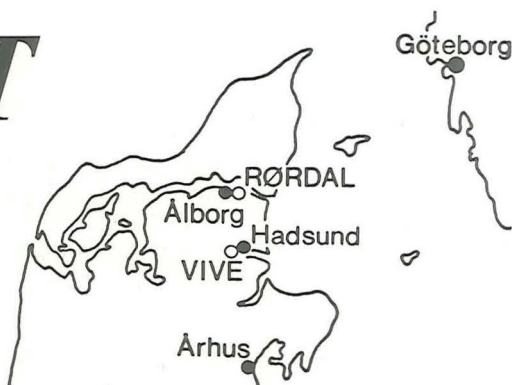


KARST



af Erik Stenestad

I Jugoslavien strækker der sig langs Adriaterhavet en kæde af tertiære foldebjergene. Bjergene mellem Rijeka og Triest, også kaldet Karst-bjergene, er kendt af de fleste Jugoslaviensfarere. Her træffes et meget særpræget landskab, som er opstået ved det rindende og nedsivende vands påvirkning af kalkklipperne og kalkundergrunden. Den geografiske betegnelse har derfor lagt navn til tilsvarende over- og underjordiske landskabsformer i andre områder: der tales om karst-topografi, karst-huler, karst-fænomener, eller slet og ret karst.

Hvordan dannes karst ?

Fire forhold er af betydning ved karst-dannelse. For det første må der være bjergarter, som kan opløses af det rindende og nedsivende vand. Dernæst må der være både en passende afstrømning og nedbør og også tid nok.

Kalksten, dolomit, gips og stensalt kan opløses af vand. Gips i forholdet 1:400, kalksten knap så let, i forholdet 1:1000. Det danske Skrivekridt, der flere steder findes tæt under jordoverfladen, er som en kun delvis hærdnet kalkbjergart meget sårbar over for karst-processer.

Karstfænomener udvikles bedst, hvor opløselige bjergarter befinder sig over grundvandsspejlet, og hvor vandet kan trænge ned i kalkstenen. Hvis der findes "vandstandsende" lerlag over kalkundergrunden, bliver nedsivningen så langsom, at karst kun udvikles, hvis nedbørs- og grundvandsforholdene holdes konstante over meget lange tidsrum. Karst kan imidlertid også dannes under grundvandsspejlet, når afstrømningen er stærk nok. Det kan få floder til at forsvinde ned i jorden.

Regnvand indeholder opløst CO_2 fra luften og er en svag syre. Nedsivende vand kan blive yderligere surt, når det passerer planterødder, der ånder ved at optage ilten (O_2), som er opløst i vandet, og "udånde" CO_2 . Vandets surhedsgrad kan også være betinget af opløste humussyrer fra ovenliggende jordbundslag eller tørvedannelser.

Geologisk set er karst-dannelse en temmelig hurtig proces. I Danmark viser kalkholdige aflejringer, som er dannet EFTER istidens afslutning ved omlejring af kridt-materiale, således flere karst-fænomener. Meter-dybe rørformede "skorstene" (doliner) kan dannes i løbet af 10-15.000 år. Måske har der også før istiden været dannet karst i Danmark, men de gentagne nedslag synes at have udsløttet sporene. Mens Danmark var helt eller delvis isdækket, var karst-dannelsen midlertidigt standset, fordi jordlagene og højtliggende undergrund var permafrosne og ikke vand- men isfyldte i porrerum og revner.

Dansk karst

De danske karst-fænomener er knyttet til områder, hvor kalksten når tæt op mod jordoverfladen, dvs særlig i Nordjylland, på Møn og i Sydsjælland. Kalkens ufuldstændige hærkning og mange sprækker sætter dog ofte visse grænser for, hvor store karst-huler der er blevet udviklet. Til gengæld kan der være mange små. Når "skorstene" vokser til mere end 5-6 m i bredden, styrter de let sammen og efterlader et jordfaldshul i overfladen. Jordfaldshuller af denne størrelse er almindelige i bl.a. Allindelille Fredskov på Sjælland, på Høje Møn (Hunosø, Almesø m.v.) og Himmerland. I Rold skov findes mange eksempler, ikke mindst "Røverstuen" er velkendt. Blåkilde menes også at være dannet ved karstprocesser.

