

En verden av vann

Colorado ligger langt fra Norge. Men i epoken som kalles sen kritt lå Colorado og Norge litt nærmere hverandre, både geografisk og geologisk.

Robert W. Williams (tekst og foto)

94 millioner år gamle kalksteinslag ligger i dagen langs en jernbaneskjæring midt i staten Colorado i USA. Bergartene ligner lag som ble avsatt på samme tid i andre deler av verden, blant annet Norge. De inneholder samme planter og dyr og avspeiler tilsvarende endringer i miljø og havnivå. Selv om kalksteinlagene er påvirket av lokale

Nord-amerikanske forhold fra den gang de ble dannet, kunne de ha vært avsatt i Sør-England, i Tunis eller på norsk kontinentalsokkel. Hva var det som skjedde for 94 millioner år siden og som gjorde marine miljøer så ensartet over hele kloden? For å forklare dette, kan det være en fordel å betrakte vår planet gjennom en paleontologs øyne.

Bergarter med stil. Paleontologen studerer avsetningsbergarter på samme måte som kunsthistorikeren analyserer store kunstverk. Historikeren vurderer et maleri i forhold til tiden mesterkunstneren levde. Middelalder, renessanse, barokk og andre perioder i europeisk kunsthistorie avspeiler stadier i vår kulturelle utvikling. Religion, ideer,

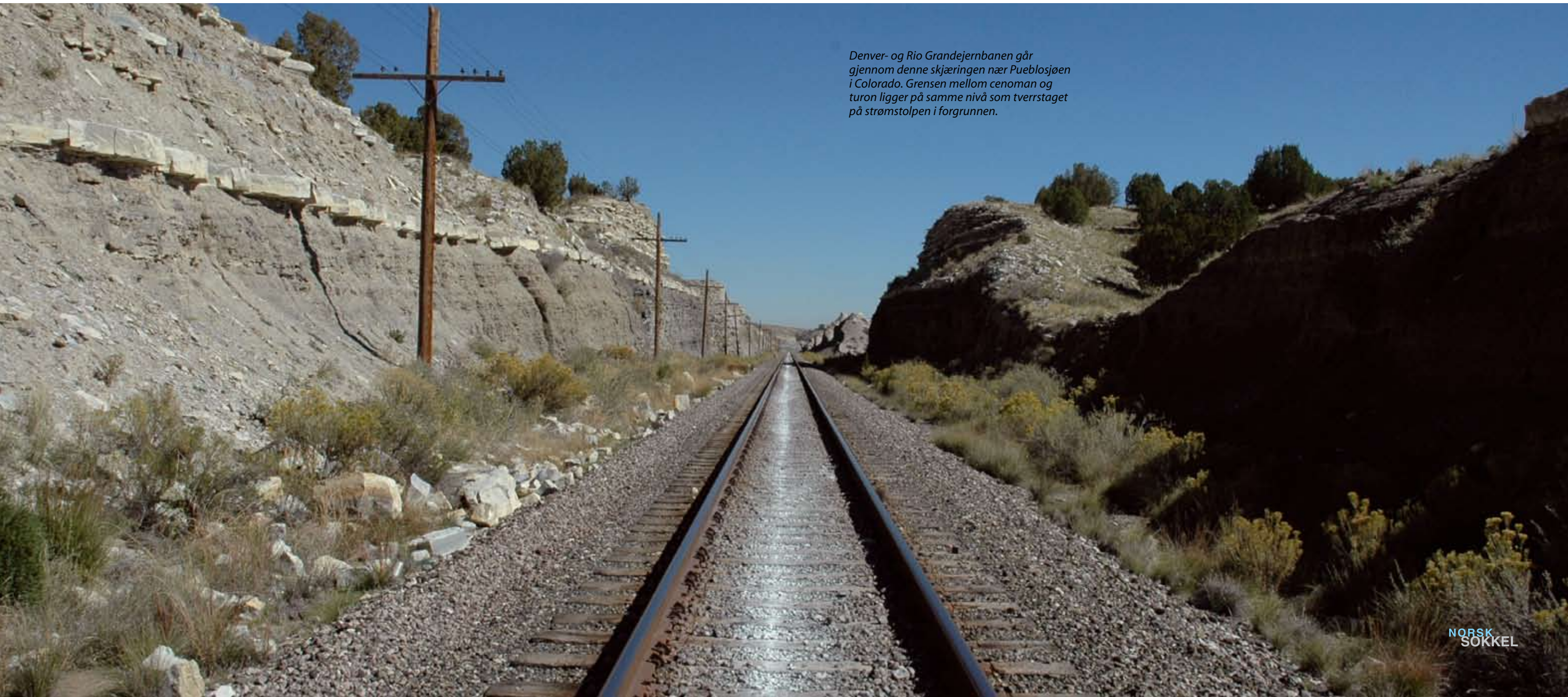
teknologi og sosiale forhold spiller en viktig rolle i utformingen av stilarter fra ulike perioder. I tillegg er stilarter påvirket av et utall av impulser som kunstneren uttrykker på ulike måter. Kunst påvirker kultur og kultur påvirker kunst gjennom et komplekst nettverk av samhandlinger. Kunsthistorikeren får en mengde informasjon om den menneskelige tilstand ved å undersøke motiv, symbolikk, stil og maleteknikker.

