

Gudenåen – fra istid til elværk

Af Georg Stenstrop

Gudenåen er Danmarks længste vandløb. Artiklen forklarer om Gudenåens naturlige udvikling og kulturhistoriske udnyttelse. Området er udnævnt til national geotop.

Gudenåen

Navnet Gudenå er afledt af den oprindelige betegnelse Guthen, som betyder "den til guderne indviede". Senere er Gudenå blevet til Gudenåen, som i dag er det mest almindelige navn.

Uffe Elleman-Jensen skriver i sin bog om Gudenåen, at sagnet fortæller, at det var ved Gudenåens udspring, ynglingen Gudar røvede en ung pige og førte hende bort på en kærre. Han styrede den ad snoede stier for at narre sine forfølgere, men pigens far gik til den kloge mand i Tørring. Og han kaldte alle bække og kilder sammen, og de fulgte Gudars snoede spor. Røveren blev indhentet af vandet ved Randers, han druknede med hest og kærre, men pigen slap fri. Og vandene blev til Gudenåen - Danmarks længste flod.

Gudenåen er Danmarks længste vandløb; 146 km lang, eller 158 km, hvis man regner udløbet i Randers Fjord med. Åen udspringer i Tinnet Krat i 70 meters højde NNV for Vejle – kun få hundrede meter fra udspringet for Skjern Å. På sin vej til udløbet i Randers Fjord har åen adskillige større tiløb, bl.a. af Matstrup Å, Salten Å, Funder Å, Gjern Å, Alling Å og Nørreå. Den løber gennem flere større søer i Det Midtjyske Søhøjland, bl.a. Mossø, Gudensø, Julsø, Borre Sø, Silkeborg Langsø samt den kunstige Tange Sø. Gudenåens afvandingsområde dækker et areal på 2.643 km² og medreg-

nes oplandet til Randers Fjord, er arealet 3.300 km².

Hærvejen følger i store træk den vestlige del af Gudenåens vandskel frem til Viborg, hvor skellet drejer mod øst i retning af Randers. Fra udspringet har den østlige del af vandskellet et mere uregelmæssigt forløb, der over lange strækninger følger den Østjyske Israndslinje.

Gudenå Systemet – den geologiske historie

Nutidens Gudenådal er en del af et tidligere mere omfattende system af dalstrøg, der ledte smeltet vandet bort under afsmeltningen af is mod afslutningen af sidste istid – dette er Gudenå Systemet. Gudenå Systemet er beliggende mellem Hovedopholdslinjen i vest og den Østjyske Israndslinje i øst. Gudenå Systemet er en af de 38 danske geotoper, som er foreslået som UNESCO geosite, hvilket understreger Gudenådalens store betydning, som et markant element i det danske landskab.

Mens biologisk mangfoldighed og biotoper er gamle og vel-etablerede begreber, er geologisk mangfoldighed og geotoper relativt nye begreber – i hvert fald i Danmark. En dansk definition af de nye begreber er udarbejdet af Arbejdsgruppe under Nordisk Ministerråd (2003): "Ved den geologiske mangfoldighed forstår man de variationer, der findes i de geologiske dannelser, i landskabet samt i alle de geologiske processer, som til stadighed opbygger og nedbryder jordskor-

pen. ... Den geologiske mangfoldighed finder sit fysiske udtryk gennem geotoper. En geotop er et afgrænset område med særlige geologiske kvaliteter. En geotop kan bestå af et enkelt geologisk fænomen – fx en ås eller en krummodde – eller den kan omfatte et udsnit af et mere sammensat geologisk område, som fx hævet havbund med tilgroede klinter og klitter af flyvesand. Ethvert område på jorden indgår i én eller flere geotoper."