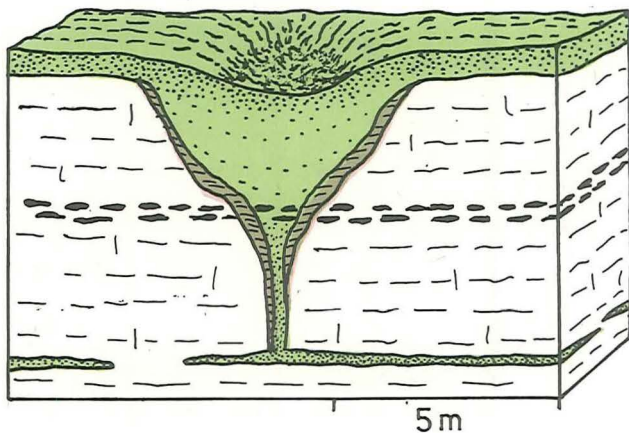


Figur 1. Skorstene i højtliggende kridt, vestside i vejgennemskæring (Hasseri-vej-Pilekrogen) lige vest for Sorthøj. Foto Danmarks Geologiske Undersøgelse 23. juni 1969.

Men alle jordfaldshuller behøver ikke at være ægte doliner eller karst-fænomener. Uden boring eller udgravning er det svært at adskille karst-dannede opløsningstragte og indstyrtningshuller fra de lokale huller i jordoverfladen, som dannes, hvor begravede dødisklumper og ismasser er smeltet bort. Vil man være sikker, må man se på, hvad der ligger under hullet - og det er netop det, man har gjort i Rørdal kridtgrav ved Ålborg. Her har man ved afskrabningen af overjorden afdækket kridtoverfladen, og kridtbrydningen har skabt instruktive snit gennem undergrundens forskellige karstformer.

”Skorstenene” ved Rørdal

Rørdal-området, hvor skrivekridtet ligger lige under overfladen, hæver sig i dag som et bakke- og dal-land over det omgivende land. Da isen smeltede bort, og det sen-glaciale Yoldiahav dækkede store dele af Nordjylland, skyllede havet mod Rørdal-øens skrænter, og da Stenalderhavet efter Fastlandstiden bredte sig, gendannedes øen. Det højtliggende skrivekridt er kraftigt opsprækket, ikke blot øverst oppe, hvor istidens gletschere har slidt og presset, men også dybere nede. Forud for istiden indtraf tektoniske forstyrrelser, der udløste forkastninger og dannede dybtgående revner og spalter i kridtlagene.

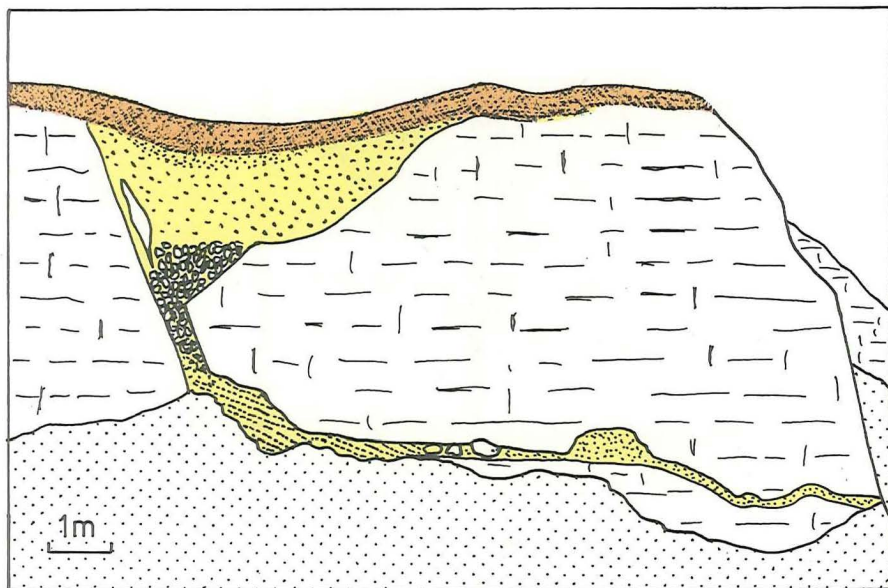


Figur 2. Tragtformet doline. Ved opmålingen var overjorden og det meste af sandfyldet fjernet, men det er her vist, som det kan tænkes at have ligget før det blev fjernet. Næderst i tragtens bund kan grænsen mellem skrivekridtet og ler-silt-sandfyldet (orange) ses. I tragtens bund blev sandfyld med vandrette flintlag udgravet. I gravefronten i bruddet (blokkens forside) kunne der iagttages stejltstillede sprækker med forkislet materiale og vandrette kanaler fyldt med skrålejret fint sand.

