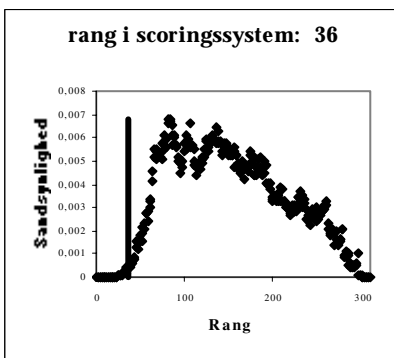
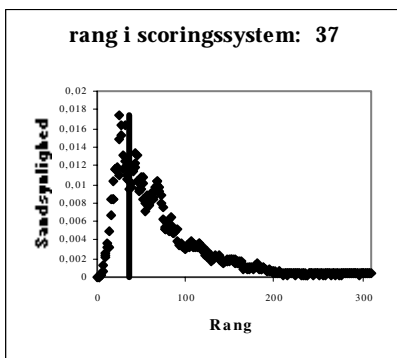
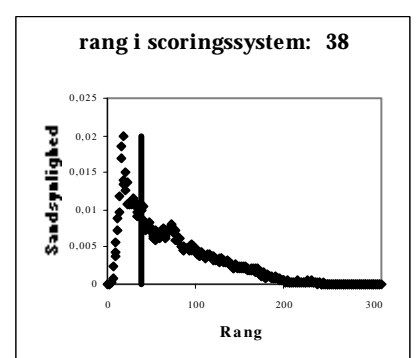
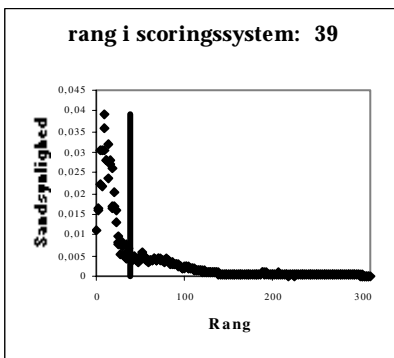
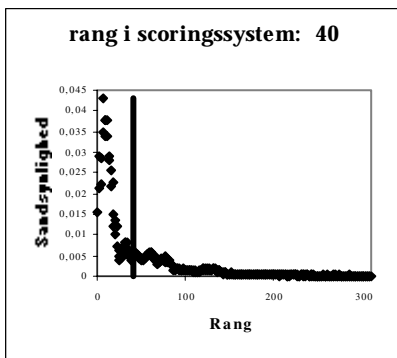
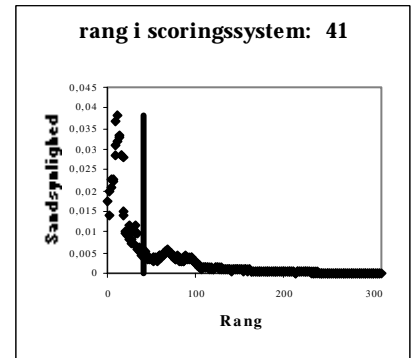
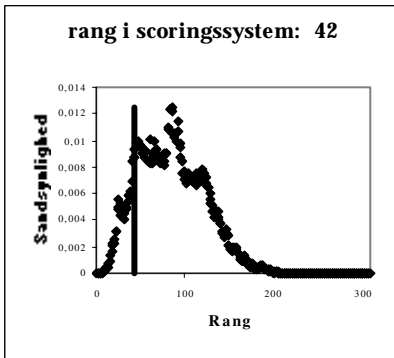
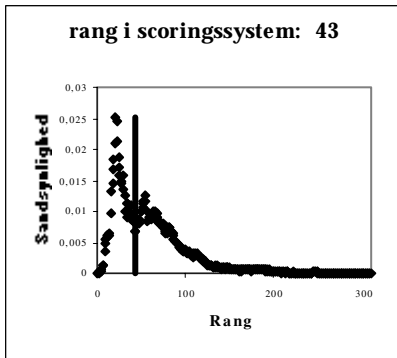
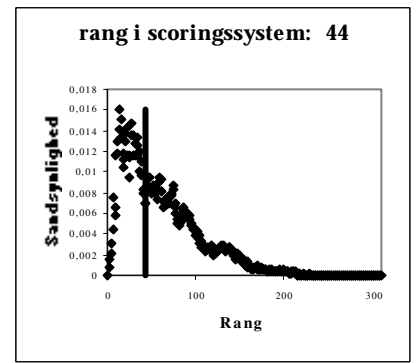
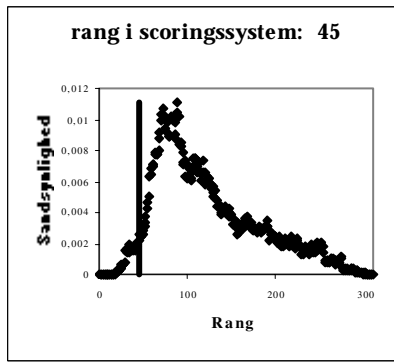
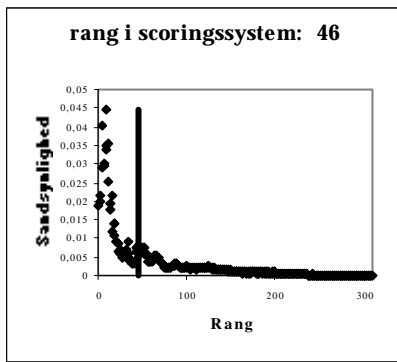