I sidste istid stod NØ-isen for ca. 18.000 år siden ved Hovedopholdslinjen i Midtjylland, og herfra strømmede smeltet vandet mod vest og opbyggede de vestjyske hedesletter. Efterhånden som isen smeltede bort, blev der åbnet for, at smeltet vandet kunne strømme mod nord til Limfjorden. Det var Gudenå Systemet, der blev anlagt. Da den Ungbaltiske Is for ca. 16.000 år siden lagde sig ved den Østjyske Israndslinje, var Gudenå Systemet stadig et system af smeltet vandets floder, som førte vandet til Kattegat.

På vej mod havet aflejrede vandet sand og grus i dalbunden. Aflejringerne højest niveau afhang af flodens erosionsbasis, som forandrede sig efterhånden som isen smeltede bort og gav udløbet mulighed for at flytte sig til et nyt og lavere niveau. Ved sænkning af basis blev tidligere aflejringer eroderet, så de i dag står tilbage som terrasser i dalenes sider og afslører Gudenåens oprindelse. Mange steder i og omkring Gudenå Systemet



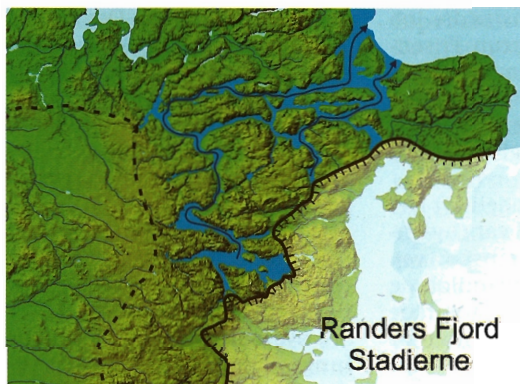
Figur 1: Gudenåen har et afstrømningsområde på størrelse med Fyn.



Figur 2a: Under det første, Faldborg Stadiet, var isranden smeltet 20-30 km tilbage, og smeltevandet strømmede fra den sydlige del af det Midtjyske Søhøjland via Gudenådalen mod nord til området ved Tange. Her var den videre vej mod nordøst blokeret af is, og vandet fandt i stedet afløb mod vest og nordvest gennem Faldborg Dalen over Viborg området til Lovns Bredning.



Figur 2b: Dernæst fulgte Skals Å Stadierne. Ved NØ-isens afsmeltning kunne smeltevandet ved Tange finde passage gennem Gudenådalen, der lå lavere end Faldborgdalen, som derved blev afsnøret. Adgangen til Kattegat var imidlertid endnu blokeret af is, og vandet fra Gudenådalen måtte søge via Nørreådalen og videre gennem Skalsådalen til Hjarbæk Fjord. Formentlig var det på denne tid, at rester af NØ-isen lå som dødis over bl.a. det nordlige Djursland.



Figur 2c: Randers Fjord Stadierne indledtes efter NØ-isen smeltede helt bort fra Jylland og den Ungbaltiske Is rykkede frem til den Østjyske Israndslinje. Isen i Kattegat var nu smeltet så meget tilbage, at smeltevandet kunne følge Gudenådalen hele vejen til et stort indlandsdelta i Randers Fjord området og videre til Kattegat.

har der ligget større mængder af dødis. De har bidraget dels til terrænets topografi med de karakteristiske dødishuller og dels til mængden af smeltevand til systemet. Gudenå Systemet opdeles i tre hovedstadier jævnt for de tre figurer 2a-c.

Siden istiden sluttede for 11.712 år siden er der kun sket mindre ændringer af landskabet. I Atlantisk Tid trængte vandet ind og skabte en fjord fra Kattegat til Langå, men den efterfølgende landhævning trængte gradvist havet tilbage til den nuværende situation.

I dag er Gudenå Systemet et spændende smeltevandslandskab, hvor man kan følge Gudenåens historie i de terrasser, som er skabt under afslutningen af sidste istid. Det omgivende morænelandskab viser mange steder en markant topografi, som er præget af dødishuller. Flere landskaber langs Gudenå Systemet er klassificeret som værende af national geologisk interesse, fx området ved Tange.