Og sprækkerne er karst-processernes første angrebssted. Hvor de mødes fremmes nedsvivningen af det aggressive overfladevand, og der dannes "skorstene" eller opløsningstragte i kalken. Skorstenene er lodrette, jordfyldte "rør", der typisk er 1/2 m i diameter og mellem 1 og 2 m dybe. De ses med 5-10 meters mellemrum i de fleste dele af Rørdal kridtgraven, men ved nedkørslen til Limfjordstunnelen kunne der under anlægsarbejdet ses særlig mange skorstenene. De var af almindelig tykkelse og dybde, men lå med en indbyrdes afstand på 2-3 m.

Det er svært nøjagtigt at sige, hvor gamle disse skorstenene er. Men hvis man antager, at opløsningen er skredet frem med samme hastighed som i de skorstenene, der er dannet i sen-glaciale kridtholdige aflejringer, det vil sige mellem 10 og 20 cm per år, så kan Rørdal skorstenene være mellem 5 000 og 10 000 år gamle. Altså fra Efteristiden.

Ved Vive nær Hadsund findes en over 7 1/2 m dyb skorsten i kalken. Hvis det er rigtigt at regne på samme måde i dette tilfælde, må den være mellem 35 000 og 75 000 år gammel, og det vil sige, dannet før sidste istids gletschere dækkede Danmark. Men den slags regnestykker er mere spændende end pålidelige.



Figur 3. Tragtformet doline opmålt i sydveggen af Dybdalens kridtprofil. Et stejltstillet sprækkesystem har dannet udgangspunkt for det nedsvivende vands opløsning. Herved er dannet en kanal og en lille karsthule, der er udfyldt med skrålejret sand og grovt flodgrus med 20-50 cm store sten.

Større doliner

Mens skorstenene er meget almindelige i kridtgraven ved Rørdal er større doliner sjældne, men både tragtformede doliner og indstyrtnings-doliner har kunnet ses. Fig. 2 viser en tragtformet doline, som den ville have set ud, før overjorden blev fjernet. Det meste af tragten var fyldt med sandet jord, men nærmest tragtsens yderkant, op mod det u-opløste kridt, forekom et kalk-holdigt siltlag. Helt i tragtsens bund udgravedes sandjord og vandrette flintlag. Tragten ser ud til at have haft forbindelse med vandrette revner, der nu er udfyldt af skrålejret fint sand.

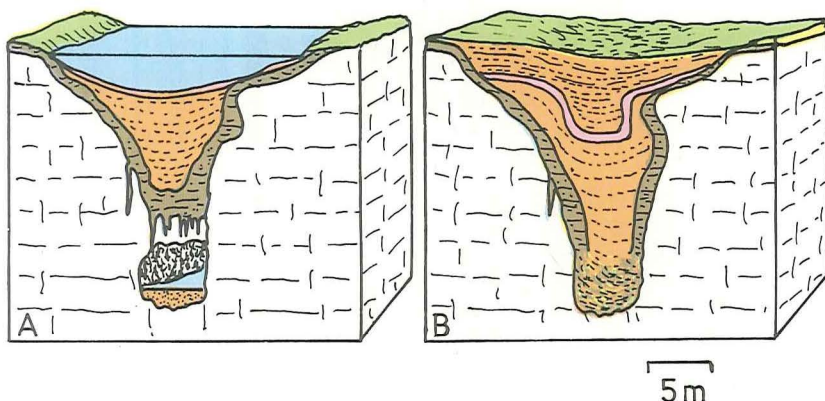
En anden tragtformet doline er vist i fig. 3. Den er opmålt i sydvæggen af Dybdalens kridtprofil, fig. 4. Her har en stejlt hældende forkastning dannet udgangspunkt for opløsningen langs revner og sprækker. Øverst fyldes tragten af nedskredne kridtbrokker og lagdelt finsand, så følger groft grus og i den lille kanal og karst-hule, som udgår fra tragtsens bund, fandtes skrålejret sand og grus.