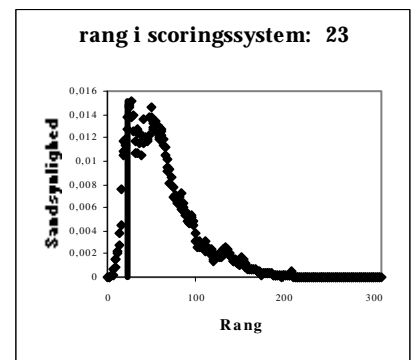
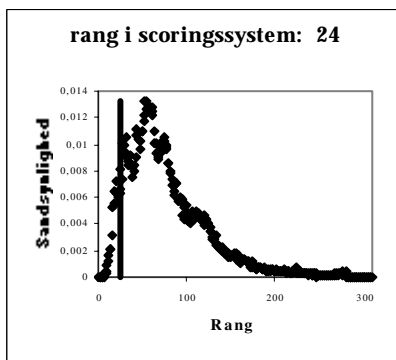
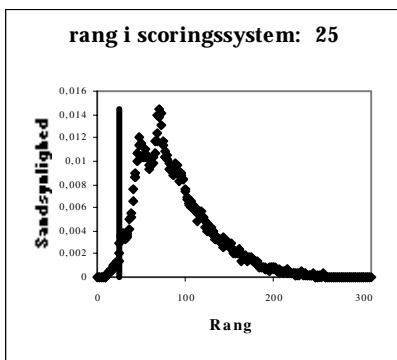
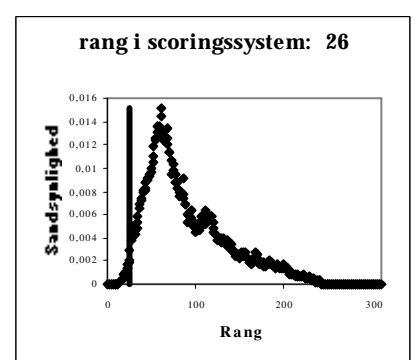
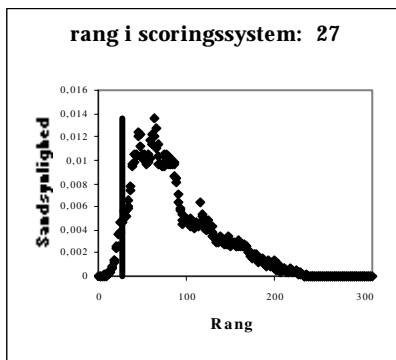
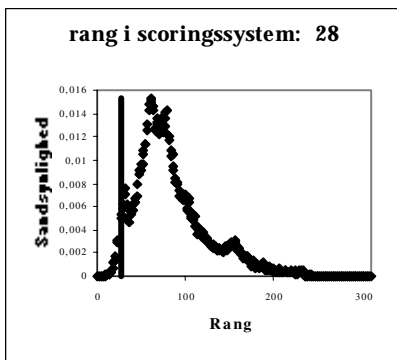