Gudenåens kulturhistorie

Gudenåens kulturhistorie strækker sig langt tilbage via en lang række fund og bopladser fra stenalderen. Oprindeligt blev disse fund betegnet Gudenåkulturen, men senere undersøgelser har vist, at det var en sammenblanding af fund fra hele jægerstenalderen, som underinddeles i Maglemosekulturen, Kongemosekulturen og Ertebøllekulturen.

Der er således vidnesbyrd om, at Gudenåen også tiltrak nogle af de tidligste mennesker, som kom til Danmark efter istidens afslutning. Maglemosekulturen var således indvandrere, der syd fra fulgte indvandringen af birkeskov, elg, urokske, kronhjort og rådyr til det nordeuropæiske lavland. Det var kombinationen af et rigt dyreliv og let adgang til vand, som understøttede disse bopladser gennem tusinder af år.

En række klostre, med cistercienserklosteret i Øm fra 1172



Maleri af Rasmus Christiansen, *Kaag paa Gudenaaen*, 1894.

som det vigtigste, blev anlagt ved åen og dens søer. Øm Kloster blev anlagt af munke fra Vitskøl Kloster. Kalksten til bygning af Øm Kloster kom fra Norddjurslands klinte og blev fragtet op ad Gudenåen. Men fragten var besværlig, idet Gudenåen var hurtigt strømmende, lavvandet og fyldt med sten. Ved middelalderens slutning var det et af de største klostre i Jylland. Efter Reformationen levede konventet videre til 1560, hvor klostret blev omdannet til Emborg Slot. Allerede året efter befalede Frederik 2. dog, at bygningerne skulle nedbrydes, og materialerne bruges på Skanderborg Slot.

Siden middelalderen har der været laksegårde ved Randers Fjord og i Gudenåens nedre løb - strækningen til Ulstrup. Frisen-vold Fiskegård var den helt dominerende fiskegård i 1800-tallet. De fleste laksegårde blev efterhånden sløjfet for at give plads til pramfarten.

Før veje blev almindelige i Det Midtjyske Søhøjland var Gudenåen den vigtigste transportvej. Det var et flot naturvandløb og et fremragende opvækstområde for laksefisk, men besværligt for pramkarlene. Derfor blev Gudenåen uddybet ved opgravning

af bunden og fjernelse af sten i løbet af 1700- og 1800-tallet. Herefter havde pramdragningen sin storhedstid frem til anlæggelsen af jernbanestrækningen Skanderborg-Silkeborg i 1871. Med opførelsen af Tangeværket i 1918-21 var det definitivt slut med pramdrift på Gudenåen, men Gudenåen blev ved med at være det uddybede og regulerede vandløb, der var skabt af hensyn til pramfarten.

Vandkraft til kornmøller og industri

Vandkraften er blevet udnyttet af en række møller og industrielle anlæg langs Gudenåen og dens tilløb, men kun ganske få af de talrige middelalderlige møllesteder er bevaret i dag. Der kendes 175 anlæg, som strækker sig tilbage til 1100-tallet og alle de gamle vandmøller har været kornmøller. Munkenes anlæg af møller til udnyttelse af vandløbenes energi blev efter reformationen overtaget af andre driftige folk. I løbet af 1700- og 1800-tallet var der lavet mølleopstemninger næsten overalt, hvor det var overkommeligt med datidens teknologi.

I nyere tid har 58 af møllerne fungeret som fabrikker eller industrianlæg - især møller til teks-

tilproduktion eller træ- og metalvareindustri, men også mejerier, bagerier, garverier, farverier, kartoffel- og benmøller, krudtmøller samt papir- og papfabrikker. En af de mest betydningsfulde var anlægget af papirfabrikken i Silkeborg i 1844. Den fik en afgørende betydning for byens udvikling.

Papirdynastiet Drewsen udbyggede deres førende position inden for dansk papirindustri, da familien i firmaet "Drewsen og sønner" i 1844 etablerede Silkeborg Papirfabrik. Silkeborg var dengang et øde, smukt og tyndt befolket område med en gammel Silkeborg Hovedgård, en vandmølle og nogle enkelte småhuse. Drewsen og sønner fik retten til at anlægge en stor papirfabrik samtidig med, at statsmagten planlagde en handelsplads i det øde Midtjylland. Fabrikken og handelspladsen skulle skabe civilisation og økonomisk fremgang i det "mørke" Jylland.