Hvor kridtet har været særligt gennemsat af sprækker, har doliner kunnet dannes på rad og række, og smelte sammen, når de voksede i bredde. Derved opstod en lille dal med stærkt vekslende relief i bunden. Der er flere dale af den-



Figur 4. Profil gennem Dybdalen, som er bevaret i et parti mellem to åbne brud, hvoraf det ene ses til venstre i billedet. Profilet skyldes, at der er gravet en vej på tværs af dalen, så gravemaskiner kan komme let fra det ene brud til det andet.

ne type i Rørdal-området. Foruden Dybdalen, findes et begravet flodsystem, som på luftbilleder kan følges ind over tilgrænsende kridtbakker i Ålborg-området.



Figur 5. Model for dannelsen af en karstbetinget dal ved Ålborg. Til venstre ses et søbassin eller flodløb, hvor et silt-lag er aflejret ovenpå lagdelt sand. I Kridtet under disse aflejringer findes en karsthule med eget vandspejl og sedimentation.

Til højre ses hvordan situationen er i dag. Forløbet af silt-laget over det lagdelte sand viser, at der er sket en brat indsykning (ca. 4 m) af dalens bund, fordi den underliggende karsthule er styrtet sammen. Efter indstyrtningen er nye aflejringer afsat oven over siltlaget, men der er endnu en synlig dalsænke i overfladen.

I et udgravningsprofil kan det ses, at der må være sket en indsykning af dalens bund, da den var næsten fyldt op med lagdelte sandaflejringer, fig. 5. En boring viste, at dalen her var ca. 20 m dyb. Den bratte indsykning skyldes sikkert, at en underliggende karst-hules loft er styrtet sammen. Indstyrtningen forplantede sig op gennem smeltevandsfyldet - helt til søbunden, hvorved det karakteristiske siltlag sank med ned.

Dolinerne ved Rørdal må være dannet som fluvio-karst, dvs udformet ved både opløsningsprocesser og floderosion. Floderne må flere steder have haft underjordiske løb, og en boring i Dyddalen viser, at opløsningen har foregået næsten 50 m under dalens overflade.

Iagttagelserne i Rørdal-området tyder på, at doline-dannelsen skete i to trin. Først en fase, hvor der var underjordisk afstrømning igennem karst-kanaler, hvis retning kontrolleredes af sprækkesystemerne. Dernæst en yngre fase, hvor de underjordiske løb er styrtet sammen, og afvandingen skete mere overfladisk.

Det er imidlertid ikke så let at tidsfæste disse to udviklingstrin. Forekomsten af de skrålejrrede sand- og gruslag tyder dog på, at smeltevand kan have spillet ind, hvis ikke ligefrem den første udviklingsfase med de underjordiske karstløb daterer sig helt tilbage fra Tertiærtiden ?

Den sidste udvikling, efter sammenstyrtningen, foregik sandsynligvis i Efteristiden.

Er karst-geologi nyttig ?

Hvad kan alt dette så bruges til ?

Det har naturligvis praktisk betydning, at forekomster af opfyldte skorstene og doliner og afvandingsforholdene i en kridtgrav kan forudsiges - både i forbindelse med brydning og anlægsarbejder. Kridt og kalksten danner også tit vigtige grundvandsreservoirer, og tilstedeværelsen af karstfænomener vil i værste fald kunne bringe forurenat vand i direkte kontakt med grundvandet.

Anbringelse af olietanke og lossepladser, for slet ikke at tale om underjordisk deponering af radioaktivt affald, i områder med højtliggende kridtaflejringer, bør derfor være en opgave for kendere.



Fontaine de Vaucluse er en karstbetinget kilde i kalkstensområdet ca. 25 km øst for Avignon i Sydfrankrig. Kilden er omkring 10 m i diameter og er periodevis stærkt vandførende. Fontaine de Vaucluse blev allerede i 1300-tallet udødeliggjort som (3-stjernet) turistlokalitet af den italienske digter Petrarca. Som målestok ses to personer ved vandkanten. Foto: I.A.Svendsen.