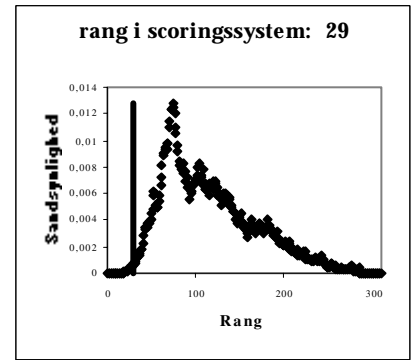
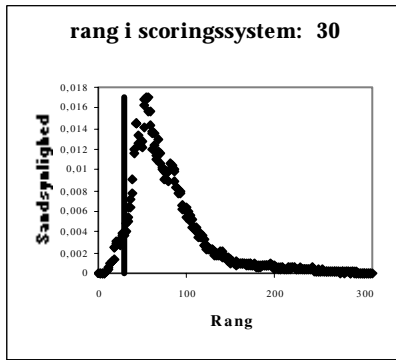
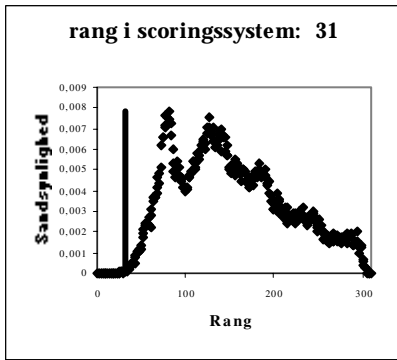
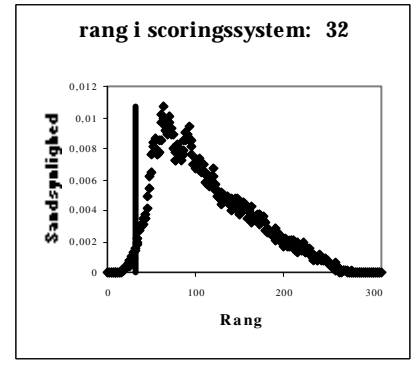
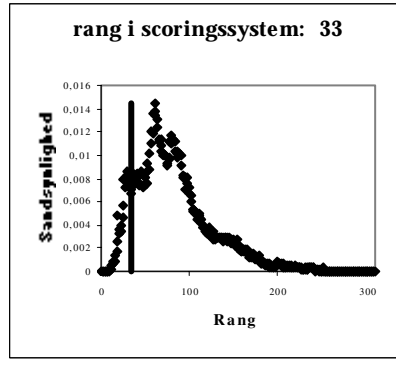
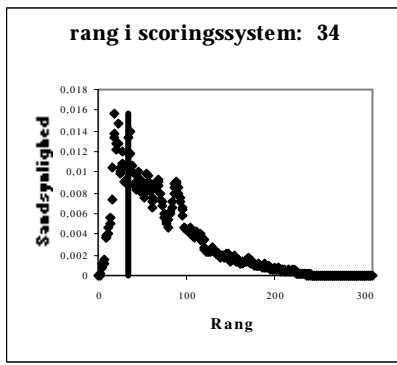