Uten dette perspektivet, forblir informasjonen skjult.

På samme måte forstår paleontologen bergarter og fossiler i forhold til hvor og når de ble avsatt. Hver geologisk periode karakteriseres av en bestemt "stilart" innenfor den biologiske evolusjonen. Klima, geografi og tilgjengelige ressurser spiller en viktig rolle i utforming av organismer og økosystemer. Ved å undersøke sediment-

type, fossilinnhold, paleogeografi og mange andre faktorer, kan paleontologen samle mye informasjon om jordens historie. Uten dette perspektivet forblir jordens historie skjult.

Bevegelige kontinenter. Mot dette bakteppet får klippene langs jernbaneskjæringen i Colorado ny mening. Verdensgeografien i sen kritt var svært forskjellig fra i dag. Årsaken til det var



Denver- og Rio Grandejernbanen går gjennom denne skjæringen nær Pueblosjøen i Colorado. Grensen mellom cenoman og turon ligger på samme nivå som tverrstaget på strømstolpen i forgrunnen.

vekslende havnivå og klima som var påvirket av kontinentenes stadige vandring og landjorda varierende høydeforskjeller. Temperaturen på jorda var høy, og en større andel av landjorda enn i dag var dekket av hav.

Endringene skyldes platetektonikk, en mekanisme som driver den langsomme forskyvning av platene som utgjør det ytre tynne og harde skallet på jordkloden. Havbunnsbredningen foregår langs dyphavsrygger der tung havbunnskorpe trengs ut av skjøtene mellom enorme basaltplater. De lette, flytende kontinentene er bare gratispassasjerer på turen. En gang imellom støter kontinentene sammen og skyver opp fjellkjeder som Himalaya og Alpene. Andre steder synker tung havbunnskorpe ned langs kolliderende plater og blir smeltet om i jordens indre. Dette danner øybuer som Aleutene og vulkanske fjellkjeder som Andes.

Kontinentaldrift påvirker det globale klimaet ved at havstrømmer, atmosfærisk sirkulasjon og havnivåer endres. Erosjonen intensiveres langs fjellkjeder som dannes ved platesammenstøt. Dette øker sedimenttilførselen til havs, noe som medfører kjemiske reaksjoner som fjerner karbondioksid fra luft. Den globale temperaturen synker. Havbunnsbredningen fører til at konsentrasjonen av enkelte stoffer i havet

endres. Dette påvirker økosystemer og den biologisk evolusjon. Alt dette styrer hvor og hvordan det forekommer liv og avsetning av sedimenter. På samme måte som formspråket blant trendsettende mestere i kunsten påvirkes av ulike impulser og tiden de lever i, influeres avsetninger, liv og klima gjennom et komplisert nettverk av samhandlinger.

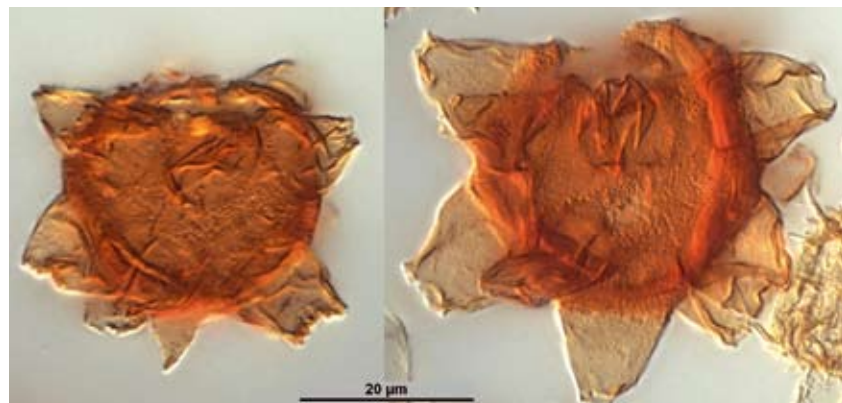
Vannplaneten. Ingen store kontinenter kolliderte med hverandre i kritt. Derfor var fjellkjedene mindre utbredt og ikke så høye som dagens. Det foregikk en intens havbunnsbredning i sen kritt, og som følge av dette svulmet spredningsryggene. Dette førte til at havbassengene ble mindre, og havet ble tvunget innover det som er tørt land i dag. Datidens uvanlig flate topografi gjorde det mulig for havet å trenge langt innover land og skape tydelige endringer i global geografi og klima. Jorden ble en vannplanet av oversvømte kontinenter med varmt, marint klima.