Silkeborg Papirfabrik var i de følgende årtier Danmarks største papirfabrik. I 1889 samledes stort set hele den danske papirindustri i aktieselskabet De forenede Papirfabrikker, som nedlagde Silkeborg Papirfabrik. Fabrikken åbnede dog igen i 1894 og fik i 1909-1910 overdraget opgaven at producere papiret til Danmarks pengesedler af Nationalbanken. Produktionen af papir til de danske pengesedler på håndgjort papir svandt drastisk i 1958, og produktionen hørte helt op i 1963. Man gik over til at anvende maskinfremstillet papir til pengesedler. Da Papirfabrikken lukkede endeligt i år 2000, blev det enorme fabriksområde omskabt til en hel ny bydel med hotel, biograf, restauranter, fitnesscenter, kunstcenter, musik- og teaterhus, boliger og erhverv.

Afvanding og landvinding

Hvad udad blev tabt af dyrkbar jord ved krigen i 1864, blev forøget vundet indad ved dræning og afvanding af fugtige enge og

moser eller ved kunstig afvanding af lavvandede søer og dele af Randers Fjord. Herved er naturen i disse områder forsvundet. Samtidig er Gudenåsystemets evne til at omsætte og tilbageholde næringssalte mindsket. Dette øgede tilførslen af næringssalte til Kattegat. De største arealer som er kunstigt afvandede, dvs. at vandet pumpes op i vandløb eller fjord, findes omkring Randers Fjord.

Vorup Enge ligger syd for Gudenåen ved Randers midtby. Området var i flere tusinde år en del af Gudenåens indlandsdata med mange småøer og oversvømmede engarealer langs åen. I 1951 blev Gudenåen afskåret fra engene med diger således, at arealet langs åen kunne pumpes tørre. I de første mange år blev disse tørlagte arealer anvendt til kornproduktion, men pga. faldende udbytte blev kornproduktion efterhånden opgivet de fleste steder.

I 1995 blev åens øvre løb restaureret og lagt i slyngninger; disse erstatter det udrettede løb fra 1950'erne, som blev anlagt i forbindelse med dræning af engene langs strækningen. Vorup Enge blev som led i Vandmiljøplan II genskabt som et vådområde i 2003. Projektet har skabt bedre levevilkår for dyr og planter, nedsat belastningen af kvælstof til Randers Fjord og Hevring Bugt samt øget området rekreative værdi.

Elproduktionen

De to største opstemninger i Gudenåens hovedløb blev først lavet omkring 1920 til produktion af elektrisk strøm med vandturbiner og generatorer. Disse Danmarks to største vandkraftværker ligger ved Vestbirk og ved Tange. Elproduktionen ved vandkraft i Gudenåsystemet er på ca. 15 mio. kWh (15 GWh) pr. år eller ca. 0,01 % af det samlede danske elforbrug.

Omtrentlig årlig elproduktion på de enkelte vandkraftværker i Gudenåsystemet i mio. kWh:

Vestbirk Vandkraftværk . . .	2,20
Vilholt Mølle	0,55
Ry Mølle	0,40
Silkeborg Papirfabrik . . .	0,80
(indtil 2001)	
Allinggård Kraftværk . . .	0,25
Tangeværket	11,00

Gudenaacentralen

- Tangeværket

Gudenaacentralen er Danmarks største vandkraftværk og dermed et betydeligt industrihistorisk kulturmiljø af national interesse. I daglig tale anvendes ofte betegnelsen Tangeværket qua beliggenheden ved Tange og Tange Sø.