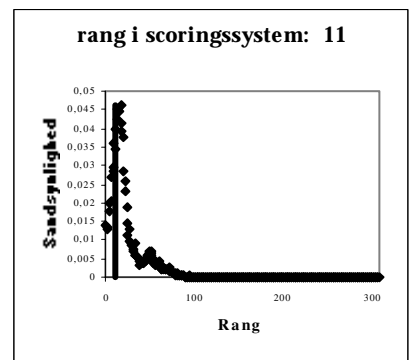
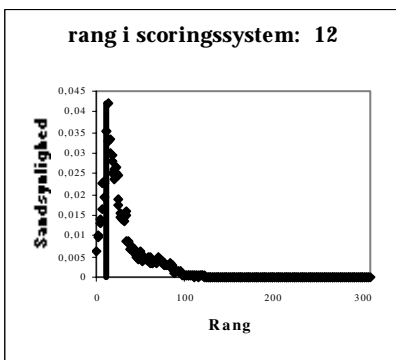
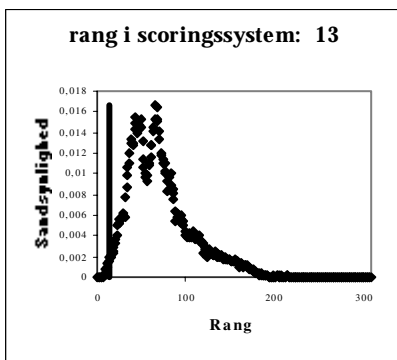
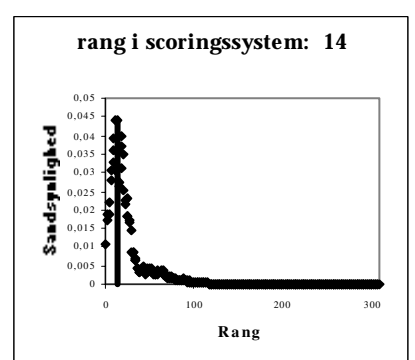
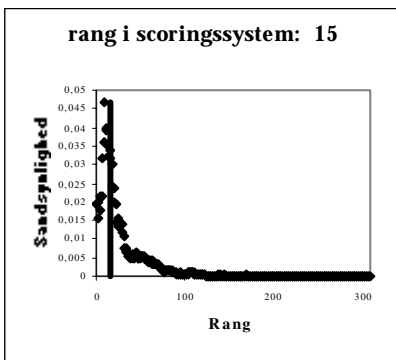
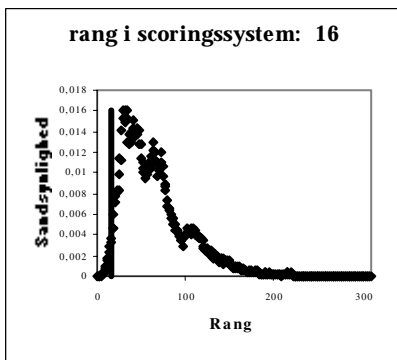
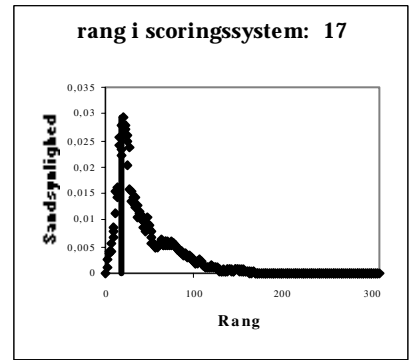
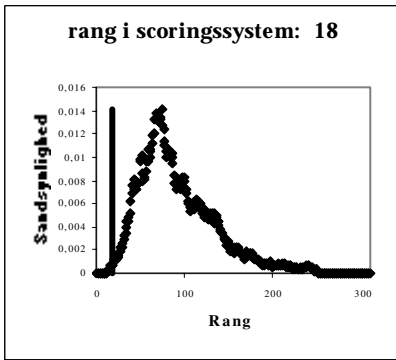
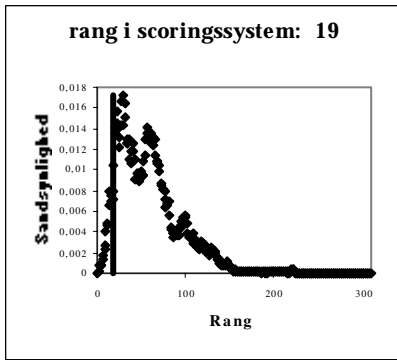
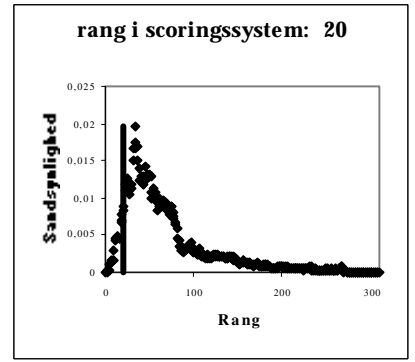
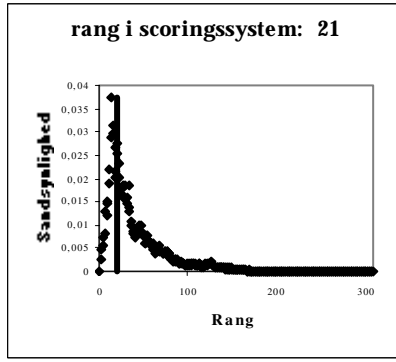
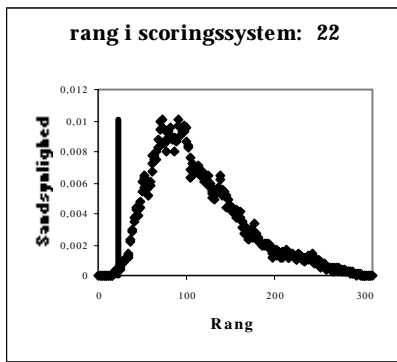