Nord-Amerika krympet til tre øyer på størrelse med India. Den ene var lang og smal og strakte seg fra Mellom-Amerika til Alaska. Det sentrale og østlige USA og deler av Manitoba, Ontario og Québec utgjorde en annen øy. Den tredje øya lå mot nord og bestod av Nunavut-territoriet. I moderne geogra-

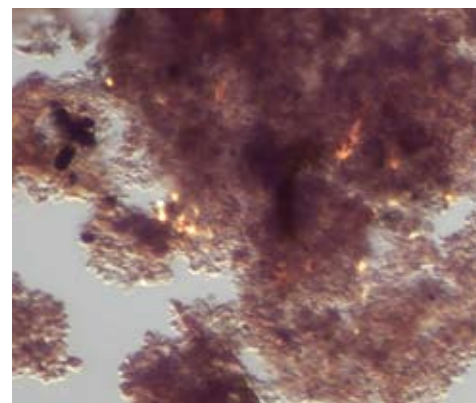
fiske terminologi hadde det vært mulig å seile fra Nicaragua til Nordpolen ved å holde nordlig kurs gjennom USAs store sletter og det vestlige Canada. En havseilas på 5000 km fra Colorado direkte til Norge ville ha fulgt en nordøstlig kurs over Nebraska og Dakota, gjennom Saskatchewan og Manitoba og østover gjennom Hudsonbukta. Fra sørsippen av Grønland var det bare 1500 kilometer til Nordsjøen.

Lagene av bergarter ved jernbanskinne i Colorado viser at de artene av mikroplankton som fantes i sjøene som delte Nord-Amerika i tre, har likheter med samtidige arter i kritt havet utenfor Norge. Datidens havforbindelse til Nord-Europa er nøkkelen til denne likheten.

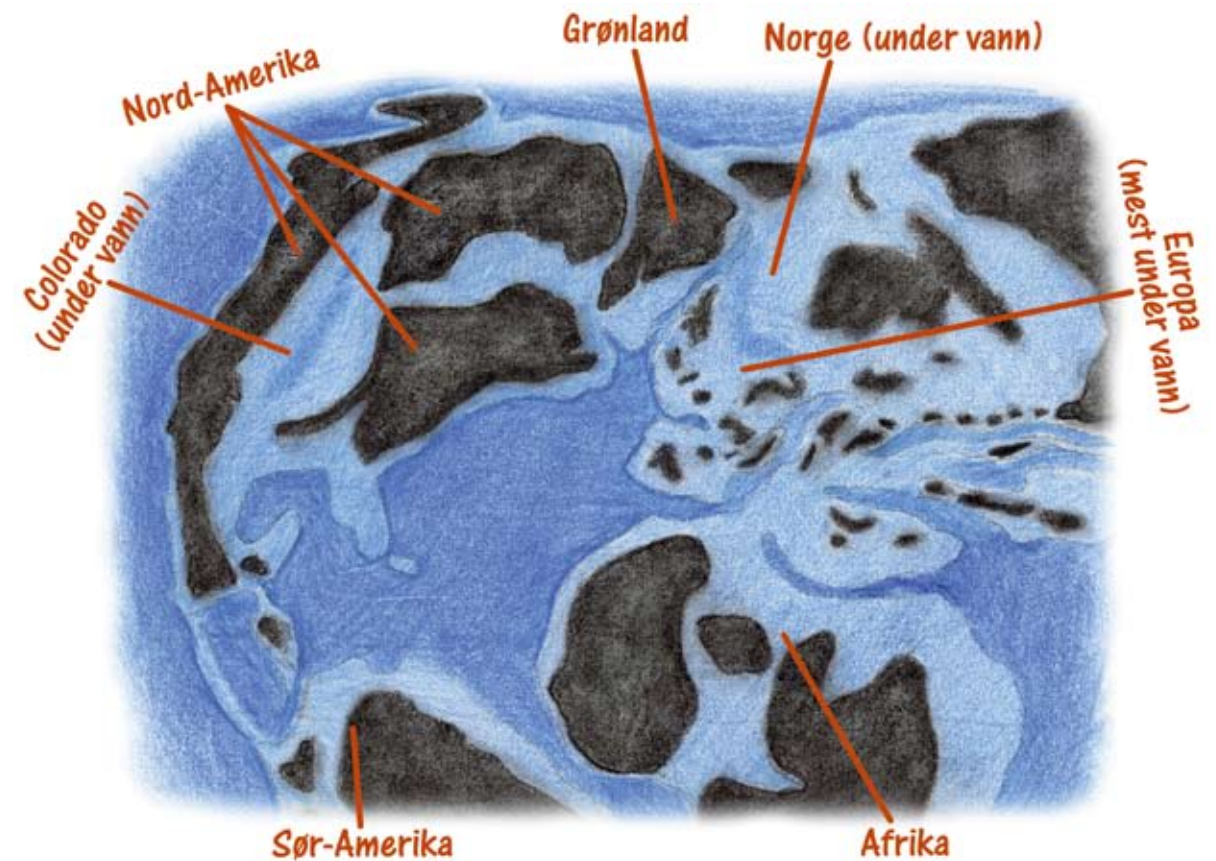
Organisk kliss. Kalksteinslagene i Colorado viser også en annen imponerende likhet med samtidige avsetninger på norsk kontinentalsokkel. Lagpakken starter på sørsiden av jernbanen med svart, laminert leirstein. Disse lagene deler seg i tynne flak, fordi det opprinnelige leirslammet aldri ble forstyrret av gravende dyr. Når denne steinen løses opp i syre, blir det igjen et gelatinaktig organisk kliss av mikroskopiske algefossiler. Dette er bakterie-degradert mikroplankton, som er råmateriale for hydrokarboner. Disse 94 millioner år gamle