Vandkraftværket blev opført umiddelbart efter 1. Verdenskrig i årene 1918-1920, således at det kunne starte produktionen i januar 1921. På den tid var det også Jyllands største elværk og kunne producere 22,5 % af hele Jyllands elforbrug. Gudenaacentralen blev opbygget som et helt nyt elektricitetsværk i modsætning til flere tidligere små lokale vanddrevne elværker, der var indrettet i ældre møller. Af kraftværkets maskiner er generatorerne og hjælpegeneratorerne (tre dynamoer) intakte, de første er dog omviklet som følge af de mange års slid. Der er tale om tre generatorer af dansk fabrikat fra aktieselskabet Titan i København. Generatorerne er koblet direkte til hver sin dobbelte Francis turbine, fabrikeret i Sverige på Verkstaden Kristinehamn. Tre af de i alt seks løbehjul er originale, mens 3 andre er udskiftet i 1987, støbt efter de oprindelige tegninger i Sverige.

Byggeriet medførte en radikal ændring af landskabet, idet Gudenåen blev stemmet op langs en dæmning, således at Danmarks største kunstige sø - Tange Sø - blev etableret som vandreservoir for kraftværket. Tange Sø følger Gudenåens løb over en stræk-

ning på 13 km og rummer ca. 20 mio. m³ vand. Landskabet ved Tange ændrede derved udseende fra at være præget af landbrug og pramfart til et landskab med en langstrakt sø, varieret skovbevoksning og et karakterfuldt dansk industrianlæg.

Gudenaacentralen må i dag anses som et af Danmarks væsentligste tekniske vandbygningsværker. Det samlede anlæg omfatter Tange Sø, en 800 m lang dæmning med frisluse og afværgedæmninger, 300 m indløbskanal og selve vandkraftværket. Hele anlægget og værket udgør en særdeles velbevaret og original helhed, som i dag er beskyttet af fredning. Dog er Tange Sø og værkets funktion ikke omfattet af fredningen.

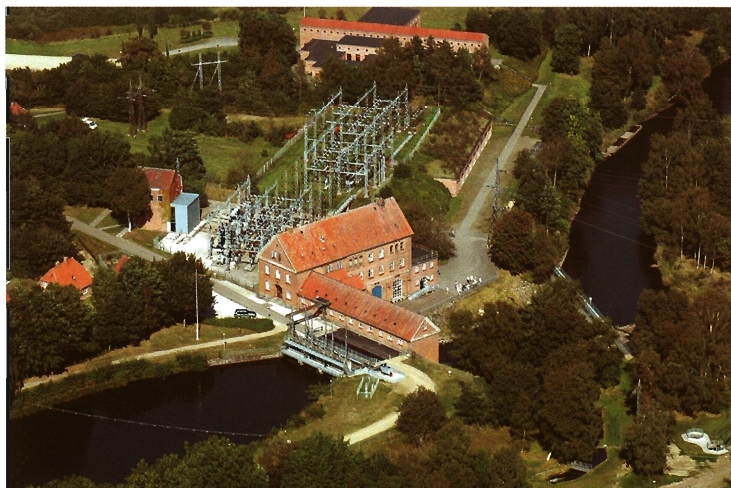
Elmuseet blev etableret ved Gudenaacentralen i 1984, hvilket betyder, at alle aspekter af værkets og elektricitetsens historie formidles på et højt niveau.

Gudenaacentralens funktion

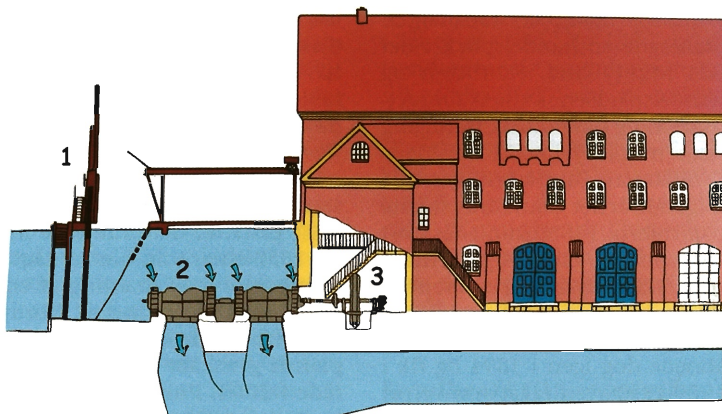
Maskinanlægget på Gudenaacentralen er opbygget af tre ens sæt generatorer og turbiner. Hvert sæt er opbygget af to vandturbiner, en mellemaksel, en vekselstrømsgenerator og en magnetiseringsmaskine (jævnstrømsgenerator). Det hele er sammenbygget til en lang maskine, som er 18,7 meter lang.