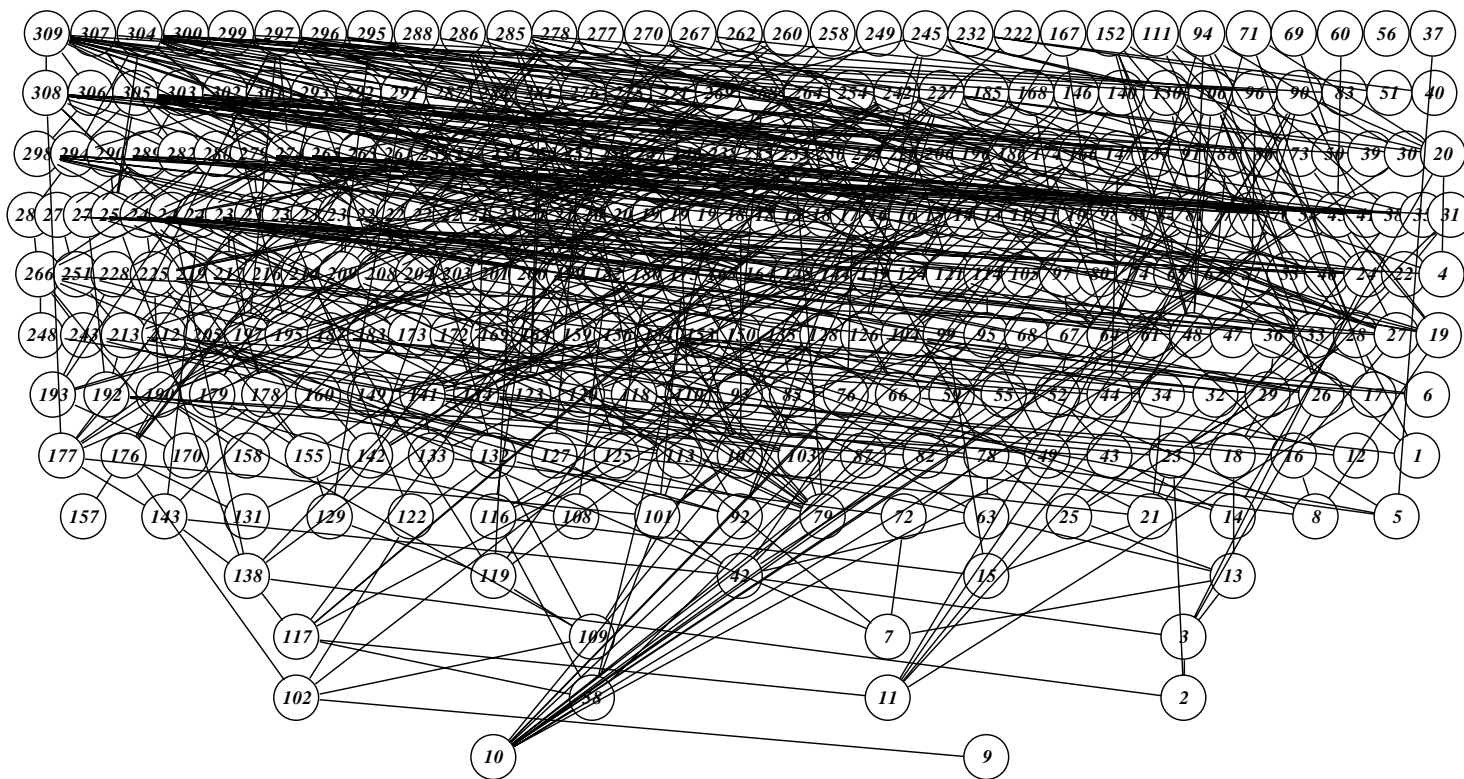








Appendiks 6 Grafisk præsentation af delvis rangordning af lokaliteter i Københavns Amts indvindingsopland: Hasse-diagram



I Hasse-diagrammet ovenfor er vist en grafisk afbildning af den delvise rangordning af forurenede lokaliteter i Københavns Amts indvindingsopland. Rangordningen er foretaget på baggrund af 12 undersøgelsesparametre for V2 lokaliteter, i alt 309 lokaliteter, da lokaliteter som er ens på alle 12 parametre er slået sammen. Deres nummerering svarer til den rang som scoringsystemet tildeler dem indbyrdes.