To eksemplarer av 94 millioner år gamle *Lithosphaeridium siphoniphorum*, et fossilt dinoflagellat. Eksemplaret til venstre er fra Colorado, det til høyre er fra norsk kontinentalsokkel. Målestokk: 0,02 millimeter



Organisk materiale fra svartleirelagene ved jernbanen. Dette består for det meste av bakterie-degraderte mikroplanktonrester.



Verdenskart fra slutten av cenoman, for 94 millioner år siden

avsetningene er en viktig kildebergart for petroleum i mange sedimentbassenger rundt om i verden. Forholdene som la grunnlaget for at denne algemassen ble dannet, må ha vært vanlig i havene på denne tiden. Bunnvannet over store havområder var oksygenfritt. Det eneste liv som kunne tære på det døde mikroplanktonet var bakterier som ikke trenger oksygen.

Det gåtefulle globale oksygenunderskuddet i verdenshavene på denne tiden kan ha sammenheng med salt. I dag blir vannmassene rørt rundt av havstrømmer, selv i de dypeste havbassenger. Havstrømmene får sin drivkraft av tetthetsforskjell mellom kaldt vann med høyt saltinnhold og varmt vann med lavt saltinnhold. Ved høye breddegrader synker det kalde, salte vannet og blir erstattet av varmt, mindre saltholdig vann fra lavere breddegrader. Det er slik verdenshavene i dag fordeler solvarmen.

Økologisk katastrofe. Betingelsene for havstrømmer og varmefordeling i sen

kritt var imidlertid annerledes på flere måter. Det fantes ikke is på havnivå. Derfor kunne ikke kaldt, saltholdig vann dannes ved høye breddegrader. Det finnes faktisk observasjoner som indikerer det motsatte. Det globale havnivået var svært høyt. Enorme innlandshav økte både det totale havflatearealet og fordampingen. Ekstremt saltholdig tropisk vann kan ha sunket ved lave breddegrader på grunn av nedkjøling om vinteren.

Oksygenmangel. Kaldere, tyngre saltanriket vann kan ha forårsaket lagdeling av vannkolonnen i dyphavene og grunne innlandshav.

Dermed ble oksygen fra overflaten hindret i å nå ned til bunnvannet. Dette var kanskje opphavet til den globale forekomsten av svart leirstein for 94 millioner år siden. Den var altså et resultat av en naturlig forekommende økologiske katastrofe. Sett i dette perspektivet maler bergartene ved jernbanskjæringen et dystert bilde av en viktig hendelse i vår planets historie. ❄

Gyllen nagle

Kalksteinslagene som ligger i dagen langs jernbanskjæringen nær Pueblosjøen i Colorado er geologisk viktige på grunn av et vedtak som ble fattet i 2003. Den internasjonale stratigrafiske kommisjonen vurderte flere godt utviklede forekomster over hele verden, og bestemte at den "gyllne naglen" som definerer grensen mellom cenoman og turon skulle plasseres på dette stedet. Dermed har bergartene langs denne jernbanestrekningen global betydning.

Plastsmykker

Marin palynologi er et fagområde innen paleontologien som handler om en stor gruppe encellemikroplankton som heter dinoflagellater. Mange av disse gjennomgår et livssyklusstadium hvor de omgir seg med et motstandsdyktig, ofte vakkert dekorert skall av bøyelig organisk polymer. Dinoflagellatene ser ut som smykker av plast, og de er viktige for å bestemme alder og avsetningsmiljø av sedimentære bergarter.