Vandturbinerne er dobbelte Francis maskiner. Det betyder, at der er to løbehjul på hver maskine, så der er i alt fire løbehjul til hvert sæt maskiner. Francis turbiner har stilbare regulerings-skovle, og skovlene på løbehjulene er faste. Det medfører, at reguleringsområdet for en sådan maskine er begrænset til 90-120 %.

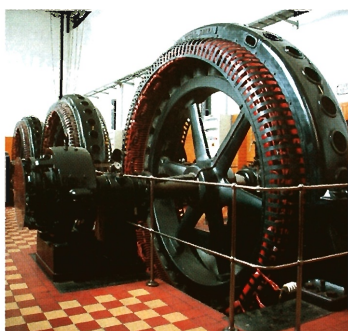
For at forbedre reguleringsmulighederne afviger turbine 1 en smule fra de to andre, idet den er forsynet med to reguleringsaksler, som går fra regulatoren ud til hver sin turbine. Akselen



Gudenaacentralen med Elmuseet i baggrunden.



Gudenaacentralen i tværsnit. 1. Sluseporte, 2. Francis turbiner, 3. Generatorer.



Gudenaacentralens maskinhal med generatorer.

til den yderste turbine kan kobles fra regulatoren, og regulerings-skovlene på den yderste turbine kan lukkes. Der kommer så ikke noget vand til denne turbine, og dermed hjælper den ikke med til at trække generatoren. Sættet kører som halv maskine. Det medfører, at vi kan komme ned på en minimumslast på 400 kW svarende til et vandforbrug på 6 m³ pr. sekund, hvor maskinen som hel bruger 14,7 m³ vand pr. sekund ved minimums last svarende til 1000 kW. Med alle tre

turbiner i drift er den største last i længere tid 3900 kW, hvilket svarer til en vandføring på 83 m³/s. Turbinerne er anbragt i hvert sit turbinekammer udenfor maskinsalens bygning, hvor de er placeret under vand med akselen i kote 9,4.

Vandet til turbinerne kommer ude fra søen og strømmer ind gennem kanalen, videre gennem stigbordet og ristene ind i turbinekamrene, hvor det fortsætter ned gennem reguleringskovlene og rammer løbehjulet, som herved bliver drevet rundt. Afstrømningen fra turbinerne foregår igennem et faldrør fra hver turbine. Faldrørerne er så lange, at de altid har åbningen under vandoverfladen på bagvandet. Faldrørerne virker som en hævert og suger vandet ud af turbinerne, derved kan hele faldhøjden udnyttes til fremstilling af elektricitet, idet vandet dels bliver presset ind i turbinen via højdeforskellen fra kote 9,4 til overfladen på søen i kote 13,55. Dels suget ud via højdeforskellen fra kote 9,4 til overfladen på bagvandet, som varierer fra kote 3,2 til 6,1 ved den laveste- og den højeste vandføring.

Turbineakselen går gennem en pakdåse ind i maskinsalen, hvor den er koblet sammen med en generator, som turbinen driver rundt.

Generatorerne er trefasede synkronmaskiner med 28 poler og et omdrejningstal på 214 omdrejninger pr. minut. Til at magnetisere polhjulet er der en jævnstrømsdynamo, som er selvmagnetiserende. Dermed bliver vekselstrømsgeneratoren spændingssat og er nu klar til at blive synkroniseret ind på nettet. Hvert generatorsæt havde fra starten en ydeevne på 1100 kW, men efter renovering af generatorer og turbiner, kan de uden problemer køre med en varig last på 1300 kW uden at blive for varme. Generatoren bliver koblet direkte ind på 10 kV nettet i en 10

kV station på Gudenaacentralen. Den nuværende 10 kV station blev opstillet i sommeren 1988 til erstatning for en ældre Reyrolle station. I 1987 blev styrings- og reguleringsanlægget udskiftet til et mere tidssvarende system.