Det er ikke let at få et overskueligt indtryk af de ordensrelationer som den delvise orden dækker over med så mange lokaliteter. Dog er det muligt at identificere 31 topobjekter i figuren, hvilket betyder at 31 lokaliteter vil kunne få en top placering i et eller andet scoringsystem. Disse øvrige lokaliteter vil aldrig kunne få en absolut topplacering i noget som helst scoringsystem, der anvender de 12 parametre. De mange linjer betyder, at der er meget information tilbage i den delvise orden på trods af at der tages hensyn til alle 12 undersøgelsesparametre. Der er foretaget 4293 fastlagte rangordninger i Figur A1. (Dette antal skal sammenlignes med 43293 konflikter mellem to lokaliteter, hvilket betyder at ingen rangordning kan fastlægges sikkert). Det betyder at en lokalitet i gennemsnit er rangordnet med omkring 14 andre lokaliteter i det komplicerede netværk som Hasse Diagrammet viser.

Danmarks Miljøundersøgelser

Danmarks Miljøundersøgelser - DMU - er en forskningsinstitution i Miljøministeriet. DMU's opgaver omfatter forskning, overvågning og faglig rådgivning indenfor natur og miljø.

Henvendelser kan rettes til:

URL: <http://www.dmu.dk>

Danmarks Miljøundersøgelser
Frederiksborgvej 399
Postboks 358
4000 Roskilde
Tlf.: 46 30 12 00
Fax: 46 30 11 14

*Direktion
Personale- og Økonomisekretariat
Forsknings- og Udviklingssektion
Afd. for Systemanalyse
Afd. for Atmosfærisk Miljø
Afd. for Marin Økologi
Afd. for Miljøkemi og Mikrobiologi
Afd. for Arktisk Miljø
Projektchef for kvalitets- og analyseområdet*

Danmarks Miljøundersøgelser
Vejlsovej 25
Postboks 314
8600 Silkeborg
Tlf.: 89 20 14 00
Fax: 89 20 14 14

*Overvågningssektionen
Afd. for Terrestrisk Økologi
Afd. for Ferskvandsøkologi
Projektchef for det akvatiske område*

Danmarks Miljøundersøgelser
Grenåvej 12-14, Kalø
8410 Rønne
Tlf.: 89 20 17 00
Fax: 89 20 15 15

Afd. for Vildtbiologi og Biodiversitet

Publikationer:

DMU udgiver faglige rapporter, tekniske anvisninger, temarapporter, samt årsberetninger. Et katalog over DMU's aktuelle forsknings- og udviklingsprojekter er tilgængeligt via World Wide Web. I årsberetningen findes en oversigt over det pågældende års publikationer.

Faglige rapporter fra DMU/NERI Technical Reports

2003

- Nr. 444: Tungmetaller i tang og musling ved Ivittuut 2001. Af Johansen, P. & Asmund, G. 32 s. (elektronisk)
- Nr. 445: Modeller til beskrivelse af iltsvind. Analyse af data fra 2002. Af Carstensen, J. & Erichsen, A.C. 60 s. (elektronisk)
- Nr. 447: Modelanalyser af mobilitet og miljø. Slutrapport fra TRANS og AMOR II. Af Christensen, L. & Gudmundsson, H. 114 s. (elektronisk)
- Nr. 448: Newcastle Disease i vilde fugle. En gennemgang af litteraturen med henblik på at udpege mulige smittekilder for dansk fjerkræ. Af Therkildsen, O.R. 61 s. (elektronisk)
- Nr. 449: Marin recipientundersøgelse ved Thule Air Base 2002. Af Glahder, C.M. et al. 143 s. (elektronisk)
- Nr. 450: Air Quality Monitoring Programme. Annual Summary for 2002. By Kemp, K. & Palmgren, F. 36 pp. (electronic)
- Nr. 451: Effekter på havbunden ved passage af højhastighedsfærger. Af Dahl, K. & Kofoed-Hansen, H. 33 s. (elektronisk)
- Nr. 452: Vingeindsamling fra jagtsæsonen 2002/03 i Danmark. Wing Survey from the 2002/03 Hunting Season in Denmark. Af Clausager, I. 66 s.
- Nr. 453: Tålegrænser for kvælstof for Idom Hede, Ringkøbing Amt. Af Nielsen, K.E. & Bak, J.L. 48 s. (elektronisk)
- Nr. 454: Naturintegration i Vandmiljøplan III. Beskrivelse af tiltag der, ud over at mindske tilførsel af næringsalte fra landbrugsdrift til vandområder, også på anden vis kan øge akvatiske og terrestriske naturværdier. Af Andersen, J.M. et al. 67 s. (elektronisk)
- Nr. 455: Kvantificering af næringsstoffers transport fra kilde til recipient samt effekt i vandmiljøet. Modeltyper og deres anvendelse illustreret ved eksempler. Nielsen, K. et al. 114 s. (elektronisk)
- Nr. 456: Opgørelse af skadevirkninger på bundfaunaen efter iltsvindet i 2002 i de indre danske farvande. Af Hansen, J.L.S. & Josefson, A.B. 32 s. (elektronisk)
- Nr. 457: Kriterier for gunstig bevaringsstatus. Naturtyper og arter omfattet af EF-habitatdirektivet & fugle omfattet af EF-fuglebeskyttelsesdirektivet. Af Søgaard, B. et al. 2. udg. 460 s. (elektronisk)
- Nr. 458: Udviklingen i Vest Stadil Fjord 2001-2002. Af Søndergaard, M. et al. 25 s. (elektronisk)
- Nr. 459: Miljøøkonomiske beregningspriser. Forprojekt. Af Andersen, M.S. & Strange, N. 88 s. (elektronisk)
- Nr. 460: Aerosols in Danish Air (AIDA). Mid-term report 2000-2002. By Palmgren, F. et al. 92 pp. (electronic)
- Nr. 461: Control of Pesticides 2002. Chemical Substances and Chemical Preparations. By Krongaard, T., Petersen, K. & Christoffersen, C. 30 pp. (electronic)
- Nr. 462: Bevaringsstatus for fuglearter omfattet af EF-fuglebeskyttelsesdirektivet. Af Pihl, S. et al. 130 s. (elektronisk)
- Nr. 463: Screening for effekter af miljøfarlige stoffer på algesamfund omkring havneanlæg. Af Dahl, K. & Dahllöf, I. 37 s. (elektronisk)
- Nr. 465: Miljøundersøgelser ved Maarmorilik 2002. Af Johansen, P., Riget, F. & Asmund, G. 62 s. (elektronisk)
- Nr. 466: Atmosfærisk deposition 2002. NOVA 2003. Af Ellermann, T. et al. 88 s. (elektronisk)
- Nr. 467: Marine områder 2002 - Miljøtilstand og udvikling. NOVA 2003. Af Rasmussen, M.B. et al. 103 s. (elektronisk)
- Nr. 468: Landovervågningsoplände 2002. NOVA 2003. Af Grant, R. et al. 131 s. (elektronisk)
- Nr. 469: Søer 2002. NOVA 2003. Af Jensen, J.P. et al. 63 s. (elektronisk)
- Nr. 470: Vandløb 2002. NOVA 2003. Af Bøgestrand, J. (red.) 76 s. (elektronisk)
- Nr. 471: Vandmiljø 2003. Tilstand og udvikling - faglig sammenfatning. Af Andersen, J.M. et al. 157 s., 100,00 kr.
- Nr. 472: Overvågning af Vandmiljøplan II - Vådområder 2003. Af Hoffmann, C.C. et al. 83 s. (elektronisk)
- Nr. 473: Korrektion for manglende indberetninger til vildtudbyttestatistikken. Af Asferg, T. & Lindhard, B.J. 28 s. (elektronisk)

I denne rapport evalueres Københavns Amts prioriteringssystem til oprensning af forurenede grunde. Systemet er baseret på et scoringssystem hvor undersøgelsesparametrenes bidrag til forureningsrisikoen kvantificeres efter samme skala. Dette medfører nogle uønskede påvirkninger af det endelige prioriteringsindeks. Den generelle indflydelse på prioriteringsindekset af strukturen i scoringssystemet samt de enkelte parametres indflydelse er således kortlagt med en uafhængig metode. Denne metode er baseret på delvis rangordning hvor de enkelte undersøgelsesparametre ikke kvantificeres efter samme skala. Prioriteringsindekset for de to metoder er sammenlignet og forslag til justering af scoringssystemet er givet.