Den årlige produktion er gennemsnit 11 mio. kWh, det dækker over store udsving fra 9,3 mio. kWh til 16 mio. kWh på et år. Produktionen er afhængig af nedbøren i Midtjylland, som har været tiltagende, siden værket blev sat i drift.

Tange Sø er på 625 ha og vandstandsvariationerne holdes inden for 10 cm. Søens tilførsel af vand svarer således, med små variationer, til vandføringen gennem turbinerne.

Gudenåen i dag

Gudenåen er noget særligt, fordi det er Danmarks længste vandløb og har mange varierede søer. I dag er Gudenåen et stort og betydningsfuldt rekreativt område, som tiltrækker mange turister, kanosejlere og lystfiskere. Men der er også en stor lokalbefolkning langs Gudenåen, som nyder de mange rekreative muligheder.

Gudenåens vande spænder fra en rigdom af kilder til en rigtig flod-munding. Fra dybe, klarvandede søer med iltfrit bundvand hele sommeren, næringsfattige skov- og hedesøer, og de almindelige danske, lavvandede søer med stor algevækst og grumset vand.

Gudenåen er også noget særligt, fordi den afvander nogle af Danmarks smukkeste og mest afvekslende landskaber: fra hederne omkring Vrås og Hald Sø, skovklædte bakketoppe som Sukkertoppen og Troldhøj til den flade, fugtige floddal omkring Randers. Størstedelen af afvandingsområdet er dog landbrugsland.

I dag er Gudenåen et meget smukt og varieret landskab med mange spændende kulturhistoriske indslag fra den tidlige sten-

alder til i dag. Gudenåen viser afslutningen af sidste istid og danskernes historie i et stort og varieret billede.

Georg Stenstrop, museumsdirektør Elmuseet.

Alle figurer og fotos er fra Elmuseet.

Kilder

Andersen, S.H. (2004): Bebyggelsen ved de ferske vande i oldtiden, i Hoffmeister, E. (Ed.): De ferske vandes kulturhistorie i Danmark p. 185-194, Aqua Ferskvands Akvarium ISBN 87-91355-09-5.

Ellemann-Jensen, U.: Hvad gør vi ved Gudenåen?, Kreditforeningen for industrielle Ejendomme 1973, 59 pp.

Hahn-Pedersen, M. (2004): Med fragt i ferske vande, i Hoffmeister, E. (Ed.): De ferske vandes kulturhistorie i Danmark p. 256-266, Aqua Ferskvands Akvarium ISBN 87-91355-09-5.

Jensen, J.: Danmarks Oldtid. Stenalder, 13.000-2.000 f.Kr.; Gyldendal 2001, ISBN 87-00-49038-5.

Kristensen, H.K. (2004): Klo-strenes udnyttelse af de ferske vande, i Hoffmeister, E. (Ed.): De ferske vandes kulturhistorie i Danmark p. 201-208, Aqua Ferskvands Akvarium ISBN 87-91355-09-5.

Larsen, G & Kronborg, C.: Geologisk Set – Det mellemste Jylland. Geografforlaget 1994 ISBN 87-7702-132-0.

Lauridsen, H.R. (2004): Vandkraften og industrien, i Hoffmeister, E. (Ed.): De ferske vandes kulturhistorie i Danmark p. 124-131, Aqua Ferskvands Akvarium ISBN 87-91355-09-5.

Petersen, F. (2004): Vandkraft til produktion af el, i Hoffmeister, E. (Ed.): De ferske vandes kulturhistorie i Danmark p. 132-143, Aqua Ferskvands Akvarium ISBN 87-91355-09-5.